AA SAKATTI MINING OY

Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTISELOSTUS

30.11.2020

Raportin otsikko:	Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke, YVA-selostus
Asiakirjatyyppi:	YVA-selostus
Ulkoasu:	FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
Kannen kuva:	Jukka Brusila
Kartta-aineistot:	FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, Maanmittauslaitos 2020
Painopaikka:	Grano

YHTEYSTIEDOT

Hankkeesta vastaava
AA Sakatti Mining Oy

Osoite: Tuohiaavantie 2, 99600 Sodankylä
Puhelin: 016 642 368

Yhteyshenkilö: Vastuullisuusjohtaja Ulla Syrjälä
Puhelin: 040 480 1820
Sähköposti: ulla.syrjala@angloamerican.com

Yhteysviranomainen
Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Osoite: PL 8060 (Hallituskatu 3 B), 96101 Rovaniemi
Puhelin: 0295 037 000
Sähköposti: kirjaamo.lappi@ely-keskus.fi

Yhteyshenkilö: Ylitarkastaja Leena Ruokanen
Puhelin: 0295 037 513
Sähköposti: leena.ruokanen@ely-keskus.fi

YVA-konsultti
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Osoite: Osmontie 34, 00601 Helsinki
Puhelin: 010 4090
Yhteyshenkilö: Johtava asiantuntija Pasi Vahanne
Puhelin: 040 575 3132
Sähköposti: pasi.vahanne@fcg.fi

ASIANTUNTIJOIDEN PÄTEVYYDET

FCG:n työryhmä		
Projektin johto		Koulutus, titteli ja kokemus alalta (vuotta); vastuualueet YVA:ssa
Pasi Vahanne		Rakennusgeologi FL (30 v.), johtava asiantuntija; Projektipäällikkö, maa- ja kallioperään sekä pohjaveteen kohdistuvien vaikutusten arviointi
Kylli Eensalu		DI (27 v.), johtava asiantuntija; Projektipäällikön sijainen, vaikutukset liikenteeseen
Suvi Järvinen		YTM, laatu- ja ympäristöpäällikkö (9 v.); Laadunvarmistus, projektikoordinaattori alk. 06/2020
Hanna Valolahti		FT (5 v.), Projektikoordinaattori 05/2020 asti

Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuotta), vastuualueet YVA:ssa
Aho	Mauno	Tietoliikenneinsinööri (17 v.), SYKE pätevyys: melun mittaus ja arviointi, projektipäällikkö; Melu- ja tärinämallinnukset sekä melu- ja tärinävaikutusten vaikutusten arviointi
Aittola	Maija	Maaperägeologi FM (20 v.), vaikutukset pohjaveteen
Degerman	Ruusa	Maantieteilijä FM, YKS-660 kaavanlaatijan pätevyys (7,5 v.), asiantuntija; vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen
Ger	Riikka	Maisema-arkkitehti MARK (20 v.), vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön (referointi Rambollin raportista, täydennyksiä)
Heiskanen	Vesa	DI, akustiikka ja äänen käsittely (4 v.), suunnittelija; melumallinnukset
Kamppi	Kari	Limnologi MMK (30 v.), vaikutukset vesistöihin ja vedenlaatuun sekä vesieliöstöön
Keskinen	Mikko	FM, suunnittelumaantiede (11 v.), paikkatieto- ja kartta-aineistot
Kreus	Kari	DI, ympäristötekniikka (6 v.), vaikutukset poronhoitoon
Kärkkäinen	Jari	FM biologi (30 v.), johtava asiantuntija, vaikutukset eläimistöön, suojelualueisiin ja luonnon monimuotoisuuteen
Nissi	Markku	YTM (14 v.) Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset
Nuottajärvi	Marja	FM biologi (15 v.), vaikutukset vesiekologiaan
Ollikainen	Taina	FM, suunnittelumaantiede (30 v.), johtava asiantuntija; Vaikutukset aluetalouteen
Päivänen	Jani	VTM (20 v.), ihmisiin kohdistuvat vaikutukset
Sippola	Hannu	TkT (20 v.), vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun
Taavetti	Harri	Linnustoasiantuntija (10 v.), vaikutukset linnustoon
Takalo	Minna	FM biologi (18 v.), vaikutukset luontotyypeihin ja kasvillisuuteen sekä luonnon monimuotoisuuteen
Tvrdý	Jan	M.Sc. tech (13 v.), johtava asiantuntija, Vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun

FCG:n alikonsultit		
Itä-Suomen yliopisto: Porotalousselvitys		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), vastuualueet
Colpaert	Alfred	FT, professori (25), GIS, porolaiduntutkimus
Gbagir	Augustine	FM (2), GIS, tilastotiede
Komulainen	Hanne	FM, maantiede (2)
Latvasilmu osk: Kalastovaikutukset		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), vastuualueet
Partanen	Janne	FM, kalabiologia (15), kalastovaikutukset
YVA:n tausta-aineistoa tuottaneet tahot		
AFRY Finland Oy: Sulkemissuunnitelma		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Harju	Heli	DI, ympäristötekniikka (5), ympäristöasiantuntija
Kettunen	Kaisa	DI , ympäristötekniikka (8), ympäristöasiantuntija
Picken	Päivi	FT, geologia (25), johtava asiantuntija
Wichmann	Anneli	FM, kemia (10), vanhempi konsultti
AFRY Finland Oy: Vesitase ja vesienhallinta		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Haanpää	Kirsi	DI, ympäristötekniikka (13), johtava asiantuntija – kaivosten vesienhallinta
Juholin	Piia	TkT, prosessitekniikka (9), vesienkäsittelyn asiantuntija
AFRY Finland Oy: Pintavesimallinnus		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Lauri	Hannu	DI, tekninen fysiikka (28), vanhempi konsultti
Lehtinen	Lotta	FM, limnologia (18), ympäristöasiantuntija
AONA Environmental Consulting Ltd.: Pölymallinnus		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta
Keegan	Mervyn	MSc (Environmental Science), BSc (Applied Sciences), DP-Sci (Acoustics in Noise Control), DP-Sci (Pollution Assessment & Control), 20 vuotta kokemusta
Borenius Asianajotoimisto Oy: Oikeudellinen kommentointi		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Herler	Casper	OTT, VT, asianajaja (20), toimitusjohtaja
Lehtinen	Hanna	OTM, asianajaja (10), senior associate
Lusenius	Henna	OTM, asianajaja (12), senior associate
Pitkänen	Iris	Oikeusnotaari (1), associate
Gaia Consulting Oy: Aluetalousvaikutusten arviointi		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia)
Alam	Jonas	DI (9)
Klimscheffskij	Markus	DI (9)
Pessala	Piia	FT, maa- ja metsätalous (15)
Rinne	Pasi	(25)
Vanhanen	Juha	FT (25)

Ramboll Finland Oy: Natura-arviointi		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Koivulehto	Liisa	FM hydrogeologi (4)
Mäkinen	Jussi	FM ympäristöekologi (17), projektipäällikkö
Mäki-Torkko	Jaana	FM hydrogeologi (20), johtava pohjavesiasiantuntija
Torri	Kaisa	FM biologi (12)
Ramboll Finland Oy: Aluetalousselvitys		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Hokkanen	Joonas	Dos., FT (>30)
Savikko	Heikki	DI, materiaalitekniikka (5), suunnittelija
Ramboll Finland Oy: Maisemaselvitys		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Ahonen	Sampo	Muotoilija AMK (20), suunnittelija
Heikkilä	Tiina	Ins. AMK (8), kaavasuunnittelija
Laitinen	Timo	YTM, yhteiskuntamaantieteilijä (7), projektipäällikkö
Rantee	Kaisa	Maisema-arkkitehti (13)
Ramboll Finland Oy, Mikroliitti Oy ja TLT-Building Oy: Voimajohdon ympäristöselvitys		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli (yhtiö)
Koskinen	Juuso	Arkeologi (7), tutkija (Mikroliitti Oy)
Laitinen	Timo	YTM Yhteiskuntamaantieteilijä (7), (Ramboll Finland Oy)
Marjoniemi	Arto	Maanmittausinsinööri (20), asiantuntija (TLT-Building Oy)
Neumann	Antje	FM biologi (12), (Ramboll Finland Oy)
Poutiainen	Hannu	Arkeologi (30), vanhempi tutkija (Mikroliitti Oy)
Torri	Kaisa	FM biologi (12), projektipäällikkö (Ramboll Finland Oy)
Rovjok Oy: 3D-mallinnus, videot		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Salomaa	Leo	Ark (5), development lead
Salonen Environment: Viankiaavan ympäristön maaperän kehitys ja sen erityispiirteet, Viiankiaavan hydrologiaan vaikuttavat tekijät		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia)
Salonen	Veli-Pekka	FT, prof (30)
Stantec Consulting Ltd: Pohjavesimallinnus		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta (vuosia), titteli
Basri	Munzir	Ph.D., P.Eng. (30), Vanhempi pohjavesimallintaja/ erikoisasiantuntija
Berry	Robert	Ph.D., P.Geol Project, Vanhempi hydrogeologi, geokemisti (43), Mallinnustyön projektipäällikkö
Muut asiantuntijat: Ekologisten haittojen ja niiden hyvitysten arviointi (Ekologinen kompensaatio)		
Asiantuntijat		Koulutus ja kokemus alalta
Kotiaho	Janne	FT/dosentti (ekologia ja ympäristönhoito); professori (ekologia), 23 vuotta kokemusta
Moilanen	Atte	DI, tietojenkäsittely; Tekn.lis., sovellettu matematiikka; FT, populaatiobiologia; dosentti, ekologia, 25 vuotta kokemusta

TIIVISTELMÄ

Hanke

Anglo American -konserniin kuuluva AA Sakatti Mining Oy suunnittelee Sakatin monimetalliesiintymän hyödyntämistä. Sakatin esiintymän tunnetut mineraalivarannot (osoitetut ja mahdolliset) ovat 44,4 Mt. Kaivoksen päätuotteita ovat erilliset kupari- ja nikkelirikasteet. Rikasteet sisältävät myös platinaa, palladiumia, kobolttia, kultaa ja hopeaa.

Suunnitellun Sakatin kaivoksen toiminta käsittää malmin louhinnan maanalaisesta kaivoksesta sekä maan päällä tapahtuvan malmin rikastuksen, muodostuvien jätteiden ja vesien käsittelyyn liittyvät toiminnot, kaivosalueen tekniset perusrakenteet ja muut vaadittavat tukitoiminnot.

Kaivoshankkeen elinkaareen kuuluu suunnittelu- ja esiselvitysvaiheen jälkeinen kaavoitus- ja luvitusprosessi, rakennusvaihe, kaivoksen toimintavaihe sekä kaivoksen sulkeminen ja jälkihoito. Kaivoksen rakennusvaiheen kestoksi on arvioitu noin kolme vuotta ja toimintavaiheen kestoksi noin 20 vuotta. Rakennusvaiheessa kaivoksella on töissä 200-300 henkilöä ja varsinaisessa toimintavaiheessa 350-500 henkilöä.

Hankealue sijaitsee Sodankylän kunnassa noin 15 kilometriä kuntakeskuksesta koilliseen pohjois-eteläsuuntaisen valtatien 4 ja Kemijoen sivujokiin kuuluvan Kitisen itäpuolella. Sattasen kylä on noin kahden kilometrin etäisyydellä hankealueesta länteen. Kaivoksen maanpäälliset toiminnot sijoittuvat suurelta osin Viiankiaavan länsipuolella sijaitsevalle Kuusivaaran alueelle (Kuusivaaran tehdasalue). Eri hankevaihtoehdoissa toimintoja on sijoitettu osin myös Pahanlaaksonmaalle noin kolmesta viiteen kilometriä Kuusivaarasta pohjoiseen. Puhdistetut vedet puretaan Kitiseen. Idässä maanpäällinen hankealue rajautuu Natura 2000-verkostoon kuuluvaan ja soidensuojeluohjelmalla suojeltuun Viiankiaapaan. Sakatin esiintymä sijaitsee suurimmaksi osaksi Viiankiaavan suon alla. Sakatin pääesiintymä sijaitsee nykyisen kairaustiedon perusteella lähimmillään noin 350 metriä syvyydellä maanpinnasta jatkuen aina 1 200 metrin syvyyteen. Pääesiintymästä koilliseen on pienempi, lähempänä maanpintaa sijaitseva satelliittiesiintymä NE. Hankealue sijoittuu kahden poropaliskunnan alueelle.

Kaivos ja Kuusivaaran tehdasalue tarvitsevat uudet tie- ja siltayhteydet. Kuusivaaraan perustetaan maanpäälliset tehdastoiminnot ja vesien hallintaan liittyvät rakenteet sekä rakennetaan alueelle kaivannaisjätteiden varastointiin ja sijoitukseen liittyvät ratkaisut. Kuusivaaraan sijoitettavia rakenteita ovat kaikissa vaihtoehdoissa pintamaiden, rikastushiekan ja sivukiven sijoitusalueet, rikastamo, prosessi- ja hulevesien käsittelyyn tarvittavat vesienkäsittelyrakenteet, vesivarastoallas ja laskeutusaltaat, toimistorakennukset, lämpölaitos, tarvekivilouhos, varastoja eri tarkoituksiin, malmin kuljettamiseen käytettävä hihnakuljetin sekä muita tarvittavia rakenteita. Vaihtoehdosta riippuen Kuusivaaran lisäksi toimintoja sijoittuu myös Pahanlaaksonmaan alueelle.

Malmin hyödyntämistä varten louhitaan maan pinnalta esiintymään johtava vinotunneli. Vinotunneli voidaan toteuttaa joko mutkavinotunnelina, suoravinotunnelina tai spiraalivinotunnelina valittavasta päävaihtoehdosta riippuen. Tunnelin louhinta tapahtuu joko perinteisellä panostus-/räjäytysmenetelmällä tai käyttämällä tunneliporauskonetta. Tunnelin ja malmin louhinnan yhteydessä muodostuu sivukiveä, joka on osin korkearikkistä ja osin matalarikkistä. Sivukivet varastoidaan maanpäälle rakennettaville sivukivialueille. Kaikki muodostuvat sivukivet pyritään hyötykäyttämään kaivostäyttöihin ja lisäksi matalarikkistä sivukiveä tehdasalueen infran rakentamisessa.

Louhittu malmi esimurskataan maan alla ja kuljetetaan maan pinnalle joko hihnakuljettimin tai kuilunostimen avulla. Malmin jatkomurskaus ja jauhatus tapahtuvat rikastamorakennuksessa. Malmi rikastetaan perinteisen vaahdotusprosessin avulla, joskin myös magneettista erotusta sovelletaan rajallisesti.

Rikastusprosessissa muodostuu rikastushiekkaa, josta valtaosa on matalarikkistä. Rikastushiekat ohjataan omille sijoitusalueilleen. Korkearikkistä rikastushiekkaa ja osa matalarikkisestä rikastushiekasta hyödynnetään kaivostäyttöön valmistettavan pastan materiaalina. Pastalaitos sijaitsee joko maan alla tai maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin läheisyydessä Pahanlaaksonmaalla ja sieltä rikastushiekkapasta pumpataan kaivostäytteeksi. Maan päälle varastoitava matalarikinen rikastushiekka läjitetään vaihtoehdosta riippuen joko kuiva- tai märkäläjityksenä. Rikastushiekka-alue koostuu kuivaläjitysvaihtoehdossa kahdesta erillisestä lohkosta, mikä mahdollistaa niiden vaiheittaisen rakentamisen, täyttämisen ja sulkemisen. Märkäläjitysvaihtoehdossa matalarikkinen rikastushiekka pumpataan rikastushiekka-alueelle lietteenä. Rikastusprosessissa muodostuva korkearikkinen rikastushiekka pumpataan lietteenä omaan varastoaltaaseen.

Kaivoksen toiminnassa muodostuu käsiteltäviä vesiä kaivoksen kuivanapidosta, maanpäällisten pintamaan, sivukiven ja rikastushiekan sijoitusalueiden sadevesistä, rikastamon ja tukitoimintojen alueen sade- ja hulevesistä sekä rikastushiekasta erottuvista vesistä. Kierrossa olevien vesien määrä riippuu merkittävästi valittavasta rikastushiekan läjitystavasta. Toiminta-alueelta kerättyjä valuma- ja kuivatusvesiä sekä prosessivesiä käytetään rikastusprosessissa. Toiminnan alkuvaiheessa otetaan rikastusprosessissa tarvittavaa raakavettä Kitisestä. Jatkossa hyödynnetään vesivarastoaltaaseen kerättyä vettä mahdollisimman suuren kierrätysasteen saavuttamiseksi. Raakavettä tarvitaan pieniä määriä myös kemikaalien käytön yhteydessä, suodatuksen huuhteluvetenä ja sammutusvedeksi. Kaikki kaivostoimintojen alueelta Kitiseen johdettavat vedet käsitellään Kuusivaarassa sijaitsevalla vesienkäsittelylaitoksella.

Valmis rikaste kuljetetaan kaivokselta maantiekuljetuksina joko Kemin tai Oulun satamaan tai Kemijärven rautatieterminaaliin. Kaivoksen liikennettä varten selvityksissä on tarkasteltu sekä pohjoista että eteläistä yhdystievaihtoehtoa. Pohjoisessa vaihtoehdossa yhdystie liittyy valtatiehen 4, ja Kitisen yli rakennetaan uusi silta. Eteläisessä vaihtoehdossa rakennetaan uusi silta Kelujoen yli ja kaivoksen yhdystie liittyy Sodankylän itäpuolella valtatien 5 uuteen linjaukseen. Kaivosalueelle rakennetaan uusi 110 kV:n voimajohtoyhteys. Linja sijoittuu pääosin samaan johtokäytävään olemassa olevan Vajukoski-Sodankylä 110 kV:n voimajohdon kanssa. Voimajohto ylittää Kitisen uudessa maastokäytävässä Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdasta pohjoiseen.

Kaivoksen suunnittelussa huomioidaan kaivosteollisuuden parhaat käytännöt haitallisten vaikutusten minimoimiseksi. Toteutuessaan Sakatin kaivos olisi Euroopan rikkainta monimetalliesiintymää parhaalla mahdollisella tekniikalla hyödyntävä ja vastuullisesti toimiva tuotantolaitos.

YVA-menettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA-menettely) perustuu lakiin ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-laki, 252/2017) ja siihen liittyvään asetukseen (YVA-asetus, 277/2017). Lainsäädännön mukaan YVA-menettelyn tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä samalla lisätä kaikkien tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. YVA-menettelyn tarkoituksena on myös tuottaa hankkeesta vastaavalle tietoa ympäristön kannalta sopivimman vaihtoehdon valitsemiseksi sekä viranomaiselle tietoa hankkeen edellytyksistä ja tietoa lupaehtojen määrittämiseksi. YVA-menettely ei ole lupamenettely, eikä sen pohjalta anneta päätöksiä.

YVA-menettelyssä on ohjelma- ja selostusvaihe. YVA-ohjelma on selvitys hankealueen nykytilasta ja suunnitelma siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. YVA-selostuksessa esitetään tulokset laadituista selvityksistä ja ympäristövaikutusten arvioinneista. YVA-selostuksessa esitetään hankkeen tiedot tarkistettuna sekä yhtenäinen arvio hankkeen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista.

Sakatin kaivoshankkeen YVA-menettely käynnistyi vuoden 2018 tammikuussa, kun YVA-ohjelma jätettiin yhteysviranomaisena toimivalle Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (Lapin ELY-keskus). Tämä arviointiselostus on laadittu YVA-ohjelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon perusteella. YVA-selostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä otetaan huomioon myöhemmässä päätöksenteossa ja lupaharkinnassa.

Arvioitavat vaihtoehdot

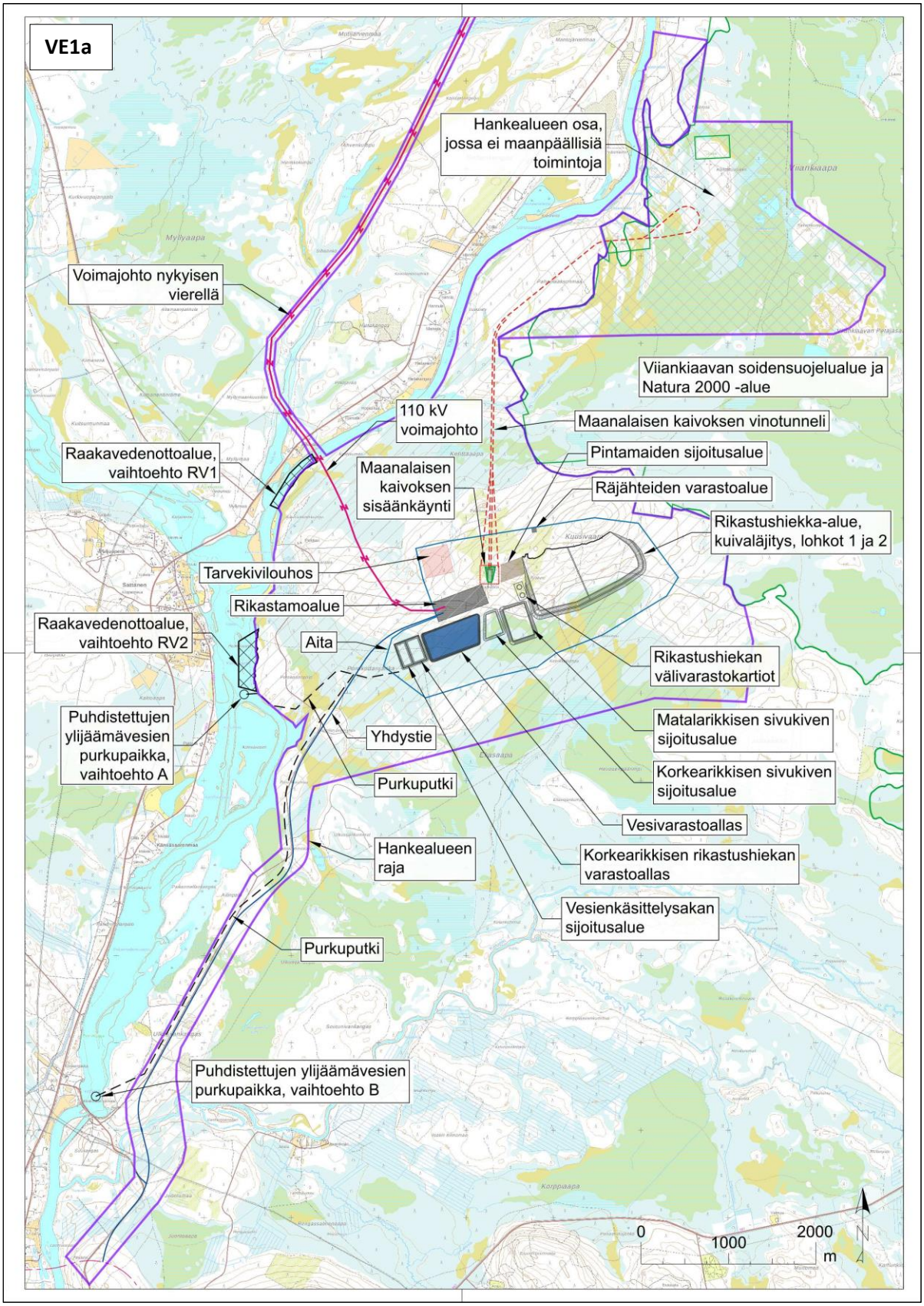
Tässä Sakatin kaivoshankkeen YVA-selostuksessa arvioidaan hankkeen toteutuksen kolmea päävaihtoehtoa VE1, VE2 ja VE3. Lisäksi jokaiseen päävaihtoehtoon kuuluu kaksi alavaihtoehtoa a ja b. Hankkeen toteuttamatta jättämisen vaikutukset arvioidaan omana vaihtoehtonaan, vaihtoehto VE0. Näin ollen YVA-selostuksessa arvioitavia vaihtoehtoja muodostuu kaikkiaan seitsemän kappaletta (VE0, VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b). Hankealueet on muodostettu vaihtoehtokohtaisesti siten, että hankealueita on kuusi. Hankealue kattaa kaikki kaivoksen maanpäälliset ja maanpinnan alapuolelle sijoittuvat toiminnot pois lukien Kitiseen sijoittuvat vedenottoon ja -purkuun liittyvät rakenteet. Vaikutusarvioinnissa on selkeyden vuoksi esitetty kuitenkin vain yksi hankealueen rajaus, joka kuvaa vaihtoehtojen yhdistelmänä muodostuvaa laajinta hankealuetta.

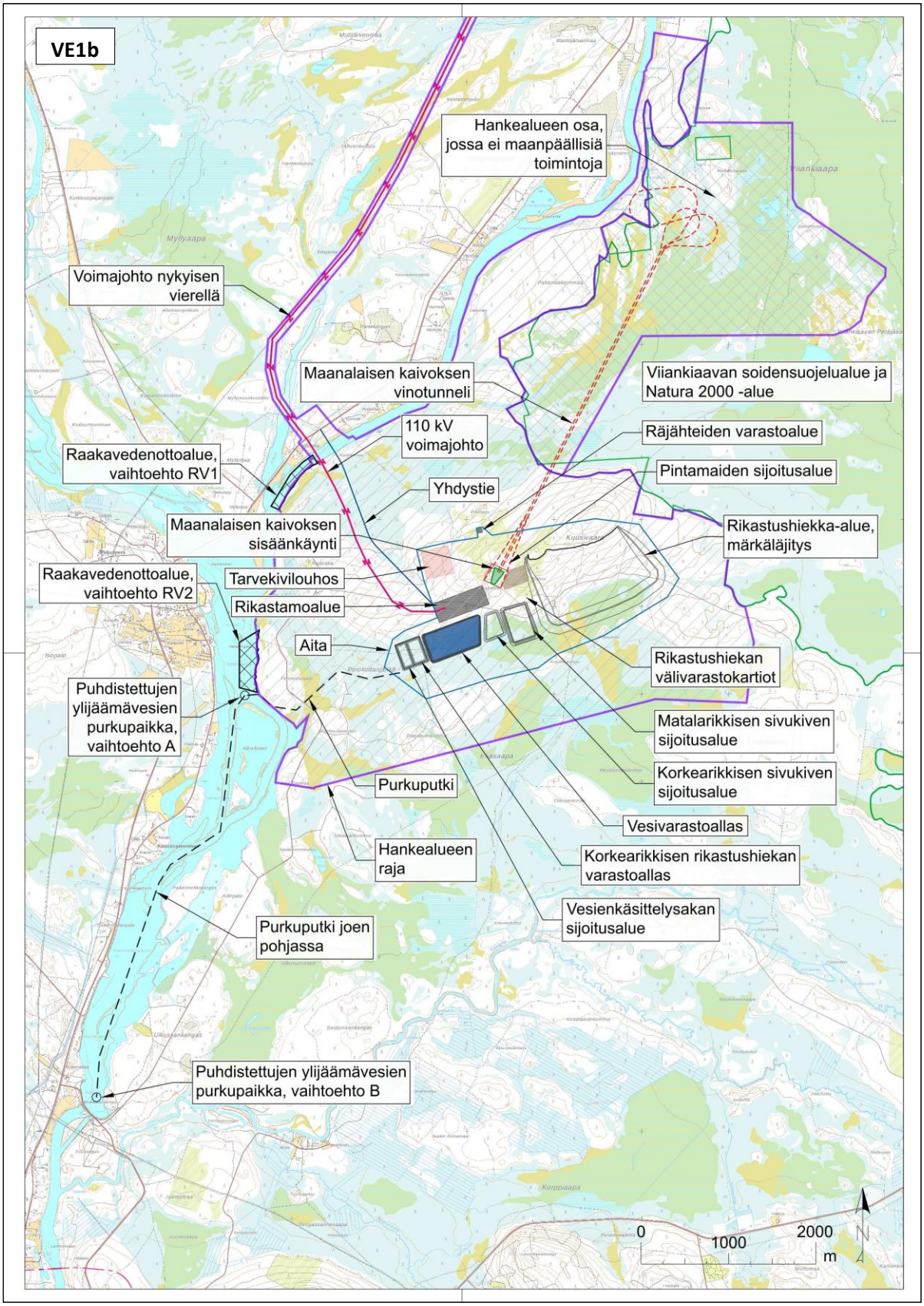
Alla olevassa taulukossa on kuvattu päävaihtoehtojen keskeisimmät erot. Malmin louhintamäärä on kaikissa hankevaihtoehdoissa sama, noin 1,25–1,8 miljoonaa tonnia vuodessa, ja kaivoksen toiminta-aika on kaikissa vaihtoehdoissa 20 vuotta.

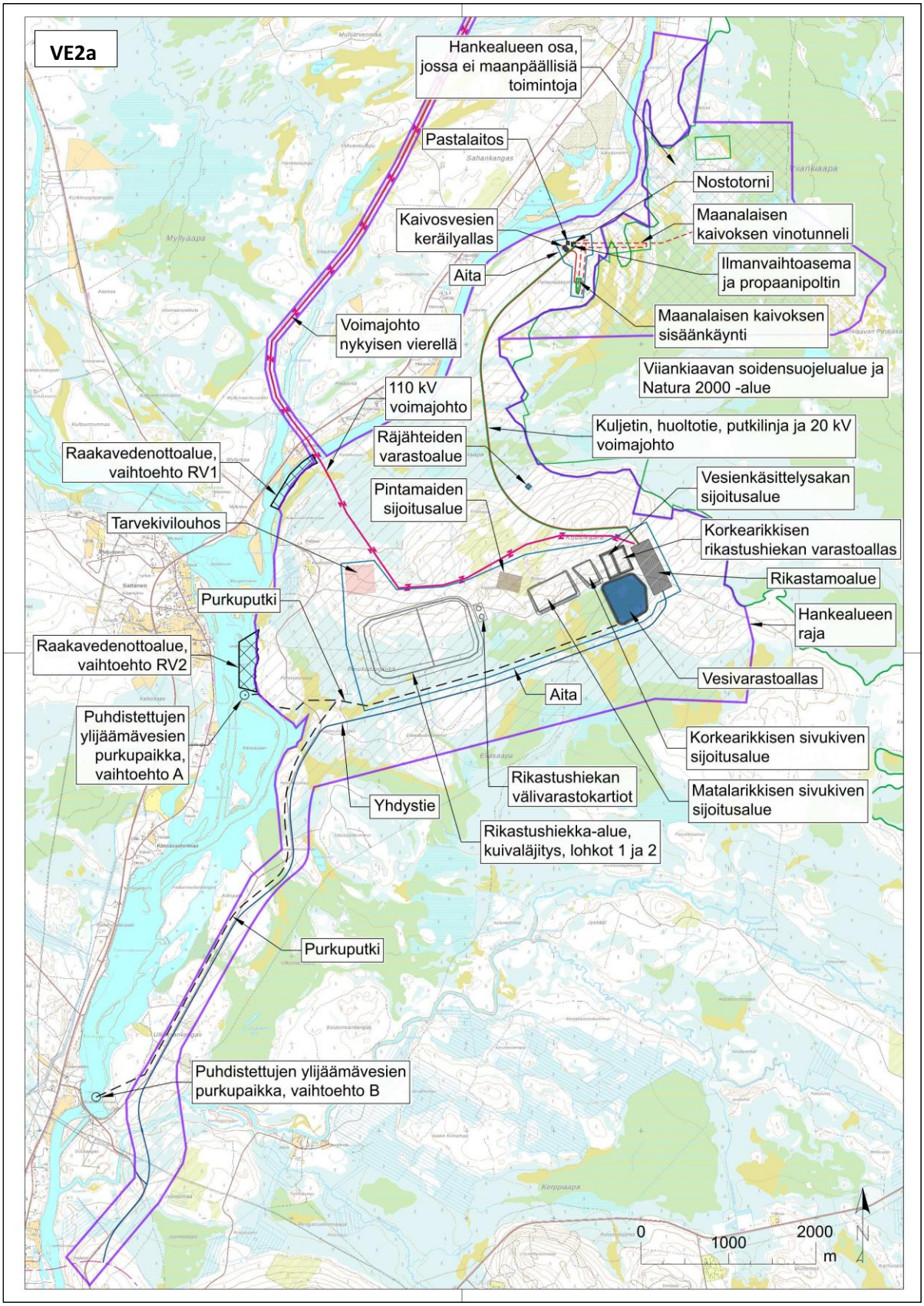
Pohjoisemmissa vaihtoehdoissa (VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) Pahanlaaksonmaalle sijoittuvat edellä olevassa taulukossa esitettyjen toimintojen ja rakenteiden lisäksi ilmanvaihtoasema, propaanipoltin ja kaivosvesien keräilyallas. Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan välille rakennetaan näissä vaihtoehdoissa huoltotie, hihnakuljetin, 20 kV voimalinja ja putkilinja.

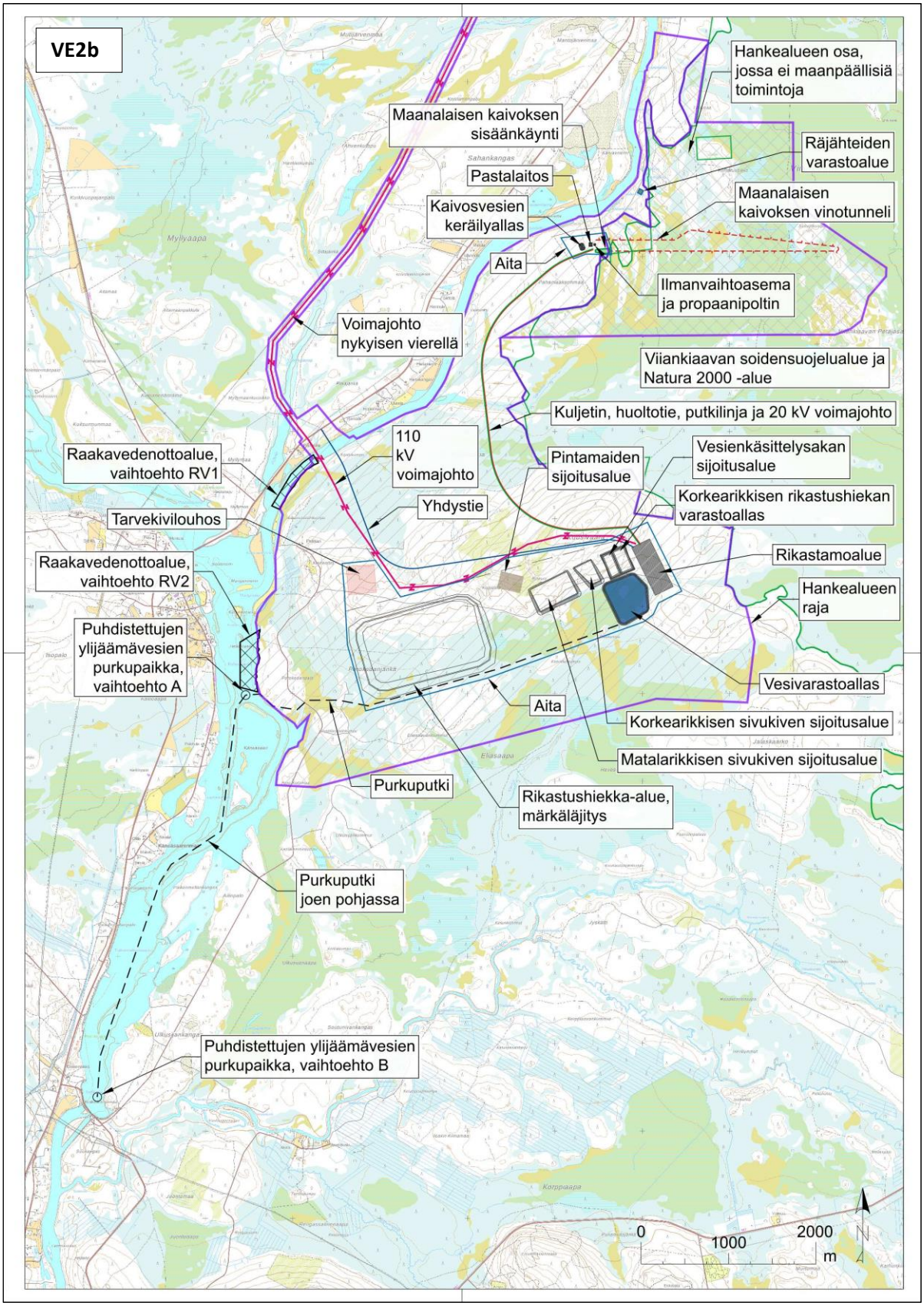
Seuraavissa kuvissa on esitetty toimintojen sijoittuminen eri hankevaihtoehdoissa.

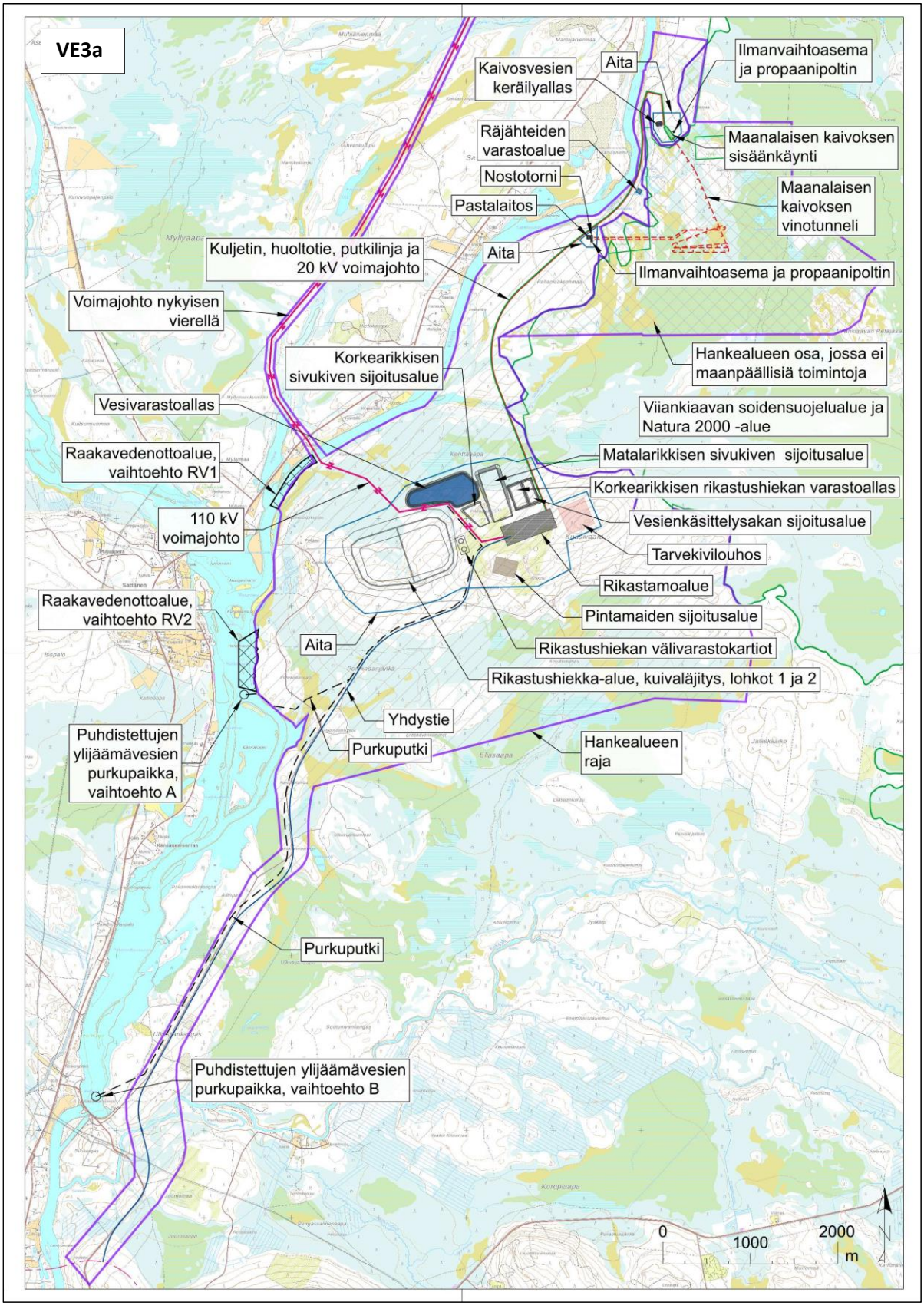
	VE0	VE1	VE2	VE3
Kaivoksen sisäänkäynti	Ei toteuteta	Läntinen Kuusivaara	Pahanlaaksonmaa, esiintymän lounaispuolella	Pahanlaaksonmaa, esiintymän pohjoispuolella
Tehdasalue, altaat ja sijoitusalueet	Ei toteuteta	Läntinen Kuusivaara	Itäinen Kuusivaara	Pohjoinen Kuusivaara
Pastalaitos	Ei toteuteta	Maanalainen	Pahanlaaksonmaa	Pahanlaaksonmaa
Rikastushiekka-alueiden sijainti	Ei toteuteta	Itäinen Kuusivaara	Läntinen Kuusivaara	Läntinen Kuusivaara
Malmin maanpäällinen kuljetin	Ei toteuteta	Malmi maan pinnalle Kuusivaarassa, lyhyt hihnakuljetin	Hihnakuljetin Pahanlaaksonmaa – Kuusivaara	Hihnakuljetin Pahanlaaksonmaa – Kuusivaara
Maanalaisen vinotunnelin toteutustapa	Ei toteuteta	Suoravinotunneli	**Alavaihtoehto a**: Spiraalivinotunneli (edellyttää nostokuilun ja -tornin)	
			Alavaihtoehto b: Mutkavinotunneli	
Rikastushiekan läjitystapa	Ei toteuteta	**Alavaihtoehto a:** Rikastushiekka läjitetään kuivaläjityksenä		
		Alavaihtoehto b: Rikastushiekka läjitetään märkäläjityksenä		
Yhdystie ja silta	Ei toteuteta	**Alavaihtoehto a**: Eteläinen yhdystievaihtoehto: uusi yhdystie välille Kelukoski–Kuusivaara sekä uusi silta vt 5:n uuden linjauksen mukaisesti		
		Alavaihtoehto b: Pohjoinen yhdystievaihtoehto: uusi yhdystie välille vt 4–Kuusivaara sekä uusi silta Kitisen yli Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdasta pohjoiseen		

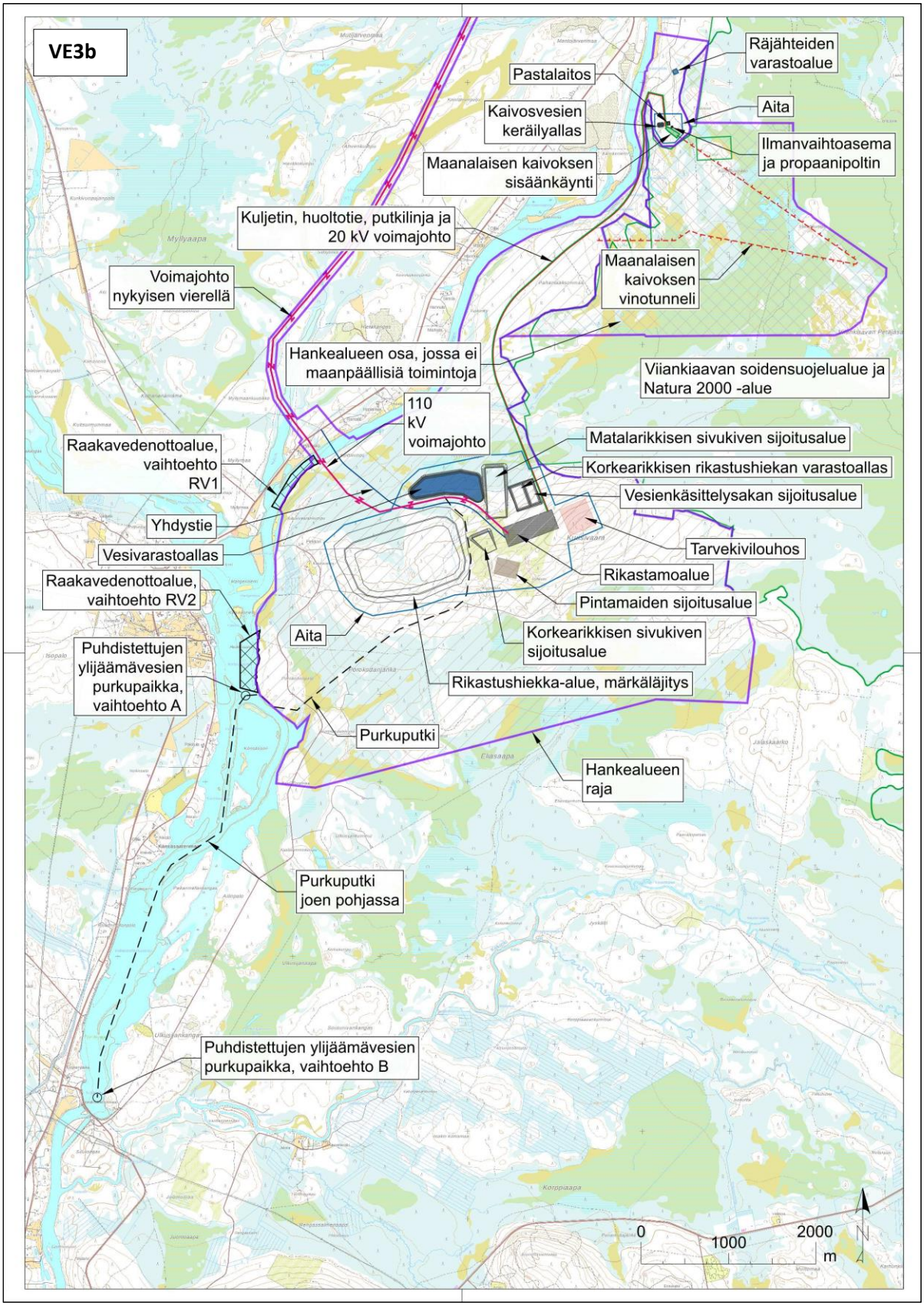

VE1a
Hankealueen osa, jossa ei maanpäällisiä toimintoja
Voimajohto nykyisen vierellä
Viiankiaavan soidensuojelualue ja Natura 2000 -alue
110 kV voimajohto
Maanalaisen kaivoksen vinotunneli
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV1
Pintamaiden sijoitusalue
Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti
Räjähteiden varastoalue
Rikastushiekka-alue, kuivaläjitys, lohkot 1 ja 2
Tarvekivilouhos
Rikastamoalue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV2
Aita
Rikastushiekan välivarastokartiot
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto A
Yhdystie
Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue
Purkuputki
Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue
Vesivarastoallas
Hankealueen raja
Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas
Vesienkäsittelysakan sijoitusalue
Purkuputki
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto B
0
1000
2000
m
N


VE1b
Hankealueen osa, jossa ei maanpäällisiä toimintoja
Voimajohto nykyisen vierellä
Maanalaisen kaivoksen vinotunneli
Viiankiaavan soidensuojelualue ja Natura 2000 -alue
110 kV voimajohto
Räjähteiden varastoalue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV1
Pintamaiden sijoitusalue
Yhdystie
Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti
Rikastushiekka-alue, märkäläjitys
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV2
Tarvekivilouhos
Rikastamoalue
Aita
Rikastushiekan välivarastokartiot
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto A
Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue
Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue
Purkuputki
Vesivarastoallas
Hankealueen raja
Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas
Vesienkäsittelysakan sijoitusalue
Purkuputki joen pohjassa
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto B
0
1000
2000
m
N


VE2a
Hankealueen osa, jossa ei maanpäällisiä toimintoja
Pastalaitos
Nostotorni
Kaivosvesien keräilyallas
Maanalaisen kaivoksen vinotunneli
Aita
Ilmanvaihtoasema ja propaanipoltin
Voimajohto nykyisen vierellä
Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti
Viiankiaavan soidensuojelualue ja Natura 2000 -alue
110 kV voimajohto
Kuljetin, huoltotie, putkilinja ja 20 kV voimajohto
Räjähteiden varastoalue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV1
Pintamaiden sijoitusalue
Vesienkäsittelysakan sijoitusalue
Tarvekivilouhos
Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas
Rikastamoalue
Purkuputki
Hankealueen raja
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV2
Vesivarastoallas
Aita
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto A
Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue
Rikastushiekan välivarastokartiot
Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue
Yhdystie
Rikastushiekka-alue, kuivaläjitys, lohkot 1 ja 2
Purkuputki
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto B
0
1000
2000
m
N


VE2b
Hankealueen osa, jossa ei maanpäällisiä toimintoja
Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti
Räjähteiden varastoalue
Pastalaitos
Maanalaisen kaivoksen vinotunneli
Kaivosvesien keräilyallas
Aita
Ilmanvaihtoasema ja propaanipoltin
Voimajohto nykyisen vierellä
Viiankiaavan soidensuojelualue ja Natura 2000 -alue
Kuljetin, huoltotie, putkilinja ja 20 kV voimajohto
110 kV voimajohto
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV1
Pintamaiden sijoitusalue
Vesienkäsittelysakan sijoitusalue
Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas
Yhdystie
Tarvekivilouhos
Rikastamoalue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV2
Hankealueen raja
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto A
Vesivarastoallas
Aita
Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue
Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue
Purkuputki
Rikastushiekka-alue, märkäläjitys
Purkuputki joen pohjassa
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto B
0
1000
2000
m
N


VE3a
Kaivosvesien keräilyallas
Aita
Ilmanvaihtoasema ja propaanipoltin
Räjähteiden varastoalue
Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti
Nostotorni
Maanalaisen kaivoksen vinotunneli
Pastalaitos
Kuljetin, huoltotie, putkilinja ja 20 kV voimajohto
Aita
Ilmanvaihtoasema ja propaanipoltin
Voimajohto nykyisen vierellä
Hankealueen osa, jossa ei maanpäällisiä toimintoja
Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue
Vesivarastoallas
Viiankiaavan soidensuojelualue ja Natura 2000 -alue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV1
Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue
Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas
110 kV voimajohto
Vesienkäsittelysakan sijoitusalue
Tarvekivilouhos
Rikastamoalue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV2
Pintamaiden sijoitusalue
Aita
Rikastushiekan välivarastokartiot
Rikastushiekka-alue, kuivaläjitys, lohkot 1 ja 2
Yhdystie
Purkuputki
Hankealueen raja
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto A
Purkuputki
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto B
0
1000
2000
m
N


VE3b
Räjähteiden varastoalue
Pastalaitos
Aita
Kaivosvesien keräilyallas
Ilmanvaihtoasema ja propaanipoltin
Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti
Kuljetin, huoltotie, putkilinja ja 20 kV voimajohto
Maanalaisen kaivoksen vinotunneli
Voimajohto nykyisen vierellä
Hankealueen osa, jossa ei maanpäällisiä toimintoja
Viiankiaavan soidensuojelualue ja Natura 2000 -alue
110 kV voimajohto
Matalarikkisen sivukiven sijoitusalue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV1
Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas
Vesienkäsittelysakan sijoitusalue
Yhdystie
Tarvekivilouhos
Vesivarastoallas
Rikastamoalue
Raakavedenottoalue, vaihtoehto RV2
Pintamaiden sijoitusalue
Aita
Korkearikkisen sivukiven sijoitusalue
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto A
Rikastushiekka-alue, märkäläjitys
Purkuputki
Hankealueen raja
Purkuputki joen pohjassa
Puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka, vaihtoehto B
0
1000
2000
m
N

Yhteenveto hankkeen vaikutuksista

Vaikutukset maankäyttöön ja maankäytön suunnitteluun

Kaivoksen maanpäälliset tehdasalueen toiminnot ovat merkittävin kaivosalueeseen liittyvä rakennettu ympäristö, joiden rakentaminen edellyttää kaavalla määriteltävää rakennusoikeuden määrää. Lisäksi kaivoksen sijoittaminen alueelle edellyttää sekä yleiskaavan että maakuntakaavan muuttamista.

Maankäytölle aiheutuvien vaikutusten näkökulmasta vaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE3 välillä ei ole merkittävän suuria eroja, sillä pääasiassa rakentamisesta aiheutuvat maankäytön muutokset sijoittuvat valtaosin samalle alueelle. Kaikissa vaihtoehdoissa hankealueen maankäyttöön kohdistuu muutoksia, kun rakentamiseen sekä läjitykseen ja muihin kaivostoiminnan käyttöön osoitettavat osat hankealueesta poistuvat maa- ja metsätalouskäytöstä ja muuttuvat kaivosteollisuuden alueiksi ja rakennetuksi ympäristöksi.

Hankkeen merkittävimmät muutokset maankäyttöön sijoittuvat rakentamisvaiheeseen, jolloin rakentamisesta aiheutuu välillisiä vaikutuksia myös hankealueen ulkopuolelle muun muassa teiden ja voimajohdon rakentamisen myötä. Yhdyskunta- ja aluerakenteen näkökulmasta hankkeella on keskisuuria tai suuria myönteisiä vaikutuksia, mutta hankealueen lähiympäristön maankäyttöön ja yksittäisiin vaikutusalueella sijaitseviin kohteisiin liittyen hankkeella on pieniä tai keskisuuria kielteisiä vaikutuksia. Maankäytön näkökulmasta merkittävimmät toiminnan aikaisiin vaikutuksiin liittyvät erot vaihtoehtojen välillä koskevat yhdystievaihtoehtoja. Eteläiseen yhdystiehen perustuvien vaihtoehtojen (a-alavaihtoehdot) vaikutusten arvioidaan olevan myönteisimpiä kuin pohjoiseen yhdystiehen (b-alavaihtoehdot), joka lisäisi liikennettä keskustaajaman pohjoispuoleisten kyläalueiden tuntumassa.

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Kaivosalueen rakentaminen muuttaa maiseman muotoa, väriä sekä rakennetta. Rakentamisvaiheessa alueita raivataan puista ja pintamaasta. Infrastruktuuria, kuten rakennuksia ja rakenteita, sivukiven ja rikastushiekan sijoitusalueita sekä teitä ja voimajohtoja, rakennetaan alueelle. Nämä toimet aiheuttavat välittömiä ja näkyviä vaikutuksia maisemaan. Maisemaan ja sen kokemiseen vaikuttavia tekijöitä ovat myös alueen valaistus, lämpölaitoksen savukaasut sekä toimintojen aiheuttama pöly. Toimintavaiheen aikana jotkut muutokset maisemassa sulautuvat osaksi ympäröivää luontoa istutettavan kasvillisuuden ansiosta. Kaivosen tekniset perusrakenteet jäävät näkyväksi pitkäksi aikaa. Viimeistään kaivoksen sulkemisvaiheessa tehdään maisemointi- ja jälkihoitotoimet kaivoksen alueella. Paluuta toimintaa edeltäneeseen maiseman tilaan ei tulla saavuttamaan, mutta maisemoinnin avulla etenkin kaukomaisemavaikutukset lievenevät huomattavasti.

Maisema- ja kulttuuriympäristövaikutukset eivät ole merkittävyydeltään suuria missään vaihtoehdossa, minkään kohteen osalta. Kohtalaista vaikutusta kohdistuu Sattasen kyläalueeseen sekä osin myös muille lähialueen asuinalueille vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b. Esimerkiksi Sattasen kyläalueen osalta kylältä avautuvassa taustamaisemassa tulee näkymään toimintoja.

Valaistuksen maisemavaikutus kohdistuu voimakkaimmin alueille, joilla ei ole omaa valaistusta. Näin ollen Sattasen kyläalueeseen, jossa on valaistusta Sattasentiellä, valtatiellä 4 ja pihapiireissä, vaikutuksen on arvioitu olevan pieni. Valaistuksesta aiheutuu kohtalaista vaikutusta muille lähialueen asuinalueille sekä Viiankiaavalle ja sen luontopoluille.

Kohtalaista maisemavaikutusta kohdistuu myös valtatielle 4 matkailukäytön näkökulmasta vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b.

Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa on tieltä mahdollista nähdä reilun kilometrin päässä oleva rikastushiekka-alue.

Kommattivaaran alueeseen sekä myös muiden vaikutusalueen vaarojen lakialueisiin kohdistuu merkittävyydeltään kohtalaisia vaikutuksia kaikissa vaihtoehdoissa. Kaivostoiminnot eivät ole nähtävissä laskettelurinteiltä eivätkä virkistysreiteiltä mutta Kommattivaaran laelta, jyrkänteen reunalta avautuu esteetön näkymä kaivostoimintojen suuntaan. Myös joidenkin muiden korkeiden vaarojen lakialueilta avautuu näkymä kaivostoiminnoille, joskin etäisyyttä on enemmän.

Kotavaaran ja Simppa-Juntin jäkälämaan arvoalueiden lakialueilta voi avautua näkymiä kaivostoimintoihin. Etäisyyttä on kuitenkin noin 10 kilometriä, joten maisemavaikutukset ovat enintään kohtalaisia.

Pohjoisen yhdystien tarkemmassa suunnittelussa (vaihtoehdot VE1b, VE2b, VE3b) on olennaista huomioida Puolakan kiinteä muinaisjäännös ja jättää se rakennustöiden ulkopuolelle, jotta siihen ei kohdistu vaikutuksia.

Vaikutukset maa- ja kallioperään

Kaivoksen rakentamisvaiheessa maa- ja kallioperään kohdistuu vaikutuksia lähinnä pintamaiden ja muiden maakerrosten poiston, teiden, rakennusten ja toimintaan liittyvien muiden rakenteiden rakentamisen sekä kaivoksen tunneliverkoston ja tarvekiven louhinnan johdosta.

Rakennusalueiden herkkyyden maa- ja kallioperään kohdistuville vaikutuksille on arvioitu olevan vähäinen. Alueilla ei ole erityisiä tai arvokkaita maaperä- tai kalliomuodostumia, joihin kohdistuisi haitallisia vaikutuksia. Tulevia rakennusalueita on osin jo muokattu.

Kokonaisuudessaan kohteen olosuhteet huomioiden maarakennustöistä maaperään aiheutuvien vaikutusten arvioidaan olevan suuruusluokaltaan keskisuuria lähinnä rakennustöiden laaja-alaisuudesta johtuen. Maaperä voi paikallisesti pilaantua mahdollisten onnettomuustilanteiden seurauksena (lähinnä polttoainevuodot). Pilaantunut maaperä kunnostetaan välittömästi vahingon tapahduttua. Onnettomuuksia estetään ja niiden vaikutuksia lievennetään käyttämällä suojarakenteita haitallisten aineiden varastoalueilla, varautumisella vuotoihin sekä työturvallisuuteen liittyvien ohjeiden ja säännösten huolellisella noudattamisella. Onnettomuustilanteissa maaperään kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäiset.

Koska tunnelien rakentamiseen ja tarvekiven louhintaan liittyvät louhintamäärät ovat erittäin suuret ja muutokset pysyviä, arvioidaan kallioperään kohdistuvien vaikutusten olevan kohteen olosuhteet huomioiden suuruusluokaltaan suuria. Louhinnan vaikutukset kohdistuvat välillisesti pinta- ja pohjavesiolosuhteisiin, maisemakuvaan sekä kasvillisuuteen ja eläimistöön. Louhinnassa käytettävien räjähdysaineiden vaikutukset maa- ja kallioperään arvioidaan vähäisiksi.

Toimintavaiheessa maaperään voi kohdistua vaikutuksia lähinnä sivukivistä ja rikastushiekasta (suotovedet, pöly) sekä altaissa varastoitavista jätevesistä vuotojen ja onnettomuuksien yhteydessä. Riskinhallintakeinoina käytetään huolellista laadunvalvontaa tiivisterakenteiden rakentamisvaiheessa ja käyttämällä yhdistelmärakenteita. Myös kemikaalien, rikasteen ja polttoaineiden kuljetuksiin liittyy onnettomuusriski. Maaperään kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan kaivoksen toimintavaiheessa suuruudeltaan pieniä.

Kallioperään kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat toiminnan aikana maanalaisen kaivoksen louhinnasta. Louhittavat massamäärät ovat suuria, louhinnan ajallinen kesto pitkä ja muutokset ovat luonteeltaan pysyviä, joten vaikutusten arvioidaan olevan suuruusluokaltaan suuria. Louhinta vaikuttaa paikallisiin hydrogeologisiin olosuhteisiin esimerkiksi muuttamalla pohjaveden virtausreittejä ja alentamalla pohjaveden pintaa.

Sulkemisen jälkeen maaperään voi kohdistua haitallisia vaikutuksia rikastushiekka-alueelta, mikäli ympäristöön pääsee haitta-ainepitoisia suotovesiä. Sijoitusalueiden tiiviit pohjarakenteet ja vedenkeräysrakenteet estävät suotovesien pääsyn ympäristöön. Vesien laatua ja määrää tullaan seuraamaan viranomaisen hyväksymällä tavalla.

Kaikissa hankevaihtoehdoissa (VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) vaikutukset maa- ja kallioperään ovat toisiaan vastaavat. Vaikutusten on arvioitu olevan sekä rakentamis- että toimintavaiheessa kielteisiä ja merkittävyydeltään kohtalaisia.

Meluvaikutukset

Meluvaikutukset jakaantuvat kaivoksen rakentamisen ja sen toiminnan aikaisiin. Rakentamisen aikana melua syntyy etenkin yhdysteiden, altaiden ja muiden rakenteiden maanrakennustöistä sekä tarvekiven ja kaivoksen vinotunneliyhteyden ym. louhinnasta. Louhinnan melu vaimenee merkittävästi, kun louhinnan taso yltää ympäröivän maaston korkeutta muutamia metrejä alemmaksi. Maanalaisen kaivoksen vinotunnelin louhinnasta maanpinnalle kantautuva melu vähenee myös merkittävästi louhinnan edetessä maan alle ja kauemmaksi maanalaisen kaivoksen sisäänkäynniltä.

Rakentamisaikana ilman meluntorjuntatoimia vaihtoehdot VE1a ja VE1b aiheuttavat Viiankiaavan soidensuojelualueella ja Natura 2000 -alueella päiväajan ohjearvon (45 dB) ylittymisen enintään 5 desibelillä noin 30 hehtaarin alalla. Melun suhteen asutuksen suuntaan vaihtoehdolla VE1a ei katsota olevan vaikutusta ja vaihtoehdon VE1b vaikutus on kokonaisuutena pieni, suurin vaikutus on havaittavissa yhdystien Kitisen ylittävän sillan luona.

Vaihtoehdot VE2a ja VE2b tuottavat rakennusaikana selvästi vaihtoehtoja VE1a ja VE1b enemmän melua suojelualueille ja ohjearvo ylittyy noin 160 hehtaarin alalla. Myös asutuksen suuntaan ne tuottavat enemmän melua kuin vaihtoehdot VE1a ja VE1b. Tarvekivilouhos sijaitsee vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b vain noin 400 metrin etäisyydellä lähimmistä asuinrakennuksista Kuusivaaralla ja rakentamisen aikana näillä alueilla melutaso ilman melusuojaustoimia voi olla asutuksen ohjearvon (55 dB) tasoa. Loma-asutusalueille annettu vakituista asutusta alempi päiväajan ohjearvo (45 dB) voi mahdollisesti ylittyä lievästi Kitisen länsirannan Myllyojan haarasta ylöspäin. Vaihtoehdolla VE2b on vaikutusta myös yhdystien Kitisen ylittävän sillan lähellä.

Vaihtoehto VE3a rakennusaikainen melu ylittää suojelualueilla ohjearvon yli 500 hehtaarin ja VE3b noin 410 hehtaarin alalla. Asutuksen suuntaan VE3a on VE2a ja VE2b kanssa suunnilleen samanarvoinen, kun taas VE3b tuottaa hieman näitä vähemmän melua asuinalueille.

Kaivoksen toiminnan aikana pääasiallisia melulähteitä ovat liikenne, tarvekiven louhinta, malmin jälkimurskaus ja jauhatus, sivukiven ja rikastushiekan siirto sijoitusalueille sekä maanalaisen kaivoksen ja rikastamon ilmanvaihto. Lisäksi vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a malmi siirretään kuljettimella Pahanlaaksonmaalla sijaitsevasta nostokuilusta rikastamoalueelle. Vaihtoehdoissa VE2b malmi siirretään Pahanlaaksonmaalla ja vaihtoehdossa VE3b Pahanlaaksonmaan pohjoisosassa Tihiämaalla sijaitsevasta maanalaisen kaivoksen sisäänkäynniltä hihnakuljettimella rikastamoalueelle. Lisäksi rikastamoalueelta kulkee huoltotie maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnille.

Vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b käytetään rikastushiekan märkäläjitystä, jonka ei katsota aiheuttavan merkittävää melua.

Kaivoksen rakentamisen ja toiminnan aikainen liikenne nostaa valtatien 4 liikenteen melutasoa noin 1 dB osuudella Rajalantien liittymästä kaivoksen yhdystien liittymään asti vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b. Muilla valtateiden 4 ja 5 osuuksilla kaivoksen liikenteen vaikutus melutasoon jää merkityksettömäksi tai hyvin vähäiseksi lukuun ottamatta yhdystien liittymän lähialuetta. Toiminnan aikainen melu vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b alittaa loma-asutusalueiden yöaikaisen ohjearvon (45 dB) Kitisestä alkaen sen länsipuolella lukuun ottamatta VE1b aivan Kitisen ylittävän sillan lähitienoota. Vaihtoehdossa VE1a melu ylittää luonnonsuojelualueiden päiväajan ohjearvon (45 dB) noin 9 hehtaarin alalla, kun taas vaihtoehdossa VE1b se ei ylity lainkaan.

Toiminnan aikainen melu vaihtoehdossa VE2a ylittää luonnonsuojelualueiden päiväajan ohjearvon noin 23 hehtaarin alalla ja VE2b noin 44 hehtaarin alalla. Asutuksen suuntaan melu on loma-asutuksen päiväajanohjearvon tasolla Jerusaleminlammen–Kilparannan kohdalla, mutta muualla alittaa yöajan ohjearvon.

Toiminnan aikainen melu vaihtoehdossa VE3a ylittää luonnonsuojelualueiden päiväajan ohjearvon noin 110 hehtaarin alalla. Tämä johtuu pääosin hyvin lähellä suojelualueen rajaa sijaitsevasta maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnistä Tihiämaalla ja nostokuilusta Pahanlaaksonmaalla. Asutuksen suuntaan melu voi lievästi ylittää loma-asutuksen päiväajan ohjearvon Jerusaleminlammen–Kilparannan kohdalla mutta muualla se on enintään yöajan ohjearvon tasoa. Vaihtoehdossa VE3b ei ole erillistä nostokuilua Pahanlaaksonmaalla ja melu ylittää päiväajan ohjearvon noin 58 hehtaarin alalla suojelualueella. Asutuksen suunnassa melu alittaa yöajan ohjearvon Sahankankaan–Jerusaleminlammen kohdalta etelään päin, mutta on päiväajan ohjearvon tasoa Kärväsniemen kohdalla.

Sekä rakentamisen että toiminnan aikaisia meluvaikutuksia voidaan lieventää meluntorjuntatoimin, kuten esimerkiksi tarvekivilouhoksen murskaustoimintojen sijoittamisella louhitulle alueelle selvästi ympäröivää maanpintaa alemmalle tasolle, meluvallein ja meluestein. Arvioinnissa on käytetty laitteiden tyypillisiä melupäästötietoja. Tekniikan kehittyessä on mahdollista vaikuttaa myös laitteiden melupäästöön, joten tarkempi meluesteiden mitoittaminen tuleekin tehdä suunnitelmien ja laitevalintojen edettyä. Vaihtoehdoilla VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b voidaan näin ohjearvojen ylittyminen ehkäistä, mutta vaihtoehdoilla VE3b ja etenkin VE3a ohjearvojen saavuttaminen voi osoittautua haasteelliseksi.

Kaivoksen sulkemisen meluvaikutukset jäävät melko pieniksi koostuen lähinnä liikenteestä ja mahdollisten purkutöiden rakennusäänistä.

Tärinävaikutukset

Kaivoksen rakentamisesta ja sen toiminnasta aiheutuvan tärinän vaikutukset koostuvat sen aiheuttamasta viihtyvyyshaitasta sekä rakennusten ja muiden rakenteiden vaurioriskistä. Luonteeltaan jatkuvampi liikennetärinä voi jo hyvin vähäisenäkin aiheuttaa viihtyvyyshaittaa, kun vaurioriski taas syntyy vasta kertaluokkia suuremmasta voimakkuudesta. Louhintatärinä koostuu yksittäisistä ja usein myös ennustettavista tapahtumista ja tällöin se koetaan viihtyvyyttä haittaavaksi vasta liikennetärinää kertaluokkia suuremmilla voimakkuuksilla. Koska räjäytystärinä kestää kerrallaan vain hyvin lyhyen ajan, myös sen rakenteille aiheuttama vaurioriski vaatii liikennetärinää kertaluokkia suuremman voimakkuuden.

Liikennetärinän osalta arviointi perustuu varmuusetäisyyksiin, joiden ulkopuolella tarkempi liikennetärinän tarkastelu ei ole tarpeellinen. Koska tärinäheräte riippuu sekä ajoneuvon nopeudesta että sen massasta, laskettiin nämä varmuusetäisyydet huomioiden nykyisen suurimman sallitun kokonaismassan 76 tonnia aiemman 60 tonnin sijaan. Tärinän eteneminen taas riippuu maaperästä ja arviointi tehtiin käyttäen aina tien alla ja läheisyydessä olevaa pehmeintä maalajia, jossa tärinä etenee kauimmaksi. Arvioinnin tuloksena laadittiin yhdystiet sekä raskaan liikenteen reitit kattavat tärinäaluekartat, joilla nämä tärinän varmuusalueet ulottuvat 20–125 m etäisyydelle tien keskeltä.

Liikennetärinän suhteen ainoita uusia tärinäalueita syntyy kaivoksen yhdysteiden varsille. Ne sijaitsevat kaukana asutuksesta sekä luonnonsuojelualueista, joten tärinähaittoja ei katsota niistä syntyvän. Liikennetärinän haitallisuuteen kaivoksen aiheuttamalla liikennemäärän muutoksella ei ole vaikutusta. Siten valtateiden varsilla tilanne ei muutu nykyisestä.

Kaivoksen rakentamisvaiheessa tärinää syntyy tarvekivilouhoksella ja varasto- sekä rikastamoalueiden louhinnassa. Kaivoksen tunnelien ja vaihtoehtojen VE2a sekä VE3a nostokuilujen louhinnasta syntyy tarvekivilouhoksen tärinään verrattavissa olevaa tärinää. Tärinän voimakkuus määräytyy yhtäaikaisesti räjähtävän räjähdemäärän mukaan. Tyypilliset varoalueet, joilla tärinä voi aiheuttaa rakennevaurioita, ovat 200–500 metrin. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b kaivoksen vinotunneli voidaan mahdollisesti tehdä muutaman sadan metrin alkulouhinnan jälkeen tunneliporauslaitteistolla. Tunneliporaus ei synnytä mainittavaa tärinää, vaan sen sijaan kalliossa etenevää runkoääntä. Runkoääni kuitenkin vaimenee hyvin alhaiselle, noin 30 dB tasolle jo noin 150 metrin etäisyydellä, vaikka maanpinta olisi avokalliota. Peitteisellä maalla äänitaso on vielä selvästi tätä alhaisempi.

Tarvekivilouhos sijaitsee vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b noin 430 metrin etäisyydellä lähimmästä asuinrakennuksesta, kun se muissa vaihtoehdoissa on huomattavasti etäämmällä. Kaivoksen lähimmät rakenteet Pahanlaaksonmaalla vaihtoehdoissa VE2a, VE2b ja VE3a sekä Tihiämaalla vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b ovat noin 400 metrin etäisyydellä lähimmistä lomarakennuksista.

Kaivoksen toiminnan aikaisen louhintatärinän arviointi perustuu tyypillisiin panoskokoihin ja kallioperän kolmiulotteiseen mallinnukseen. Ihmisen havaitseman tärinän alue ulottuu maanpinnalla mitattuna enimmillään noin 1,8 kilometrin etäisyydelle louhintapaikasta, kun se on korkeimmillaan, eli noin 500 metriä maanpinnan alapuolella. Alueen sisällä ei ole asuinkiinteistöjä.

Kaivoksen muista toiminnoista aiheutuva tärinä jää vaikutusalueiltaan kaivosalueen sisälle. Louhinta synnyttää kallioperään jännitystiloja, jotka voivat satunnaisesti purkautuessaan aiheuttaa lyhytaikaista normaalia voimakkaampaa tärinää.

Louhintatärinän vaikutuksia voi tarvittaessa lieventää pienentämällä yhtäaikaisesti räjähtävää räjähdemäärää.

Kaivoksen sulkemisvaiheen ei katsota aiheuttavan merkittävästi tärinää. Sulkemisen jälkeen voi kuitenkin kallioperässä vallitsevien jännitysten satunnaiset purkautumiset aiheuttaa tärinää pitkänkin ajan päästä. Toisaalta tällaista tapahtuu myös luonnollisista syistä.

Vaikutukset liikenteeseen

Liikennevaikutuksia syntyy kaivoshankkeen kaikissa vaiheissa: rakentamis-, toiminta- ja sulkemisvaiheessa. Kaivoshankkeesta aiheutuu sekä raskasta liikennettä että henkilöliikennettä. Rakennusvaiheen raskaiden kuljetusten ja toimintavaiheen muiden kuin rikastekuljetusten on oletettu tapahtuvan valtatietä 4 pitkin Rovaniemen suunnalta. Toimintavaiheen rikastekuljetukset suuntautuvat kuljetusvaihtoehdosta riippuen joko valtatietä 4 pitkin Perämereen satamiin, valtatietä

5 Kemijärven rautatieterminaalin tai molempiin edellä mainittuihin. Hankkeeseen liittyvän henkilöliikenteen tarkat reitit eivät tässä vaiheessa ole vielä tiedossa. Oletuksena on, että suuri osa henkilöliikenteestä tapahtuu hankealueen läheisyydestä Sodankylän kunnan alueelta.

Liikennevaikutusten arvioinnin pääasiallisena tarkastelualueena on hankkeen lähialue, joka kattaa kaivoksen kuljetusten reitit kaivokselta Sodankylän kirkonkylälle ja siitä noin 10 kilometriä Rovaniemen ja Kemijärven suuntiin. Kaivoksen raskaan liikenteen osalta liikennevaikutuksia on tarkasteltu pääväylillä Rovaniemelle ja Kemijärvelle saakka sekä karkeammalla tasolla Rovaniemeltä Kemin ja Oulun satamiin asti. Tarkastelussa on otettu huomioon myös Kevitsan ja Sakatin kaivosten samoille reiteille kohdistuvat kuljetukset.

Hankkeen aiheuttamaa liikenteellistä kokonaisvaikutusta on arvioitu liikennemäärien sekä liikenteen sujuvuuden ja liikenneturvallisuuden mahdollisten muutosten kautta.

Lähialue

Kaivoshankkeen lähialueen herkkyys lisääntyvälle liikennemäärälle on arvioitu kohtalaiseksi mm. tienvarsiasutuksen, taajaman ja kylien kohdalla olevien sivuteiden liittymien sekä taajama-alueen nykyisen raskaan liikenteen vuoksi.

Rakentamisvaiheessa lähialueella merkittävimmät kielteiset vaikutukset syntyvät pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa (b-vaihtoehdot), joissa kaivoksen kaikki liikenne kulkee Sodankylän keskustaajaman pohjoispuolelta valtatietä 4 pitkin Sodankylän keskustan läpi. Liikennemäärän lisäys keskustaajaman pohjoispuolella valtatiellä 4 on näissä vaihtoehdoissa huomattava. Pohjoisen yhdystien vaihtoehto voi vaikuttaa liikenteen sujuvuuteen ja heikentää liikenneturvallisuutta valtatiellä 4 Sodankylän keskustaajamasta pohjoiseen sekä jo ennestään vilkkaasti liikennöidyllä keskusta-alueella. Eteläisen yhdystien vaihtoehdoissa (a-vaihtoehdot) vaikutukset ovat Sodankylän pohjoispuolella huomattavasti pienemmät, mutta kaivoksen rakentamisvaiheen raskaan liikenteen on edelleen arvioitu kulkevan kuntakeskuksen läpi Rovaniemen suuntaan ja näin ollen on liikenteellinen kokonaisvaikutus arvioitu lähialueen osalta merkittävyydeltä samanvertaiseksi kaikissa vaihtoehdoissa, eli kohtalaiseksi ja kielteiseksi.

Lähialueeseen toiminnan aikana kohdistuvat liikenteelliset kokonaisvaikutukset ovat pääasiassa verrattavissa rakentamisvaiheen vaikutuksiin, niiden olleessa suurimmat pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa. Rakentamisvaiheen tavoin, eteläisen yhdystien vaihtoehto on parempi valtatien 4 kannalta keskustan pohjoispuolella.

Toimintavaiheessa vähiten kielteisiä vaikutuksia lähialueella syntyy eteläisen yhteystien vaihtoehdoissa rikastekuljetusten alavaihtoehdossa, jossa kaikki rikastekuljetukset suuntautuvat valtatien 5 uutta linjausta pitkin Kemijärven suuntaan. Liikenteellinen kokonaisvaikutus on arvioitu lähialueen osalta tässä alavaihtoehdoissa merkittävyydeltä pieneksi.

Kaikissa muissa kuljetusvaihtoehdoissa hankkeen liikenteellinen kielteinen kokonaisvaikutus on arvioitu lähialueella merkitykseltään kohtalaiseksi.

Jos läheisen Kevitsan kaivoksen toiminta päättyy Sakatin kaivoksen toimintavaiheen käynnistyessä, Sakatin kaivoksen kuljetukset eivät aiheuta toimintavaiheessa nykytilaan verrattuna raskaan liikenteen määrän lisäyksiä valtatiellä 4 Kitisen länsipuolella. Muutosta syntyy ainoistaan keskustaajaman itäosissa valtatiellä 5 vaihtoehdoissa, joissa rikastekuljetuksia on myös Kemijärven suuntaan.

Valtatien 5 uudelleenlinjaus Sodankylän taajamassa sekä uuden sillan rakentaminen Kitisen yli yhdessä Sakatin eteläisen yhdystien toteuttamisen kanssa lieventävät oleellisesti kaivoksen ja muun liikenteen haitallisia vaikutuksia hankkeen lähialueella Kitisen länsipuolella.

Laajempi tarkastelualue

Sakatin kaivoksen vaikutus valtateiden kokonaisliikennemääriin sekä raskaan liikenteen lisääntymiseen kauempana hankealueesta vaihtelee tieosuudesta riippuen pienestä kohtalaiseen. Haitallisten kokonaisvaikutusten ei arvioida olevan valtateillä kuitenkaan merkitykseltään vähäistä isompia, vaikka teillä on myös osuuksia, joissa tien ominaisuudet tai nykyiset liikennemäärät lisäävät niiden herkkyyttä.

Laajemmalla vaikutusalueella hankkeen rakennusvaiheen liikenteellinen kokonaisvaikutus on arvioitu kaikissa hankevaihtoehdoissa valtatiellä 4 merkitykseltään pieneksi ja kielteiseksi, ja valtatiellä 5 merkityksettömäksi.

Myös toimintavaiheen liikenteellinen kielteinen kokonaisvaikutus valtatiellä 4 Rovaniemelle asti on arvioitu merkitykseltään pieneksi. Valtatiellä 5 Kemijärvelle asti on vaikutukset arvioitu merkityksettömiksi rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa, joissa kaikki rikasteet kuljetetaan Perämeren satamiin ja merkitykseltään pieneksi kaikissa muissa kuljetusten alavaihtoehdoissa. Kaivoksen kuljetusten ei Rovaniemestä eteenpäin etelään oleteta erottuvan muun liikennevirran vaikutuksista vilkkaasti liikennöidyillä valtatiellä.

Tilanteessa, jossa Kevitsan kaivoksen toiminta päättyy Sakatin kaivoksen toimintavaiheen käynnistyessä, Sakatin kaivoshankkeen liikenteellinen kokonaisvaikutus on arvioitu kaikissa rikastekuljetusvaihtoehdoissa merkityksettömäksi valtatiellä 4 ja kielteinen vaikutus merkitykseltään pieneksi valtatiellä 5 alavaihtoehdoissa, joissa rikasteita kuljetetaan Kemijärvelle.

Vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun

Ilmastovaikutukset muodostuvat liikenteen ja työkoneiden pakokaasupäästöistä sekä kaivoksen energiankulutuksesta. Hiilijalanjälki muodostuu kaivoksen toiminnan aiheuttamista päästöistä mukaan lukien kaivoksen tarvitsemien raaka-aineiden, tuotteiden sekä liikenteen ja energian toteuttamisesta. Ilmanlaatuvaikutukset muodostuvat sekä rakentamisen, toiminnan että sulkemisen aikana. Pitkäaikaisimmat ja samalla merkittävimmät vaikutukset syntyvät kaivoksen toiminnan aikana.

Vaikutusalueen nykytilan herkkyystaso ilmanlaatuun kohdistuville muutoksille määräytyy ympäröivän maankäytön mukaan. Herkkyyteen vaikuttavat mm. asutus, teollisuus, virkistysalueet ja liikenneväylät. Lisäksi vaikutusalueen herkkyyteen vaikuttavat alueen ilmanlaadun nykytila ja muut päästölähteet. Hankkeen ilmanlaatuvaikutusten suuruusluokka määräytyy ensisijaisesti terveysvaikutuksia sekä viihtyvyys- ja esteettisyyshaittoja aiheuttavien hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) altistuksen perusteella. Vaikutusten suuruusluokkaa tarkastellaan hiukkaspitoisuuksien raja-arvoihin perustuvien tavoitearvojen perusteella. Terveysvaikutusperusteiset ilmanlaadun raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia, eivätkä ne saa ylittyä alueella, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä.

Pölypäästöjen osalta on laadittu leviämislaskelma pahimmilla mahdollisilla olosuhteilla rikastushiekan vaihtoehtoisille läjitystavoille (kuiva- ja märkäläjitys). Laskennalliset hiukkasten (PM_{10}) päästöt ovat vuositasolla maksimissaan noin 143 tonnia, joka tarkoittaa noin 2,5 %:n lisäystä Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan sekä maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamiin vuoden 2017 päästöihin. Leviämismallinnuksen mukaan terveydelle asetetut PM_{10} ja $PM_{2.5}$ arvot eivät ylity

kaivosalueen ulkopuolella kaivokselle suunniteltujen tehokkaiden pölynrajoitus/estomenetelmien johdosta.

Sakatin kaivostoiminnan hiilidioksidin laskennalliset kokonaispäästöt (CO_2) vaihtelevat vuositasolla vaihtoehdosta riippuen 28 600 ja 32 000 tonnin välillä, mikäli kaivoksen sähköistämistä ei oteta huomioon. CO_2-ekv laskennalliset kokonaispäästöt ovat noin 1 % korkeampia hiilidioksidin laskennallisiin kokonaispäästöihin verrattuna. Kasvihuonekaasupäästöjen osalta tämä tarkoittaa noin 0,1 %:n lisäystä Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan sekä maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamiin vuoden 2017 päästöihin. Laskennalliset hiilimonoksidin (CO) päästöt ovat vuositasolla maksimissaan noin 223 tonnia, joka tarkoittaa noin 0,9 %:n lisäystä Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan sekä maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamiin vuoden 2017 päästöihin. Lisäksi Sakatin kaivostoiminnasta syntyy jonkin verran NO_x ja SO_2 -päästöjä. Merkittäviä SO_2 -päästöjä syntyy myös tuotteen laivalla kuljettamisesta Suomen satamista eteenpäin.

Perinteisen kaivostoiminnan suorista päästöistä suurimmat kaasumaiset päästöt syntyvät kaivoksen ja maanpäällisten rakennusten lämmityksestä ja maanalaisesta kaivostoiminnasta (räjähdysaineet, työkoneet). Sähköisen kaivostoiminnan suorista kaasumaisista päästöistä vastaa lämmitys. Molemmissa tapauksissa yli 95 % pölypäästöistä syntyy kaivannaisjätteiden, erityisesti rikastushiekan käsittelystä. Epäsuorien päästöjen, kuten työmatkaliikenne ja tarviketoimitukset, osuus jää perinteisellä kaivoksella alle 10 % kaivoksen toimintavaiheessa ja rakentamisvaiheessa jää alle 20 %:n. Sähköisen kaivoksen vastaavat osuudet ovat noin kaksinkertaiset, johtuen työkoneiden päästöjen vähenemisestä.

Kaivostoiminnan kokonaispäästöt sisältäen maitse tapahtuvat kuljetukset, mutta ei mahdollisia laivakuljetuksia, vähenevät seuraavasti siirryttäessä perinteisestä kaivoksesta sähköiseen kaivokseen, jossa kaikki työkoneet toimivat sähköllä: hiilidioksidi (-40 %), häkä (-80 %), typenoksidit (-50 %). Pölypäästöihin ja rikkidioksidipäästöihin sillä ei ole merkittävää vaikutusta. Kaivoksen sähköistäminen pienentää kaivostoiminnan kasvihuonekaasupäästöjen määrä noin 40–50 % vaihtoehdosta riippuen, joka tarkoittaa vuositasolla noin 13 000 tonnia CO_2.

Toiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun voidaan vähentää esim. ajonopeuksia pienentämällä, kuljetusreittien ja varastokasojen kastelulla sekä muulla pölynhallinnalla. Pölyämisen estämiseksi kaivosalueen tiet asfaltoidaan ja rikastushiekka-alueen ajoreitit päällystetään murskeella. Vastaavissa toiminnoissa käytettäviä pölyntorjuntakeinoja ovat teiden ja kuljetusväylien kastelu. Myös toimintojen jaksottaminen on tehokas keino rajoittaa pölypäästöjä ja ilmanlaatuvaikutuksia. Kuljetuksen pölypäästökertoimet ovat kostealla maa-aineksella noin 90 % pienempiä. YVA-prosessin aikana tunnistetiin myös muita keinoja haitallisten vaikutusten vähentämiseen, esimerkiksi rikastushiekan kuivaläjityksessä käytettävä Earth alive –pölynsidonta ja ei-aktiivisten alueiden peitto. Lisäksi hihnakuljettimen oikeanlainen lastaaminen ja mahdollisimman matalat pudotuskorkeudet vähentävät pölyn muodostumista, kun taas hihnan käyttäminen ylikapasiteetilla lisää pölypäästöjä.

Vaikutukset pohjaveteen

Kaivostoiminnan pohjavesivaikutukset ovat pääasiassa maarakennustöiden, kallion louhinnan ja louhinta-alueiden kuivatuksen sekä sivukivien ja rikastushiekka-alueiden aiheuttamia määrällisiä ja laadullisia vaikutuksia. Pohjavesivaikutukset muodostuvat rakentamisen ja kaivoksen toiminnan aikana ja osittain myös kaivostoiminnan päättymisen jälkeen.

Hankealueen ja sen lähiympäristön pohjaveden herkkyys muutoksille on asetetuilla kriteereillä suuri mm. alueella sijaitsevien lähteiden ja luokiteltujen pohjavesialueiden vuoksi.

Tehdasalueen ja tehdasalueen ulkopuolisten maanpäällisten rakenteiden rakennusaikaiset pohjavesivaikutukset ovat kaikissa vaihtoehtoissa samankaltaiset eli lähinnä pintamaakerrosten poistosta aiheutuva humuspitoisuuden kohoaminen ja räjäytysten mahdollisesti aiheuttama typpipitoisuuksien kohoaminen pohjavedessä. Maarakentaminen vaikuttaa myös paikallisesti pohjaveden muodostumiseen muuttaen sadevesien imeytymisolosuhteita ja pintavaluma-alueiden rajoja. Vaikutukset ovat pienimuotoisia ja paikallisia. Tehdasalueen rakentaminen tuhoaa yhden Kuusivaaran lounaisrinteellä sijaitsevan lähteen. Sen tuhoamiseen haetaan vesilain mukainen poikkeuslupa. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tarvekivilouhos sijaitsee Kuusivaaran korkeimmalla kohdalla, joka saattaa vaikuttaa myös Kuusivaaran pohjoispuolella sijaitseviin pohjavesipurkaumiin.

Vinotunnelin kuivatusvesien vaikutus näkyy pohjaveden pinnan alenemisena. Mallinnuksen perusteella alenema on vaihtoehdossa VE1a enimmillään luokkaa 10–20 cm. Toisena ja kolmantena vuonna vaikutus on suurimmillaan ja pienenee sen jälkeen vähitellen. Suurin alenema sijoittuu Pahalaksonmaan pohjavesialueelle. Muiden maanalaisten kaivostilojen rakentaminen aiheuttaa pohjavedenpinnan alenemista Pahalaksonmaan ja Kersilönkankaan pohjavesialueiden välisellä kannaksella. Alenema on suurimmillaan kolmantena vuonna louhinnan aloittamisesta, ollen välillä 20–30 cm. Tämän jälkeen alenemavyöhykkeen laajuus pienenee noin kahdeksanteen vuoteen saakka ja pysyy siitä eteenpäin suurin piirtein samanlaajuisena. Pohjaveden pinnan alenemat palautuvat sijainnista riippuen kokonaan tai osittain rakentamisen loputtua ja tunneleiden tiivistystöiden valmistuttua.

Kaivoksen toiminnan aikaiset pohjaveden laatuun kohdistuvat vaikutukset liittyvät kallion louhintaan ja louhinnan aikana tehtäviin räjäytyksiin sekä kaivoksen kuivatusvesiin. Lisäksi kemikaali-, polttoaine- ja rikastekuljetuksiin liittyy onnettomuusriskejä ja sitä kautta pohjaveden pilaantumisriski. Louhinnan ja räjäytysten vaikutukset voivat ilmentyä pohjavedessä väliaikaisena samentumisena, kohonneina typpipitoisuuksina ja muina räjähdysainejääminä. Kallion louhintaan liittyvät pohjaveden laadulliset vaikutukset rajoittuvat louhinta-alueen välittömään läheisyyteen. Sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden mahdolliset pohjavesivaikutukset liittyvät metallien liukenemiseen ja suotovesien pääsyyn pohjaveteen. Kaivoksen kuivanapito edellyttää kaivokseen purkautuvien vesien pumppaamista maan pinnalle. Syvä kalliopohjavesi on suolaisempaa kuin matala kalliopohjavesi, joka otetaan huomioon maanalaisen kaivoksen vesienhallinnan suunnittelussa.

Kaivoksen toiminta-aikana maaperän pohjavedessä tapahtuva alenema on vaihtoehdossa VE1a enimmillään 0,5 metrin luokkaa (vuodet 16-22). Kun kaivostilojen rakentamisessa toteutetaan kuivatusvesimäärän vähentämiseksi erityiset lievennystoimenpiteet, saadaan alenema pienenemään 0,10–0,19 metriin. Vaihtoehtojen VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b toimintavaiheen vaikutusta ei ole erikseen mallinnettu. Eri vaihtoehdoissa esiintymän louhimisen vaikutukset pysyvät samanlaisina, erot syntyvät vinotunnelien toteutustavasta ja sijainnista.

Pohjaveden pinnan palautuminen tapahtuu hiekka- ja sorakerrostumissa vuoden sisällä pumppauksen lopettamisesta. Tilanne normalisoituu keväällä lumen sulamisvesien vaikutuksesta. Kalliopohjaveden osalta palautumisaika on noin 250−300 vuotta.

Em. kielteisten vaikutusten suuruuden on asetettujen kriteereiden mukaisesti arvioitu olevan sekä rakentamis- että toimintavaiheessa pohjavesiolosuhteiden ja pohjaveden laadun muutosten osalta kaikissa vaihtoehdoissa vaikutuksesta riippuen pieni/keskisuuri. Vaihtoehtoa VE1a lukuun ottamatta vaikutusten suuruuden määrittämiseen liittyy epävarmuuksia pohjavesimallinnuksen tulosten soveltamisen osalta. Tästä syystä vaikutusten suuruuden oletetaan olevan varmuusperiaatteen vuoksi keskisuuri.

Pahalaksonmaan pohjavesialueeseen kohdistuvien vaikutusten katsotaan olevan suurimmat vaihtoehdossa VE2a, jossa sekä kaivoksen sisäänkäynti että suurin osa vinotunnelista sijoittuu pohjavesialueelle. Myös vaihtoehdossa VE1a suuri osa vinotunnelista sijoittuu pohjavesialueen alapuolelle, mutta tällä alueella vinotunneli sijaitsee jo melko syvällä kallioperässä, mikä pienentää maaperän pohjavesivyöhykkeessä havaittavia vaikutuksia. Vaihtoehdossa VE2b kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee pohjavesialueella, minkä vuoksi sen pohjavesivaikutukset Pahalaksonmaan pohjavesialueella ovat oletettavasti suuremmat kuin vaihtoehdoilla VE3a ja VE3b. Vähäisimmät vaikutukset Pahalaksonmaan pohjavesialueeseen aiheutuvat arvion mukaan vaihtoehdoista VE1b ja VE3b.

Kaikissa vaihtoehdoissa kielteisiä vaikutuksia kohdistuu myös Kersilönkankaan pohjavesialueelle. Vaikutukset aiheutuvat lähinnä esiintymän louhimisesta. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Kersilönkankaan eteläosassa, josta aiheutuu lisävaikutuksia, etenkin rakennusaikana.

Sekä rakentamis- että toimintavaiheessa kielteisten pohjavesivaikutusten merkittävyys on vaihtoehdolla VE1a kohtalainen ja muilla vaihtoehdoilla suuri.

Vaikutukset vesistöihin ja veden laatuun

Kitinen

Kaivokselta toiminnan aikana Kitiseen johdettavien ylijäämävesien ominaispiirteitä ovat luonnonvesiin verrattuna kohonneet sulfaatin, metallien, typen ja fosforin pitoisuudet. Puhdistetut ylijäämävedet johdetaan Kitiseen putkilinjan kautta. Kitiselle tehdyn veden laadun mallinnuksen tulosten perusteella joen veden pitoisuusnousut ovat kaivoksen toiminnan aikana tasolla, joka ei aiheuta haittoja, ja joen ekologinen ja kemiallinen tilaluokka ei muutu.

Rakennusvaiheen maanrakennustyöt voivat samentaa työkohteilta lähteviä valumavesiä, ja sillan rakentaminen voi työn aikana samentaa vettä rantavyöhykkeen välittömässä läheisyydessä, mutta Kitisessä samennus laimenee tehokkaasti, ja mainittavia vaikutuksia ei odoteta olevan. Sulkemisvaiheen vaikutukset ovat pitkälle rakentamisvaihetta vastaavia. Sulkemisen jälkeisen vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen, koska sulkemistoimien tarkoituksena on pienentää alueelta lähtevä vesistökuormitus mahdollisimman pieneksi.

Lähivaluma-alue

Kaivokselta ei johdeta toiminnan aikana kuormitteisia vesiä lähivaluma-alueelle. Lähivaluma-alueen kahteen pieneen tai pienehköön puroon ja ojaan kohdistuva vaikutus liittyy toiminnan aikana purojen valuma-alueen pinta-alan pienentymiseen, koska Kuusivaaran tehdasalueen valumavedet johdetaan pois purojen luontaisilta valuma-alueilta. Purojen valuma-alueiden pienentyminen on vaihtoehdosta riippuen noin 10–20 %. Valuma-alueen pienentyminen vähentää virtaamaa ja kasvattaa purojen kuivien kausien esiintymistiheyttä ja kestoaikaa.

Kaivoksen vaikutus pohjaveden korkeuteen on suhteellisen pieni, kun toteutetaan erityisiä toimenpiteitä pohjaveden korkeuden alenemisen vähentämiseksi. Silloin pohjaveden korkeuden ei arvioida aiheuttavan merkittäviä muutoksia lähivaluma-alueen purojen tai lampien virtaamaan tai veden pinnan korkeuteen.

Rakennusvaiheessa maanrakennustyöt voivat samentaa lähivaluma-alueen puroja. Sulkemisvaiheeseen kuuluu saman tyyppisiä maanrakennustöitä kuin rakennusvaiheeseen, joten vaikutus lähivaluma-alueen puroissa on rakennusvaihetta vastaava. Sulkemisen jälkeen vaikutusten

arvioidaan olevan lähivaluma-alueella vähäisiä. Vaikutukset ovat samanlaiset kaikissa hankkeen toteutusvaihtoehdoissa ja molemmissa ylijäämävesien purkuvaihtoehdoissa.

Vaikutukset vesiekologiaan ja vesieliöstöön

Kitisessä kaivoksen toiminnanaikaiset veden pitoisuuksien muutokset ovat vedenlaadun mallinnuksen tulosten perusteella pieniä, joten Kitisen vesiekologiaan, kalastoon ja muuhun vesieliöstöön ei arvioida kohdistuvan haittoja. Hankkeesta arvioidaan aiheutuvan rakennusaikana lyhytaikaista ja tilapäistä haittaa alueen kalastolle ja kalastukselle kalojen karkottumisen myötä. Rakennusaikaisten vaikutusten arvioidaan kuitenkin olevan suhteellisen vähäisiä ja kalaston tilan palaavaan ennalleen rakennustöiden loputtua. Rakentamis- ja purkamisvaiheessa valumavesiin aiheutuva sameus laimenee Kitisessä tehokkaasti, joten näissä vaiheissa ei aiheudu haittoja. Sulkemisen yhteydessä tehtävien toimenpiteiden tarkoitus on vähentää vesistöön kohdistuva kuormitus mahdollisimman pieneksi, joten sulkemisen jälkeen Kitiselle ei arvioida aiheutuvan haittoja vesiekologialle, kalastolle tai muulle vesieliöstölle.

Lähivaluma-alueella rakentamis- ja sulkemisvaiheen maanrakennustyöt voivat samentaa valumavesiä, mikä voi väliaikaisesti heikentää pohjaeläimistöä puroissa ja ojissa, joiden valuma-alueella maanrakennustöitä tehdään. Toiminnan aikana kuormitteisia vesiä ei johdeta lähivaluma-alueelle. Toiminnan aikana kahden ojan, Eliasoja etelän suunnalla ja nimetön pieni oja länsi-lounaan suunnalla, valuma-alueet pienenevät tehdasalueen valumavesien johtamisen järjestelyihin liittyen vaihtoehdosta riippuen noin 10–20 %. Valuma-alueen pienentyminen pienentää ojien virtaamaa ja pidentää kuivien kausien pituutta, mitkä voivat jossakin määrin heikentää uomien pohjaeläimistöä. Sulkemisen jälkeen valumavesien kulku palautetaan lähemmäs ennen kaivoksen rakentamista vallinnutta tilannetta, joten muutos ojien pohjaeläimistössä on todennäköisesti jossakin määrin palautuva sulkemisen jälkeen. Pienvesien vesisammalille aiheutuva vaikutus on saman tyyppinen kuin pohjaeläimistölle, mutta koska vesisammalia koskevaa kattavaa lähtötietoaineistoa ei ole, vaikutusten arviointi on epävarmaa.

Lähteet ja lähteiköt ovat maaperän pohjavedenpinnantason laskulle herkkiä. Lähteiden vesitalouden muutokset pohjaveden syklisen aleneman myötä ilmenevät heikentävinä muutoksina lähteiden eliöstössä. Vaikutukset ilmenevät pitkällä aikavälillä ja niiden merkittävyyden ennustaminen on osittain epävarmaa. Vaikutukset lähteille ja lähdeympäristöjen eliöstölle vaihtelevat vähäisen ja kohtalaisen välillä, joidenkin yksittäisten lähteiden osalta vaikutus on suuri. Vaikutukset ovat samanlaiset kaikissa hankkeen toteutusvaihtoehdoissa ja molemmissa ylijäämävesien purkuvaihtoehdoissa.

Vaikutukset luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen

Luontotyypeille ja kasvillisuudelle aiheutuvat pinta-alan menetykset ja pölyyntyminen Kuusivaaran tehdasalueella ja sen ympäristössä kohdistuvat kaikissa hankevaihtoehdoissa pääosin hyvin tavanomaiseen metsäluontoon tai karuun puustoiseen suoluontoon, ja nämä vaikutukset arvioidaan kohteiden herkkyys huomioiden merkittävyydeltään vähäisiksi. Kuusivaaran ympäristössä pinta-alan menetyksiä tehdasalueen rakentumisen myötä aiheutuu myös pohjavesivaikutteisille letoille ja lähteiköille sekä Kuusivaaralla yhdelle lähteelle, joiden osalta vaikutus arvioidaan niiden herkkyys huomioiden suureksi. Suurimmat vaikutukset eli lähteisten lettojen sekä erityisesti suojeltavan lajin pinta-alan menetykset Kuusivaaran ympäristössä aiheutuvat hankevaihtoehdoista VE2 ja VE3, mutta myös hankevaihtoehdot VE1 ja VE2 aiheuttavat arvokkaan lajiston kasvupaikan menetyksiä Eliasaavalla. Maanalaisen kaivoksen vinotunnelin lähtöalueen rakentamisesta aiheutuu

Pahanlaaksonmaalla ja Tihiämaalla (VE2 ja VE3) vaikutuksia yleisille metsä- ja suotyypeille, joten tältä osin vaikutukset arvioidaan korkeintaan kohtalaisiksi.

Varsinainen kaivostoiminta aiheuttaa maaperän pohjavedenpinnan alenemaa, mikä johtuu maanalaisten kaivostilojen kuivanapidosta. Ilman erityisiä lievennystoimenpiteitä pohjavedenpinnan alenema muuttaa Kenttäaavan alueella välipintalettojen sekä Kitisentörmän alueella sijaitsevien lähteiden luonnontilaa ja kohteiden herkkyys muutokselle huomioiden vaikutus näille arvioidaan suureksi.

Hankealueella esiintyy erityisesti suojeltavia ja direktiivilajistoon lukeutuvia putkilokasvi- ja sammallajeja, joista osalle aiheutuu suoria kasvupaikan menetyksiä ja osalle hydrologisten muutosten myötä olosuhteiden heikkenemistä siinä määrin, että tietyille lajeille ja niiden esiintymille on esitettävä lajisuojelun poikkeamisprosessi. Merkittävimmät kasvupaikan muutoksen alaiset lajit ovat erittäin uhanalaisia ja erityisesti suojeltavia sammal- ja putkilokasvilajeja.

Ilman erityisiä lievennystoimenpiteitä pohjavedenpinnan alenema mallinnetun vaihtoehdon VE1a osalta kohdistuu Pahanlaaksonmaan–Tihiämaan–Viiankiaavan alueella vähintään yhdeksän neliökilometrin alueelle, missä esiintyy useita lakisääteisesti suojeltavia tai uhanalaisia luontotyyppejä ja lajiesiintymiä, joille pohjavedenpinnan alenema aiheuttaa niiden muutosherkkyydestä riippuen merkittävyydeltään joko vähäistä, kohtalaista tai suurta vaikutusta. Lieventämistoimenpiteillä pohjavedenpinnan aleneman laajuutta voidaan pienentää ja tällöin merkittävin vaikutus kohdistuu Kitisen rantatörmän lähteille ja etenkin huurresammallähteelle. Vaikutuksen merkittävyys yksittäiselle huurresammallähteelle arvioidaan tältä osin korkeintaan kohtalaiseksi.

Vaikutusarvioinnissa haasteen ja epävarmuuden tuo lähteitä ja suoluontoa kuivattavien vaikutusten ajallinen ulottuvuus. Useilla vaikutuksilla on ajan myötä kumuloituvia ominaisuuksia ja eri vaikutustyyppien yhteisvaikutukset saattavat olla ennalta arvioiden suurempia.

Vaikutukset linnustoon

Kaivoshankkeen toteutumisen aiheuttamat linnustoon kohdistuvat vaikutukset ilmenevät elinympäristömuutoksina (alkuperäisen elinympäristön muuttuminen tai tuhoutuminen) sekä häiriövaikutuksina (melu, tärinä, ihmistoiminnan lisääntyminen). Nämä vaikutukset jakautuvat välittömiin ja välillisiin vaikutuksiin.

Merkittävimmät vaikutukset linnustoon aiheutuvat jo kaivoksen rakentamisvaiheessa nykyisten elinympäristöjen muuttuessa teollisuustoimintojen alueeksi kaivoksen maanpäällisten perusrakenteiden alueella. Lisäksi rakenteilla on elinympäristöjä pirstova vaikutus. Kaivostoimintojen häiriövaikutukset arvioidaan merkitykseltään vähäisiksi. Yllä mainituista välittömistä vaikutuksista pienialaisimmat aiheuttaa hankevaihtoehto VE1b, missä kaikki maanpäälliset toiminnot sijoittuvat Kuusivaaran alueelle ja yhdystienä on lyhyempi pohjoinen vaihtoehto. Laajimmat vaikutukset aiheutuvat vaihtoehdosta VE3a, jossa kaivoksen sisäänkäynti on pohjoisimpana, sisäänkäynnin ja teollisuusalueen väliin rakennetaan kuljetin ja huoltotie, ja yhdystienä on pidempi eteläinen vaihtoehto. Lisäksi molemmissa VE3 mukaisissa alavaihtoehdoissa (a ja b) rakenteita sijoittuu Kenttäaavalle, missä todettiin monipuolinen suolajisto. Myös Eliasaavalla sijaitseviin elinympäristöihin arvioidaan kohdistuvan merkittävyydeltään suuria vaikutuksia hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2.

Kokonaisuutena rakentamisen aikaisten vaikutusten merkittävyys arvioidaan keskisuureksi.

Toiminnan aikaisista välillisistä vaikutuksista merkittävimmät ovat pohjavesimuutosten myötä tapahtuvat elinympäristöjen muutokset. Avointen ja välipintaisten nevojen muuttuminen mätäspintaisiksi ja reuna-alueiltaan puustoisemmiksi aiheuttaa muutoksia pesimälajistossa. Kielteisen vaikutuksen merkittävyys arvioidaan keskisuureksi, mikäli erityisiä lievennystoimenpiteitä toteuteta. Jos ne toteutetaan, merkitys arvioidaan vähäiseksi.

Vaikutukset eläimistöön ja hyönteislajistoon

Sakatin kaivoshankkeeseen liittyen on tehty erillisselvityksiä direktiivilajien, eli saukon, lepakoiden, viitasammakon, suurpetojen, jättisukeltajan ja kirjojokikorennon osalta. Samoin alueen hyönteisiä ja kovakuoriaisia on kartoitettu etenkin Viiankiaavan osalta. Muiden eläinlajien osalta alueella on tehty riistakolmiolaskentoja talvella 2016.

Eläimistöön kohdistuvista vaikutuksista merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat viitasammakkoon. Hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b kielteisten vaikutusten merkittävyys on suuri, koska rakentamisen takia menetetään lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoja Kuusivaaran eteläpuolella. Toiminnan aikainen pöly- ja meluhaitta ulottuu vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b osalle lisääntymis- ja levähdyspaikkoja. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b ei suoria vaikutuksia lajin lisääntymis- ja levähdyspaikoille muodostu, mutta rakentamisen aikainen melu ulottuu yhdelle lisääntymis- ja levähdyspaikalle. Vaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b osalta joudutaan hakemaan poikkeusta lajin suojelusta, ellei haitallisia vaikutuksia pystytä muilla keinoille vähentämään. Eteläisen yhdystien ja ylijäämävesien purkuputken rakentaminen voi heikentää lajin kutupaikkoja vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a. Heikennys voidaan välttää jatkosuunnittelussa.

Poronkodanpalon korpijuotissa elää erityisesti suojeltava ja uhanalainen lettokoi. Korpi jää kaikissa vaihtoehdoissa rakentamisen ulkopuolelle, mutta vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tehdasalue on korven valuma-alueella ja näillä vaihtoehdoilla lajiin kohdistuu vaikutuksia, kun korpeen tuleva valumavesimäärä vähenee. Myös ylijäämävesien purkuputken rakentaminen vaikuttaa korven vesitalouteen vaihtoehdoilla VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. Vesitaloudessa tapahtuva muutos vaikuttaa lettokoin ruokakasvin runsauteen, ja sitä kautta pienentää lettokoin populaatiokokoa. Vaikutuksen merkittävyys on kohtalainen ja pitkällä aikavälillä voi olla jopa suuri ilman lievennystoimia. Kaivoksen keinovalo ei heikennä lettokoin elinympäristöä millään vaihtoehdolla. Vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b osalta mahdollisesti joudutaan hakemaan poikkeusta lajin suojelusta.

Muihin huomionarvoisiin tai muihin suojeltaviin lajeihin vaikutukset ovat vähäisiä tai vaikutuksia ei muodostu. Merkittävyydeltään kielteiset vaikutukset ovat pieniä. Samoin tavanomaiseen lajistoon tai hyönteisiin kohdistuvat vaikutukset ovat vähäiset.

Vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen

Luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa esitetään yhteenveto kaikista arvioiduista luontovaikutuksista. Arvioinnissa tuotetaan johtopäätös siitä, mikä hankkeen ja sen vaihtoehtojen vaikutus on luonnon monimuotoisuudelle kokonaisuutena.

Merkittävimmät vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen aiheutuvat alueen luontotyypeille aiheutuvista pinta-alan menetyksistä sekä lajien elinympäristöjen tai kasvupaikkojen kaventumisesta tai niiden luonnontilan heikentymisestä. Luonnon monimuotoisuus heikkenee etenkin arvokkaiden suoluontotyyppien, lähteiden, lähdeluontotyyppien sekä huomionarvoisen sammal- ja putkilokasvilajiston esiintymien vähentyessä tai heikentyessä. Pohjavesivaikutteisille suoluontotyypeille ja lähteiköille aiheutuvat vaikutukset on arvioitu merkittävyydeltään suuriksi

kaikissa hankkeen toteuttamisvaihtoehdoissa. Näiden lisäksi merkittävyydeltään suuret vaikutukset arvioidaan kohdistuvan viitasammakkoon kaikissa muissa vaihtoehdoissa paitsi vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b, joissa vaikutukset arvioidaan merkittävyydeltään pieniksi. Muiden luontovaikutusten, kuten linnuston, osalta vaikutukset on arvioitu merkittävyydeltään vähäisiksi tai kohtalaisiksi.

Suoluontotyyppien taantuminen ja muuttuminen pitkällä aikavälillä heikentää sekä luontotyyppien monimuotoisuutta että lajistollista monimuotoisuutta. Merkittävien vaikutusten alaisten suoluontotyyppien tärkeä ominaispiirre on vetisyys ja pohjavesivaikutteisuus, jolloin näiden luontotyyppien vähentyminen tai lievä kuivuminen yksipuolistaa alueen suoluontotyyppien kirjoa.

Kaikilla arvioiduilla luontovaikutusten osa-alueella ilmenee vähäisiä ja/tai keskisuuria haitallisia vaikutuksia ja osittain myös suuria haitallisia vaikutuksia. Vaikutukset yksittäiseen kohteeseen saattavat jäädä vähäiseksi, mutta monimuotoisuuteen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys kasvaa, jos vaikutuskohteita on paljon. Lisäksi on otettava huomioon vaikutusten mittakaava.

Tarkasteltaessa luonnon monimuotoisuudelle aiheutuvia vaikutuksia alueellisella tasolla jokaisessa hankevaihtoehdossa eri toimintojen ja rakenteiden sekä hydrologiaan vaikuttavien mekanismien yhteisvaikutus on monimuotoisuutta vähentävä ja voidaan tulkita merkittävyydeltään suureksi. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b tämä vaikutus on merkittävyydeltään edelleen suuri, mutta kuitenkin muita tarkasteltuja vaihtoehtoja vähäisempi niiden kattamien suppeampien rakentamisalueiden vuoksi.

Hankkeen seudullista ja valtakunnallista merkittävyyttä luonnon monimuotoisuudelle tarkasteltaessa arvioidaan alueen luontotyyppejä (lajien elinympäristöjä) Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden sekä Natura 2000 -verkoston kautta. Natura-alueelle aiheutuvien vaikutusten johtopäätös sekä seudullisesti ja valtakunnallisesti edustavalle aapasuoluonnolle aiheutuvat kokonaisuusvaikutukset huomioiden voidaan arvioida, että kaikissa hankevaihtoehdoissa vaikutukset luonnon monimuotoisuudelle ovat kokonaisuutena merkittävyydeltään kohtalaisia ja päävaihtoehtojen VE2 ja VE3 osalta jopa suuria.

Vaikutukset Natura-alueisiin ja suojelualueisiin

Sakatin malmiesiintymä sijoittuu Viiankiaapa Natura-alueelle (FI1301706), joka kuuluu Natura 2000 -verkostoon sekä luontodirektiivin mukaisena yhteisön tärkeänä pitämänä alueena (SAC-alue) että lintudirektiivin mukaisena erityisenä linnustonsuojelualueena (SPA-alue). Lähes koko Viiankiaavan Natura-alue on toteutettu luonnonsuojelualueeksi (Viiankiaavan soidensuojelualue SSA120159). Natura-alueella sijaitsee lisäksi neljä pienempää, yksityistä luonnonsuojelualuetta. Nämä ovat Ylitalon luonnonsuojelualue (YSA200644), Suojelu-Mäkitalo (YSA201644), Viiankiaavan luonnonsuojelualue (YSA200153) ja Uusitalon luonnonsuojelualue (YSA200649), joista viimeksi mainittu sijaitsee hankealueella. Muu osa Natura-alueesta kuuluu soidensuojelun perusohjelmaan (Viiankiaapa SSO120565). Viiankiaapa (920229) kuuluu maakunnallisesti arvokkaisiin lintualueisiin (MAALI-alueet).

Muut Natura-alueet sijaitsevat etäämmällä hankealueesta. Hankealueesta luoteeseen noin viiden kilometrin etäisyydellä sijaitsee Pomokairan (FI1301712; SAC/SPA) Natura-alue ja seitsemän kilometrin etäisyydellä koillisessa on Koitelaisen (FI1301716; SAC/SPA) Natura-alue. Seuraavaksi lähimpänä sijaitsevat Natura-alueverkoston kohteet ovat yli 20 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Pomokairan Natura-alueella sijaitsevat Pomokairan-Tenniöaavan sekä Ilmakkiaavan soidensuojelualueet (SSA120157, SSA120158). Lisäksi Pomokairan Natura-alueeseen kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelman alue Pomokaira (AMO120286). Valtaosa Koitelaisen Natura-alueesta kuuluu kohteeseen Koitelaiskairan luonnonpuisto (KLO120005), Natura-alueella on myös

vanhojen metsien suojeluohjelmarajauksia. Pomokairan-Koitelaiskairan alue (920256) kuuluu kansainvälisesti ja kansallisesti arvokkaisiin lintualueisiin (IBA- ja FINIBA-alueet).

Viiankiaavan Natura-arvioinnin (Ramboll Finland Oy 2020e) johtopäätös on, että Sakatin kaivoshankkeen vaihtoehto VE1a ei yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa merkittävästi heikennä niitä luonnonarvoja, joiden perusteella Viiankiaapa on sisällytetty osaksi Natura 2000 -verkostoa. Tämä edellyttää maanalaisen kaivoksen osalta maapohjaveden aleneman lieventämiseksi tehtäviä erityisiä lievennystoimia (ruhjeiden laaja-alaisempi injektointi) Muiden arvioitujen hankevaihtoehtojen osalta laaditut mallinnukset ja muut selvitykset eivät ole riittäviä, jotta voitaisiin riittävällä varmuudella poissulkea merkittävän heikennyksen mahdollisuus.

Uustalon yksityinen luonnonsuojelualue (YSA200649) sijaitsee hankealuerajauksen sisällä. Uusitalon luonnonsuojelualueelle (YSA200649) muodostuu kohtalaisen merkittävä haitta vaihtoehdolla VE2b, sillä osa alueesta jää kaivosalueelle ja tämän lisäksi alueelle kohdistuu rakennus- ja toiminta-vaiheessa melu- ja tärinähaittaa. Lievennystoimilla ei saada melu- tai tärinähaittaa täysin lievennettyä. Tämän vaihtoehdon toteuttaminen vaatii alueen suojelun osittaista purkamista. Muihin suojelualueisiin, Koitelaisen ja Pomokairan Natura-alueille ei vaikutuksia arvioida muodostuvan.

Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on käsitelty hankkeen vaikutuksia väestöön, maanomistajiin ja metsätalouteen, ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen, kuntaan ja palveluihin, luonnon virkistyskäyttöön sekä elinkeinoihin ja toimeentuloon. Hankkeen sosiaaliset vaikutukset voivat olla moniulotteisia kohdistuen suorien ympäristövaikutusten osalta lähialueelle tai laajemmin jopa kuntatasoa laajemmiksi vaikutuksiksi esimerkiksi hankkeen työllistävän ja elinkeino- ja talousvaikutusten osalta.

Sakatin kaivos vaikuttaa Sodankylän kunnassa ja laajemminkin Pohjois-Lapissa alueen vetovoimaan, väestön määrään sekä muuttoliikkeeseen. Väestökehitys (väestön kokonaismäärä ja työvoimaan kuuluvan väestön osuus) vaikuttaa suuresti kunnan veropohjaan sekä palvelutarpeisiin. Nuorten mahdollisuudet jäädä paikkakunnalle lisääntyvät uuden kaivoshankkeen myötä, mikä tasapainottaa osaltaan kunnan väestörakennetta. Hanke vaikuttaa väestöön myös asumisen muutosten kautta. Asuntojen kysyntä rakentamisen aikana 2030-luvulla on ainakin ajoittain suurta nostaen hintoja ja vuokria. Kaikkien hankevaihtoehtojen osalta vaikutukset väestöön ovat kokonaisuutena katsottuna myönteisiä ja merkittävyydeltään keskisuuria.

Suunnitellulla hankealueella sijaitsevien muutaman asuin- ja lomarakennuksen sekä metsätalouskäytössä olevien kiinteistöjen osalta välittömiä vaikutuksia kohdistuu asumiseen, asunnon käyttömahdollisuuksiin, elinkeinonharjoitukseen ja elinpiiriin. Metsänomistajiin kohdistuvia vaikutuksia ennen rakentamista ovat maa-alueiden menetys ja käytön rajoitukset. Porotalouden ja metsätalouden harjoittaminen kaivosalueella estyy. Yhdysteiden rakentamisen myötä vaikutuksia kohdistuu myös asuinkiinteistöihin niiden lähialueella. Maanomistajiin ja metsätalouteen kohdistuvat vaikutukset ovat kielteisiä ja merkittävyydeltään vaihtoehdossa VE1 kohtalaisia ja vaihtoehdoissa VE2 ja VE3 suuria.

Hankkeella voi olla vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin, terveyteen ja turvallisuuteen mm. päästöjen, maisemavaikutusten ja liikenteen lisääntymisen kautta hankkeen lähialueella sekä valtateiden 4 ja 5 varsilla. Hankkeen vaikutukset elinoloihin ja viihtyvyyteen ovat kielteisiä. Niiden merkittävyys on kohtalainen vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 ja suuri vaihtoehdossa VE3.

Vaikutukset luonnon virkistyskäyttöön kohdistuvat, noin 10 kilometrin säteelle hankealueesta. Sakatin kaivos rajoittaa metsästyksen mahdollisuuksia hankealueen läheisyydessä. Metsästystä joudutaan siirtämään kauemmaksi vaaratilanteiden minimoimiseksi ja kaivostoiminnan muuttaessa riistaeläinten elinpiiriä ja liikkumista. Rajoitukset muuttuvat pysyviksi kaivoksen toiminta-aikana. Kaivoksen alue suljetaan ulkopuolisilta käyttäjiltä. Virkistykseen, metsästykseen ja ulkoiluun on kuitenkin tarjolla vaihtoehtoisia paikkoja mm. Kitisen länsipuolella. Hanke vähentänee Kitisen varren houkuttelevuutta kalapaikkana rakentamisaikana työmaiden läheisyyden vuoksi.

Vaihtoehtojen VE2 ja VE3 vaikutukset ihmisiin, luonnon virkistys- ja kotitarvekäyttöön sekä metsästykseen ovat merkittävämmät (kohtalaiset) johtuen laajemmasta estevaikutuksesta maastossa liikkujille. Vaihtoehdossa VE3 on muita voimakkaampi meluvaikutus Kitisen rantaan sekä Viiankiaavan suojelualueelle. Vaihtoehdon VE1 osalta vaikutusten merkittävyys on vähäinen.

Kuntatalouden ja taloudellisen aktiivisuuden kautta kaivostoiminnalla on vaikutuksensa koko kunnan elinvoimaisuuteen, työpaikkojen ja yritysten määrään ja monipuolisuuteen. Käyttäjien määrä nostaa julkisten palveluiden kysyntää ja lisää tarvetta palveluinvestointeihin ja yleisesti esimerkiksi kunnallistekniikan kehittämiseen. Vaikutukset kuntaan ja palveluihin ovat myönteisiä ja merkittävyydeltään kohtalaisia kaikissa hankevaihtoehdoissa.

Hanke vaikuttaa myönteisesti elinkeinoihin ja toimeentuloon, varsinkin työllisyysvaikutukset ovat merkittäviä. Elinkeinoihin kohdistuvien vaikutusten kannalta eri hankevaihtoehtojen välillä ei ole juurikaan eroa, sillä kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen tuotantomäärä ja toiminnan laajuus ovat samat. Kokonaisuutena elinkeinoihin ja toimeentuloon kohdistuvat vaikutukset ovat merkittävyydeltään keskisuuria ja myönteisiä.

Hankkeeseen liittyy poronhoitoon kohdistuvia sosiaalisia vaikutuksia erityisesti Viiankiaavan tokkakunnalle, joka käsittää noin 4–5 poromiestä ja 350–450 poroa. Poromiehille ja heidän perheilleen poronhoito on paitsi elinkeino myös elämäntapa, joka rytmittää elämää vuodenaikojen mukaisesti ja esimerkiksi sosiaaliset verkostot voivat perustua keskeisesti poronhoitoon. Vaihtoehdoissa VE2 ja VE3 vaikutusten merkittävyys on kohtalainen ja ne vaikeuttavat poronhoitoa enemmän kuin vaihtoehto VE1, jossa vaikutusten merkittävyys on pieni. Vaihtoehto VE1b on poronhoidon kannalta toimivin.

Boliden Kevitsan kaivoksen tuotannon jatkuminen vaikuttaa Sakatin toimintavaiheessa eri tavoin elinkeinoihin ja toimeentuloon. Mikäli Boliden Kevitsan tuotanto jatkuu niin että Kevitsa ja Sakatti ovat toiminnassa samaan aikaan, Sodankylään tarvitaan Sakatin rakennus- ja tuotantovaiheissa suuri määrä uusia ammattitaitoisia työntekijöitä sekä kaivostoimintaan että esim. kuljetus-, rakennus- ja palvelualoille.

Vaikutukset poronhoitoon

Kaivoshankkeen vaikutusalueella toimivien Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien poronhoidon perustila on selvitetty ja poronhoitoon kohdistuvia vaikutuksia arvioitu erillisessä Sakatin kaivoshankkeen poroselvityksessä. Suunniteltu kaivos ja sen infrastruktuuri tehdasalueineen sijaitsevat Oraniemen paliskunnan alueella, joka jakautuu toiminta-alueen jokien ja kylien sekä Koitelaistunturin rajaamana kuuteen tokkakuntaan. Kaivoshankkeen aiheuttamat kielteiset poronhoidolliset vaikutukset kohdistuisivat erityisesti Viiankiaavan tokkakuntaan, jonka alueelle kaivosalue sijoittuu.

Oraniemen paliskunnan poronhoidon osalta kaivoshankkeen kielteiset vaikutukset ovat pääosin kohtalaisia ja kohdistuvat kaikkiin poronhoidon ulottuvuuksiin. Keskeinen kaivoshankkeen

aiheuttama vaikutus koko Oraniemen paliskunnalle olisi laidunalueiden menetykset ja kaventuminen, jonka myötä laidunnuspaine muualla paliskunnassa kasvaisi, kun Viiankiaavan tokkakunnan porot hakeutuisivat tai siirrettäisiin hankealueelta toisaalle. Rakentamisen myötä aiheutuvien suorien laidunaluemenetysten ohella kaivoshanke aiheuttaisi häiriövaikutuksia kaivoshankkeen ympäristöön koko elinkaarensa ajan, mm. meluna ja pölynä, joiden myötä muodostuvan häiriöalueen laidunkäyttö on nykyistä vähäisempää. Porot voivat siis edelleen hyödyntää häiriövaikutuksille alttiita alueita laituminaan ja kulkureitteinään, mutta todennäköisyys porojen häiriintymiselle on suurempi lähellä häiriötekijöitä. Vaatimet ovat hirvaita herkempiä reagoimaan häiriötekijöihin, ja erityisesti keväinen vasomisaika erottuu herkkänä kautena.

Kaivoshankkeen aiheuttamien Viiankiaavan tokkakunnan poronhoitoon liittyvien vaikutusten on arvioitu olevan suuria ja näkyvän laidunaluemenetysten ohella poronhoitoelinkeinon eri tasoilla muun muassa elinkeinon kannattavuuden laskuna, poronhoitotöiden vaikeutumisena sekä elinkeinonharjoittajien vähentymisenä. Talvilaidunresurssien ja riittävän rauhallisten laidunmaiden väheneminen on keskeinen uhka paikallisen tokkakunnan toiminnalle nykyisessä mittakaavassaan ja vaikutus korostuu, jos Sakatin kaivoksen rakentaminen käynnistyy yhtä aikaa Kevitsan ollessa toiminnassa, sillä molemmat sijoittuisivat tokkakunnan tärkeille syys- ja talvilaidunkankaille. Talvilaidunresurssien kaventumisen myötä lisäruokintatarpeen kasvua ja poronhoitotyön lisääntymistä, mikä heikentäisi elinkeinon kannattavuutta.

Sakatin kaivoshankealueelle ja sen läheisyyteen sijoittuu Viiankiaavan tokkakunnalle tärkeitä porojen kuljetusreittejä, Kersilön erotusaita sekä Karjalankaarkon vasanmerkitsemisaita, joiden hyödyntäminen poronhoitokäytössä vaikeutuu tai estyy. Kaivoksen myötä lisääntyvä liikenne aiheuttaa porokolaririskin kasvamisen. Poronhoitoelinkeinon perustekijöissä tapahtuvat merkittävät muutokset heijastuvat osaltaan sosiaalisiin ja kulttuurisiin tekijöihin, kuten elinkeinonharjoittajien vähentymiseen ja poronhoitoon perustuvien sosiaalisten yhteisöjen murenemiseen sekä perinteiden katoamiseen.

Poronhoidon kannalta toimivin lähtökohta on kaivoksen rakenteiden ja tarvittavien kulkuyhteyksien sijoittaminen lähelle toisiaan, jotta laidunalueita ja kulkureittejä säilyisi mahdollisimman paljon eheinä ja laajoina kokonaisuuksina poronhoidon käytössä sekä alueet olisivat häiriötekijöiltään vähäisiä. Oraniemen paliskunnan ja Viiankiaavan tokkakunnan poronhoidon kannalta toimivin vaihtoehto, jossa kaivoshanke toteutuu, on VE1b, jossa tokkakunnan nykyiset syys- ja talvilaidunalueet sekä kulkureitit Kitisen rantamailla jäisivät mahdollisimman laajasti poronhoidon käyttöön ja häiriövaikutusalueiltaan vähäisimmiksi. Poronhoidon kannalta epäedullisin vaihtoehto on VE3a, jossa vaikutukset hajaantuvat ja ulottuvat laajimmalle alueelle sekä lisäksi Kersilön erotusaita olisi purettava tai ainakin siirrettävä toisaalle, koska maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijoitettaisiin sen läheisyyteen.

Kitisen länsipuoliset tieyhteydet sijoittuvat Sattasniemen paliskunnan alueelle, mistä voi aiheutua kaivokselta leviävän pölyn ja melun ohella liikenteeseen liittyviä välillisiä vaikutuksia kyseisen paliskunnan toimintaan. Kokonaisuutena Sattasniemen paliskunnan poronhoidon osalta vaihtoehtojen väliset eroavaisuudet ovat vähäiset, koska mikään vaihtoehdoista ei aiheuta suoria laidunaluemenetyksiä tai muutoksia poronhoitotyöhön kyseisen paliskunnan alueella lukuun ottamatta kaivoksen voimajohdon rakentamisesta johtuvaa johtoalueen leventämistä, mikä voi kaventaa luppolaidunalueita. Sakatin kaivoshankkeen 110 kV:n voimajohdon toteuttamisen vaikutuksia alueen poronhoitoon on tarkasteltu erillisessä voimajohdon selvitysraportissa.

Vaikutukset aluetalouteen

Sakatin kaivostoiminnan aluetaloudelliset vaikutukset ovat merkittäviä. Kaivostoiminnan myötä syntyviä suoria vaikutuksia ovat lisääntyvä työllisyys, palkansaajakorvaukset, kokonaistuotos, arvonlisäys, investoinnit ja kunnan ja valtion verotulot. Suorien vaikutusten lisäksi Sakatin kaivostoiminta lisää kerrannaisvaikutuksia eli kysyntää hankkiessaan muilta toimialoilta tuotteita ja palveluita, kuten esimerkiksi kemikaaleja, polttoaineita, sähköä, huolto- ja korjauspalveluja, koneita ja laitteita jne. Suorien ja kerrannaisvaikutusten lisäksi aluetaloudellisia vaikutuksia ovat suorien työllisyysvaikutusten ja palkansaajakorvausten lisääntymisen kautta syntyvä uusi kulutus ja sen edellyttämän tuotannon ja palveluiden kerrannaisvaikutukset. Vaikutuksia syntyy hankkeen elinkaaren kaikissa vaiheissa (tutkimus- ja suunnitteluvaihe, rakentamisvaihe, toimintavaihe ja sulkemisvaihe).

Aluetalouden näkökulmasta Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset ovat myönteisiä ja niitä voidaan pitää erittäin merkittävinä. Kokonaisvaikutukset ovat suurimmat toimintavaiheessa, toiseksi suurimmat rakentamisvaiheessa, kolmanneksi suurimmat tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa ja pienimmät sulkemisvaiheessa. Mikäli vaikutuksia tarkastellaan vuositasolla suurimmat vaikutukset syntyvät rakentamisvaiheessa. Rakentamisvaiheessa myös Sodankylään ja Lappiin kohdistuvat vaikutukset ovat vuositasolla suurimmat. Rakentamisvaiheen vaikutusten ajallinen kesto on kuitenkin lyhyt (3 vuotta), joten vaikutusten merkittävyys on pienempi kuin toimintavaiheessa, jonka kesto on pitempi (20 vuotta). Myös sulkemisvaiheessa Sodankylään ja Lappiin kohdistuvat vaikutukset ovat merkittävyydeltään kohtalaiset, mutta ajallinen kesto on lyhyt, joten vaikutusten merkittävyys on vähäisempi kuin toimintavaiheessa.

Hankkeen koko elinkaaren (37 vuotta) aikana Sakatin oma työvoimatarve Suomessa on noin 10 600 henkilötyövuotta ja kerrannaisvaikutusten kautta tuleva työvoimatarve noin 33 000 henkilötyövuotta eli yhteensä noin 43 600 henkilötyövuotta. Suomeen kohdistuvista kerrannaisvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 26 %, muualle Lappiin noin 12 % ja muualle Suomeen noin 62 %. Sakatin vaikutus kokonaistuotokseen Suomessa koko elinkaaren aikana on käyvällä arvolla yhteensä noin 13 130 miljoonaa euroa, arvonlisäykseen noin 7 860 miljoonaa euroa, investointeihin noin 1 540 miljoonaa euroa ja verotuloihin noin 3 310 miljoonaa euroa.

Toimialoittain tarkasteltuna suurimmat taloudelliset vaikutukset kohdistuvat kaivostoiminnan ja louhinnan toimialalle sekä kerrannaisvaikutusten kautta teollisuuden ja rakentamisen toimialoille, kaupan toimialoille (vähittäiskauppa, tukkukauppa ja autojen ym. kauppa), teknisten, liikkeenjohdon ja muiden palvelujen toimialoille, alkutuotantoon, varastoinnin ja liikenteen toimialoille, koneiden ja laitteiden korjaustoimintaan, majoitus- ja ravitsemispalveluihin sekä energia- ja jätehuoltoon. Sakatin kaivoshanke on merkittävä cleantechiä edistävä hanke Suomessa. Hankkeen työllisyysvaikutuksista noin 5 % syntyy cleantech-liiketoiminnassa. Uutta cleantech-liikevaihtoa kerrannaisvaikutuksineen (ml. kulutuksen kerrannaisvaikutukset) syntyy hankkeen myötä noin 520 miljoonaa euroa, joka on noin 4 % hankkeen kokonaisliikevaihdon kasvusta. Hankkeen aikaansaamasta arvonlisäyksestä noin 3 % syntyy cleantech-liiketoiminnassa.

Pois lukien nollavaihtoehto Sakatin eri vaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE3 välillä ei ole aluetalouden näkökulmasta merkittäviä eroja, sillä kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen tuotantomäärä ja toiminnan laajuus ovat samalla tasolla.

Vaihtoehtojen vertailu

Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutuksia on arvioitu merkittävimpien vaikutusten osalta vaikutuskohtaisesti hankkeen eri vaiheissa (rakentamisvaihe, toimintavaihe ja sulkemisvaihe). Tarkastelu on toteutettu vertaamalla eri hankevaihtoehtojen toteutuksen aiheuttamia muutoksia nykytilanteeseen (VE0). Arviointi perustuu vaikutuskohteen herkkyyteen ja vaikutuksen suuruusluokkaan, joita ristiintaulukoimalla määritetään vaikutusten merkittävyys. Seuraavassa esitettyyn taulukkoon on koottu yhteenveto eri vaikutusten merkittävyydestä vaihtoehdoittain. Taulukko kuvaa lähinnä toiminnanaikaisten vaikutusten merkittävyyttä. Joidenkin vaikutusten merkittävyys on kuitenkin suurempi rakennusaikana kuin toiminta-aikana. Tällöin taulukossa on huomioitu myös rakennusaikainen merkittävyys. Taulukkoa tarkasteltaessa on huomioitava, että merkittävyys on taulukoitu merkityksellisimmän kielteisen tai myönteisen vaikutuksen mukaan, jolloin esimerkiksi luontovaikutuksissa jo yksittäiseen eläin- tai kasvilajiin kohdistuva merkittävyydeltään suuri vaikutus aiheuttaa koko vaihtoehdon luokittelun ko. luokkaan. Taulukko on yksinkertaistettu versio, joten esimerkiksi eri skenaarioita ja vaikutusten kohdistumista ei ole huomioitu samassa laajuudessa kuin vaikutusten arviointiluvuissa.

Taulukossa ei ole huomioitu Viiankiaavan Natura 2000 -aluetta kohdassa ’Natura-alueet ja suojelualueet’, koska siitä on laadittu oma arviointiraportti. Natura-arvioinnin johtopäätöksenä on esitetty, että Sakatin kaivoshankkeen vaihtoehto VE1a ei yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa merkittävästi heikennä niitä luonnonarvoja, joiden perusteella Viiankiaapa on sisällytetty osaksi Natura 2000 -verkostoa. Tämä edellyttää maanalaisen kaivoksen osalta maapohjaveden aleneman lieventämiseksi tehtäviä YVA-selostuksessa kuvattuja erityisiä lievennystoimia (ruhjeiden laaja-alaisempi injektointi). Muiden arvioitujen hankevaihtoehtojen osalta laaditut mallinnukset ja muut selvitykset eivät ole riittäviä, jotta voitaisiin riittävällä varmuudella poissulkea merkittävän heikennyksen mahdollisuus.

Vaikutuksen merkittävyys							
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta 0	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +	
Vaikutuksen kohde	**VE0**	**VE1a**	**VE1b**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3a**	**VE3b**
Maankäyttö							
– Aluerakenne	0	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
– Yhdyskuntarakenne	0	+ + +	+ +	+ + +	+ +	+ + +	+ +
– Lähiympäristö	0	-	- -	-	- -	-	- -
– Yksittäiset kohteet	0	-	-	-	-	-	-
Maisema ja kulttuuriympäristö	0	-	-	- -	- -	- -	- -
Maa- ja kallioperä	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Melu*							
– Liikenne	0	- -	- - -	- -	- - -	- -	- - -
– Tuotanto	0	-	-	- -	- -	- - -	- - -
Tärinä							
– Liikenne	0	-	-	-	-	-	-

Vaikutuksen kohde	VE0	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
– Tuotanto	0	- -	- -	- -	- - -	- - -	- - -
Liikenne							
– Lähialue, Kevitsa toiminnassa	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
– Laajempi alue, Kevitsa toiminnassa	0	-	-	-	-	-	-
Ilmasto ja ilmanlaatu	0	- -	- -	-	-	- -	-
Pohjavesi	0	- -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Vesistöt ja vedenlaatu							
– Kelukosken allas	0	-	-	-	-	-	-
– Kitisen alajuoksu	0	0	0	0	0	0	0
– Lähivaluma-alue	0	-	-	-	-	-	-
Vesiekologia ja vesieliöstö							
– Kalat	0	-	-	-	-	-	-
– Pohjaeläimistö ja piilevät Kitinen	0	0	0	0	0	0	0
– Pohjaeläimistö ja piilevät lähivaluma-alue	0	-	-	-	-	-	-
Luonto							
– Luontotyypit ja kasvillisuus							
• *tavanomainen kasvillisuus ja yleiset metsä- ja suotyypit*	0	-	-	-	-	-	-
• *huomionarvoinen kasvillisuus ja sammallajisto*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
• *arvokkaat puustoiset luontotyypit*	0	-	-	-	-	- -	- -
• *arvokkaat suoluontotyypit ja lähteikköluontotyypit*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Linnusto							
• *suojelullisesti huomionarvoisista lajeista merkittävimmät vaikutukset metsoon, kaakkuriin ja useisiin suolajeihin*	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
– Eläimistö ja hyönteislajisto							
• *jättisukeltaja, kirjojokikorento, saukko*	0	0	0	0	0	0	0
• *viitasammakko*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	-	-
• *lettokoi*	0	- -	- -	- -	- -	0	0
• *pikkutupsukas*	0	-	-	-	-	0	0
• *käpäläsulkanen*	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
• *suohyönteislajisto*	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -

Vaikutuksen kohde	VE0	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
• *suurpedot, muu eläimistö*	0	-	-	-	-	-	-
– Luonnon monimuotoisuus							
• *alueellinen tarkastelutaso*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
• *seudullinen ja valtakunnallinen tarkastelutaso*	0	- -	- -	- - -	- - -	- - -	- - -
• *yksityiset suojelualueet*	0	0	0	- -	- -	-	-
• *Natura-alueet (muut kuin Viiankiaapa)*	0	0	0	0	0	0	0
Ihmiset							
– Väestö	- -	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
– Maanomistajat ja metsätalous	0	-	-	- - -	- - -	- - -	- - -
– Elinolot ja viihtyvyys, Kevitsa toiminnassa	0	- -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Kunta ja palvelut	-	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
– Luonnon virkistyskäyttö	0	-	-	- -	- -	- -	- -
– Elinkeino ja toimeentulo	-	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
Poronhoito							
– Porojen laidunalueet	0	- -	- -	- -	- -	- - -	- - -
– Porojen laidunalueet TK**	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Poronhoitotyö ja elinkeino	0	- -	- -	- -	- -	- - -	- -
– Poronhoitotyö ja elinkeino TK**	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset	0	-	-	-	-	-	-
– Sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset TK**	0	- - -	- -	- - -	- - -	- - -	- - -
Aluetalous	0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +

** Meluntorjuntatoimet huomioitu*
*** Tokkakuntakohtainen tarkastelu*

Eri hankevaihtoehtojen välillä ei ole sellaisia yksiselitteisiä eroja ympäristövaikutusten osalta, että vaihtoehdot olisivat laitettavissa paremmuusjärjestykseen ja tämä ei myöskään ole ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoite. Esimerkiksi yhdystien osalta alavaihtoehdossa a eli eteläisen yhdystien suhteen vaikutusten merkittävyys on melkein kauttaaltaan pienempi kuin alavaihtoehdossa b. Toisaalta vaikutusten merkittävyys mm. porotalouteen on suurempi alavaihtoehdossa a. Läjitysvaihtoehtojen osalta kuivaläjitys nousee esille suositeltavampana vaihtoehtona etenkin, jos pölyämiseen liittyvät riskit saadaan hallittua.

Kokonaisuutena arvioiden voidaan todeta, että hankevaihtoehdon VE1a haitallisten vaikutusten merkittävyys on monilta osin muita vaihtoehtoja pienempi. Kyse on osin siitä, että vaihtoehdon VE1a osalta on olemassa enemmän ja yksityiskohtaisempaa tutkimustietoa ja suunnitteluaineistoa, kuin muiden vaihtoehtojen osalta. Tämä koskee etenkin pohjaveden virtausmallinnusta, jonka suhteen

muissa vaihtoehdoissa on jouduttu huomioimaan vaihtoehtoa VE1a suuremmat epävarmuudet, mikä johtaa vaikutusten merkittävyyden kasvuun.

Yleisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että eri hankevaihtoehtojen pohjalta tehty yhdistelmä voisi johtaa ympäristön kannalta parhaaseen toteutusratkaisuun.

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO 54
2 HANKKEEN YLEISKUVAUS 55
2.1 Hankkeesta vastaava 55
2.2 Hankkeen tarkoitus 55
2.3 Hankkeen tausta 56
2.4 Sakatin esiintymän mineraalivarannot 57
2.5 Hankkeen sijainti ja alueen yleiskuvaus 58
2.5.1 Hankkeen sijainti 58
2.5.2 Hankkeen sijoittuminen suhteessa Viiankiaavan Natura 2000 -alueeseen 61
3 TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT 63
3.1 Hankesuunnitelman kehittyminen 63
3.1.1 AA Sakatti Mining Oy:n toimintatapa hankkeesta aiheutuvien haitallisten vaikutusten minimoimiseksi 63
3.1.2 YVA-ohjelmassa tarkastellut vaihtoehdot 67
3.1.3 YVA-ohjelman jälkeiset muutokset 68
3.2 Hankkeessa tarkasteltavien vaihtoehtojen kuvaus 69
3.2.1 Päävaihtoehtojen väliset erot 72
3.2.2 Alavaihtoehtojen väliset erot 73
3.2.3 Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät hankkeessa 73
3.3 Vaihtoehto VE0 76
3.4 Vaihtoehto VE1a 76
3.5 Vaihtoehto VE1b 79
3.6 Vaihtoehto VE2a 81
3.7 Vaihtoehto VE2b 83
3.8 Vaihtoehto VE3a 85
3.9 Vaihtoehto VE3b 88
4 HANKKEEN TEKNINEN KUVAUS 91
4.1 Kaivoksen rakentaminen 92
4.1.1 Tieyhteys kaivosalueelle 92
4.1.2 Kaivoksen liittäminen sähköverkkoon 95
4.1.3 Kaivosalueen tekniset rakenteet 95
4.1.4 Vinotunnelit ja niiden louhinta 99
4.2 Kaivostoiminta 104

4.2.1 Malmin louhinta 104
4.2.2 Malmin esimurskaus ja kuljetus 106
4.2.3 Malmin rikastus ja rikasteen käsittely 106
4.2.4 Kaivostäyttö ja pastalaitos 110
4.2.5 Tarvekivilouhos ja tarvekiven ympäristökarakterisointitutkimukset 111
4.3 Liikenne ja kuljetukset 114
4.3.1 Kaivoksen kuljetukset 114
4.3.2 Kaivoksen kuljetusten reitit 115
4.4 Kaivoksen vesitase 117
4.4.1 Vesitase ja veden kierrätys 117
4.4.2 Mallinnustulokset 120
4.5 Vesien laatu 123
4.5.1 Rikastushiekka-alueen vedet 123
4.5.2 Prosessivesi 123
4.5.3 Kaivoksen kuivanapitovedet 124
4.5.4 Vesivarastoaltaan vesi 125
4.5.5 Kemikaalijäämät 126
4.6 Soveltuvat vesienkäsittelymenetelmät 127
4.7 Toiminnassa muodostuvat kaivannaisjätteet 129
4.7.1 Sivukivet 130
4.7.2 Rikastushiekat 136
4.7.3 Pintamaat ja rakentamisen vuoksi poistettavat muut maa-ainekset 146
4.7.4 Selkeytysaltaiden pohjalietteet 147
4.7.5 Kaivannaisjätteiden luokittelu 147
4.7.6 Toiminnassa muodostuvat muut jätteet 149
4.8 Kemikaalien ja räjähdysaineiden käyttö sekä varastointi 150
4.8.1 Kemikaalit 150
4.8.2 Räjähdysaineet 151
4.9 Energia ja polttoaineiden käyttö 153
4.10 Sulkeminen 154
4.10.1 Sulkemissuunnittelun eteneminen 154
4.10.2 Tavoiteasettelu 154
4.10.3 Sulkemistarkastelun painopisteet 155
4.10.4 Osakohteiden sulkeminen 155

4.10.5 Sulkemisen jälkeiset veden laadut keskeisissä osakohteissa 159
4.11 Hankkeen toteuttamisaikataulu 162
5 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELY 164
5.1 Arviointimenettelyn sisältö ja tavoitteet 164
5.2 YVA-menettelyn vaiheet 166
5.2.1 Ympäristövaikutusten arviointiohjelma 166
5.2.2 Ympäristövaikutusten arviointiselostus 167
5.3 YVA-menettely Sakatin kaivoshankkeessa 169
5.3.1 YVA-menettelyn soveltaminen 169
5.3.2 YVA-menettelyn vaiheet 169
5.3.3 Arviointimenettelyn osapuolet 170
5.3.4 Vuorovaikutus, osallistuminen ja tiedottaminen 170
5.3.5 YVA-ohjelmasta saatu palaute 173
6 HANKKEEN LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN JA SUUNNITELMIIN 174
6.1 Suomen mineraalistrategia 174
6.2 Lapin maakuntasuunnitelma 2030 174
6.3 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet 175
6.4 Alueelliset maankäyttötavoitteet 176
6.5 Muu malminetsintä ja kaivostoiminta hankkeen lähialueella 176
7 LUVAT JA PÄÄTÖKSET 178
7.1 Voimassa olevat luvat ja päätökset 178
7.2 Hankkeen edellyttämät luvat ja päätökset 178
7.3 Luvat 182
7.3.1 Ympäristölupa 182
7.3.2 Vesilupa 182
7.3.3 Kaivoslupa 183
7.3.4 Kaivosturvallisuuteen liittyvät luvat 184
7.3.5 Kaivosaluelunastuslupa 184
7.3.6 Patoturvallisuus 184
7.3.7 Maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset luvat 184
7.3.8 Liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetun lain mukaiset luvat 185
7.3.9 Sähkömarkkinalain mukaiset luvat 185
7.3.10 Luonnonsuojelulain mukaiset poikkeusluvat 185
7.3.11 Lajisuojelu 186

7.3.12 Natura-suojelu 186
7.3.13 Soidensuojelu 187
7.3.14 Muinaismuistot 188
7.3.15 Muut luvat 188
8 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINNIN TOTEUTUS 189
8.1 Vaikutusten arvioinnin lähtökohdat 189
8.2 Arvioinnin rajaus 189
8.3 Vaikutusten arvioinnin vaiheet ja vaikutusten merkittävyyden arviointi 190
8.3.1 Vaikutuskohteen herkkyys 191
8.3.2 Muutoksen suuruus 191
8.3.3 Vaikutusten merkittävyys 192
8.4 Vaihtoehtojen vertailu ja toteuttamiskelpoisuuden arviointi 193
9 VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN JA MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUUN 194
9.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 194
9.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 194
9.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 194
9.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 195
9.2 Nykytila 196
9.2.1 Aluerakenne 196
9.2.2 Yhdyskuntarakenne 198
9.2.3 Alueidenkäytön suunnittelujärjestelmä 199
9.2.4 Maakuntakaava 199
9.2.5 Osayleiskaavat 202
9.2.6 Asemakaavat 206
9.2.7 Kaivosyhtiön maanhankinnan periaatteet 206
9.2.8 Vaikutuskohteiden herkkyys 207
9.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 207
9.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 208
9.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 208
9.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset 210
9.3.4 Vaikutusten merkittävyys 210
9.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 214
10 VAIKUTUKSET MAISEMAAN JA KULTTUURIYMPÄRISTÖÖN 215
10.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 215

10.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 215
10.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 215
10.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 217
10.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 217
10.2 Nykytila 218
10.2.1 Nykytilan kuvaus 218
10.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys 228
10.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 228
10.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 228
10.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 229
10.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset 247
10.3.4 Vaikutusten merkittävyys 248
10.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 250
11 VAIKUTUKSET MAA- JA KALLIOPERÄÄN 251
11.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 251
11.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 251
11.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 251
11.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 255
11.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 256
11.2 Nykytila 257
11.2.1 Nykytilan kuvaus 257
11.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys 271
11.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 271
11.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 271
11.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 273
11.3.3 Sulkemisen vaikutukset 274
11.3.4 Vaikutusten merkittävyys 274
11.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 275
12 MELUN VAIKUTUKSET 276
12.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 276
12.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 276
12.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 276
12.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 286
12.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 286

12.2 Nykytila 288
12.2.1 Nykytilan kuvaus 288
12.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys 293
12.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 293
12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 293
12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 298
12.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset 319
12.3.4 Vaikutusten merkittävyys 319
12.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 320
12.4.1 Rakentamisvaihe 321
12.4.2 Tuotantovaihe 328
12.4.3 Yhteenveto 340
13 TÄRINÄN VAIKUTUKSET 342
13.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 342
13.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 342
13.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 342
13.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 345
13.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 346
13.2 Nykytila 347
13.2.1 Vaikutuskohteiden herkkyys 348
13.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 348
13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 348
13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 356
13.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset 363
13.3.4 Vaikutusten merkittävyys 363
13.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 364
14 VAIKUTUKSET LIIKENTEESEEN 366
14.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 366
14.1.1 Vaikutusten muodostuminen 366
14.1.2 Kuljetusreitit ja -määrät 366
14.1.3 Tarkastelualueen rajaus 367
14.1.4 Tarkasteltavat vaihtoehdot ja skenaariot 370
14.1.5 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 371
14.1.6 Arvioinnin epävarmuustekijät 372

14.1.7 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 373
14.2 Nykytila 374
14.2.1 Hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialue 374
14.2.2 Laajempi tarkastelualue 385
14.2.3 Rataverkko osuuksilla Kemijärvi–Kemi–Oulu sekä Oulu–Harjavalta 389
14.2.4 Vaikutuskohteiden herkkyys 389
14.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 392
14.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 392
14.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset skenaariossa 1 (Kevitsan kaivos toiminnassa) 397
14.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset skenaariossa 2 (Kevitsan kaivoksen toiminta päättynyt) 411
14.3.4 Sulkemisvaiheen vaikutukset 412
14.3.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 412
14.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 416
15 VAIKUTUKSET ILMASTOON JA ILMANLAATUUN 418
15.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 418
15.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 418
15.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 423
15.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 425
15.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 425
15.2 Nykytila 426
15.2.1 Nykytilan kuvaus 426
15.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys 431
15.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 432
15.3.1 Hankkeen vaikutukset 432
15.3.2 Vuosittaisten päästöjen määrä 432
15.3.3 Epäsuorat päästöt 438
15.3.4 Kaivostoiminnan kokonaispäästöt 440
15.3.5 Pölypäästöjen leviäminen 442
15.4 Vaikutusten merkittävyys 461
15.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 463
16 VAIKUTUKSET POHJAVETEEN 464
16.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 464
16.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 464

16.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 465
16.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 469
16.1.4 Vaikutuskohteiden herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 470
16.2 Nykytila 472
16.2.1 Pohjavesialueet 472
16.2.2 Talousvesikaivot 477
16.2.3 Maaperän pohjavesi 478
16.2.4 Lähteet 480
16.2.5 Kalliopohjavesi 483
16.2.6 Pohjaveden pinnankorkeudet 484
16.2.7 Maa- ja kalliopohjaveden virtaussuunnat 491
16.2.8 Pohjaveden laatu 494
16.2.9 Kalliopohjaveden laatu 506
16.2.10 Viiankiaavan hydrogeologia 519
16.2.11 Vaikutuskohteiden herkkyys 520
16.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 520
16.3.1 Pohjavesimallinnukset 520
16.3.2 Pohjaveden virtausmallinnuksen soveltamismahdollisuudet eri hankevaihtoehdoissa 534
16.3.3 Pohjaveden geokemiallinen mallinnus 538
16.3.4 Ilmastonmuutoksen vaikutus 539
16.3.5 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 540
16.3.6 Toiminnan aikaiset vaikutukset 543
16.3.7 Sulkemisen vaikutukset 546
16.3.8 Vaikutusten merkittävyys 547
16.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 549
17 VAIKUTUKSET VESISTÖIHIN JA VEDEN LAATUUN 550
17.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 550
17.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 550
17.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 553
17.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 553
17.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 553
17.2 Nykytila 555
17.2.1 Virtavedet 555
17.2.2 Suunnitellun kaivoksen lähivaluma-alueen ojat 565

17.2.3 Suunnitellun kaivoksen lähivaluma-alueen lammet ja järvet 566
17.2.4 Vesistöihin kohdistuva kuormitus 566
17.2.5 Järvet 581
17.2.6 Pohjasedimentit 582
17.2.7 Vaikutuskohteiden herkkyys 585
17.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 588
17.3.1 Käsitteiden määrittely: pitoisuus ja pitoisuuden nousu Kitisessä 588
17.3.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 589
17.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset 591
17.3.4 Sulkemistöiden aikaiset vaikutukset 630
17.3.5 Sulkemisen jälkeiset vaikutukset 630
17.3.6 Vaikutusten merkittävyys 631
17.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 634
18 VAIKUTUKSET VESIEKOLOGIAAN JA VESIELIÖSTÖÖN 635
18.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 635
18.1.1 Vaikutusten muodostuminen 635
18.1.2 Vaikutusten tarkastelualue 635
18.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 636
18.2.1 Kalastoseurannat ja kalataloushaastattelut 636
18.2.2 Sähkökoekalastukset 637
18.2.3 Kalojen metallipitoisuudet 637
18.2.4 Pohjaeläimet 638
18.2.5 Piilevät (päällyslevät) 638
18.2.6 Vesisammalet 638
18.2.7 Vaikutusarvioinnin toteutus 638
18.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 638
18.4 Nykytila 639
18.4.1 Kalasto ja kalastus 639
18.4.2 Pohjaeläimet 643
18.4.3 Piilevät (päällyslevät) 646
18.4.4 Vesisammalet 648
18.5 Vaikutukset kalastoon ja kalatalouteen 650
18.5.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 650
18.5.2 Vaikutusten arviointi 652

18.5.3 Kalastovaikutusten merkittävyys 654
18.6 Vaikutukset muuhun vesieliöstöön 655
18.6.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 655
18.6.2 Vaikutusten arviointi 657
18.6.3 Vaikutusten merkittävyys 659
18.7 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä 660
18.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 661
19 VAIKUTUKSET LUONTOTYYPPEIHIN JA KASVILLISUUTEEN 662
19.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 662
19.1.1 Luontovaikutusten muodostuminen 663
19.1.2 Luontovaikutusten tarkastelualue 665
19.1.3 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 666
19.1.4 Arvioinnin epävarmuustekijät 670
19.2 Luontotyyppien ja kasvillisuuden nykytila 672
19.2.1 Kasvillisuusalue 672
19.2.2 Hankealueen ja lähialueen metsät 673
19.2.3 Hankealueen ja lähialueen suot 673
19.2.4 Hankealueen ja lähialueen joet, purot ja lammet 675
19.2.5 Lähteet ja lähdevaikutteiset suot 675
19.2.6 Rakentamisalueiden luontotyypit 678
19.2.7 Merkittävä kasvillisuus ja uhanalaislajisto 690
19.3 Luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arviointi ja vaikutusten merkittävyys 695
19.3.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 695
19.3.2 Vaikutusten merkittävyys 697
19.3.3 Vaikutukset arvokkaisiin luontotyyppeihin sekä putkilokasvi- ja sammallajistoon 697
19.3.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset luontotyypeille 701
19.3.5 Toiminnan lopettamisen jälkeiset vaikutukset luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen 712
19.3.6 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä 713
19.3.7 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 715
20 VAIKUTUKSET LINNUSTOON 716
20.1 Johdanto 716
20.2 Lähtötiedot ja tarkastelualue 716
20.2.1 Linnustoselvitysten menetelmät ja lähialueelle laaditut muut linnustoselvitykset 717

20.2.2 Arvioinnin epävarmuustekijät 724
20.3 Linnuston nykytila 724
20.3.1 Peräpohjolan pesimälinnuston yleispiirteet 724
20.3.2 Linnusto kaivoksen maanpäällisten rakenteiden alueella 725
20.3.3 Erilliskartoitusten tulokset 726
20.3.4 Linnusto Viiankiaavan Natura-alueella 727
20.3.5 Natura-alueen ja sen ulkopuolisen alueen linnuston vertailu 728
20.3.6 Suojelullisesti huomionarvoiset lajit 729
20.3.7 Erityisesti suojeltavat lajit 732
20.3.8 Valtakunnallisesti uhanalaiset lajit 733
20.3.9 Alueellisesti uhanalaiset lintulajit 733
20.3.10 Lintudirektiivilajit 733
20.3.11 Kansainväliset vastuulajit 734
20.4 Lintuihin kohdistuvien vaikutusten arviointi 734
20.4.1 Linnustovaikutusten muodostuminen ja arviointimenetelmät 734
20.4.2 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 738
20.4.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 740
20.4.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset 747
20.4.5 Vaikutukset suojelullisesti huomionarvoiseen lajistoon 749
20.4.6 Vaikutukset muuttolinnustoon 752
20.4.7 Sulkemisen jälkeiset vaikutukset 752
20.4.8 Vaikutukset ja niiden merkittävyys 752
20.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 753
21 VAIKUTUKSET ELÄIMISTÖÖN JA HYÖNTEISLAJISTOON 754
21.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 754
21.1.1 Eläimistövaikutusten muodostuminen 754
21.1.2 Rakentaminen 755
21.1.3 Rakentamis- ja toimintavaiheessa ilmenevät häiriövaikutukset 755
21.1.4 Toiminnan aikaiset hydrologiset vaikutukset 757
21.1.5 Lopettamisen aikaiset vaikutukset 757
21.1.6 Luontovaikutusten tarkastelualue 757
21.1.7 Arvioinnin epävarmuustekijät 758
21.2 Lähtötiedot 759
21.2.1 Hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset 761

21.2.2 Jättisukeltaja ja kirjojokikorento 761
21.2.3 Jokihelmisimpukka 761
21.2.4 Lettosiemenkotilo 761
21.2.5 Saukko 763
21.2.6 Lepakot 765
21.2.7 Viitasammakko 765
21.2.8 Riista- ja petoeläimet 767
21.3 Eläimistön nykytila 767
21.3.1 Luontodirektiivin liitteen II ja IV(a) lajit 767
21.3.2 Hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset 773
21.3.3 Muu eläimistö 774
21.4 Eläimistöön kohdistuvien vaikutusten arviointi ja vaikutusten merkittävyys 775
21.4.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 775
21.4.2 Vaikutusten merkittävyys 777
21.4.3 Rakentamisenaikaiset vaikutukset 777
21.4.4 Toiminnanaikaiset vaikutukset 787
21.4.5 Sulkemisen aikaiset vaikutukset 792
21.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 792
21.6 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä 793
22 VAIKUTUKSET LUONNON MONIMUOTOISUUTEEN 795
22.1 Johdanto 795
22.2 Luontoarvojen turvaaminen 799
22.3 Vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen 802
22.4 AA Sakatti Mining Oy:n sitoutuminen nettopositiiviseen vaikutukseen luonnon monimuotoisuuden osalta 807
22.4.1 Mahdollisen kaivoksen aiheuttamat suorat ja epäsuorat ekologiset haitat 807
22.4.2 Ekologisen kompensaation periaatteet 807
23 VAIKUTUKSET NATURA-ALUEISIIN JA SUOJELUALUEISIIN 810
23.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 810
23.1.1 Vaikutusten muodostuminen 810
23.1.2 Vaikutusten tarkastelualue 810
23.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 811
23.3 Nykytila 812
23.4 Vaikutusten arviointi ja vaikutusten merkittävyys 814

23.4.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 814
23.4.2 Vaikutusten merkittävyys 816
23.4.3 Viiankiaavan Natura-alue 816
23.4.4 Muut Natura-alueet ja suojelukohteet 821
23.5 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä 826
23.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 828
23.7 Arvioinnin epävarmuustekijät 828
24 IHMISIIN KOHDISTUVAT VAIKUTUKSET 830
24.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 830
24.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 830
24.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 835
24.1.3 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 836
24.1.4 Arvioinnin epävarmuustekijät 839
24.2 Nykytila 840
24.2.1 Väestö 840
24.2.2 Asutus 840
24.2.3 Virkistyskäyttö 844
24.2.4 Liikkuminen ja liikenne 847
24.2.5 Elinkeinoelämä ja palvelut 847
24.2.6 Vaikutuskohteiden herkkyys 848
24.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 850
24.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 850
24.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset 855
24.3.3 Sulkemisen vaikutukset 859
24.3.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys 860
24.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 867
25 VAIKUTUKSET PORONHOITOON 868
25.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 868
25.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 868
25.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 869
25.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 869
25.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 870
25.2 Nykytila 872
25.2.1 Poronhoito Suomessa 872

25.2.2 Hankkeen vaikutusalueen paliskunnat 873
25.2.3 Poronhoidon häiriöalueet 884
25.2.4 Porojen elinpiirit ja kulkureitit tutkimuspaliskunnissa 884
25.2.5 Porojen elinalueet tutkimuspaliskunnissa 885
25.2.6 Vaikutuskohteiden herkkyys 887
25.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 888
25.3.1 Laidunmenetykset ja häiriöalueet 889
25.3.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 895
25.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset 895
25.3.4 Sulkemisen vaikutukset 898
25.3.5 Muusta maankäytöstä aiheutuvat kumulatiiviset vaikutukset 898
25.3.6 Vaikutusten merkittävyys 898
25.4 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä 901
25.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 903
26 VAIKUTUKSET ALUETALOUTEEN 905
26.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus 905
26.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue 905
26.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät 905
26.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät 907
26.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi 908
26.2 Nykytila 909
26.2.1 Väestö ja työvoima 909
26.2.2 Työllisyys 909
26.2.3 Työpaikat ja aluetalous 910
26.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys 912
26.3.1 Tutkimus- ja suunnitteluvaiheen vaikutukset 912
26.3.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset 913
26.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset 913
26.3.4 Sulkemisen vaikutukset 914
26.3.5 Vaikutusten merkittävyys 920
26.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen 923
27 VOIMAJOHDON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET 924
27.1 Voimajohtosuunnittelun kehittyminen hankkeen aikana 926
27.2 Voimajohdon rakenteet ja rakentaminen 926

27.2.1 Voimajohdon reitti ja 110 kV:n voimajohdon rakenteet 926
27.2.2 Voimajohdon rakentaminen....934
27.3 Voimajohdon vaikutukset....934
27.3.1 Voimajohdon ympäristövaikutukset 934
27.3.2 Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset....944
28 YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA 947
28.1 Valtatie 5:n uusi linjaus Sodankylän taajaman kohdalla 947
28.2 Soklin kaivoshanke 947
28.3 Pahtavaaran kaivos....948
28.4 Boreal Bioref Oy:n Kemijärven biojalostamo 948
28.5 Jäämeren rata....949
29 YHTEENVETO JA VAIHTOEHTOJEN VERTAILU 950
30 HANKKEEN TOTEUTTAMISKELPOISUUS 970
30.1 Tekninen toteuttamiskelpoisuus....970
30.2 Yhteiskunnallinen toteuttamiskelpoisuus 970
30.3 Ympäristöllinen toteuttamiskelpoisuus....971
30.4 Sosiaalinen toteuttamiskelpoisuus....972
31 POIKKEUS-, HÄIRIÖ- JA ONNETTOMUUSTILANTEET 974
31.1 Kaivostoimintaan liittyvät ympäristöriskit....974
31.2 Tulvariskit ja Kitisen padot 982
31.2.1 Tulvariskialueet 982
31.2.2 Kitisen patojen murtuminen 982
31.2.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus tulvariskeihin 983
32 HANKKEEN VAIKUTUSTEN SEURANTA 984
32.1 Vesistöt....984
32.2 Pohjavesi....984
32.3 Melu....985
32.4 Ilmanlaatu....985
32.5 Biologinen seuranta....985
32.6 Porotalous 986
32.6.1 Seurantamenetelmät 986
32.6.2 Seurannan toteutus....987
32.7 Aluetalous....987
32.8 Sosiaaliset vaikutukset....988
32.9 Kompensaatiotoimet....989
33 LÄHDELUETTELO.... 990

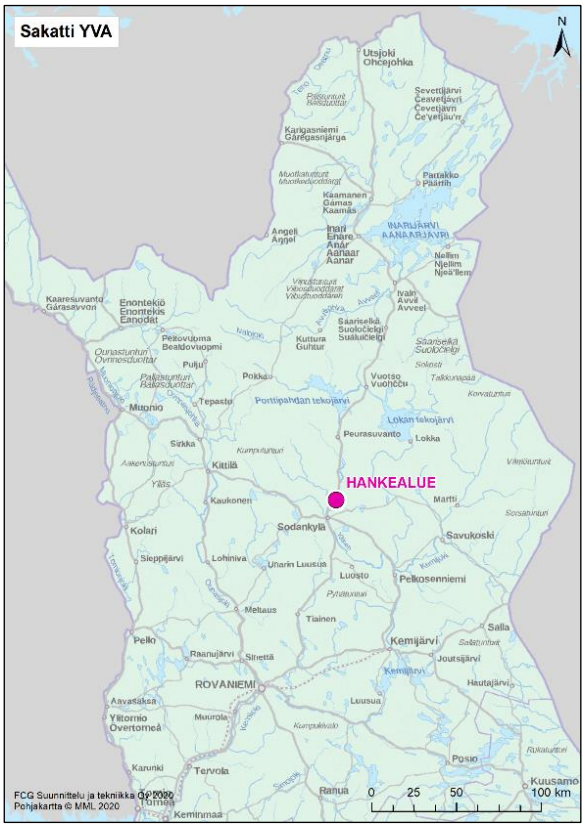
Liitteet

1. YVA:ssa käytetyt termit, lyhenteet ja yksiköt
2. Sakatin kaivoshankkeen hankevaihtoehtojen kartat
3. Luontokarttasarjat
4. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma, Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke, Sodankylä. Yhteysviranomaisen lausunto, LAPELY/3385/2017, 13.4.2018
5. Yhteysviranomaisen YVA-ohjelmasta antaman lausunnon huomioiminen YVA-selostuksessa
6. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen vaikutukset Viiankiaavan Natura 2000 –alueeseen, Ramboll Finland Oy 2020
7. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen maisema- ja kulttuuriympäristöselvitys, Ramboll Finland Oy 2020
8. Viiankiaavan ympäristön maaperän kehitys ja sen erityispiirteet, Salonen Environment 2019
9. Sakatin kaivoshankkeen melun nykytilaselvitys, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020
10. Sakatin kaivoshankkeen meluselvitys, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020
11. Sakatin kaivoshankkeen tärinäselvitys, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020
12. Sakatin kaivoshankkeen pölymallinnus, AONA Environmental 2020
13. Sakatin kaivoshankkeen pohjavesivaikutusten mallinnus, Stantec Consulting Ltd. 2020
14. Viiankiaavan hydrologiaan vaikuttavista tekijöistä, Salonen Environment 2020
15. Sakatin vesistökuormituksen vaikutus Kitisen ainepitoisuuksiin jokimallin avulla arvioituna, kuormitusvaihtoehdot 1 ja 2, AFRY Finland Oy 2020
16. AA Sakatti Mining Oy, Sakatin kaivoshanke, Ympäristövaikutusten arviointi. Kaivoksen vesitase, AFRY Finland Oy 2020
17. Pohja- ja pintavesien tarkkailutulokset
18. Vapaaehtoinen ekologinen kompensaatio AA Sakatti Mining Oy:n mahdolliselle Sakatin kaivokselle, Kotiaho ja Moilanen 2020
19. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke – Sosiaalisten vaikutusten arviointi, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020
20. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke – Poroselvitys, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy ja Itä-Suomen yliopisto 2020
21. Sakatin aluetalousvaikutukset paikallisesti, alueellisesti ja kansallisesti, Ramboll Finland Oy 2020
22. Aluetalousvaikutusten arviointi, Gaia Consulting Oy 2019
23. Sakatin kaivoksen synnyttämä Cleantech, Ramboll Finland Oy 2019
24. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen 110 kV liityntävoimajohdon ympäristöselvitys, Ramboll Finland Oy 2020
25. Sakatin kaivoksen osayleiskaava ja ympäristövaikutusten arviointi - Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen. Ramboll Finland Oy, Selvitys 2019.
26. Sakatin kaivoshankkeen YVA-vaiheen sulkemissuunnitelma, AFRY Finland Oy 2020

1 JOHDANTO

Sakatin monimetalliesiintymän päämetallit ovat nikkeli, kupari ja platinaryhmän alkuaineet ja sen lisäksi (vähemmässä määrin) myös koboltti, kulta ja hopea. Sakatin esiintymä sijaitsee noin 15 km Sodankylästä koilliseen (Kuva 1-1). Viiankiaavan länsireunalle sijoittuvalta alueelta on Anglo Americanin suorittaman malminetsinnän tuloksena löydetty kolme vastaavantyylistä monimetalliesiintymää. Löydetyistä esiintymistä pääesiintymää ja sen koillispuolelle sijoittuvaa satelliittiesiintymää NE tarkastellaan tässä YVA-menettelyssä ja niistä käytetään termiä ’Sakatin esiintymä’ tai ’Sakatin monimetalliesiintymä’ myöhemmin tekstissä. Anglo Americanin paikallistamat esiintymät muodostavat yhden merkittävimmistä uusista löydöksistä mitä Suomessa ja Euroopassa on tehty viimeisten vuosikymmenien aikana. Sakatin esiintymän eri metallien − kupari, nikkeli, koboltti, platina, palladium, kulta ja hopea (Cu-Ni-Co-Pt-Pd-Au-Ag) − yhdistelmä yhdistettynä korkeisiin metallipitoisuuksiin sekä esiintymän geologiseen jatkuvuuteen tekevät siitä merkittävän.

Suurin osa Sakatin esiintymästä sijoittuu syvälle Natura 2000 -verkostoon kuuluvan ja soiden suojelulailla (30.9.1988/851) suojellun Viiankiaavan alapuoliseen kallioperään. Hankealueella sijaitsee myös Uusitalon yksityinen suojelualue sekä Viiankiaavan yksityinen suojelualue. Alueen topografiaa hallitsevat laajat aapasuot sekä metsäiset saarekkeet. Alueelta ei ole tavattu lohkare- tai kallioperäpaljastumia. Malminetsintätyö ja esiintymien löytyminen perustuvat geokemialliseen näytteenottoon, geofysiikan maasto- ja lentomittauksiin sekä timanttikairaukseen. Sakatin Ni-Cu-PGE –monimetalliesiintymä on maailmanlaajuisesti yksi Anglo Americanin tärkeimmistä suunnitteilla olevista kaivoshankkeista.



Kuva 1-1 Sakatin kaivoshankkeen sijainti Lapissa, Sodankylän kunnassa.

2 HANKKEEN YLEISKUVAUS

Luvussa 2 on kuvattu hankkeesta vastaava (luku 2.1) sekä kerrotaan hankkeen tarkoituksesta (luku 2.2), sen taustasta (luku 2.3) ja Sakatin mineraalivarannoista (luku 2.4). Luvussa 2.5 kuvataan tarkemmin Sakatin kaivoshankkeen sijaintia, esitetään hankealue ja kerrotaan hankkeen sijoittumisesta suhteessa Viiankiaavan Natura 2000-alueeseen.

2.1 Hankkeesta vastaava

Anglo American -konserniin kuuluva AA Sakatti Mining Oy (myöhemmin 'AASM Oy') on vuonna 2011 perustettu suomalainen liiketoimintayksikkö, joka vastaa Sodankylässä sijaitsevan Sakatin monimetalliesiintymän malminetsinnästä sekä kaivoshankkeen toteutuksesta. Sakatin esiintymän lisäksi yhtiö tekee malminetsintää myös muualla Suomen Lapissa. AASM Oy työllisti suoraan 39 henkilöä vuonna 2019.

Anglo Amerian Plc. on yksi maailman kymmenestä suurimmasta kaivosyhtiöstä, jonka tuotanto kattaa perusraaka-aineet (rautamalmi, mangaani, metallurginen hiili ja lämpöhiili), perusmetallit (platina, kupari ja nikkeli) sekä timantit. Yhtiö harjoittaa malminetsintää ja kaivostoimintaa Afrikassa, Aasiassa, Australiassa, Pohjois- ja Etelä-Amerikassa sekä Euroopassa Pohjoismaat mukaan lukien. Anglo Americanin pääkonttori sijaitsee Lontoossa, ja yhtiö on listattu Lontoon ja Johannesburgin pörsseihin. Yhtiö työllistää maailmanlaajuisesti noin 64 000 henkilöä. Toiminnassaan Anglo American on sitoutunut maailmanlaajuisesti noudattamaan kaivosalan tiukimpia turvallisuus- ja vastuullisuusnormeja ja -käytäntöjä.

2.2 Hankkeen tarkoitus

Hankkeen tarkoituksena on toteuttaa monimetallikaivos Sakatin esiintymän hyödyntämiseksi. Kaivoksen toiminta käsittää malmin louhinnan maanalaisesta kaivoksesta sekä maan päällä tapahtuvan malmin rikastuksen. Louhitusta malmista tuotetaan erilliset kupari- ja nikkelirikasteet, jotka toimitetaan edelleen jatkojalostettavaksi sulatoille.

Sakatin esiintymän tunnettujen mineraalivarantojen määräksi on arvioitu 44,4 miljoonaa tonnia (Mt). Esiintymän varantojen on arvioitu riittävän 1,25-1,8 Mt vuotuisilla louhintamäärillä 20 v. Nikkeli- ja kuparirikasteiden arvioitu tuotanto tulee olemaan yhteensä keskimäärin 250 000 t/v. Nikkelirikasteesta saadaan kaupallisesti hyödynnettävissä määrin myös platinaa, palladiumia, kuparia, kobolttia, kultaa ja hopeaa. Vastaavasti kuparirikasteesta saadaan sivutuotteina platinaa, palladiumia, kultaa ja hopeaa.

Rikasteesta saatavaa nikkeliä käytetään mm. akuissa, ruostumattoman teräksen valmistuksessa sekä katalyyttinä. Kuparin suurin käyttäjä on elektroniikkateollisuus, jossa kuparin etuina ovat hyvä sähkön- ja lämmönjohtavuus sekä korroosiokestävyys.

Sakatin kaivoksen on tarkoitus vastata maailmanlaajuisesti kasvavaan mineraalien tarpeeseen kaivostoimintaa kestävällä tavalla harjoittaen. Metallien kysyntää, mm. nikkelin, litiumin ja koboltin, kasvattaa mm. liikenteen sähköistyminen, johon pelkällä metallien kierrättämisellä ei pystytä vastaamaan. Euroopan Unionin laatimassa kriittisten ja muiden merkittävien raaka-aineiden luokittelussa nikkeli ja kupari on määritelty ei-kriittisiksi, taloudellisesti merkittäviksi raaka-aineiksi, ja platinaryhmän metallit (ruteeni, rhodium, palladium, osmium, iridium ja platina) kriittisiksi raaka-aineiksi. Nikkeliä louhitaan Suomessa ainoastaan Terrafame Oy:n kaivoksella Sotkamossa, Boliden Kylylahden kaivoksella sekä Sakatista 20 km päässä sijaitsevalla Boliden Kevitsan kaivoksella. Boliden

Kylylahden kaivos on tarkoitus sulkea lähivuosina. Kuparia louhitaan edellä mainittujen lisäksi myös Pyhäsalmen kaivoksella, jonka toiminta on kuitenkin päättymässä lähivuosien aikana.

Sakatin kaivoksen suunnittelussa huomioidaan kaivosteollisuuden parhaat käytännöt haitallisten vaikutusten minimoimiseksi. Toteutuessaan Sakatin kaivos olisi Euroopan rikkainta monimetalliesiintymää parhaalla mahdollisella tekniikalla hyödyntävä ja vastuullisesti toimiva tuotantolaitos.

2.3 Hankkeen tausta

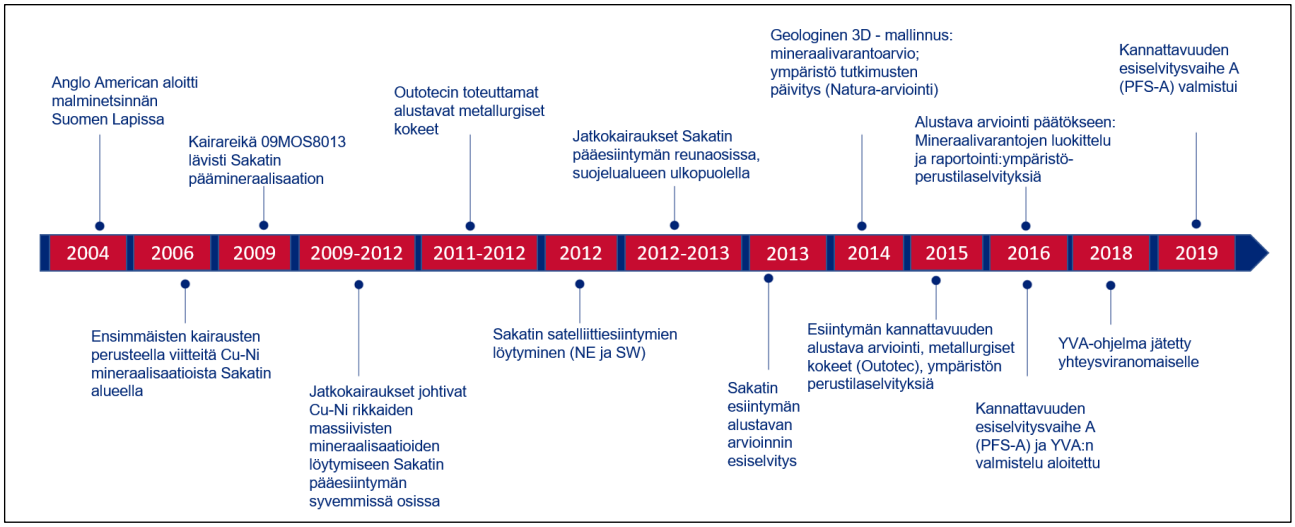
Anglo American aloitti malminetsinnän Sodankylän alueella vuonna 2004. Malminetsintöjen alussa toteutettiin aluesuunnittelu, jonka pohjalta tulevat tutkimuskohteet valikoituivat. Aluesuunnittelussa hyödynnettiin Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) lentogeofysiikan aineistoa, joka yhdistettiin tutkimusalueen geologisiin havaintoihin sekä GTK:n alueelliseen geokemian aineistoon.

Ensimmäiset malminetsinnän kenttätyöt koostuivat maastogeofysiikan mittauksista sekä pohjamoreeninäytteenotosta. Tutkimustulokset osoittivat, että Sakatin alueen itäosassa maaperässä esiintyi taustapitoisuuksiin nähden kohonneina pitoisuuksina nikkeliä, kuparia sekä platinaryhmään kuuluvia metalleja. Yhdistämällä tämä geokemian poikkeama lentogeofysiikan avulla havaittuun alueen magneettiseen poikkeamaan, ensimmäiset timanttikairaukset pystyttiin kohdentamaan tutkimusalueelle.

Timanttikairaukset malminetsintäalueilla aloitettiin vuonna 2006. Ensimmäisten kairausten perusteilla saatiin viitteitä Sakatin esiintymästä, kun kairauksissa lävistettiin kaksi mineralisoitunutta vyöhykettä, joissa havaittiin kohonneita kuparipitoisuuksia. Sakatin monimetalliesiintymän löytyminen ajoittuu vuoteen 2009, jolloin suoritetuissa timanttikairauksissa lävistettiin huomattavan paksu kuparimineralisaatio (110 m, pitoisuuksilla 1,3 % Cu, 0,2 % Ni, 0,5 g/t Pt, 0,3 g/t Pd ja 0,4 g/t Au). Tästä hetkestä eteenpäin malminetsintä Sakatin alueella keskittyi tunnetun esiintymän syvyys- ja pituusjatkeiden tutkimiseen.

Sakatin esiintymän laajuutta kartoittaessa yhtiö käynnisti mineraalivarantojen hyödyntämistä koskevan kannattavuusselvitysprosessin. Vuonna 2016 valmistui kannattavuuden alustava arviointi (Concept Study), minkä jälkeen edettiin kannattavuuden esiselvitysvaiheeseen (Pre-Feasibility Study, PFS). Ensimmäinen osa kaksivaiheisesta kannattavuuden esiselvityksestä (PFS-A) valmistui vuoden 2019 lopussa. Keskeiset vaiheet Sakatin esiintymän löytymisestä sekä siihen liittyvistä tutkimuksista ja selvityksistä on esitetty alla (Kaavio 2-1).

Kaavio 2-1 Sakatin esiintymän tutkimus- ja selvitysvaiheet vuosina 2004-2019.



2.4 Sakatin esiintymän mineraalivarannot

Sakatin esiintymän tunnettujen mineraalivarantojen määräksi on arvioitu 44,4 Mt (Taulukko 2-1). Mineraalivarantoarvio perustuu vuosien 2006 ja 2014 välisenä aikana kerättyyn geologiseen aineistoon ja se pitää sisällään Sakatin pääesiintymän sekä siitä koilliseen sijaitsevan satelliittiesiintymän NE. JORC-koodin (JORC 2012) mukaisesti arvioidut Sakatin esiintymän osoitetut mineraalivarannot (indicated resource) ovat 3,5 Mt ja mahdolliset mineraalivarannot (inferred resource) 40,9 Mt käyttäen 1,0 % kupariekvivalentti (CuEq) cut-off arvoa. Osoitettujen mineraalivarantojen kuparipitoisuus on 3,45 %, nikkelipitoisuus 2,47 % sekä PGE (platina + palladium + kulta) pitoisuus 2,49 g/t. Mahdollisten mineraalivarantojen kuparipitoisuus on 1,77 %, nikkelipitoisuus 0,83 % sekä PGE-pitoisuus 1,37 g/t. Tämän hetken arvion mukaan Sakatin esiintymän kokonaislouhinta-aika on noin 20 vuotta vuosittaisen louhintamäärän ollessa 1,25–1,8 Mt.

Taulukko 2-1 Sakatin esiintymän mineraalivarantoarvio (raportoitu v. 2016 käyttäen JORC-koodistoa).

Sakatin esiintymän mineraalivarannot				
Luokka	**Mt**	**Cu %**	**Ni %**	**PGE g/t**
Mitatut (Measured Resource)	-	-	-	-
Osoitetut (Indicated Resource)	3,5	3,45	2,47	2,49
Mahdolliset (Inferred Resource)	40,9	1,77	0,83	1,37
Yhteensä	**44,4**	**1,90**	**0,96**	**1,40**

Mahdollisiin mineraalivarantoihin liittyvistä epävarmuuksista johtuen ei voida olettaa, että kaikki tai osa mahdollisista mineraalivarannoista voidaan välttämättä muuttaa osoitetuiksi tai mitatuiksi mineraalivarannoiksi malminetsinnän jatkovaiheiden jälkeen.

2.5 Hankkeen sijainti ja alueen yleiskuvaus

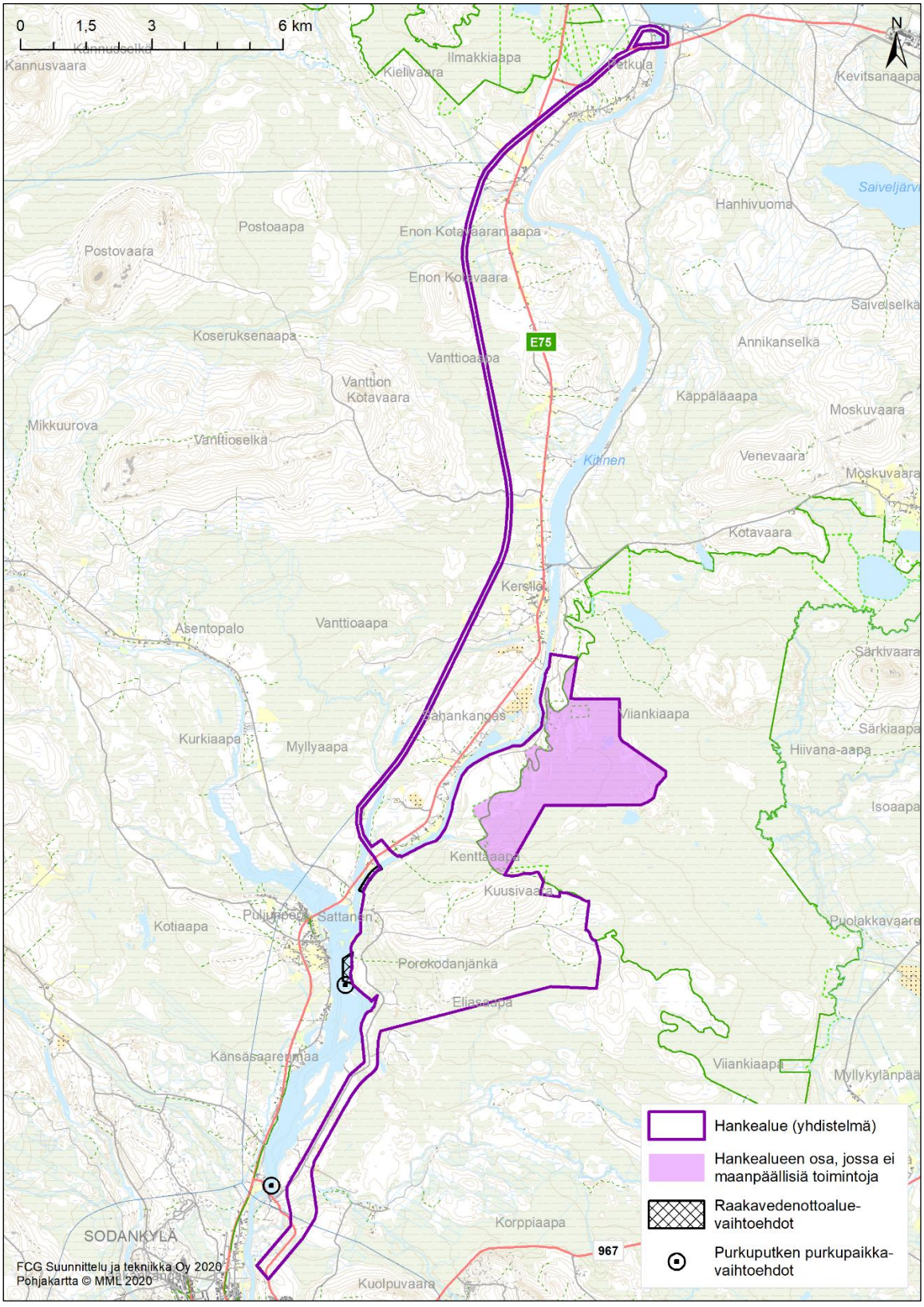
2.5.1 Hankkeen sijainti

Sakatin kaivoshanke sijoittuu Sodankylän kuntaan, noin 15 km kuntakeskuksesta koilliseen. Hankealue, johon rakentamistoimet sijoittuvat ja jonka sisälle hankkeen pääasialliset fysikaaliset vaikutukset kohdistuvat, on esitetty Kuva 2-1. Hankealueeseen kuuluvat hankkeen maanpäälliset ja maanalaiset toiminnot. Hankealueen länsipuolella sijaitsee Kemijoen sivuhaaroihin kuuluva Kitinen sekä pohjois-eteläsuuntainen valtatie 4 (vt 4), joka on Keski-Lapin pohjoiseen suuntautuvan liikennöinnin pääväylä. Hankealueen lähistölle sijoittuvat Kersilön, Sattasen ja Moskuvaaran kylät. Kylistä lähimpänä hankealuetta sijaitsee Sattanen, joka sijaitsee noin 2 km hankealueesta länteen. Hankealue sijoittuu kahden poropaliskunnan, Oraniemi ja Sattasniemi, alueelle.

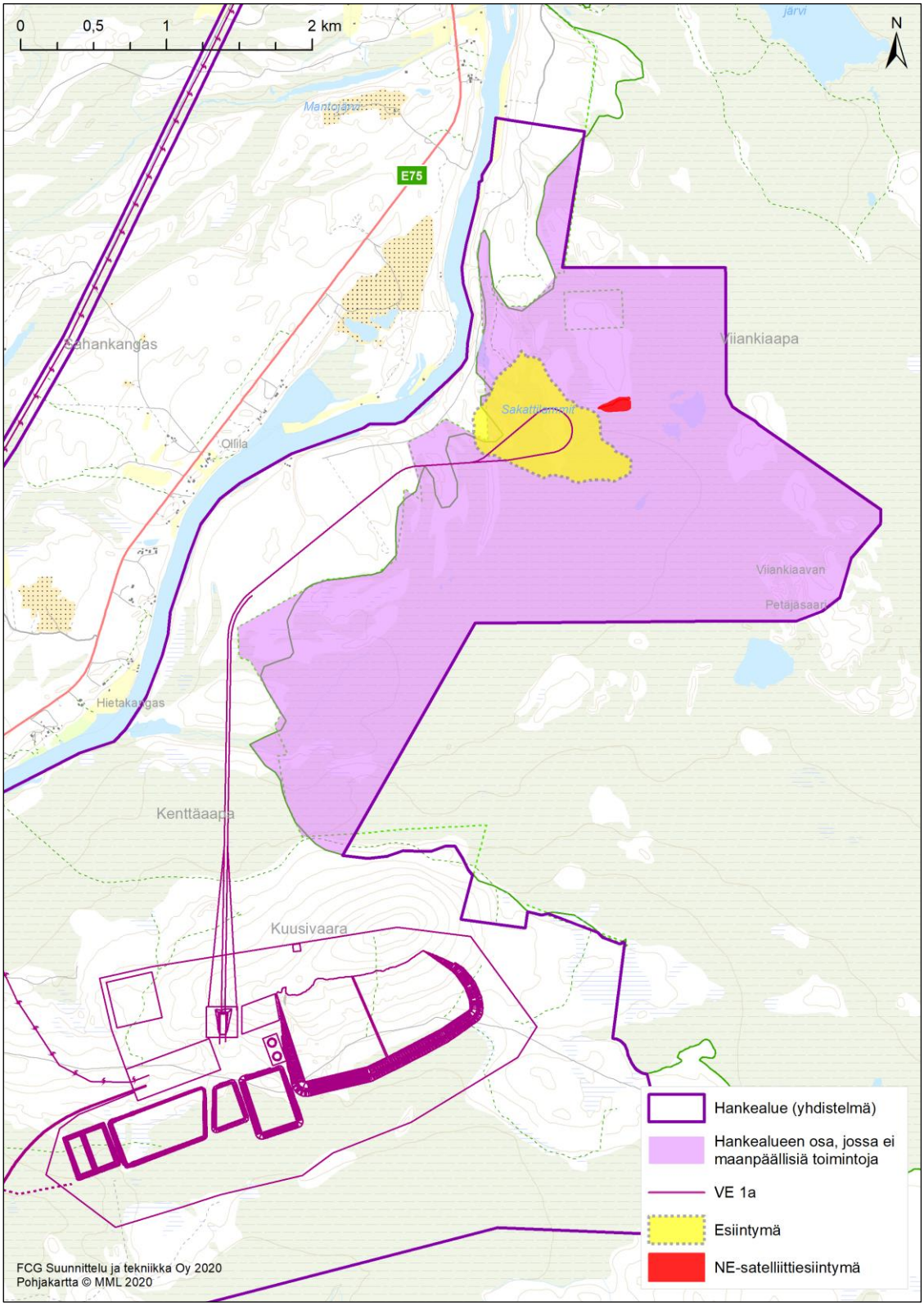
Kaivoksen maanpäällinen tehdasalue sijoittuu suurelta osin Viiankiaavan länsipuolella sijaitsevalle Kuusivaaran alueelle. Eri hankevaihtoehdoissa toimintoja on sijoitettu osin myös Pahanlaaksonmaalle noin 3-5 km Kuusivaarasta pohjoiseen. Kaivoksella tarvittavan raakaveden otto sekä puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikka tulevat sijoittumaan Kitiseen.

Idässä maanpäällinen hankealue rajautuu Viiankiaapaan. Sakatin esiintymä sijaitsee suurimmaksi osaksi Viiankiaavan Natura 2000 –verkostoon kuuluvan suoalueen alapuolella. Hankkeen sijaintia suhteessa Viiankiaapaan on käsitelty tarkemmin luvussa 2.5.2. Alueesta noin 10 km pohjoiseen sijaitsevat laajat Natura 2000 -alueet Pomokaira ja Koitelainen.

Sakatin pääesiintymä alkaa n. 350 metrin syvyydestä jatkuen aina 1 200 m syvyyteen. Pääesiintymästä koilliseen on pienempi, lähempänä maanpintaa sijaitseva satelliittiesiintymä NE, joka alkaa noin 150 m syvyydestä. Esiintymien tarkkoja rajoja ei ole vielä pystytty määrittämään. Kuvassa Kuva 2-2 on esitetty Sakatin pääesiintymän ja satelliittiesiintymän NE sijainnit.



Kuva 2-1 YVA-selostuksessa arvioitavan Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen sijainti ja hankealue.



Kuva 2-2 Sakatin esiintymän sijainti. Pääesiintymän sijainti on esitetty keltaisella ja satelliittiesiintymän NE sijainti punaisella. Kartalla on esitetty vaihtoehdon VE1a toimintojen sijoittuminen hankealueella ja vaihtoehdon VE1a vinotunnelin sijoittuminen suhteessa esiintymään.

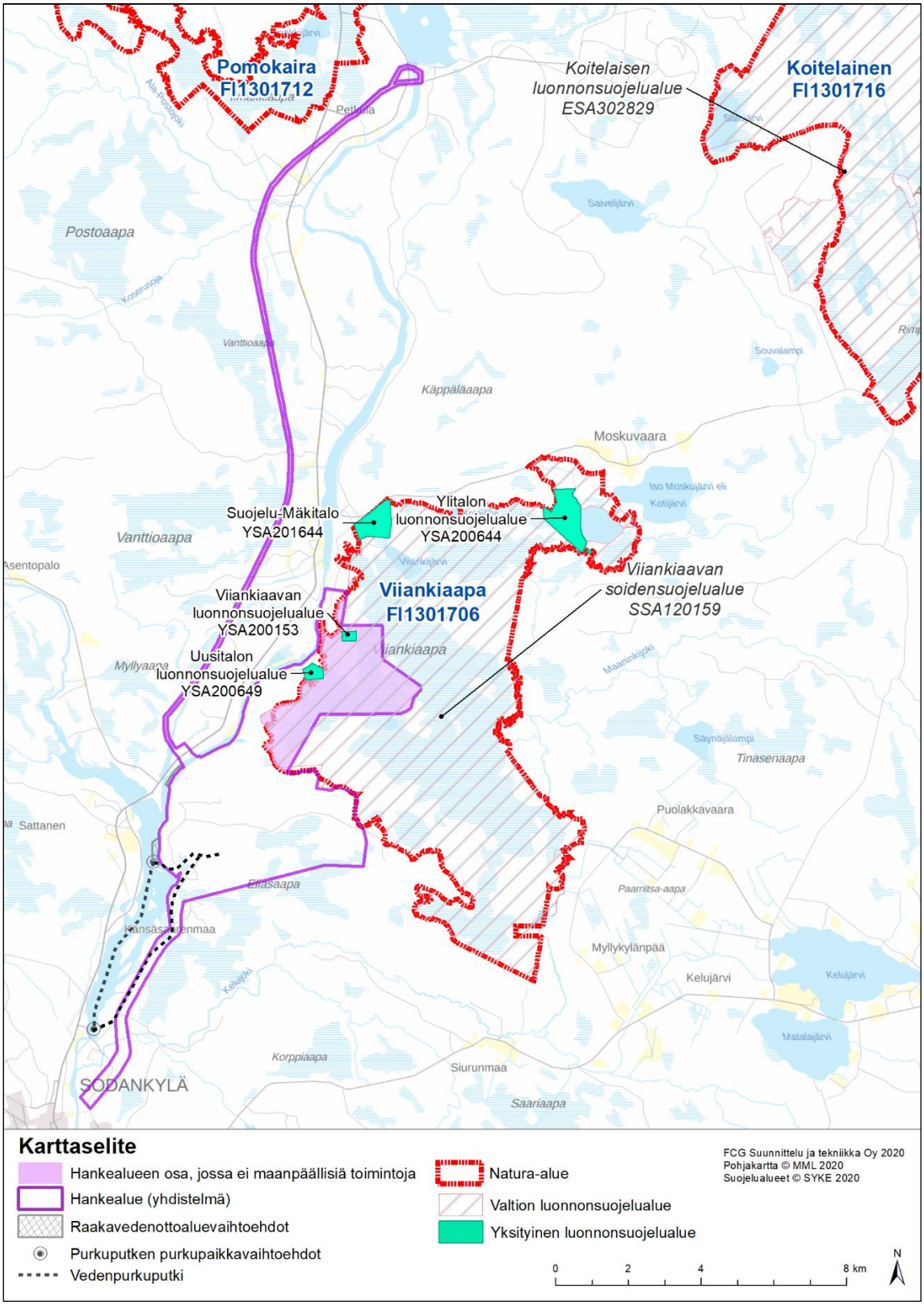
2.5.2 Hankkeen sijoittuminen suhteessa Viiankiaavan Natura 2000 -alueeseen

Sakatin pääesiintymä sijaitsee Natura 2000 –verkostoon kuuluvan Viiankiaavan suoalueen alapuolella alkaen n. 350 metristä maanpinnan alapuolella. Myös Sakatin satellittiesiintymä NE sijaitsee Viiankiaavan Natura 2000 -alueen alapuolella alkaen n. 150 m syvyydestä. Kaivoksen maanpäälliset toiminnot eivät sijoitu Natura-alueelle. Hankkeen sijoittuminen suhteessa Viiankiaavan Natura 2000 –alueeseen ja soidensuojelualueeseen on esitetty kartalla (Kuva 2-3).

Pääosa Viiankiaavasta on perustettu soidensuojelualueeksi soidensuojelulailla (30.9.1988/851, Viiankiaavan soidensuojelualue SSA120159). Vuonna 2015 vahvistetussa Ympäristöministeriön asetuksessa Natura 2000 -verkostoon kuuluvien alueiden luettelosta (354/2015) säädettiin Viiankiaavan sisällyttämisestä myös Natura 2000 –verkostoon. Viiankiaavan Natura-alue (FI1301706) on laajuudeltaan 6 595 ha. Alue on suojeltu sekä luontodirektiivin (erityisten suojelutoimien alue SAC) että lintudirektiivin (erityinen suojelualue SPA) perusteella.

Viiankiaavan Natura-alueella sijaitsee lisäksi neljä pienempää, yksityistä luonnonsuojelualuetta: Ylitalon luonnonsuojelualue (YSA200644), Suojelu-Mäkitalo (YSA201644), Viiankiaavan luonnonsuojelualue (YSA200153) ja Uusitalon luonnonsuojelualue (YSA200649). Näistä kaksi viimeksi mainittua sijaitsee hankealueella. Muu osa Natura-alueesta kuuluu soidensuojelun perusohjelmaan (Viiankiaapa SSO120565) (SYKE 2017). Myös nämä suojelualueet on esitetty kuvassa Kuva 2-3.

Sakatin kaivoshankkeen yhteydessä on laadittu Viiankiaapaa koskeva Natura-arviointi (Ramboll Finland Oy 2020e). Alueen Natura-suojelua ja hankkeen vaikutuksia suojelun perusteina oleviin luontotyyppeihin ja lajeihin on käsitelty tarkemmin luvussa 23. Viiankiaavan luontoarvojen vuoksi hanke on suunniteltu toteutettavaksi maanalaisena kaivoksena siten, että toiminta alueella ei heikentäisi merkittävästi suojeltuja luontoarvoja. Tästä huolimatta kaivoshankkeen toteuttaminen saattaa edellyttää osittaista poikkeamista Natura 2000 −suojelusta ja menetettyjen luontoarvojen kompensaatiota. Tämä edellyttää valtioneuvoston päätöstä ja EU-komission lausuntoa (ks. luku 7.3.12).



Kuva 2-3 Sakatin kaivoshankkeen hankealue (vaihtoehtojen yhdistelmä) sekä sen läheisyydessä sijaitsevat luonnonsuojelualueet.

3 TARKASTELTAVAT VAIHTOEHDOT

Luvussa 3 on kuvattu, mitä muutoksia hankkeeseen on tehty YVA-ohjelman jälkeen (luku 3.1). Lisäksi kuvataan hankkeessa tarkasteltavat vaihtoehdot (luvut 3.3-3.9) ja niiden väliset erot (luku 3.2).

3.1 Hankesuunnitelman kehittyminen

Tässä luvussa on kuvattu lyhyesti hankesuunnitelmien kehittyminen hankkeen esiselvitysvaiheesta YVA-ohjelmavaiheeseen sekä hankesuunnitelman kehittymistä YVA-ohjelman (Pöyry Finland Oy 2018) jälkeen. YVA-selostuksessa arvioitavat vaihtoehdot on kuvattu luvuissa 3.3–3.9.

3.1.1 AA Sakatti Mining Oy:n toimintatapa hankkeesta aiheutuvien haitallisten vaikutusten minimoimiseksi

AASM Oy toimii Anglo Americanin toimintaperiaatteiden (Code of Conduct) mukaisesti. AASM Oy:n pyrkimyksenä on minimoida toiminnasta aiheutuvat ympäristö- ja yhteiskuntavaikutukset kattaen koko toiminnan elinkaaren malminetsinnästä kaivoksen sulkemiseen. Toimintaperiaatteen mukaisesti hankkeen ympäristöön kohdistuvia haitallisia vaikutuksia pyritään lieventämään ns. lievennyshierarkian mukaisesti (Kaavio 3-1):

1. ensisijaisesti välttämällä haitallisten ympäristö- ja yhteiskuntavaikutusten syntymistä
2. lieventämällä ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia, jos niitä ei pystytä täysin välttämään
3. ennallistamalla alueita, joihin aiheutunut haitallisia ympäristövaikutuksia
4. viimekädessä haitallisia ympäristövaikutuksia pyritään kompensoimaan, jos mitään muuta lievennyshierrarkian toimenpiteistä ei pystytä toteuttamaan.

(Anglo American 2020.)

Kaavio 3-1 Anglo American -konsernin toimintatapahierarkia kaivoshankkeen haitallisten vaikutusten minimoimiseksi, jossa ensisijainen keino on haitallisten vaikutusten välttäminen.

Vaikutusten välttäminen ja toteutetut lievennystoimenpiteet

Sakatin kaivoshankkeen suunnitteluvaiheessa ympäristö- ja sosiaalisten vaikutusten minimointi on toteutettu noudattaen lievennyshierarkiaa. Esisuunnitteluvaiheessa haitallisia vaikutuksia on pyritty välttämään esimerkiksi hankkeen sijoituspaikan ja toteutusmuotojen valinnalla sekä kuuntelemalla paikallisten sidosryhmien mielipiteitä (Taulukko 3-1). Paikalliset sidosryhmät otettiin mukaan hankesuunnitteluun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Sidosryhmätilaisuuksista saatua palautetta hyödynnettiin esimerkiksi hankealueen sijoituksen suunnittelussa.

Hankkeen teknisessä suunnitteluvaiheessa pyrittiin löytämään ratkaisuja, joilla voidaan lieventää toiminnasta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia. Suunnittelussa tarkastellut ratkaisut tähtäävät vähentämään toiminnasta aiheutuvia haittoja jo ennen toiminnan aloittamista sekä sen aikana. Tällöin vaihtoehtoisista teknisistä ratkaisuista valitaan se, joka aiheuttaa vähiten haitallisia vaikutuksia. Lievennystoimenpiteet eivät välttämättä rajoitu pelkästään hankealueelle vaan niitä voidaan suunnitella ja toteuttaa myös sen ulkopuolella.

Ennallistamistoimet suoritetaan kohteelle, johon toiminnasta on kohdistunut haitallisia vaikutuksia. Ennallistamisella tähdätään esimerkiksi palauttamaan alueen tilaan, jossa se oli ennen haitallisten vaikutusten muodostumista. Ennallistamistoimenpiteitä ei pelkästään toteuteta toiminnan päätyttyä, vaan ne ovat osa tuotannon aikaista toimintaa. Esimerkiksi toiminnan aikana kaivannaisjätealueiden sulkeminen aloitetaan sitä mukaa, kun ne poistuvat käytöstä (alue tulee täyteen).

Kompensointi on suunnitelmallinen toimenpide, jolla toiminnasta aiheutuneet haitalliset vaikutukset pyritään hyvittämään. Kompensaatioon päädytään vain, jos mikään lievennyshierarkian muu toimenpide ei ole riittävä. Kompensaatiotarve voidaan todeta jo hankkeen suunnitteluvaiheessa, mikäli välttämis-, lieventämis- ja ennallistamistoimet arvioidaan riittämättömiksi verrattuna hankkeesta aiheutuviin haitallisiin ympäristövaikutuksiin. AASM Oy on esimerkiksi on sitoutunut vapaaehtoiseen ekologiseen kompensaatioon, sillä hankealuetta ei pystytä palauttamaan luonnon monimuotoisuuden kannalta alkuperäiseen tai alkuperäistä parempaan tilaan (ks. luku 22.4).

Esisuunnitteluvaihe

Ennen ympäristövaikutusten arvioinnin aloitusta Sakatin kaivoshankkeessa on laadittu lukuisia esiselvityksiä osana hankkeen alustavaa arviointia. Vaihtoehtoina tarkasteltiin maanalaista kaivosta, maanalaisen kaivoksen ja pienen avolouhoksen yhdistelmää sekä isoa avolouhosta.

Esisuunnittelussa arvioitiin ympäristön ja yhteisöjen kannalta keskeisiä näkökohtia ja keskityttiin hankkeen haitallisten vaikutusten välttämiseen ja lieventämiseen. Tarkastelun tuloksena todettiin, että suotuisin Sakatin hankkeen toteutustapa on maanalainen kaivos. Tarkastelussa parhaimmiksi louhintamenetelmiksi osoittautuivat lyhytreikätäyttölouhinta ja pitkäreikälouhinta (kuvattu tarkemmin luvussa 4.2.1). Myös tehdasalueen ja tukitoimintojen sijaintivaihtoehdot selkeytyivät suunnittelun edetessä. Esisuunnittelun aikana toteutetut toimenpiteet hankkeen haitallisten vaikutusten välttämiseksi on esitetty kootusti taulukossa 3-1.

Taulukko 3-1 AASM Oy:n toteuttamat toimenpiteet Sakatin kaivoshankkeen esisuunnittelun aikana hankkeen haitallisten ympäristö- ja sosiaalisten vaikutusten välttämiseksi ja lieventämiseksi.

Hankkeesta aiheutuvien haittojen välttäminen ja lieventäminen esisuunnittelun aikana	
Toiminta	**Kuvaus suunnittelun etenemisestä**
Kaivostoimintojen sijoittelu	Hankkeen alustavan suunnittelun aikana päätettiin, että esiintymän louhimiseksi toteutetaan maanalainen kaivos, ja maan päällä sijaitsevat kaivoksen tekniset perusrakenteet sijoitetaan Viiankiaavan Natura 2000 -alueen ja soidensuojelualueen ulkopuolelle.
• *Rikastushiekka-alue*	Sopivimpien sijoituspaikkavaihtoehtojen löytämiseksi kaivoksen eri toiminnoille käynnistettiin valintaprosessi, joka sisälsi taloudelliset sekä aluesuunnitteluun, ympäristöön ja yhteiskuntaan liittyvät kriteerit. Valintaprosessissa huomioitiin Viiankiaavan Natura 2000 -alue, pohjavesialueet, läpäisevät maalajit, tulva-alueet ja -maat, kylät sekä asuinalueet. Lisäksi poronhoidon kannalta tärkeitä alueita pyrittiin välttämään. Sidosryhmäyhteistyö oli tärkeä osa arviointiprosessia.
• *Tehdasalue*	Tarkastelujen pohjalta valittiin YVA-menettelyyn neljä mahdollista sijaintipaikkavaihtoehtoa. Näille vaihtoehdoille tehtiin tarkemmat perustilaselvitykset (mm. linnusto-, kasvillisuus- ja maaperäkartoitukset).

Hankkeesta aiheutuvien haittojen välttäminen ja lieventäminen esisuunnittelun aikana	
• *Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti*	Perustilaselvityksissä Käppäläaavan alueelta löytyi merkittäviä luontoarvoja, jonka vuoksi alue jätettiin pois YVA-menettelystä. Tämän myötä tehdasalueen ainoaksi sijoituspaikaksi valikoitui Kuusivaaran alue.
Yhdystie	Yhdystievaihtoehdon valinnassa suurin painoarvo oli ympäristöllisillä ja yhteiskunnallisilla tekijöillä. Eteläisen yhdystien suunnittelu on käynnistynyt sidosryhmiltä saadun palautteen ja kunnan toiveiden pohjalta. Kunnan YVA-ohjelmasta antaman lausunnon pohjalta tievaihtoehdon linjausta muutettiin (tulvasuojelusyyt).
Voimajohto	YVA-ohjelmavaiheessa tunnistettiin kaksi mahdollista vaihtoehtoa Sakatin kaivoksen 110 kV:n voimajohdon kytkentäpisteeksi; Kelukoski tai Matarakoski.
	Tarkemman tarkastelun jälkeen molemmat YVA-ohjelmassa esitetyt voimajohtovaihtoehdot hylättiin. Teknisenä perusteena on se, että kaivoksella on oltava jatkuva sähkön saanti, mikä ei olisi toteutunut Kelukosken tai Matarakosken osalta. Lisäksi voimajohdon sijoittuminen Kitisen varteen olisi aiheuttanut maisemallista haittaa. Näiden syiden vuoksi voimajohdolle etsittiin toteuttamiskelpoisempi linjaus, joka tukisi myös valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita sijoittumalla jo olemassa olevien voimajohtojen viereen. Uutena vaihtoehtona tunnistettiin Vajukosken sähkönjakeluasema, jonne uusi voimajohto kytketään.
Raakavedenottopaikka	Raakavedenottopaikat on suunniteltu yhteistyössä paikallisten sidosryhmien kanssa. Sijoituspaikan valinnassa on huomioitu ympäristöolosuhteita, kuten jään paksuuden oheneminen raakavedenoton seurauksena.
Ylijäämävesien purkupaikka	Puhdistettujen ylijäämävesien vaihtoehtoisia purkupaikkoja määrää rajattiin YVA-menettelyn aikana ja tällä hetkellä niitä on kaksi. Toinen paikoista määräytyi Sattasen kyläilloissa käytyjen keskustelujen perusteella Kelukosken altaaseen mahdollisimman kauas etelään ja toinen alavirtaan Sattasen kylästä uoman syvimpään kohtaan.

Tekninen suunnitteluvaihe

Teknisessä suunnitteluvaiheessa huomioitiin lukuisia lievennystoimenpiteitä haitallisten vaikutusten vähentämiseksi (Taulukko 3-2). Toimenpiteet kohdistuvat valtaosin louhinnan toteutukseen, malmin käsittelyyn, kaivannaisjätteiden hyödyntämiseen ja käsittelemiseen sekä vesien hallintaan.

Taulukko 3-2 AASM Oy:n toteuttamat toimenpiteet Sakatin kaivoksen teknisessä suunnittelussa haitallisten vaikutusten lieventämiseksi.

Hankkeen tekniseen suunnitteluun sisällytetyt menetelmät haitallisten vaikutusten lieventämiseksi		
Toiminto	**Haitallinen vaikutus**	**Lieventämiskeino**
Maanalainen kaivos		
	Ilmapäästöt (pakokaasut, räjähdyskaasut)	Sähköinen kaivos - Korvataan perinteiset polttomoottoritoimiset työkoneet sähköisillä koneilla.
		Kaivoksen ilmanvaihto - Rakennetaan poistoilmanvaihtojärjestelmänä (raitisilmanotto ja poistoilmanpuhallus), millä saadaan vähennettyä työntekijöihin kohdistuvia terveyshaittoja.
		Malmin nosto kaivoksesta maanpinnalle toteutetaan kuorma-autojen sijaan joko hihnakuljettimilla tai kuilunostimella.
	Maanpinnan painuminen	Tyhjien louhostilojen täyttö (kaivostäyttö).
	Louhittava sivukivimäärä	Sivukiven määrä pystytään minimoimaan selektiivisellä louhintamenetelmällä.
	Räjähdeaineperäisen typen hallinta	Käytetään emulsioräjähdysaineita (typpi niukkaliukoisemmassa muodossa /vähemmän typpipäästöjä vesistöihin).
		Vinotunnelin yhtenä vaihtoehtoisena toteutustapana on tunneliporan käyttö. Yksi tunneliporan hyvistä puolista on typpipäästöjen pienentyminen.
	Melupäästöt	Poistoilmapuhaltimen melupäästöjen vähennys/minimointi puhaltimen suunnittelulla.
Malmin murskaus ja rikastus		
	Melu- ja pölypäästöt	Esimurskaus on sijoitettu maan alle.
		Toisen vaiheen murskaus ja jauhatuspiiri on sijoitettu rakennusten sisään, jotka on varustettu pölynpoistoilla.
		Malmin välivarastoalue on katettu.
		Kaikki hihnakuljettimet ovat koteloituja.
		Tiestön ja rikastamoalueen asfaltointi.
	Energiankulutus	Painevalssijauhatus (HPGR), joka on energiatehokkain muihin jauhatusmenetelmiin verrattuna, on yksi vaihtoehto jauhatusmenetelmäksi.
	Toiminnan jälkeinen jalanjälki maanpinnalla	Rikastamorakennus on suunniteltu siten, että se pystytään helposti purkamaan ja kierrättämään toiminnan loputtua.
Kaivannaisjätteet		
	Toiminnan jälkeinen jalanjälki maanpinnalla	Korkearikkistä rikastushiekkaa ei jää maanpinnalle sulkemisen jälkeen, kaikki hyödynnetään kaivostäytössä.

Hankkeen tekniseen suunnitteluun sisällytetyt menetelmät haitallisten vaikutusten lieventämiseksi		
		Hyvälaatuinen sivukivi hyödynnetään kaivoksen rakentamisessa (tarvekivenä).
		Korkearikkinen sivukivi hyödynnetään kaivostäyttömateriaalina maanalaisessa kaivoksessa.
		Rikastamo ja kaivannaisjätealueet on sijoitettu tiiviisti toiminnasta aiheutuvan jalanjäljen minimoimiseksi.
	Vaikutukset maaperään sekä pohja- ja pintavesiin	Rikastushiekka- ja sivukivialueille sekä vesivarastoaltaaseen on suunniteltu tiiviit pohjarakenteet.
		Rikastamo ja kaivannaisjätealueet on sijoitettu korkealle maalle pois tulva-alueelta.
	Pölypäästöt	Matalarikkisen rikastushiekka-alueen pinnan kastelu.
		Korkearikkisen rikastushiekan pinta on jatkuvasti veden alla (vesipeitto).
		Tiestön ja piha-alueiden asfaltointi.
Vesienhallinta		
	Pintavesivaikutukset	Puhtaat pintavedet ohjataan erilleen kaivoksen vesistä niskaojilla
		Kaivosalueen ylijäämävedet puhdistetaan ja johdetaan ympäristöön hallitusti yhtä purkureittiä pitkin.
		Raakavedenottomäärää pyritään vähentämään kierrättämällä prosessivettä (mahdollisimman korkea kierrätysaste)
	Pohjavesivaikutukset	Maanalaiseen kaivokseen tulevaa vesimäärää rajoitetaan teknisin ratkaisuin [injektointityö tunnelitilojen louhintojen yhteydessä ja tuotannon aikana tyhjien louhostilojen täyttö (pastatäyttö)].
		Vanhat kairareiät suljetaan ennen louhintatöiden aloittamista.
		Kaivoksen sisäänkäynti sijoitetaan ympäröivään alueeseen nähden korkeammalle, jotta sulkemisen jälkeen kaivoksesta ei purkautuisi vesiä ympäristöön.

3.1.2 YVA-ohjelmassa tarkastellut vaihtoehdot

Esiselvitysten ja sidosryhmien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella YVA-ohjelmaan valittiin tarkasteltavaksi neljä eri hankevaihtoehtoa maanalaisen kaivoksen toteuttamiselle. Ohjelmavaiheen aikana tehtyjen selvitysten perusteella kaikkien vaihtoehtojen maanpäälliset rakennukset sijoitettiin Kuusivaaran alueelle.

YVA-ohjelmassa (Pöyry Finland Oy 2018) esitetyt vaihtoehdot olivat VE0, VE1, VE2 ja VE3 (Kuva 3-1). Hankevaihtoehtojen valintaan johtaneet syyt ja tarkastelumenetelmät on kuvattu YVA-ohjelmassa. Selvityksiin perustuen jo ennen YVA-ohjelman vireille tuloa karsittiin vaihtoehto VE4 pois jatkoarvioinneista. Vaihtoehdossa VE4 kaivoksen tehdasrakennukset, rikastushiekka-alueet ja kaivoksen sisäänkäynti oli suunniteltu toteutettavaksi Käppäläaavan alueelle. Käppäläaavan alueelta

löydettiin kuitenkin hankkeen yhteydessä laadituissa luontoselvityksissä useita uhanalaisia kohteita, joiden vuoksi vaihtoehto VE4 päätettiin jättää pois jatkoarvioinneista. Lisäksi hankevaihtoehtoa VE3 muokattiin siten, että Käppäläaavalle alun perin suunnitellut toiminnot siirrettiin Kuusivaaran alueelle.

Vaihtoehto VE0:	Sakatin kaivoshanketta ei toteuteta. Alue säilyy muuttumattomana.
Vaihtoehto VE1:	Sakatin pääesiintymä ja satelliittimalmio NE louhitaan maanalaisena kaivoksena. Rikastamo, kaivoksen sisäänkäynti ja rikastushiekka-alue oheistoimintoineen sijoitetaan **Kuusivaaran** alueelle.
Vaihtoehto VE2:	Sakatin pääesiintymä ja satelliittimalmio NE louhitaan maanalaisena kaivoksena. Kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu Viiankiaavan ja Kitisen väliselle alueelle (pohjoisemmaksi kuin VE1). Rikastamo ja rikastushiekka-alue oheistoimintoineen sijoitetaan **Kuusivaaran** alueelle.
Vaihtoehto VE3:	Sakatin pääesiintymä ja satelliittimalmio NE louhitaan maanalaisena kaivoksena. Kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu Viiankiaavan ja Kitisen väliselle alueelle (pohjoisemmaksi kuin VE2). Rikastamo ja rikastushiekka-alue oheistoimintoineen sijoitetaan **Kuusivaaran** alueelle.

Kuva 3-1 YVA-ohjelmavaiheessa esitetyt hankevaihtoehdot. (Lähde: Pöyry Finland Oy 2018)

YVA-ohjelmavaiheessa hankevaihtoehtojen (päävaihtoehdot) sisällä oli useampia alavaihtoehtoja eri toimintojen sijoittumiselle. Sijoittelussa alustavasti huomioituja asioita olivat rikastushiekka- ja sivukivialueiden sijainti Kuusivaarassa, vedenotto- ja purkupaikka, voimajohdon linjaus sekä kaivokselle johtavan yhdystien ja tarvittavan sillan sijainnit. Näiden toimintojen sijainnit ovat tarkentuneet YVA-selostusvaiheen aikana ja niistä on kerrottu tarkemmin luvussa 3.2. YVA-selostuksessa tarkasteltavat vaihtoehdot sekä hankealueelle sijoittuvat toiminnot on esitetty luvuissa 3.4–3.9.

3.1.3 YVA-ohjelman jälkeiset muutokset

YVA-ohjelman jälkeen hankesuunnittelua on edelleen jatkettu, ja vaihtoehtoja VE1, VE2 ja VE3 on tarkennettu ja osin muutettu. Vaihtoehtojen välisen tarkastelun helpottamiseksi ohjelmavaiheen jälkeen on päädytty käyttämään päävaihtoehtojen sisällä alavaihtoehtoja a ja b, joiden merkittävimmät erot ovat hankealueelle rakennettavan yhdystien sijoittumisessa, rikastushiekan läjitystavassa sekä maanalaiseen kaivokseen johtavan vinotunnelin toteuttamisessa.

YVA-ohjelmassa lähdettiin siitä, että malmin kuljettaminen ylös maanalaisesta kaivoksesta tapahtuisi joko hihnakuljettimin, kuilunostimella tai kuorma-autoilla. YVA-selostusvaiheessa on päädytty siihen, että malmin kuljetus maanpinnalle tapahtuisi vaihtoehdosta riippuen joko hihnakuljettimella tai kuilunostimella. YVA-selostusvaiheessa kuilunostimeen on sisällytetty maanpäällinen nostotorni, joka on YVA-ohjelmaan verrattuna uusi rakennelma.

Rikastushiekalle oli esitetty YVA-ohjelmassa neljää erilaista läjitysvaihtoehtoa. YVA-ohjelmavaiheen jälkeen on jatkettu rikastushiekan läjitystavan suunnittelua, ja YVA-ohjelmassa esitetyistä läjitystavoista on valittu YVA-selostukseen kaksi vaihtoehtoa: kuivaläjitys (käytössä alavaihtoehdoissa a) ja märkäläjitys (käytössä alavaihtoehdoissa b). Rikastushiekan läjitykselle varattavan alueen koko ja lopullisen täytön korkeus riippuvat valittavasta läjitysmenetelmästä ja läjitysalueen sijainnista.

Kaivoksen raakavedenottopaikat sekä puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikat ovat tarkentuneet YVA-ohjelmassa esitetystä. Raakavedenoton pumppaamon eteläisempää vaihtoehtoa 1 on siirretty hieman pohjoisemmaksi, ja pohjoisempaa vaihtoehtoa 2 on siirretty hieman etelämmäksi. YVA-selostuksessa puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikat on sijoitettu Kitiseen, mikä edellyttää purkuputken rakentamista.

Kaivoksen eteläisen yhdystien linjausta on tarkennettu. Eteläistä yhdystietä on siirretty YVA-ohjelmassa esitetystä Sodankylän kunnan YVA-ohjelmasta antaman lausunnon johdosta sekä tulvasuojelun vuoksi kauemmas Kelukosken padosta.

Sakatin kaivoksen sähköverkkoon liittämiseksi YVA-ohjelmassa tutkittiin kahta vaihtoehtoista linjausta uudelle 110 kV:n voimajohdolle. YVA-ohjelmassa esitetyt 110 kV:n voimajohdon linjaukset, Matarakosken tai Kelukosken voimalaitokselta todettiin toimimattomiksi ja ne jätettiin pois YVA-selostuksessa tarkasteltavista vaihtoehdoista. Ainoaksi toteuttamiskelpoiseksi vaihtoehdoksi osoittautui nk. Vajukosken linja. YVA-ohjelmavaiheen jälkeen voimajohdon reittisuunnittelua on tehty uudelleen siitä lähtökohdasta, että sähköliityntä kantaverkkoon tapahtuisi Vajukosken voimalaitoksen läheisyydessä sijaitsevalla 110 kV kytkinasemalla.

YVA-ohjelmassa esitettyä hankealueen rajausta on päivitetty ennen arviointivaiheen käynnistämistä. Hankealueen rajausta on laajennettu sen mukaisesti, mitä yhteysviranomainen on YVA-ohjelmasta antamassaan lausunnossaan asiasta todennut. Hankealueeseen on sisällytetty Viiankiaavan alle sijoittuva, hyödynnettävä Sakatin esiintymä, Kitisen yli rakennettavaksi suunniteltu silta ja 110 kV:n liityntävoimajohto. Lisäksi hankealuetta on laajennettu etelässä kohti Sodankylää siten, että hankealue kattaa myös eteläisen yhdystievaihtoehdon. YVA-ohjelmassa oli esitetty yksi hankealue, johon sisältyi kaikki vaihtoehdot. YVA-selostuksessa päädyttiin esittämään kullekin toteutusvaihtoehdolle oma rajauksensa toimintojen tosiallisen sijoittumisen selkeyttämiseksi. Näin ollen hankealueen rajauksia on yhteensä kuusi.

3.2 Hankkeessa tarkasteltavien vaihtoehtojen kuvaus

YVA-selostuksessa arvioidaan kolmea päävaihtoehtoa VE1, VE2 ja VE3. Jokaiseen päävaihtoehtoon kuuluu kaksi alavaihtoehtoa a ja b. Hankkeen toteuttamatta jättämisen vaikutukset arvioidaan omana vaihtoehtonaan, vaihtoehto VE0. Näin ollen YVA-selostuksessa arvioitavia vaihtoehtoja muodostuu kaikkiaan seitsemän kappaletta (VE0, VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b). Hankealueet on muodostettu vaihtoehtokohtaisesti siten, että hankealueita on kuusi. Nämä hankealueet on kuvattu kunkin vaihtoehdon yhteydessä luvuissa 3.4–3.9. Hankealue kattaa kaikki kaivoksen maanpäälliset ja maanpinnan alapuolelle sijoittuvat toiminnot pois lukien Kitiseen sijoittuvat vedenottoon ja -purkuun liittyvät rakenteet. Vaikutusarvioinnissa on selkeyden vuoksi esitetty kuitenkin vain yksi hankealueen rajaus, joka kuvaa vaihtoehtojen yhdistelmänä muodostuvaa laajinta hankealuetta.

Hankevaihtoehtojen kuvauksissa on pyritty keskittymään vaihtoehtojen välisten erojen ja tärkeimpien toimintojen sijoittelun kuvaamiseen.

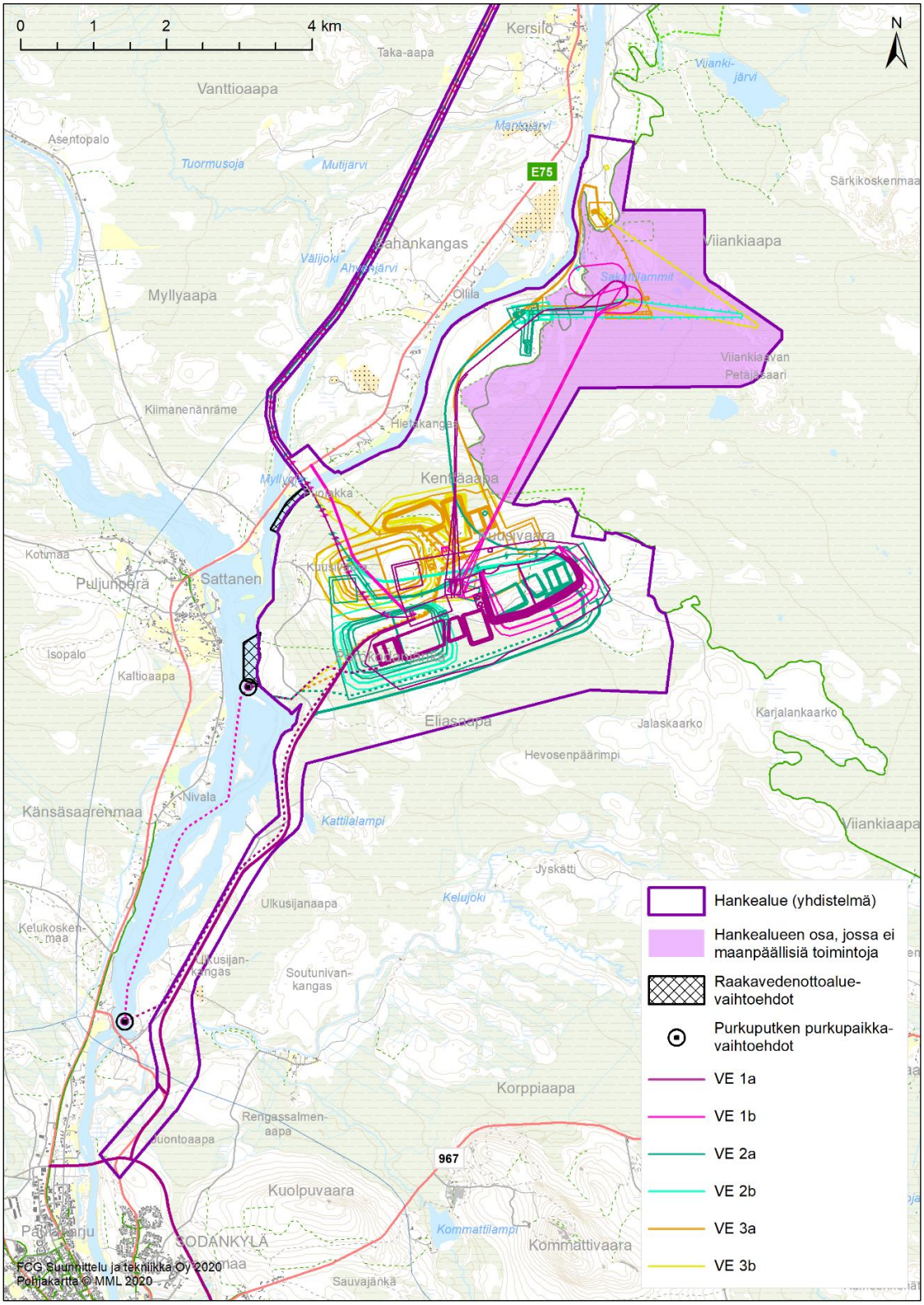
Taulukko 3-3 on kuvattu päävaihtoehtojen keskeisimmät erot. Kuva 3-2 YVA-selostuksessa arvioitavat hankevaihtoehdot yhdistettynä yhteen kuvaan.Kuva 3-2 on kuvattu kunkin vaihtoehdon toimintojen sijoittuminen hankealueelle. Jokainen vaihtoehdoista on kuvattu tarkemmin luvuissa 3.3.–3.9. Hankkeen teknisessä kuvauksessa (luku 4) on kuvattu tarkemmin eri rakenteita, yksittäisiä kaivosalueen toimintoja ja malmin rikastamiseen liittyviä prosesseja. Malmin louhintamäärä on

kaikissa hankevaihtoehdoissa sama, noin 1,25–1,8 Mt/v, ja kaivoksen toiminta-aika on kaikissa vaihtoehdoissa 20 v.

Taulukko 3-3 YVA-selostuksessa arvioitavat vaihtoehdot.

	VE0	VE1	VE2	VE3
Kaivoksen sisäänkäynti	Ei toteuteta	Läntinen Kuusivaara	Pahanlaaksonmaa, esiintymän lounaispuolella	Pahanlaaksonmaa, esiintymän pohjoispuolella
Tehdasalue, altaat ja sijoitusalueet	Ei toteuteta	Läntinen Kuusivaara	Itäinen Kuusivaara	Pohjoinen Kuusivaara
Pastalaitos	Ei toteuteta	Maanalainen	Pahanlaaksonmaa	Pahanlaaksonmaa
Rikastushiekka-alueiden sijainti	Ei toteuteta	Itäinen Kuusivaara	Läntinen Kuusivaara	Läntinen Kuusivaara
Malmin maanpäällinen kuljetin	Ei toteuteta	Malmi maan pinnalle Kuusivaarassa, lyhyt hihnakuljetin	Hihnakuljetin Pahanlaaksonmaa – Kuusivaara	Hihnakuljetin Pahanlaaksonmaa – Kuusivaara
Maanalaisen vinotunnelin toteutustapa	Ei toteuteta	Suoravinotunneli	**Alavaihtoehto a**: Spiraalivinotunneli (edellyttää nostokuilun ja -tornin)	
			Alavaihtoehto b: Mutkavinotunneli	
Rikastushiekan läjitystapa	Ei toteuteta	**Alavaihtoehto a:** Rikastushiekka läjitetään kuivaläjityksenä		
		Alavaihtoehto b: Rikastushiekka läjitetään märkäläjityksenä		
Yhdystie ja silta	Ei toteuteta	**Alavaihtoehto a**: Eteläinen yhdystievaihtoehto: uusi yhdystie välille Kelukoski–Kuusivaara sekä uusi silta vt 5:n uuden linjauksen mukaisesti		
		Alavaihtoehto b: Pohjoinen yhdystievaihtoehto: uusi yhdystie välille vt 4–Kuusivaara sekä uusi silta Kitisen yli Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdasta pohjoiseen		

Toteutettava vaihtoehto voi lopulta olla yhdistelmä YVA:ssa arvioitavista vaihtoehdoista. Käytännössä tämä voi tarkoittaa sitä, että lopulta toteutuu vaihtoehto, jossa on esim. mutkavinotunneli (vaihtoehdosta VE2b ja VE3b), kuivaläjitys (vaihtoehdoista VE1a, VE2a ja VE3a) ja pohjoinen yhdystie (vaihtoehdosta VE1b, VE2b ja VE3b). Valittavaan toteutustapaan vaikuttavat paitsi ympäristövaikutusten arvioinnin johtopäätökset eri vaihtoehtojen vaikutuksista, myös tekniset toteutusvaihtoehdot ja vaihtoehtojen taloudellinen kannattavuus.



Kuva 3-2 YVA-selostuksessa arvioitavat hankevaihtoehdot yhdistettynä yhteen kuvaan. Kuvassa hankealueena on esitetty eri hankevaihtoehtojen yhdistelmästä syntyvä laajin rajaus. Purkuputken reittivaihtoehdot on kuvattu vaihtoehdon värityksen mukaisella katkoviivalla.

3.2.1 Päävaihtoehtojen väliset erot

Toimintojen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella

Päävaihtoehdoissa (VE1, VE2 ja VE3) Kuusivaaran tehdasalueelle sijoitetaan kaikki tuotannon vaatimat toiminnot kuten rikastamo oheistoimintoineen, sijoitusalueet sivukiville, rikastushiekoille sekä pintamaille, lämpölaitos, vesienkäsittelyrakenteet ja -altaat, tarvekivilouhos, kuljettimet sekä huolto-, varasto- ja toimistotilat. Lisäksi alueelle rakennetaan tekniset perusrakenteet kuten sisäiset tiet, sähköverkko sekä vesi- ja viemäriverkostot. Vaihtoehtojen välillä on pieniä eroja rakennusten ja altaiden sijoittumisessa suhteessa toisiinsa. Kuusivaaran tehdasalue aidataan kaikissa vaihtoehdoissa. Toimintojen yksityiskohtaisempi sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella on kuvattu kuvassa Kuva 4-1. Rakennusten lopullinen sijoittelu määräytyy rakennusluvan perusteissa.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin sijainti

Kaivoksen sisäänkäynti vaihtelee eri päävaihtoehtojen välillä siten, että päävaihtoehdossa VE1 kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Kuusivaaran tehdasalueella ja päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 Pahanlaaksonmaalla. Päävaihtoehdossa VE2 kaivoksen sisäänkäynti Pahanlaaksonmaalla on hieman etelämpänä kuin päävaihtoehdossa VE3.

Pastalaitoksen sijoittuminen

Pastalaitoksen rikastushiekasta ja kovettuvasta sidosaineesta valmistetaan tahna, pasta, jota käytetään kaivostäyttönä. Laitoksen sijainti riippuu hankevaihtoehdosta. Päävaihtoehdossa VE1 pastalaitos rakennetaan maanalaiseen kaivokseen noin 370 m:n syvyyteen maan pinnasta. Päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 pastalaitos rakennetaan maan päälle Pahanlaaksonmaalle. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b ja VE3a pastalaitos sijoittuu Pahanlaaksonmaan eteläosaan, kun taas vaihtoehdossa VE3b pastalaitos sijoittuu sen pohjoisosaan.

Malmin ja sivukiven kuljetus maanalaisesta kaivoksesta maanpintaan

Malmi siirretään kaivoksesta maan päälle joko hihnakuljettimella tai nostokuilun kautta riippuen valittavasta vinotunnelivaihtoehdosta. Suoravinotunnelivaihtoehdossa (VE1a ja VE1b) ja mutkavinotunnelivaihtoehdossa (VE2b ja VE3b) malmin siirto maan päälle tapahtuu hihnakuljettimilla vinotunnelia pitkin. Spiraalivinotunnelivaihtoehdossa (VE2a ja VE3a) malmi nostetaan maan päälle kuilunostimella. Kuilunostin edellyttää nostotornia, joka rakennetaan Pahanlaaksonmaan eteläosaan vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a.

Malmin ja sivukiven maanpäällinen siirto

Päävaihtoehdossa VE1, jossa kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Kuusivaarassa muiden toimintojen yhteydessä, maanalaisesta kaivoksesta rakennetaan hihnakuljetin louhitun malmin siirtämiseksi maan päälle. Hihnakuljetin jatkuu lyhyen matkaa maan pinnalla siirtäen malmin maanalaisen kaivoksen sisäänkäynniltä malmin välivarastoalueelle.

Päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Pahanlaaksonmaalla, jolloin malmi siirretään hihnakuljettimella Pahanlaaksonmaalta Kuusivaaran tehdasalueelle, jossa sijaitsee malmin välivarasto. Hihnakuljetin sijoitetaan Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan välille rakennettavan huoltotien yhteyteen (Kuva 4-3). Hihnakuljetin on koteloitu.

Huoltotie Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan välillä

Päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 rakennetaan huoltotieyhteys Kuusivaaran tehdasalueen ja Pahanlaaksonmaan välille. Huoltotien pituus on n. 4,5−5,5 km. Huoltotie palvelee kaivoksen

huoltoajoa sekä henkilöautoliikennettä. Huoltotien viereen sijoitetaan hihnakuljettimen lisäksi tarvittavia teknisiä perusrakenteita, kuten vesilinjat sekä 20 kV:n voimajohto (Kuva 4-3).

3.2.2 Alavaihtoehtojen väliset erot

Alavaihtoehdot (a ja b) määrittävät päävaihtoehdon sisällä yhdystien sijainnin, rikastushiekan läjitystavan sekä maanalaisen kaivoksen vinotunnelin toteutukseen liittyviä ratkaisuja.

Kaivoksen vinotunnelin toteutus

Sakatin esiintymän hyödyntämistä varten louhitaan vinotunneliyhteys maan päältä maanalaiseen kaivokseen. Vinotunneli voidaan toteuttaa joko suora-, mutka- tai spiraalivinotunnelina. Toteutustapa riippuu vaihtoehdosta. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b toteutustapana on suoravinotunneli, vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a spiraalivinotunneli ja vaihtoehdoissa VE2b ja VE3b mutkavinotunneli. Vinotunnelin toteutustapa sekä valittava louhintamenetelmä vaikuttavat siihen, miten malmi nostetaan kaivoksesta maanpintaan ja miten maanalaisen kaivoksen ilmanvaihto toteutetaan. Vinotunnelien toteutustavoista, malmin siirrosta ja ilmanvaihdosta on kerrottu tarkemmin luvussa 4.1.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitystapa

Maan päälle varastoitava matalarikkinen rikastushiekka voidaan läjittää joko kuiva- tai märkäläjitysmenetelmällä. Kuivaläjitysvaihtoehdossa (vaihtoehdot VE1a, VE2a ja VE3a) rikastushiekka-alue koostuu kahdesta vierekkäin sijaitsevasta erillisestä lohkosta ja märkäläjitysvaihtoehdossa (vaihtoehdot VE1b, VE2b ja VE3b) yhdestä alueesta. Rikastushiekka-alueen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella riippuu tarkasteltavasta päävaihtoehdosta.

Kaivoksen yhdystie

Sakatin kaivokselle rakennetaan uusi yhdystie, joka toteutetaan siten, että kaikissa a-alavaihtoehdoissa (vaihtoehdot VE1a, VE2a ja VE3a) yhdystie sijoittuu Kuusivaaran tehdasalueelta etelään vt 5:n uudelle linjaukselle ja vastaavasti kaikissa b-alavaihtoehdoissa (vaihtoehdot VE1b, VE2b ja VE3b) Kuusivaaran tehdasalueelta luoteeseen vt 4:lle. Pohjoisen yhdystien sijainnille Kuusivaaran tehdasalueella on kaksi vaihtoehtoa, mikä johtuu toimintojen erilaisesta sijoittumisesta eri vaihtoehdoissa. Yhdystien sijainti Kuusivaaran tehdasalueen ulkopuolella on yhtäläinen. Uudella yhdystiellä kulkee kaikki kaivokselle tuleva ja sieltä lähtevä liikenne. Uusien tieyhteyksien tarkempi kuvaus on esitetty luvussa 4.1.1.

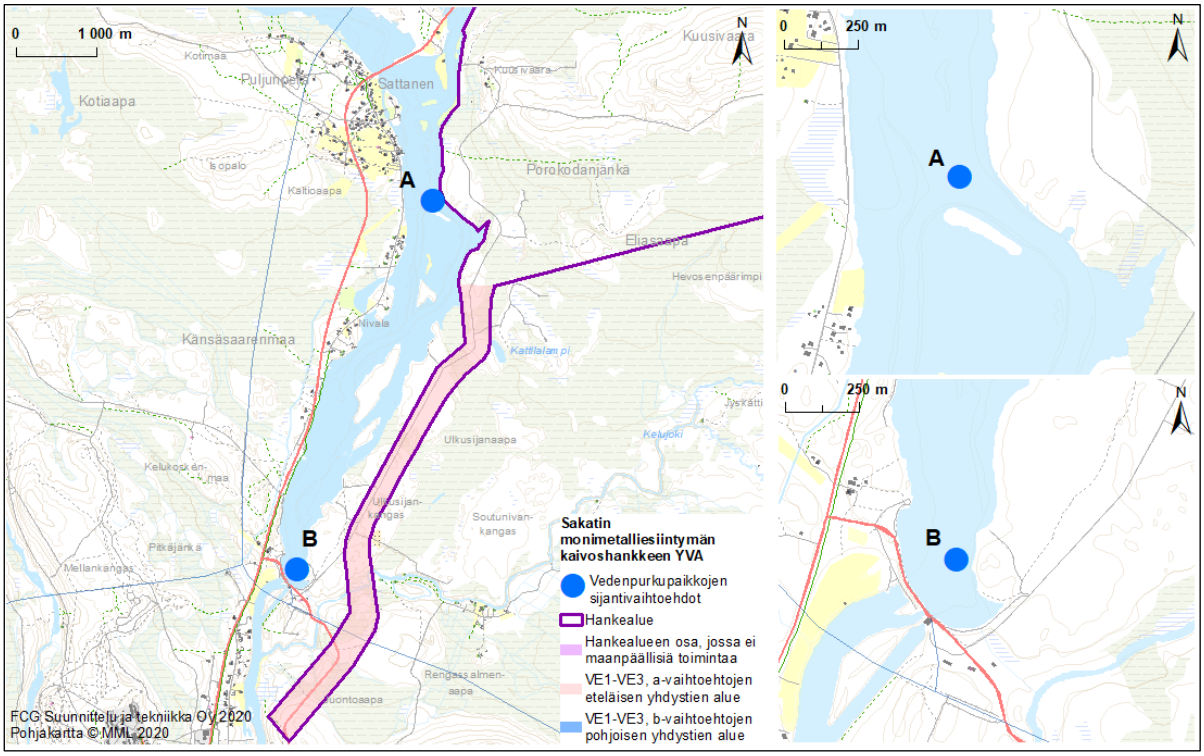
3.2.3 Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät hankkeessa

Raakavedenotto ja puhdistettujen jätevesien purkaminen

Kaivoksen tarvitsema raakavedenotto ja puhdistettujen jätevesien purkupiste sijoittuvat Kitiseen. Putkilinjasto sijoitetaan Kitisen ja Kuusivaaran tehdasalueen välillä maan alle.

Kaivoksen tarvitsema raakavesi otetaan Kitisestä. Raakavedenottamon sijainnille on kaksi vaihtoehtoista paikkaa, jotka ovat alavaihtoehdosta riippumattomia. Pohjoisempi vaihtoehto sijoittuu Kuusivaarankummun kohdalle ja eteläisempi vaihtoehto Kotisuvannon kohdalle.

Puhdistettujen ylijäämävesien purkamisen osalta on selvitetty kahta vaihtoehtoista, Kelukosken altaassa sijaitsevaa paikkaa, A (Porokota) ja B (Kelukoski) (Kuva 3-3).



Kuva 3-3 Sakatin kaivoksen ylijäämävesien purkuputken purkupaikat, vaihtoehto A Porokota ja B Kelukoski.

Mikäli puhdistetut jätevedet johdetaan purkupaikkaan A (Porokota), purkuputki rakennetaan tehdasalueelta Kitisen rantaan, jossa se upotetaan n. 300 m osuudelta Kitisen pohjaan. Purkupaikka A on mahdollinen kaikissa vaihtoehdoissa (VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b). Mikäli puhdistetut jätevedet johdetaan purkupaikkaan B, alavaihtoehdoissa a purkuputki rakennetaan maanalaisena tehdasalueelta eteläisen yhdystien yhteyteen ja alavaihtoehdoissa b upotetaan Kitisen pohjaan n. 5,3 km matkalla. Purkuputken sijaintivaihtoehdot on esitetty Kuva 3-2.

Kaivosalueella muodostuvia saniteettijätevesiä varten rakennetaan tarvittava putki, joka liitetään kunnan viemäriverkostoon sopivassa liityntäpisteessä. Liitynnän tarkka sijainti selviää myöhemmässä vaiheessa suunnittelua.

Räjähteiden varastoalue

Räjähteiden varastoalue sijaitsee Kuusivaaran tehdasalueen välittömässä läheisyydessä (VE1a, VE1b), Kuusivaaran pohjoispuolella (VE2a) tai Pahanlaaksonmaalla (VE2b, VE3a, VE3b). Räjähdysaineita varastoidaan maan päällä vain rakentamisvaiheessa. Toimintavaiheessa räjähdysaineet varastoidaan maanalaisessa kaivoksessa. Tilapäisen räjähdevaraston toteutustapa riippuu valittavasta tunnelin louhintamenetelmästä. Tunneliporausvaihtoehdossa räjähdysaineita tarvitaan vain tarvekiven louhintaan ja mahdollisiin maanpäällisiin louhintoihin. Tällöin erillistä varastoaluetta ei tarvita välttämättä lainkaan. Jos vinotunneli toteutetaan poraus- ja räjäytys –vaihtoehdon mukaisesti, kaivoksen alueelle luvitetaan valtioneuvoston asetuksen räjähteiden valmistuksesta ja varastoinnista (819/2015) mukainen määräaikainen räjähdevarasto. Tällöin varastointiin käytetään SFS 4397 standardin mukaisia merikontteja, joita alueelle tulee kolme kappaletta. Varaston sijainnissa huomioidaan vaadittavat suojaetäisyydet.

Kuljetukset

Hankkeen rakennusvaiheen raskaiden kuljetusten ja tuotantovaiheen muiden kuin rikastekuljetusten on hankkeen logistiikkaselvityksessä oletettu tapahtuvan vt 4:ä pitkin Rovaniemen suunnalta. Tuotantovaiheessa rikasteet kuljetetaan maanteitse joko vt 4:ä pitkin Perämeren satamiin Kemiin tai Ouluun tai vaihtoehtoisesti vt 5:ttä pitkin Kemijärvelle, josta rikasteet kuljetetaan junalla Harjavaltaan tai Perämeren satamiin. Myös maantiekuljetus vt 4:ä pitkin Kemiin ja junakuljetus Kemistä Harjavaltaan on mahdollista. Yhtenä vaihtoehtona ovat rekkakuljetukset suoraan Harjavaltaan. Kaivoksen kuljetuksia on kuvattu tarkemmin hankkeen teknisen kuvauksen yhteydessä luvussa 4.3 sekä liikennevaikutusten arvioinnin yhteydessä luvussa 14.

Kaivoksen liittäminen sähköverkkoon

Sakatin kaivoksen sähköverkkoon liittämiseksi rakennetaan uusi 110 kV:n voimajohto, jonka linjaus on kaikkien hankkeessa tarkasteltavien vaihtoehtojen osalta käytännössä sama. Ainoastaan tehdasalueella voimajohdon sijainti voi vaihdella hieman eri vaihtoehtojen välillä riippuen rakennusten ja rakenteiden sijoittumisesta. Voimajohdon kokonaispituus on noin 25,1 km. Voimajohtoa ja sen ympäristövaikutuksia on kuvattu tarkemmin luvussa 0. Voimajohdon ympäristöselvitys on tämän YVA-selostuksen liitteenä (Liite 24).

Rikastamon prosessivaihtoehdot

Sakatin kaivoshankkeessa rikastusprosessina käytetään vaahdotusta ja magneettierotusta. Rikastusprosessin yhtenä osana on ns. ripevaihe, jolla pyritään toisaalta mahdollisimman korkeaan lopulliseen arvomineraalien talteen saantiin ja toisaalta mahdollisimman alhaiseen rikkipitoisuuteen laitoksen rikastushiekka-alueelle ohjattavassa prosessijätteessä. Ripevaiheella on kaksi mahdollista toteutustapaa: prosessivaihtoehto 1 ja prosessivaihtoehto 2. Prosessivaihtoehdot eroavat toisistaan etenkin käytettävien kemikaalien suhteen, mikä vaikuttaa erityisesti kaivoksen vedenlaatuun. Rikastuksesta on kerrottu tarkemmin luvussa 4.2.3.

Kaivoksen toteutustapa

Sakatin kaivos voidaan toteuttaa ns. perinteisenä kaivoksena, jolloin kaikki kaivoksella käytettävät työkoneet ovat dieselkäyttöisiä tai sähköisenä kaivoksena, jolloin ajoneuvot ja työkoneet ovat sähkökäyttöisiä.

Kaivoksen kuivatusvesimäärien rajoittaminen

Rakennus- ja tuotannon aikana maanalaiseen kaivokseen tulevaa vesimäärää pyritään rajoittamaan teknisin ratkaisuin ja siten lieventämään pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia (erityisesti pohjavesipinnan alenemaa). Kalliopohjaveden pääsyä maanalaiseen kaivokseen voidaan vähentää tiivistämällä tunnelitiloja sekä tuotantovaiheessa täyttämällä tyhjiä louhostiloja kovettuvalla täytöllä (mm. pastatäyttö). Tunnelitilojen tiivistys voidaan toteuttaa injektointimenetelmällä, jossa kallioon ja siinä oleviin ruhjeisiin porataan reikiä ja pumpataan niihin kovettuvaa eristysainetta (injektointimassaa). Injektointi voidaan toteuttaa joko ennen tunnelin louhintaa (esi-injektointi) tai jälkikäteen vesivuotojen ilmestyttyä (jälki-injektointi). Estämällä vedentulo kaivokseen pystytään ehkäisemään louhinnasta aiheutuvia pohjavesivaikutuksia sekä parantamaan turvallisuutta kaivoksessa.

Sakatin kaivoshankkeen vaikutusten arvioinnissa on huomioitu kahdentasoiset lievennystoimenpiteet; peruslievennystoimenpiteet ja erityiset lievennystoimenpiteet. Peruslievennystoimenpiteet pitävät sisällään injektoinnin sekä kaivostäytön käytön. Erityiset

lievennystoimenpiteet eroavat peruslievennystoimenpiteistä siten, että maanalaisen kaivoksen louhintojen yhteydessä injektointia toteutetaan laaja-alaisemmin.

3.3 Vaihtoehto VE0

Nollavaihtoehdossa VE0 Sakatin kaivoshanketta ei toteuteta ja tältä osin alue pysyy muuttumattomana. VE0 lähtee olettamuksesta, että hanketta suunnitellaan ja esiselvitetään, mutta kaivos ei etene rakennusvaiheeseen. Sodankylässä jo toiminnassa olevan Kevitsan kaivoksen toiminta jatkuu ja sen on arvioitu päättyvän aikaisintaan vuonna 2032-2034. Vaihtoehto VE0 toimii vaikutusarviointeja tehtäessä vertailukohteena muille vaihtoehdoille, joissa Sakatin kaivos tullaan toteuttamaan.

3.4 Vaihtoehto VE1a

Vaihtoehdossa VE1a kaikki kaivoksen maanpäällä olevat toiminnot sijoittuvat Kuusivaaran tehdasalueelle, Kuusivaaran vedenjakajan eteläpuolelle (poikkeuksena räjähteiden varastoalue, joka sijoittuu Kuusivaaran pohjoispuoliselle valuma-alueelle). Pintavedenjakajien sijainti on käsitelty tarkemmin luvussa 17.3.

Vaihtoehdossa VE1a vedenottamoiden sijaintivaihtoehdot, puhdistettujen jätevesien purkupaikkavaihtoehdot, voimajohdon sijainti tehdasalueen ulkopuolella sekä tarkasteltavat rikastamon prosessivaihtoehdot ovat samat kuin muissa arvioitavissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät on esitetty luvussa 3.2.3.

Vaihtoehdon VE1a hankealue ja vaihtoehtoon liittyvät toiminnot on esitetty Kuva 3-4.

Toimintojen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella

Rikastamo oheistoimintoineen sijoittuu Kuusivaaran lounaispuolelle. Rikastamoalueen eteläpuolella on sijoitusalueet matala- ja korkearikkisille sivukiville, vesivarastoallas, muut vesien keräilyaltaat sekä korkearikkisen rikastushiekan varastoallas. Kuusivaaran eteläpuolelle sijoitetaan rikastushiekka-alue. Muita Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuvia toimintoja ovat vesienkäsittelysakan sijoitusalue, tarvekivilouhos, lämpölaitos, polttoaineen jakeluasema, varastotilat (mm. väliaikainen räjähdysainevarasto), sisäinen tiestö, pysäköintialueet, huolto-, toimisto- ja sosiaalitilat.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja vinotunneliyhteys

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu Kuusivaaran tehdasalueelle.

Vinotunneliyhteys maanalaiseen kaivokseen toteutetaan kahtena suoravinotunnelina. Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynniltä vinotunnelit kulkevat kohti maanalaista kaivosta Viiankiaavan suojelualueen länsipuolella. Lähempänä maanalaista kaivosta vinotunnelit kulkevat suojelualueen alapuolella. Vinotunnelit johtavat esiintymälle, jokaalkaa n. 350 metrin syvyydestä ja ulottuu syvimmillään n. 1 250 m syvyyteen. Ilmanvaihto kaivoksesta tapahtuu em. vinotunnelien lisäksi mahdollisesti myöhemmin louhittavien lisävinotunnelien kautta.

Malmin ja sivukiven siirto

Malmi murskataan maanalaiseen kaivokseen rakennettavalla esimurskaamolla. Maan alla esimurskattu malmi siirretään maanpintaan vinotunnelissa sijaitsevilla hihnakuljettimilla. Näin ollen vaihtoehdossa VE1a ei rakenneta maanpäällistä nostotornia kuten vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a. Maan päällä malmi siirretään hihnakuljetinta käyttäen malmin katetulle välivarastoalueelle. Hihnakuljettimia käytetään myös sivukiven siirtoon.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitystapa ja rikastushiekka-alueen sijainti

Rikastushiekan läjitys tapahtuu kuivaläjityksenä. Rikastushiekka-alue koostuu kahdesta lohkosta, jotka sijoittuvat tehdasalueen itäpuolelle.

Pastalaitos

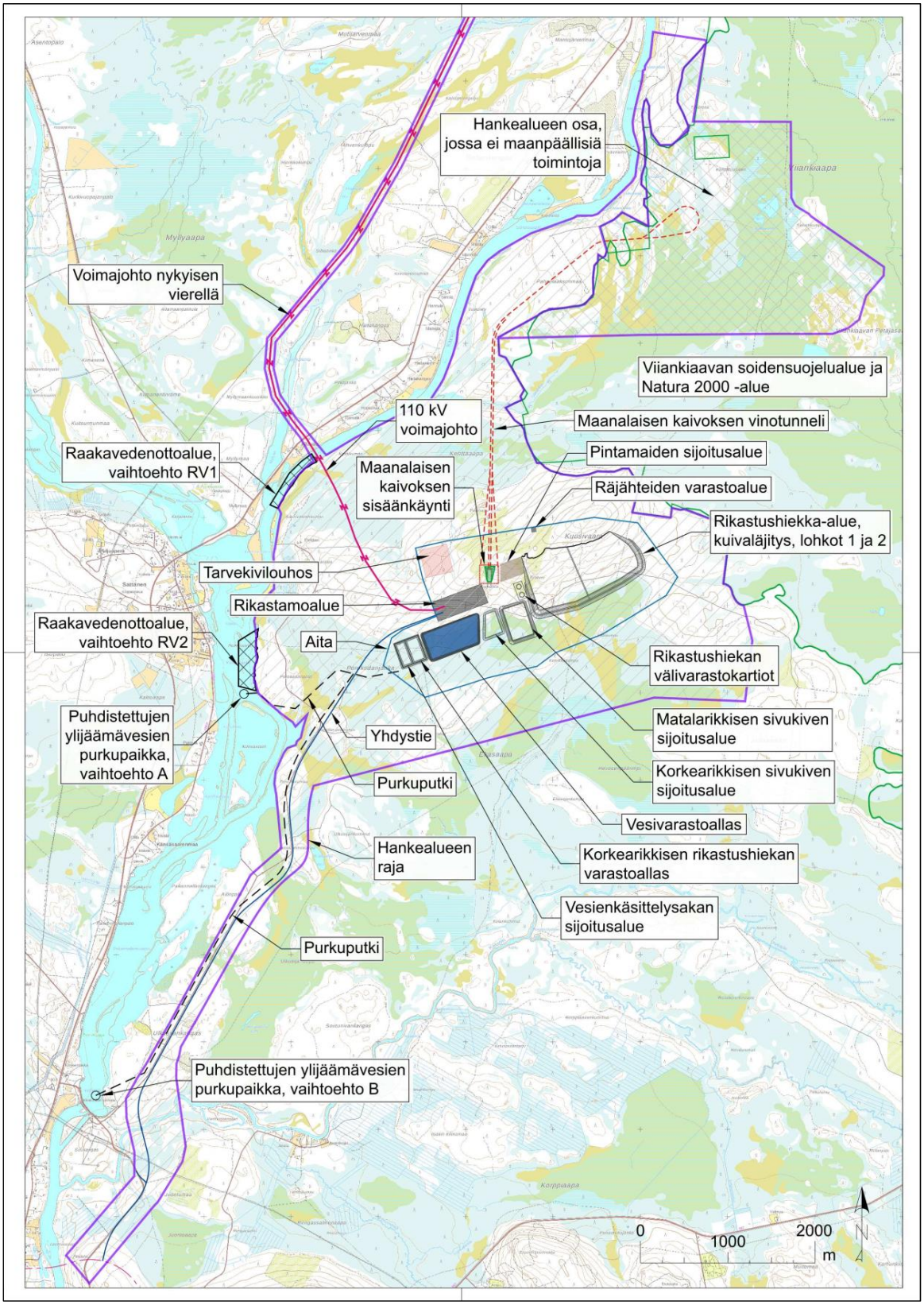
Vaihtoehdossa VE1a pastalaitos sijoitetaan maanalaiseen kaivokseen.

Kaivoksen yhdystie

Sekä kevyt että raskas autoliikenne kaivokselle ohjataan Sodankylän taajaman pohjoisosan uuden sillan, vt 5:n uuden tieyhteyden ja kaivoksen Kuusivaaran tehdasalueelle johtavan uuden, ns. eteläisen yhdystien kautta (Kuva 4-2). Kaivoksen yhdystie ylittää Kelujoen ja yhdistyy vt 5:n uuteen linjaukseen Sodankylän keskustan itäpuolella.

Tarvekivilouhos

Kaivoksen rakentamisessa tarvittavaa kiveä varten perustetaan tarvekivilouhos. Vaihtoehdossa VE1a se sijoitetaan Kuusivaaran länsipuolelle, tehdasalueelle rikastamoalueen pohjoispuolelle.



Kuva 3-4 Sakatin kaivoksen toimintojen sijoittuminen vaihtoehdossa VE1a.

3.5 Vaihtoehto VE1b

Vaihtoehto VE1b poikkeaa vaihtoehdosta VE1a vinotunnelin toteutuksen, yhdystien sekä rikastushiekan läjitystavan osalta (Kuva 3-5). Vaihtoehdossa VE1b vedenottamoiden sijaintivaihtoehdot, puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikkavaihtoehdot, voimajohdon sijainti tehdasalueen ulkopuolella sekä tarkasteltavat rikastamon prosessivaihtoehdot ovat samat kuin muissa arvioitavissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät on esitetty luvussa 3.2.3.

Vaihtoehdon VE1b mukainen hankealue ja sinne sijoittuvat toiminnot on esitetty Kuva 3-5.

Toimintojen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella

Tehdasalue ja siihen liittyvät rikastushiekka-alue, korkearikkisen rikastushiekan varastoallas, matala- ja korkearikkisen sivukiven sijoitusalueet, vesienkäsittelyaltaat, vesienkäsittelysakan sijoitusalue sekä rikastushiekka-alue sijaitsevat Kuusivaaran luoteispuolella, pintavedenjakajan eteläpuolisella alueella kuten vaihtoehdossa VE1a.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja vinotunneliyhteys

Sisäänkäynti maanalaiseen kaivokseen sijaitsee lähestulkoon samassa kohtaa Kuusivaaran tehdasaluetta kuin vaihtoehdossa VE1a, mutta kaivoksen sisäänkäynti suuntautuu maanpäällisiltä osiltaan enemmän koilliseen kohti esiintymää, kun vaihtoehdossa VE1a sisäänkäynti suuntautuu pohjoiseen.

Myös vaihtoehdossa VE1b vinotunnelin toteutustapa on suoravinotunneli. Vinotunneli laskeutuu suoraan Kuusivaarasta koillisen suuntaan kohti esiintymää, jolloin tunneli sijoittuu Viiankiaavan Natura-alueen alle.

Malmin ja sivukiven siirto

Louhittu malmi ja sivukivi kuljetetaan maan pinnalle kuten vaihtoehdossa VE1a.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitystapa ja rikastushiekka-alueen sijainti

Vaihtoehdossa VE1b rikastushiekka läjitetään märkäläjityksenä. Rikastushiekka-alue sijoittuu tehdasalueen itäpuolelle kuten vaihtoehdossa VE1a.

Pastalaitos

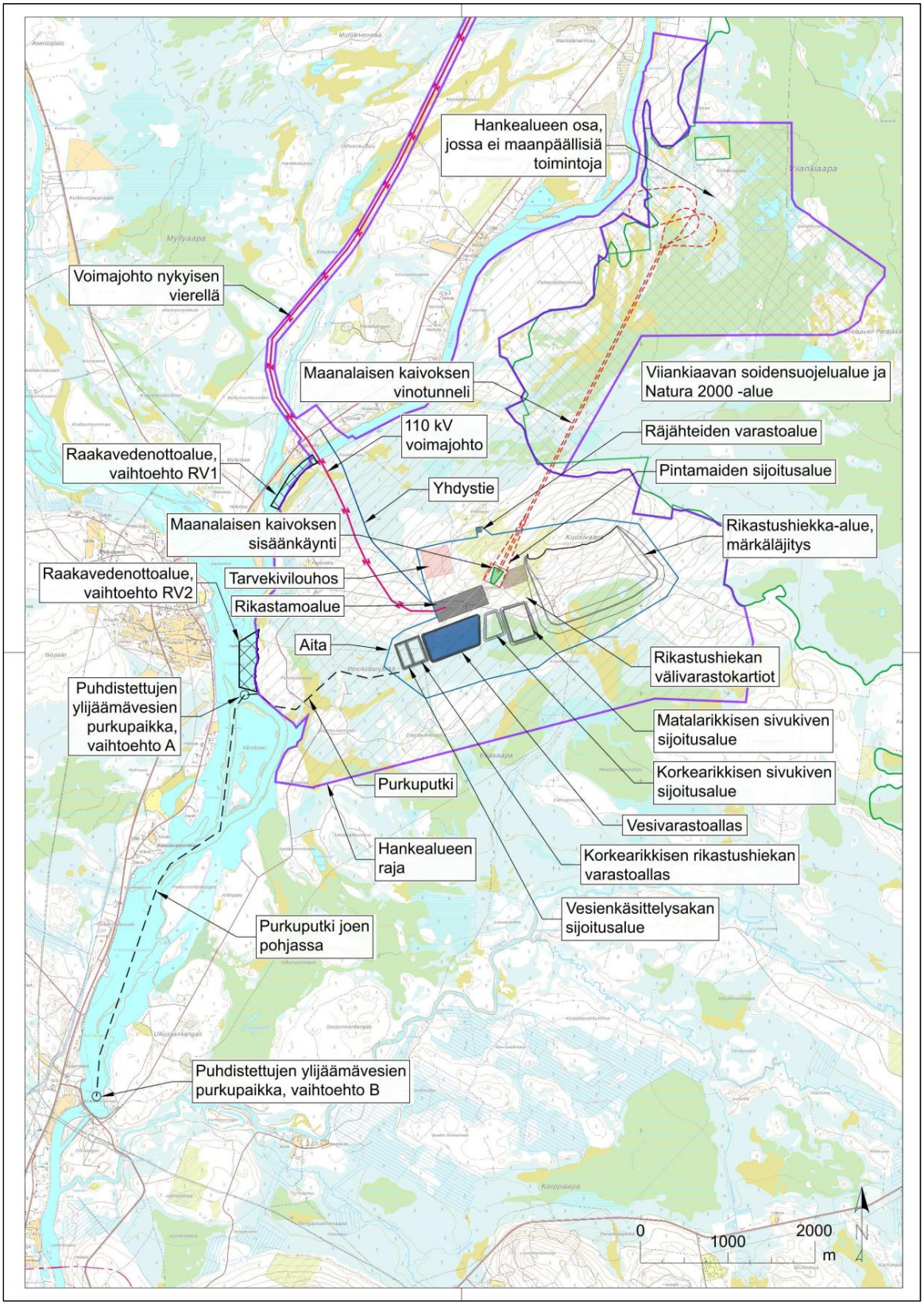
Pastalaitos sijaitsee maanalaisessa kaivoksessa kuten vaihtoehdossa VE1a.

Kaivoksen yhdystie

Vaihtoehdossa VE1b liikenne kaivokselle ohjataan uuden, ns. pohjoisen yhdystien kautta (Kuva 4-2). Yhdystien rakentaminen edellyttää uuden liittymän rakentamista vt 4:lle Myllyojan pohjoispuolelle sekä uuden, Kitisen ylittävän sillan rakentamista.

Tarvekivilouhos

Tarvekivilouhoksen sijainti on kuten vaihtoehdossa VE1a.



Kuva 3-5 Sakatin kaivoksen toimintojen sijoittuminen vaihtoehdossa VE1b.

3.6 Vaihtoehto VE2a

Vaihtoehdossa VE2a tehdasalue sijoittuu Kuusivaaraan, pintavedenjakajan eteläpuolelle kuten vaihtoehdossa VE1. Lisäksi maanpäällisiä toimintoja sijoittuu myös Pahanlaaksonmaalle.

Vaihtoehdossa VE1a vedenottamoiden sijaintivaihtoehdot, puhdistettujen jätevesien purkupaikkavaihtoehdot, voimajohdon sijainti tehdasalueen ulkopuolella sekä tarkasteltavat rikastamon prosessivaihtoehdot ovat samat kuin muissa arvioitavissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät on esitetty luvussa 3.2.3.

Vaihtoehdon VE2a mukainen hankealue ja sinne sijoittuvat toiminnot on esitetty Kuva 3-6.

Toimintojen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella

Rikastamoalue, korkearikkisen rikastushiekan varastoallas, matala- ja korkearikkisen sivukiven sijoitusalueet, vesienkäsittelysakan sijoitusalue sekä vesivarastoallas, sisäinen tiestö, pysäköintialueet, huolto-, toimisto- ja sosiaalitilat sijaitsevat Kuusivaaran tehdasalueen itäosassa ja ovat siten lähempänä Viiankiaavan Natura-aluetta kuin muissa vaihtoehdoissa, joissa ne sijoittuvat lähemmäs Kitistä. Matalarikkisen rikastushiekan rikastushiekka-alue sijaitsee Kuusivaaran tehdasalueen länsiosassa.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja vinotunneliyhteys

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu Pahanlaaksonmaalle, joka sijaitsee Kuusivaaran tehdasalueesta noin 3 km pohjoiseen. Vaihtoehdossa VE2a vinotunnelin toteutustapa on spiraalivinotunneli.

Malmin ja sivukiven siirto

Malmi murskataan maanalaiseen kaivokseen rakennettavalla esimurskaamolla. Maan alla esimurskattu malmi tuodaan kuilunostimen avulla maan pinnalle. Maan pinnalle rakennetaan kuilunostinta varten nostotorni, joka sijaitsee Pahanlaaksonmaalla, n. 500 m kaivoksen sisäänkäynnistä pohjoiseen.

Maan päällä malmi siirretään hihnakuljettimella, joka on koteloitu, Pahanlaaksonmaalta Kuusivaaraan tehdasalueella sijaitsevalle malmin katetulle välivarastoalueelle. Hihnakuljettimen viereen rakennetaan huoltotie henkilöauto- ja huoltoliikennettä varten sekä tarvittavat tekniset perusrakenteet, kuten mm. 20 kV:n voimajohto ja putkilinjat kaivoksen vesien johtamista varten.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitystapa ja rikastushiekka-alueen sijainti

Rikastushiekan läjitys toteutetaan kuivaläjityksenä. Rikastushiekka-alue koostuu kahdesta lohkosta, jotka sijoittuvat tehdasalueen länsipuolelle.

Pastalaitos

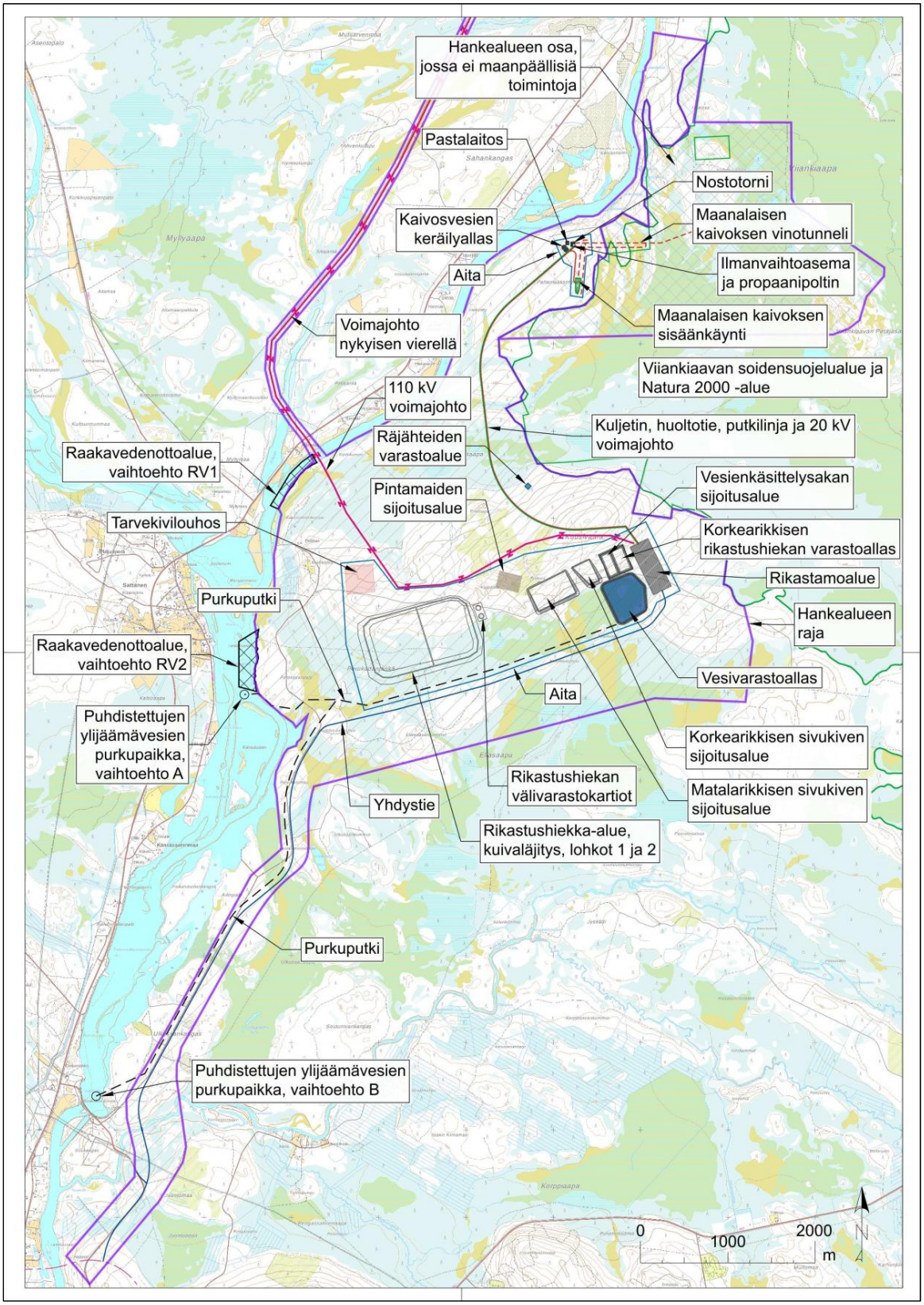
Pastalaitos rakennetaan maan päälle Pahanlaaksonmaalle. Pastalaitos sijoittuu n. 500 m kaivoksen sisäänkäynnistä pohjoiseen.

Kaivoksen yhdystie

Yhdystie kaivosalueelle toteutetaan kuten vaihtoehdossa VE1a.

Tarvekivilouhos

Tarvekivilouhos sijaitsee Kuusivaaran tehdasalueella kuten muissakin vaihtoehdoissa. Vaihtoehdossa VE2a tarvekivilouhos sijaitsee hieman lähempänä Kitistä kuin muissa päävaihtoehdoissa.



Kuva 3-6 Sakatin kaivoksen toimintojen sijoittuminen vaihtoehdossa VE2a.

3.7 Vaihtoehto VE2b

Vaihtoehdossa VE2b tehdasalue sijoittuu Kuusivaaraan, pintavedenjakajan eteläpuolelle kuten vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE2a. Lisäksi maanpäällisiä toimintoja sijoittuu myös Pahanlaaksonmaalle.

Vaihtoehdossa VE2b vedenottamoiden sijaintivaihtoehdot, puhdistettujen ylijäämävesien purkupaikkavaihtoehdot, voimajohdon sijainti tehdasalueen ulkopuolella sekä rikastamon prosessivaihtoehdot ovat samat kuin muissa arvioitavissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät on esitetty luvussa 3.2.3.

Vaihtoehdon VE2b mukainen hankealue ja sinne sijoittuvat toiminnot on esitetty Kuva 3-7.

Toimintojen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella

Vaihtoehdossa VE2b Kuusivaaraan sijoittuvan maanpäällisen tehdasalueen sijainti on kuten vaihtoehdossa VE2a. Rikastamoalue, matalarikkisen rikastushiekan rikastushiekka-alue, korkearikkisen rikastushiekan sijoitusalue, matala- ja korkearikkisen sivukiven sijoitusalueet, vesienkäsittelysakan sijoitusalue sekä vesivarastoallas sijoittuvat kuten vaihtoehdossa VE2a.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja vinotunneliyhteys

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu Pahanlaaksonmaalle, kuten vaihtoehdossa VE2a. Maanalaiseen kaivokseen johtava vinotunneli toteutetaan mutkavinotunnelina.

Malmin ja sivukiven siirto

Malmi murskataan maanalaiseen kaivokseen rakennettavalla esimurskaamolla ja siirretään maanpinnalle vinotunnelissa sijaitsevilla hihnakuljettimilla. Vaihtoehdossa VE2b ei näin ollen rakenneta nostotornia kuten vaihtoehdossa VE2a.

Maan päällä malmi siirretään hihnakuljettimella, joka on koteloitu, Pahanlaaksonmaalta Kuusivaaran tehdasalueella sijaitsevalle malmin katetulle välivarastoalueelle. Kuten vaihtoehdossa VE2a, hihnakuljettimen viereen rakennetaan huoltotie henkilöauto- ja huoltoliikennettä varten sekä tarvittavat tekniset perusrakenteet, kuten mm. 20 kV:n voimajohto ja putkilinjat kaivoksen vesien johtamista varten. Hihnakuljettimen ja huoltotien sijainti on muutoin kuten vaihtoehdossa VE2a, mutta kaivoksen sisäänkäynnin läheisyydessä niiden sijainti poikkeaa hieman vaihtoehdosta VE2a.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitystapa ja rikastushiekka-alueen sijainti

Rikastushiekka läjitetään märkäläjityksenä, kuten myös vaihtoehdoissa VE1b ja VE3b. Rikastushiekka-alue sijoittuu tehdasalueen länsipuolelle kuten vaihtoehdossa VE2a.

Pastalaitos

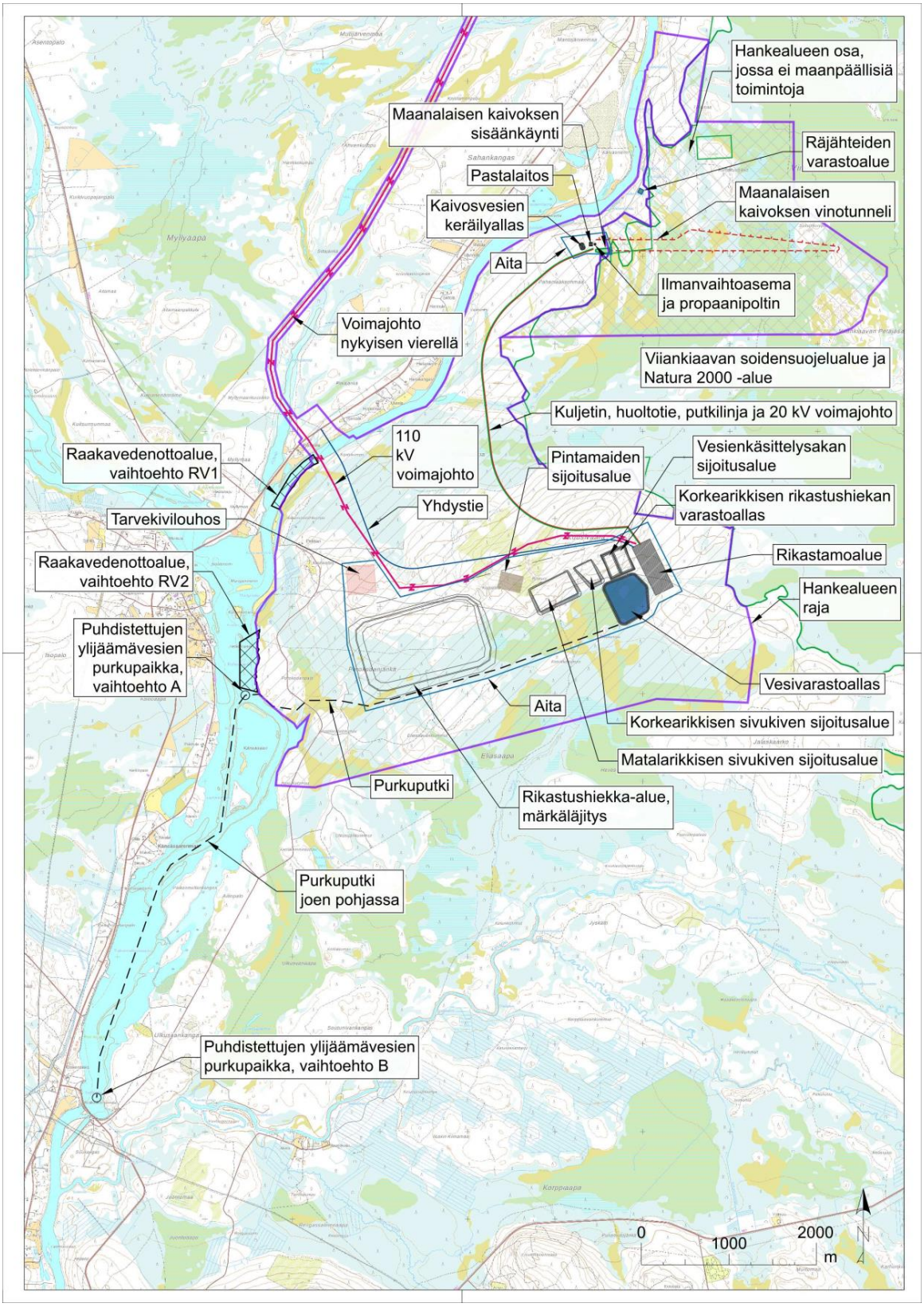
Pastalaitos rakennetaan maan päälle Pahanlaaksonmaalle. Pastalaitos sijoittuu kaivoksen sisäänkäynnin yhteyteen. Pastalaitos sijaitsee n. 250 m idempänä kuin vaihtoehdossa VE2a.

Kaivoksen yhdystie

Vaihtoehdossa VE2b kaivoksen yhdystie ja silta toteutetaan kuten vaihtoehdossa VE1b. Liikenne kaivokselle ohjataan siis uuden, ns. pohjoisen yhdystien kautta.

Tarvekivilouhos

Kuusivaaran tehdasalueelle sijoitettavan tarvekivilouhoksen sijainti on kuten vaihtoehdossa VE2a.



Kuva 3-7 Sakatin kaivoksen toimintojen sijoittuminen vaihtoehdossa VE2b.

3.8 Vaihtoehto VE3a

Vaihtoehdossa VE3a tehdasalue sijoittuu Kuusivaaran länsipuolelle. Erotuksena aikaisemmin kuvattuihin vaihtoehtoihin, Kuusivaaran maanpäälliset toiminnot käsittävä tehdasalue sijoittuu vaihtoehtoja VE1 ja VE2 pohjoisemmaksi, pintavedenjakajan pohjoispuolelle. Lisäksi maanpäällisiä toimintoja sijoittuu myös Pahanlaaksonmaalle.

Vaihtoehdossa VE3a vedenottamoiden sijaintivaihtoehdot, puhdistettujen jätevesien purkupaikkavaihtoehdot, voimajohdon sijainti tehdasalueen ulkopuolella sekä rikastamon prosessivaihtoehdot ovat samat kuin muissa arvioitavissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät on esitetty luvussa 3.2.3.

Vaihtoehdon VE3a mukainen hankealue ja sinne sijoittuvat toiminnot on esitetty Kuva 3-8.

Toimintojen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella

Rikastamoalue, sisäinen tiestö, pysäköintialueet, huolto-, toimisto- ja sosiaalitilat sijoittuvat Kuusivaaran länsiosaan rikastushiekka-alueen ja Viiankiaavan suojelualueen väliselle alueelle. Rikastamoalueen pohjois- ja luoteispuolelle sijoittuvat matala- ja korkearikkisen sivukiven sijoitusalueet, rikastushiekka-alue matalarikkiselle rikastushiekalle, korkearikkisen rikastushiekan varastoallas, vesienkäsittelysakan sijoitusalue sekä vesivarastoallas. Rikastamoalueen lounaispuolelle sijoittuu pintamaiden sijoitusalue.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja vinotunneliyhteys

Sisäänkäynti maanalaiseen kaivokseen sijaitsee Pahanlaaksonmaalla hankealueen pohjoisosassa, n. 2,5 km pohjoisempana kuin vaihtoehdossa VE2a. Maanalaiseen kaivokseen johtava vinotunneli toteutetaan spiraalivinotunnelina, kuten myös vaihtoehdossa VE2a. Sisäänkäynti sijoittuu Viiankiaavan suojelualueen rajan läheisyyteen, ja sisäänkäynniltä lähtevä tunneli laskeutuu maan alle suojelualueen rajalla suuntautuen kaakon-etelän suuntaan, josta se kääntyy länteen kohti esiintymää.

Malmin ja sivukiven siirto

Malmi murskataan maanalaiseen kaivokseen rakennettavalla esimurskaamolla. Esimurskattu malmi tuodaan kuilunostimen avulla maan pinnalle. Maan pinnalle rakennetaan kuilunostinta varten nostotorni, joka sijaitsee Pahanlaaksonmaalla, n. 250 m idempänä kuin vaihtoehdossa VE2a.

Kuten vaihtoehdossa VE2, malmi siirretään Pahanlaaksonmaalta Kuusivaaran tehdasalueelle hihnakuljettimella, joka on koteloitu. Hihnakuljettimen yhteyteen rakennetaan vastaavat tekniset perusrakenteet (huoltotie, voimajohto, putket) kuten vaihtoehdossa VE2.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitystapa ja rikastushiekka-alueen sijainti

Rikastushiekan läjitys tapahtuu kuivaläjityksenä. Rikastushiekka-alue koostuu kahdesta lohkosta, jotka sijoittuvat tehdasalueen länsipuolelle. Vaihtoehdossa VE3a matalarikkisen rikastushiekan rikastushiekka-alue sijoittuu Kitisen ja rikastamoalueen väliselle alueelle kuten vaihtoehdossa VE2a ja VE2b. Vaihtoehdossa VE3a rikastushiekka-alue sijaitsee pohjoisempana kuin vaihtoehdossa VE2a ja VE2b.

Pastalaitos

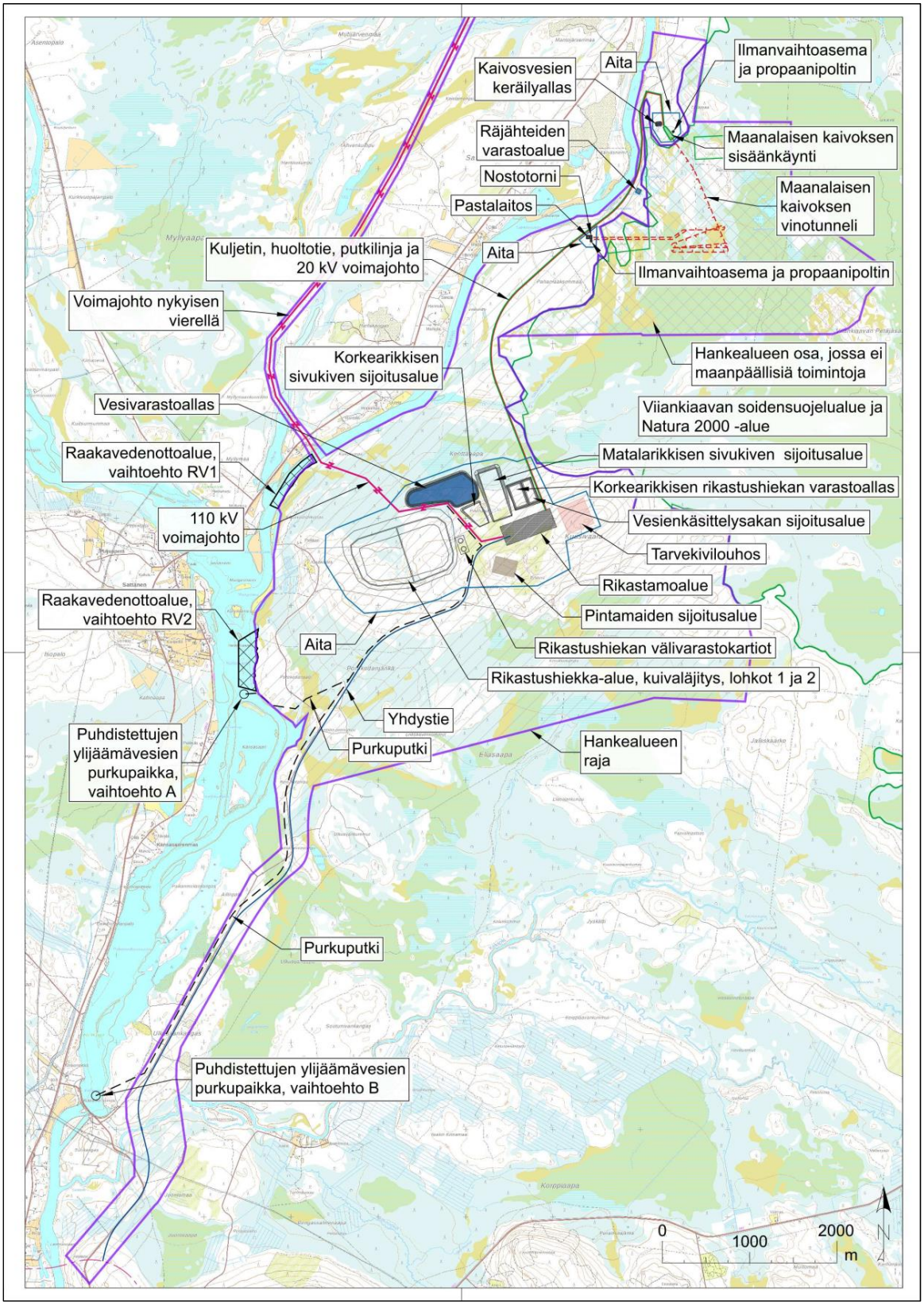
Pastalaitos rakennetaan maan päälle Pahanlaaksonmaalle ja se sijoittuu nostotornin yhteyteen.

Kaivoksen yhdystie

Yhdystie kaivosalueelle toteutetaan kuten vaihtoehdoissa VE1a ja VE2a.

Tarvekivilouhos

Kaivoksen rakentamisessa tarvittavaa kiveä varten perustetaan tarvekivilouhos. Vaihtoehdossa VE3a tarvekivilouhos sijoittuu Kuusivaaraan, rikastamoalueen itäpuolelle.



Kuva 3-8 Sakatin kaivoksen toimintojen sijoittuminen vaihtoehdossa VE3a.

3.9 Vaihtoehto VE3b

Vaihtoehdossa VE3b tehdasalue sijoittuu Kuusivaaran länsipuolelle. Erotuksena aikaisemmin kuvattuihin vaihtoehtoihin, Kuusivaaran maanpäälliset toiminnot käsittävä tehdasalue sijoittuu vaihtoehtoja VE1 ja VE2 pohjoisemmaksi, pintavedenjakajan pohjoispuolelle. Lisäksi maanpäällisiä toimintoja sijoittuu myös Pahanlaaksonmaalle.

Vaihtoehdossa VE3b vedenottamoiden sijaintivaihtoehdot, puhdistettujen jätevesien purkupaikkavaihtoehdot, voimajohdon sijainti tehdasalueen ulkopuolella sekä tarkasteltavat rikastamon prosessivaihtoehdot ovat samat kuin muissa arvioitavissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoista riippumattomat tekijät on esitetty luvussa 3.2.3.

Vaihtoehdon VE3b mukainen hankealue ja sinne sijoittuvat toiminnot on esitetty Kuva 3-9.

Toimintojen sijoittuminen Kuusivaaran tehdasalueella

Rikastamoalue sijoittuu Kuusivaaran länsiosaan kuten vaihtoehdossa VE3a. Rikastamoalueen pohjoispuolelle sijoittuvat matalarikkisen sivukiven sijoitusalue ja korkearikkisen rikastushiekan sijoitusalue sekä luoteispuolelle vesivarastoallas. Rikastamoalueen lounaispuolelle sijoittuvat korkearikkisen sivukiven sijoitusalue ja pintamaiden sijoitusalue.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja vinotunneliyhteys

Sisäänkäynti maanalaiseen kaivokseen sijaitsee Pahanlaaksonmaalla. Sisäänkäynti sijaitsee lähestulkoon kuten vaihtoehdossa VE3a, mutta suuntautuu kaakkoon, kun taas vaihtoehdossa VE3a tunnelin sisäänkäynti suuntautuu hieman etelämmäksi.

Maanalaiseen kaivokseen johtava vinotunneli toteutetaan mutkavinotunnelina, kuten myös vaihtoehdossa VE2a. Vinotunneli suuntautuu sisäänkäynniltä kaakkoon ja kääntyy sitten länteen kohti esiintymää.

Malmin ja sivukiven siirto

Malmi murskataan maanalaiseen kaivokseen rakennettavalla esimurskaamolla ja siirretään maanpinnalle vinotunnelissa sijaitsevilla hihnakuljettimilla. Vaihtoehdossa VE3b ei näin ollen rakenneta nostotornia.

Maan päällä malmi siirretään hihnakuljettimella, joka on koteloitu, Pahanlaaksonmaalta Kuusivaaran tehdasalueella sijaitsevalle malmin välivarastolle. Vaihtoehdossa VE3b kuljetusmatka maan päällä on pidempi kuin vaihtoehdossa VE3a, mikä johtuu malmin erilaisesta nostotavasta. Vaihtoehdossa VE3b malmi nostetaan maanpinnalle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin kautta (vinotunnelia pitkin), kun taas vaihtoehdossa VE3a kuilunostimen kautta. Vaihtoehdon VE3a kuilunostimen nostotorni sijaitsee n. 2,5 km maanalaisen kaivoksen sisäänkäynniltä luoteeseen.

Hihnakuljettimen viereen rakennetaan huoltotie henkilöauto- ja huoltoliikennettä varten sekä tarvittavat tekniset perusrakenteet, kuten mm. 20 kV:n voimajohto ja putkilinjat kaivoksen vesien johtamista varten. Hihnakuljettimen, huoltotien ja tarvittavan infran sijainti hankealueella ja toteutustapa ovat kuten vaihtoehdossa VE3a.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitystapa ja rikastushiekka-alueen sijainti

Rikastushiekka läjitetään märkäläjityksenä, kuten myös vaihtoehdoissa VE1b ja VE2b. Rikastushiekka-alue sijoittuu tehdasalueen länsipuolelle kuten vaihtoehdossa VE3a.

Pastalaitos

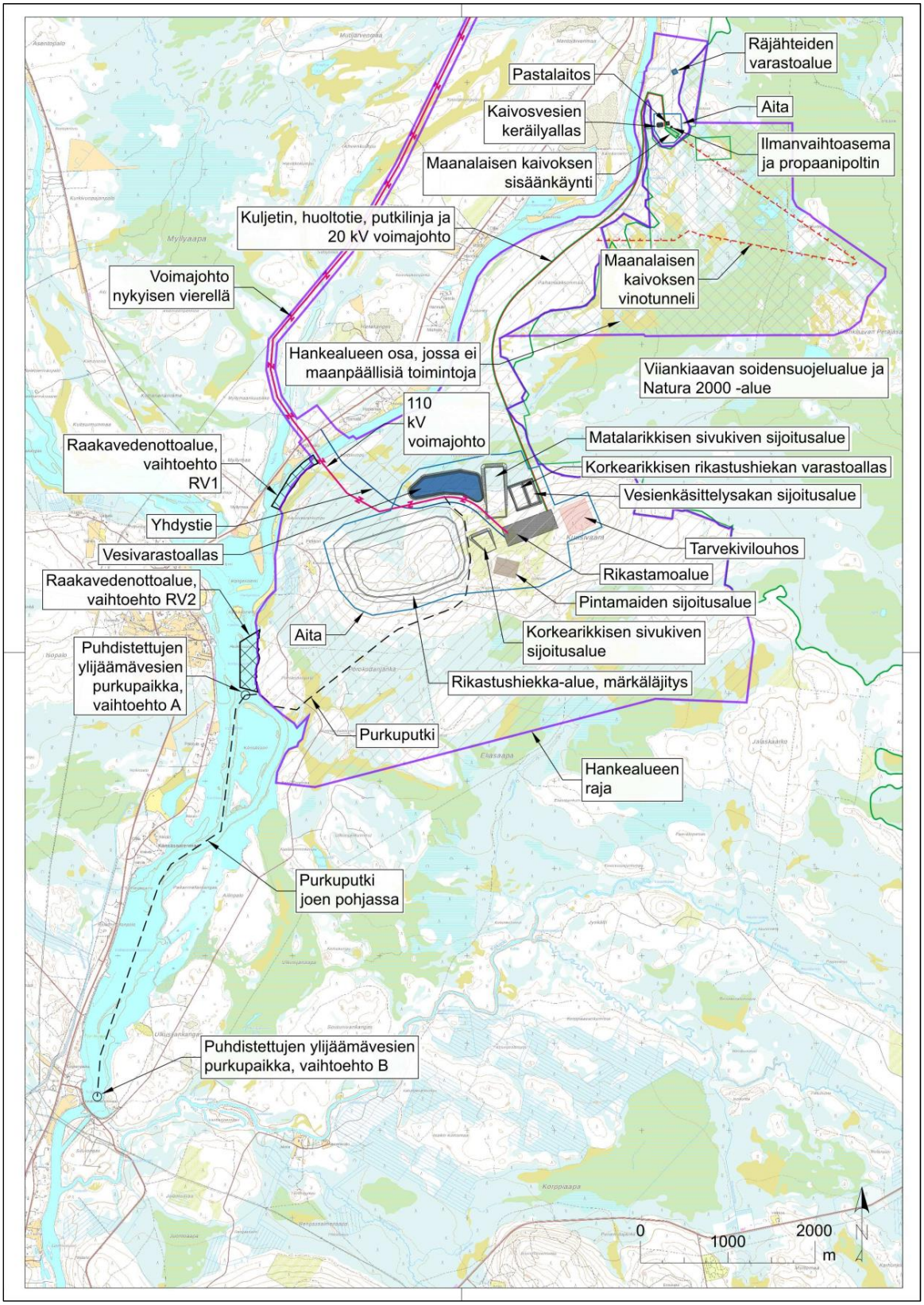
Pastalaitos rakennetaan maan päälle Pahanlaaksonmaalle ja se sijoittuu kaivoksen sisäänkäynnin yhteyteen.

Kaivoksen yhdystie

Kaivoksen yhdystie ja silta toteutetaan kuten vaihtoehdoissa VE1b ja VE2b. Liikenne kaivokselle ohjataan siis uuden, ns. pohjoisen yhdystien kautta.

Tarvekivilouhos

Kuusivaaran tehdasalueelle sijoitettavan tarvekivilouhoksen sijainti on kuten vaihtoehdossa VE3a.



Kuva 3-9 Sakatin kaivoksen toimintojen sijoittuminen vaihtoehdossa VE3b.

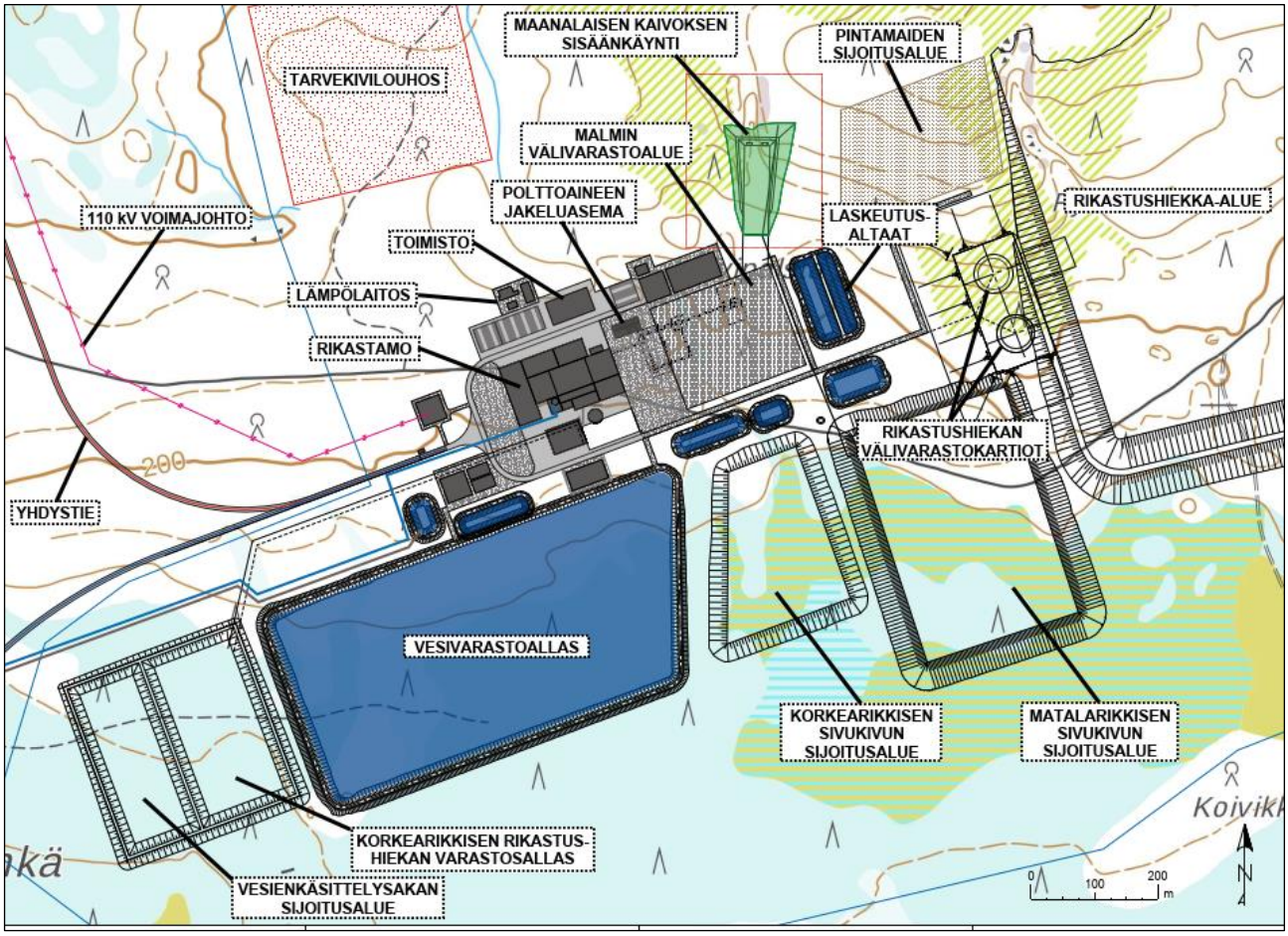
4 HANKKEEN TEKNINEN KUVAUS

Sakatin kaivos käsittää maanalaisen kaivoksen toiminnan sekä maanpäällä tapahtuvan malmin rikastamisen, muodostuvien jätteiden ja vesien käsittelyyn liittyvät toiminnot, kaivosalueen tekniset perusrakenteet ja muut vaadittavat tukitoiminnot. Maanalainen kaivos sijoittuu Viiankiaavan alapuolelle, missä Sakatin pääesiintymä alkaa noin 350 m syvyydestä jatkuen siitä alaspäin. Kaivoksen maanpäälliset rakenteet ja rakennukset kuten rikastamo, pintamaiden, sivukivien ja rikastushiekan sijoitusalueet sekä varasto- ja huoltotilat sijoittuvat pääasiassa Kuusivaaran tehdasalueelle. Sisäänkäynti maan päältä maanalaiseen kaivokseen sijaitsee tarkasteltavan vaihtoehdon mukaan joko Kuusivaaran tehdasalueella (VE1a ja VE1b) tai Pahanlaaksonmaalla (VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b), joka on noin 3-5 km Kuusivaarasta pohjoiseen.

Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakennetaan myös 20 kV:n voimajohto, huoltotieyhteys ja hihnakuljetin Pahanlaaksonmaalta Kuusivaaran tehdasalueelle. Lisäksi näissä vaihtoehdoissa Pahanlaaksonmaalle sijoittuvat pastalaitos, kaivoksen ilmanvaihtoon liittyvät rakenteet, kaivosvesien keräilyallas sekä vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a nostotorni.

Kaivoksen rakenteisiin kuuluvat myös Kitisestä tapahtuvaan raakavedenottoon ja kaivosalueelta poisjohdettavien puhdistettujen vesien purkamiseen liittyvät rakenteet, yhdystie kaivosalueelle sekä uusi 110 kV:n voimajohto kaivoksen sähköverkkoon liittämiseksi.

Kaivoksen aluesuunnittelun tavoitteena on sijoittaa kaivoksen toiminnot mahdollisimman lähelle toisiaan, jotta välimatkat ovat lyhyitä ja alueen vaatima maa-ala pysyy mahdollisimman pienenä. Alustava suunnitelma Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuvista toiminnoista on esitetty Kuva 4-1 vaihtoehdon VE1a osalta. Muissa vaihtoehdoissa toimintojen sijainti Kuusivaarassa poikkeaa vaihtoehdosta VE1a ja osa toiminnoista sijaitsee Pahanlaaksonmaalla. Kaivosalueen sisäänkäynnin alueelle sijoittuvat toiminnot vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b on esitetty Kuva 4-7. Vaihtoehtojen VE2 ja VE3 Pahanlaaksonmaalle sijoittuvat toiminnot on esitetty liitteessä 2.



Kuva 4-1 Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuvat toiminnot vaihtoehdossa VE1a.

4.1 Kaivoksen rakentaminen

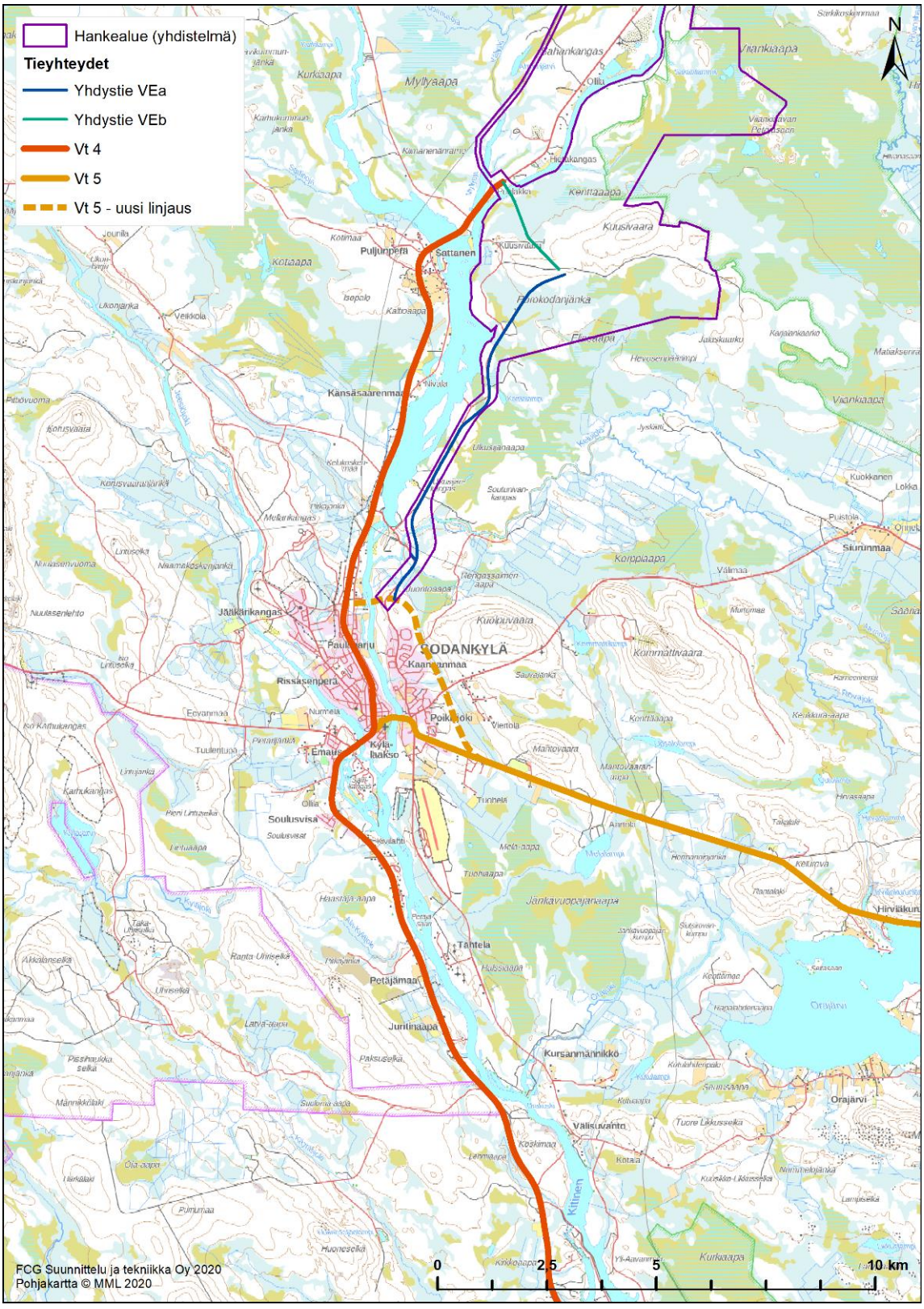
Ennen varsinaisen tuotannon käynnistymistä rakennetaan kaivostoiminnan edellyttämät tekniset perusrakenteet sekä tehdasalueen eri toiminnot. Seuraavissa luvuissa on kerrottu tarkemmin keskeisimmät kaivostoimintaa valmistelevat työt. Sakatin kaivoshankkeen rakentamisvaiheen kesto on noin 2-3 vuotta. Rakentamisvaihetta ei kuitenkaan voida erottaa täysin kaivoksen toimintavaiheesta, koska tiettyjen alueiden, kuten rikastushiekan sijoitusalueiden ja maanalaisen kaivoksen tunneliverkoston, rakentaminen jatkuu myös tuotantovaiheen aikana.

4.1.1 Tieyhteys kaivosalueelle

Sakatin kaivosta varten tarvitaan uusi yhdystie, jolla kulkee kaikki kaivokselle tuleva ja sieltä lähtevä liikenne rakennus-, toiminta- ja sulkemisvaiheessa. Yhdystie liittyy joko vt 4 :ään (VE1b, VE2b ja VE3b) tai vt 5:een (vaihtoehdot VE1a, VE2a ja VE3a).

Alavaihtoehdoissa b kuljetukset toteutetaan uuden ns. pohjoisen yhdystien kautta (Kuva 4-2). Yhdystien rakentaminen edellyttää uuden liittymän rakentamista vt 4:lle Myllyojan pohjoispuolelle sekä uuden, Kitisen ylittävän sillan rakentamista.

Alavaihtoehdoissa a kaivoksen kuljetukset toteutetaan uuden ns. eteläisen yhdystien kautta (Kuva 4-2). Eteläinen yhdystie ylittää Kelujoen ja yhdistyy vt 5:n uuteen linjaukseen. Rakennettava uusi yhteys edellyttää uuden sillan rakentamista Kelujoen ylitse. Väylävirasto ja Lapin ELY-keskus ovat käynnistäneet vt 5:n uuden linjauksen aluevaraussuunnittelun. Uusi linjaus on huomioitu yhdystien suunnittelutyössä.



Kuva 4-2 Sakatin kaivoksen pohjoisen yhdystievaihtoehdon (vihreällä) liittyminen vt 4:ään ja eteläisen yhdystien (sinisellä) liittyminen vt 5:een.

4.1.2 Kaivoksen liittäminen sähköverkkoon

Sakatin kaivoksen tarvitsemaa sähköä varten alueelle rakennetaan uusi 110 kV:n Vajukoski-Sakatti -voimajohto. Voimajohto alkaa Fingrid Oyj:n Vajukosken sähköasemalta ja päättyy Kuusivaaran tehdasalueelle rakennettavalle uudelle sähköasemalle. Voimajohdon reitti ja rakenteet on kuvattu sekä voimajohdon vaikutukset arvioitu luvussa 0.

4.1.3 Kaivosalueen tekniset rakenteet

Varsinaiselle tehdasalueelle sijoittuvat toiminnot ja rakenteet on esitetty Kuva 4-1. Eri hankevaihtoehdoissa toimintojen sijoittelu voi vaihdella hieman tehdasalueen sisällä, mutta kaikissa vaihtoehdoissa tehdasalue sijoittuu Kuusivaaraan, suojelualueen ulkopuolelle. Tehdasalueelle sijoitetaan kaikki tuotannon vaatimat toiminnot kuten rikastamo oheistoimintoineen, sijoitusalueet sivukiville, rikastushiekoille sekä pintamaille, lämpölaitos, vesienkäsittelyrakenteet ja -altaat, kuljettimet, polttoaineen jakeluasema sekä huolto-, varasto- ja toimistotilat. Lisäksi alueelle rakennetaan tekniset perusrakenteet kuten sisäiset tiet, sähköverkko ja vesi- ja viemäriverkostot.

Sähköverkko kaivosalueella

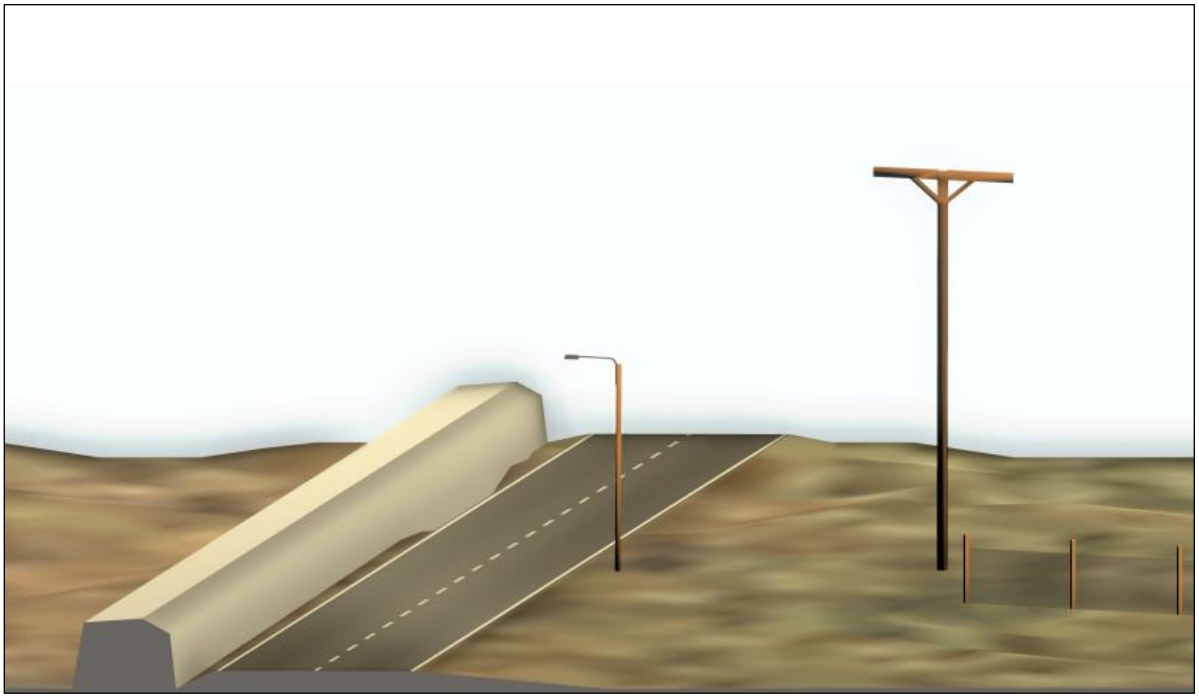
Kaivosalueelle tuleva 110 kV:n voimajohto yhdistetään hankealueelle rakennettavaan muuntamoon, jossa jännite alennetaan sisäiseen sähköverkkoon sopivaksi. Sähköverkko rakennetaan kattamaan kaikki toiminta-alueet, mukaan lukien yhdystien valaistuksen. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakennetaan lisäksi 20 kV:n sähkölinja Kuusivaaran tehdasalueelta Pahanlaaksonmaalle.

Vesijohto- ja viemäriverkosto

Kaivos liitetään Sodankylän kunnan vesijohtoverkostoon, jota varten rakennetaan tarvittava yhdysputki. Saniteettijätevesiä varten rakennetaan maan alle sijoittuva viemäriputki, joka liitetään kunnan viemäriverkostoon Kitisen länsipuolella. Kitisen ylityskohdalla putki upotetaan Kitisen pohjaan.

Hankealueelle sijoittuvat tiet

Kaivosalueen sisäinen tieverkosto rakennetaan kattamaan Kuusivaaran tehdasalueen lisäksi kaivosalueen muut toiminnot. Tiet mitoitetaan niille tulevan liikenteen mukaisesti ja ne päällystetään valtaosin. Kuusivaaran tehdasalueen ja Pahanlaaksonmaan välille rakennetaan lisäksi huoltotie hankevaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b. Alla (Kuva 4-3) on esitetty havainnekuva huoltotiestä.



Kuva 4-3 Havainnekuva Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan välille rakennettavasta huoltotiestä ja kuljetinhihnasta (hankevaihtoehdot VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b). Kuvassa on esitetty myös 20 kV:n sähkölinjan pylväs. (Kuva: AA Sakatti Mining Oy)

Maanpäällinen kuljetinhihna

Hankevaihtoehdoissa VE2 (a ja b) ja VE3 (a ja b) rakennetaan Kuusivaaran tehdasalueen ja Pahanlaaksonmaan välille maanpäällinen kuljetinhihna louhitun malmin kuljetusta varten (Kuva 4-3). Kuljetinhihna koteloidaan melu- ja pölyvaikutusten pienentämiseksi.

Raakavedenottoon ja vesien purkamiseen liittyvät rakenteet

Kaivokselle otetaan tuotantoon tarvittavaa raakavettä Kitisestä, jonne myös kaivokselta poisjohdettavat puhdistetut vedet puretaan. Kaivoksen eri toteutusvaihtoehtoihin liittyen sekä vedenottamolle että purkupaikalle on kummallekin kaksi vaihtoehtoista sijaintipaikkaa. Raakavedenottamon vaihtoehtoiset sijaintipaikat on esitetty Kuva 2-1 ja niistä on kerrottu tarkemmin luvussa 3.2.3. Vaihtoehtoisten purkupaikkojen sijainnit on esitetty Kuva 3-3 ja niistä on kerrottu tarkemmin luvussa 3.2.3.

Tehdasalueen ja Kitisen välille rakennetaan putkilinjat raakavedelle sekä kaivoksella muodostuville puhdistetuille ylijäämävesille. Raakavesiputken arvioitu pituus on noin 2 500-3 000 m (kaivosalueelta suorinta reittiä Kitisen rannalle). Kaivoksen ylijäämävesien purkuputki kulkee osittain maan pinnalla (maahan kaivettuna) sekä osittain Kitisen pohjaan upotettuna. Purkupisteen sijaitsessa Sattasen kylän eteläpuolella purkuputken pituus kaivoalueelta Kitisen rannalle on noin 2 400–3 000 m ja Kitiseen upotettavan putken pituus on noin 300 m. Purkupisteen sijatessa Kelukosken patoaltaassa purkuputki voidaan sijoittaa eteläisen yhdystien yhteyteen, jolloin maassa kulkevan putken pituus on noin 6 000 m ja loppu osa putkesta (pituus 100 m) upotetaan Kitiseen. Vaihtoehtoisesti putkilinja voidaan tuoda Kelukosken patoaltaaseen upottamalla putki Kitisen pohjaan Sattasen kylän eteläpuolella, jolloin upotettavan putken pituus on noin 5 300 m.

Pastalaitos

Rikastusprosessissa muodostuvasta korkearikkisestä rikastushiekasta valmistetaan pastaa (tahnaa) kaivostäyttöä varten. Pasta valmistetaan kaivokselle rakennettavalla pastalaitoksella. Pastalaitoksen sijainti riippuu hankevaihtoehdosta. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b pastalaitos rakennetaan maanalaiseen kaivokseen noin 370 m syvyyteen maan pinnasta. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, ja VE3b pastalaitos rakennetaan maan päälle Pahanlaaksonmaalle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin läheisyyteen ja vaihtoehdossa VE3a Pahanlaaksonmaalle nostotornin läheisyyteen. Pastalaitosta on kuvattu tarkemmin luvussa 4.2.4.

Tarvekivilouhos

Kuusivaaran tehdasalueelle perustetaan rakentamisvaiheessa tarvekivilouhos, jolla turvataan riittävä kiviaineksen saanti kaivoksen rakentamisen tarpeisiin. Rakentamisaikana tarvekiveä louhitaan enimmillään noin 3,8 Mt. Tarvekivilouhos on toiminnassa pääasiassa rakentamisvaiheessa noin 2-3 vuoden ajan, mutta voidaan tarvittaessa ottaa myös myöhemmin tuotannon aikana käyttöön.

Louhittu kiviaines murskataan jatkokäyttöä varten. Murskaus tapahtuu liikutettavalla murskaimella tarvekivilouhoksessa tai sen välittömässä läheisyydessä. Tarvekivilouhoksen sijainti on esitetty eri toteutusvaihtoehtoja esittelevissä suunnitelmakuvissa luvuissa 3.4-3.9. Tarvekivilouhosta ja tarvekiven ominaisuuksia on kuvattu luvussa 4.2.5.

Maa-ainesten sijoitusalue

Ennen rakentamisen aloittamista ja rakentamisen aikana poistettavat pintamaakerrokset sekä muut irtomaakerrokset erotellaan ja varastoidaan myöhempää käyttöä varten (esim. maisemointi sulkemisvaiheessa) erilliselle pintamaiden sijoitusalueelle. Tämä alue sijaitsee kaikissa hankevaihtoehdoissa tehdasalueella Kuusivaaran etelärinteellä. Sijoitusalueen koko on laajimmillaan noin 46 000 m^2. Rakentamiseen käytettäviä maa-aineksia tuodaan tarvittaessa myös alueen ulkopuolelta.

Sivukivien sijoitusalueet

Rakentamisvaiheessa muodostuu sivukiveä vinotunnelin ja maanalaisen kaivoksen tilojen louhinnasta. Kaivoksen nykyarvion mukaisilla mineraalivarannoilla koko toiminnan aikana muodostuu sivukiveä noin 8,8 Mt. Arvio koskee vaihtoehtoa VE1a, jossa louhitaan neljä tunnelia ja jossa vinotunnelien pituus on suurin. Muissa vaihtoehdoissa muodostuvan sivukiven määrä jää pienemmäksi. Sivukiven määrä on tuotetun rikasteen määrään nähden hyvin alhainen, mikä johtuu esiintymän geologiasta ja sovellettavasta maanalaisesta louhintamenetelmästä.

Maan päälle rakennetaan kaksi sivukiven sijoitusaluetta: yksi korkearikkiselle sivukivelle ja toinen matalarikkiselle sivukivelle. Sijoitusalueet rakennetaan Kuusivaaran tehdasalueelle hankevaihtoehdosta riippuen Kuusivaaran etelä- tai pohjoisrinteelle. Sijoitusalueiden rakenteita on kuvattu luvussa 4.7.1.

Sakatin kaivoshankkeessa yhtenä tavoitteena on, että muodostuva sivukivi hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti kaivoksen rakentamisessa sekä tuotantovaiheen aikana myös maanalaisen kaivoksen louhostäyttöihin, jotta maan päälle läjitettävän sivukiven määrä on mahdollisimman vähäinen. Sijoitusalueet ovat siten väliaikaisia. Suunnittelussa on kuitenkin varauduttu siihen, että hyötykäyttöön soveltumaton kiviaines läjitetään pysyvästi maan pinnalle. Sivukivelle tarkoitetut sijoitusalueet ovat laajimmillaan muutama vuosi toiminnan aloittamisen jälkeen, ennen kuin kaivoksessa on riittävästi avointa tilaa täytettäväksi, jonne rikastushiekka ja sivukivet voidaan sijoittaa.

Matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalue

Sakatin kaivoshankkeessa on päädytty kahteen mahdolliseen rikastushiekan läjitystapaan: rikastushiekan märkäläjitykseen ja kuivaläjitykseen. Läjitystä varten rikastushiekka-alueelle rakennetaan patoallas.

Rikastushiekka-alue koostuu kuivaläjitysvaihtoehdossa kahdesta rinnakkaisesta osasta, mikä mahdollistaa vaiheittaisen rakentamisen. Märkäläjitystä käytettäessä allas on yksiosainen.

Rikastushiekka-alueen sijaintipaikka vaihtelee vaihtoehdoittain, mutta on aina tehdasalueella. Patojen harjan taso on hankevaihtoehdosta riippuen noin 10-14 m ympäröivää maanpintaa korkeammalla, mutta noin 10-20 m alempana kuin Kuusivaaran korkein harjanne.

Maan päälle tullaan sijoittamaan matalarikkistä rikastushiekkaa arviolta 27,1 Mt. Mikäli menetelmänä käytetään kuivaläjitystä, alueen pinta-ala on 89-104 ha. Jos rikastushiekka läjitetään lietteenä, altaan pinta-ala on 126-144 ha. Rikastushiekka-aluetta, läjitystapoja ja rikastushiekan hyötykäyttöä on kuvattu luvussa 4.7.2.

Korkearikkisen rikastushiekan sijoitusallas

Tuotannon alkuvaiheen aikana syntyvä korkearikkinen rikastushiekka pumpataan lietteenä tarkoitusta varten rakennettavaan altaaseen odottamaan pastalaitoksen käynnistämistä. Pastatäyttöä ei tarvita tuotannon alkuvaiheessa, koska kaivoksessa ei ole vielä louhittuna riittävästi tyhjää tilaa, johon täyttöä voidaan tehdä. Arvion mukaan pastatäyttö aloitetaan noin kahden vuoden kuluttua rikastamon käynnistämisestä.

Pastalaitoksen käynnistyttyä rikastushiekka johdetaan suoraan pastalaitokselle, ja rikastushiekka-allas jää varalle mahdollisia poikkeustilanteita varten.

Allas on mitoitettu huomioiden tuotantomäärät, vuotuiset sadevesimäärät sekä poikkeukselliset sääolosuhteet. Altaan tilavuus on noin 334 000 m^3. Rikastushiekka-altaan rakenteita on kuvattu luvussa 4.7.2.

Vesien varastoaltaat

Vesien kierrtykseen, käsittelyyn ja keräilyyn liittyen tehdasalueella 1 iso ja 5 muuta allasta (Taulukko 4-1 ja Kuva 4-1).

Taulukko 4-1 Tehdasalueiden vesialtaiden pinta-alat ja tilavuudet.

Allas	Pinta-ala m^2	Tilavuus m^3
Hulevesien keräilyallas	2 600	5 200
Vesivarastoallas	250 000	700 000
Prosessiveden vara-allas	2 600	5 200
Rikastushiekka-alueen vesien laskeutusallas	3 500	8 000
Jätevesien poistoallas	1 400	2 800
Kaivoksen kuivatusvesien yhdistelmäallas	2 400/4 000*	5 000/10 000*

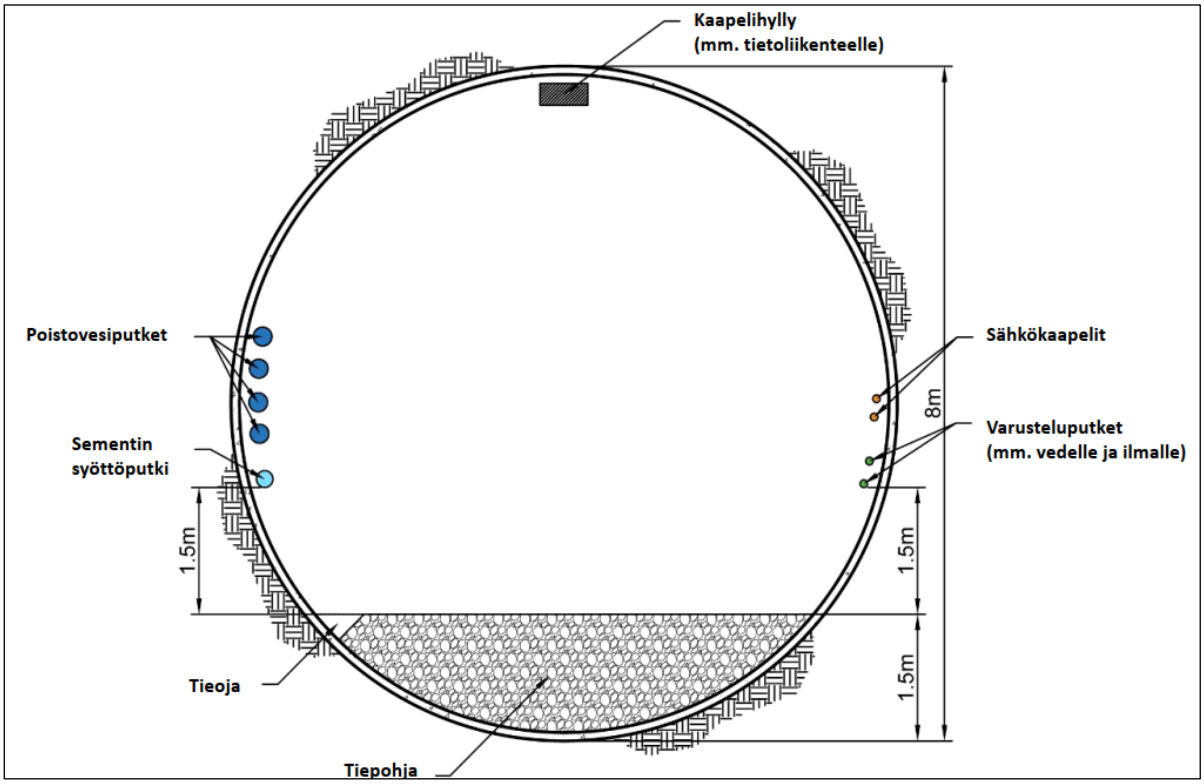
**Kaksiosainen allas, kaivosvedet pumpataan kahdelta eri tasolta, sillä pohjaveden laatu muuttuu syvemmällä kallioperässä*

Kaikki vesialtaat rakennetaan tiiviiksi käyttämällä pohjarakenteena yhdistelmärakennetta. Padot rakennetaan moreenista ja patojen ulkoreunoille rakennetaan eroosiosuojaus murskatusta louheesta. Patorakenteet on suunniteltu patoturvallisuusmääräysten mukaisesti.

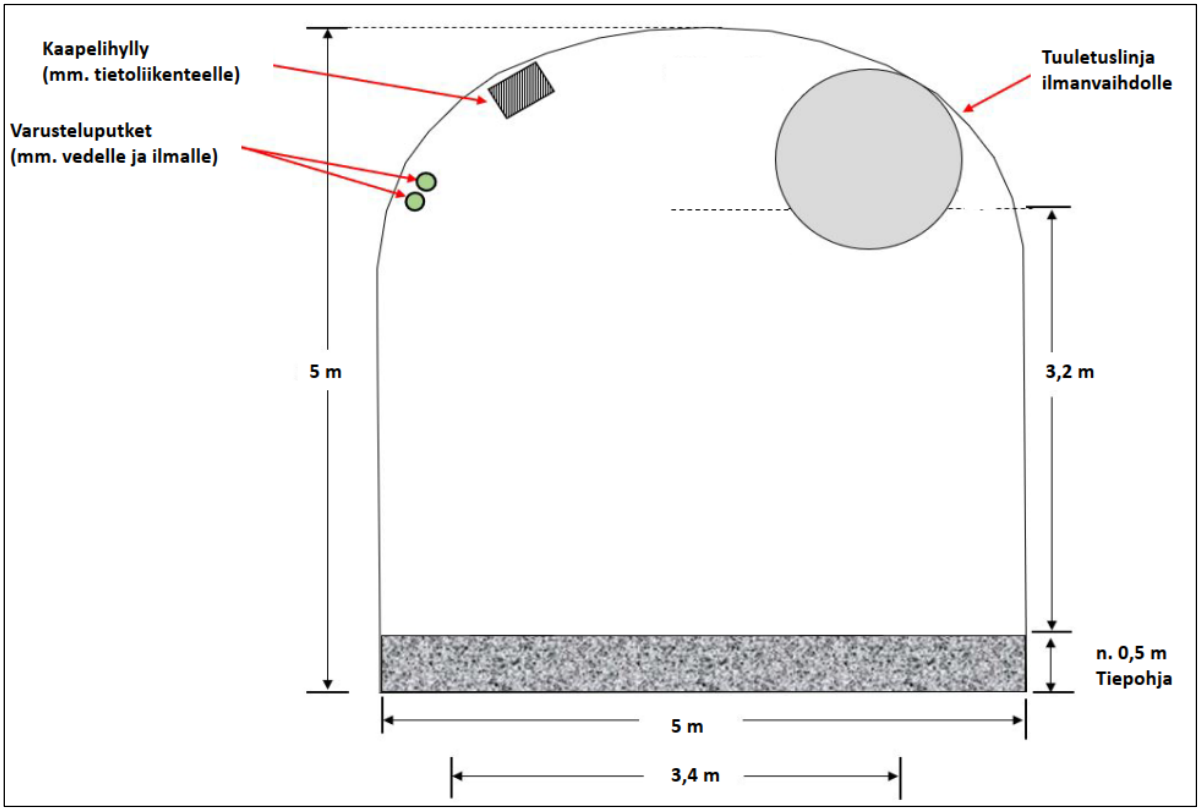
4.1.4 Vinotunnelit ja niiden louhinta

Maanalaisen kaivoksen rakentaminen aloitetaan louhimalla maan päältä kulkuyhteys eli vinotunneli maan alla sijaitsevalle esiintymälle. Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu tarkasteltavan vaihtoehdon mukaan Kuusivaaran tehdasalueelle (VE1a, VE1b) tai Pahanlaaksonmaalle, jossa sijoitusvaihtoehtoja on neljä (VE2a, VE2b, VE3a, VE3b). Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynniltä vinotunneli etenee kallioperässä kohti esiintymää. Vinotunnelilta louhitaan muut maanalaisen kaivoksen toimintaan tarvittavat tilat, kuten yhteydet malmin tuotantotasoille, malmin esimurskaukselle sekä huolto- ja varastotiloille.

Vinotunnelin louhinta tapahtuu joko perinteisellä panostus-/räjäytysmenetelmällä tai käyttämällä tunneliporaa (Tunnel boring machine, TBM), jossa kivi irrotetaan leikkaamalla ja suoralla louhinnalla räjäyttämisen sijaan. Tunneliporaa käytettäessä ensimmäiset 350-500 m tunnelista louhitaan räjäyttämällä ennen kuin konetta voidaan käyttää. Yhdyskuntarakentamisessa tunneliporia on käytetty vuosikymmeniä, mutta kaivosteollisuudessa vähemmän. Tunneliporan etuna on, että sillä pystytään tekemään vinotunnelia nopeammin kuin perinteisellä panostus-/räjäytysmenetelmällä, eikä kiven irrottaminen vaadi räjähdysaineen käyttöä. Lisäksi tunneliporaus ei riko ympäröivää kallioperää niin paljon kuin räjähdysaineita käyttämällä, mikä parantaa kaivokseen tulevan veden hallintaa sekä kaivosturvallisuutta. Tunneliporalla toteutettavan vinotunnelin profiili on havainnollistettu Kuva 4-4 ja perinteisellä panostus-/räjäytysmenetelmällä toteutettavan tunnelin Kuva 4-5.



Kuva 4-4 Havainnekuva mahdollisesta vinotunnelin profiilista (alustava suunnitelma), joka on toteutettu tunneliporalla.



Kuva 4-5 Havainnekuva mahdollisesta vinotunnelin profiilista (alustava suunnitelma), joka on toteutettu perinteisellä poraus-/räjäytysmenetelmällä.

Louhitut tunnelit tuetaan tarvittavilta osin. Tuentatarve on riippuvainen kallion laadusta. Tuentamenetelminä voidaan käyttää ruiskubetonointia, verkotusta, kalliopulttausta sekä vaijeripulttausta. Ennen varsinaisia tuentatöitä tunnelien seinämiltä poistetaan irtonainen kiviaines koneellisesti rusnaamalla. Kalliopohjaveden pääsyä maanalalaisen kaivokseen voidaan vähentää tiivistämällä tunnelitiloja. Tiivistys voidaan toteuttaa injektoimalla, jossa kallioon ja siinä oleviin ruhjeisiin porataan reikiä ja pumpataan niihin sementin (tai muun tiivistysmassan) ja veden seosta. Injektointi voidaan toteuttaa joko ennen tunnelin louhintaa (esi-injektointi) tai jälkikäteen vesivuotojen ilmestyttyä (jälki-injektointi). Estämällä vedentuloa kaivokseen pystytään ehkäisemään louhinnasta aiheutuvia pohjavesivaikutuksia sekä parantamaan turvallisuutta kaivoksessa.

Vinotunneli voidaan toteuttaa joko suora-, spiraali- tai mutkavinotunnelina. Toteutustapa riippuu valittavasta vaihtoehdosta. Valittavan vinotunnelin linjauksella tullaan tekemään tarkentavia kairauksia ennen yksityiskohtaisen suunnittelun aloittamista. Vinotunnelin toteutustapa sekä valittava vaihtoehto vaikuttavat, miten maanalaisen kaivoksen ilmanvaihto ja malmin nosto maanpintaan toteutetaan. Seuraavaksi on esitetty keskeiset tiedot eri vinotunneliratkaisusta.

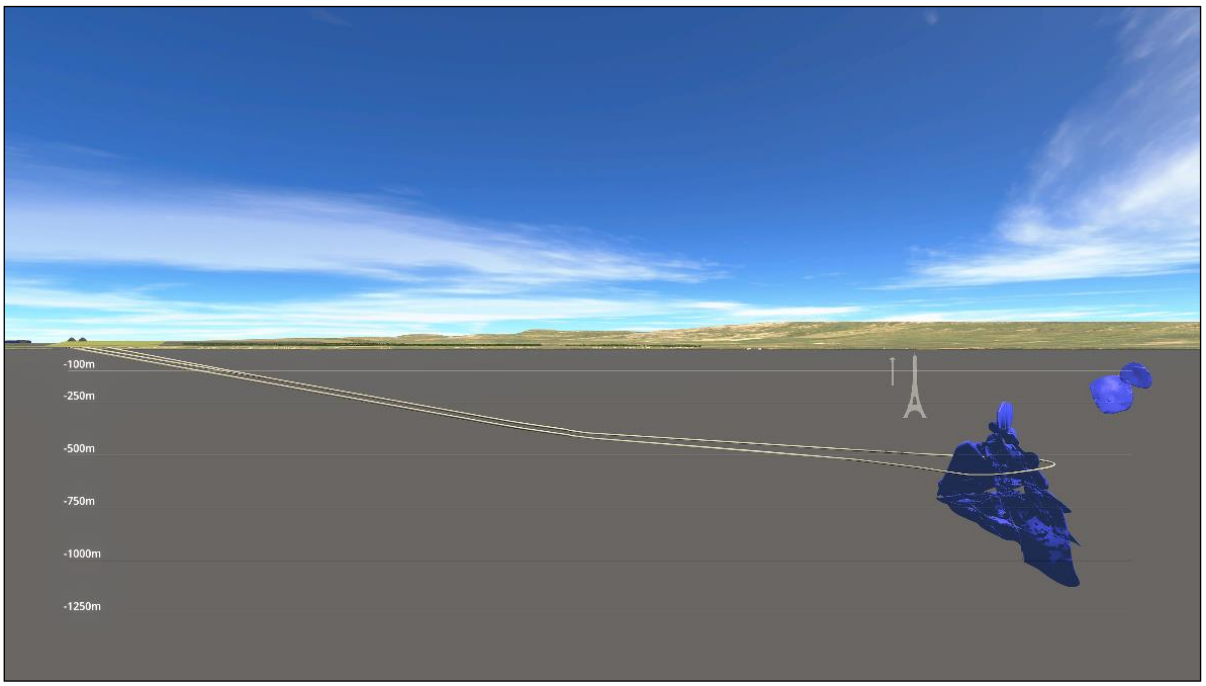
Suoravinotunneli vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b

Suoravinotunnelivaihtoehdossa on kaksi vierekkäin kulkevaa vinotunnelia, jotka on suunniteltu tehtävän tunneliporalla. Yhden vinotunnelin halkaisija on 8 m, ja vinotunnelien väliin jää 16 m leveä välipilari. Myöhemmin, kaivoksen toiminta-aikana, vinotunneleiden määrä voi kasvaa kahdesta jopa neljään. Tämä riippuu siitä, miten menetellään tunneliporakoneiden jatkokäytön kanssa. Mikäli

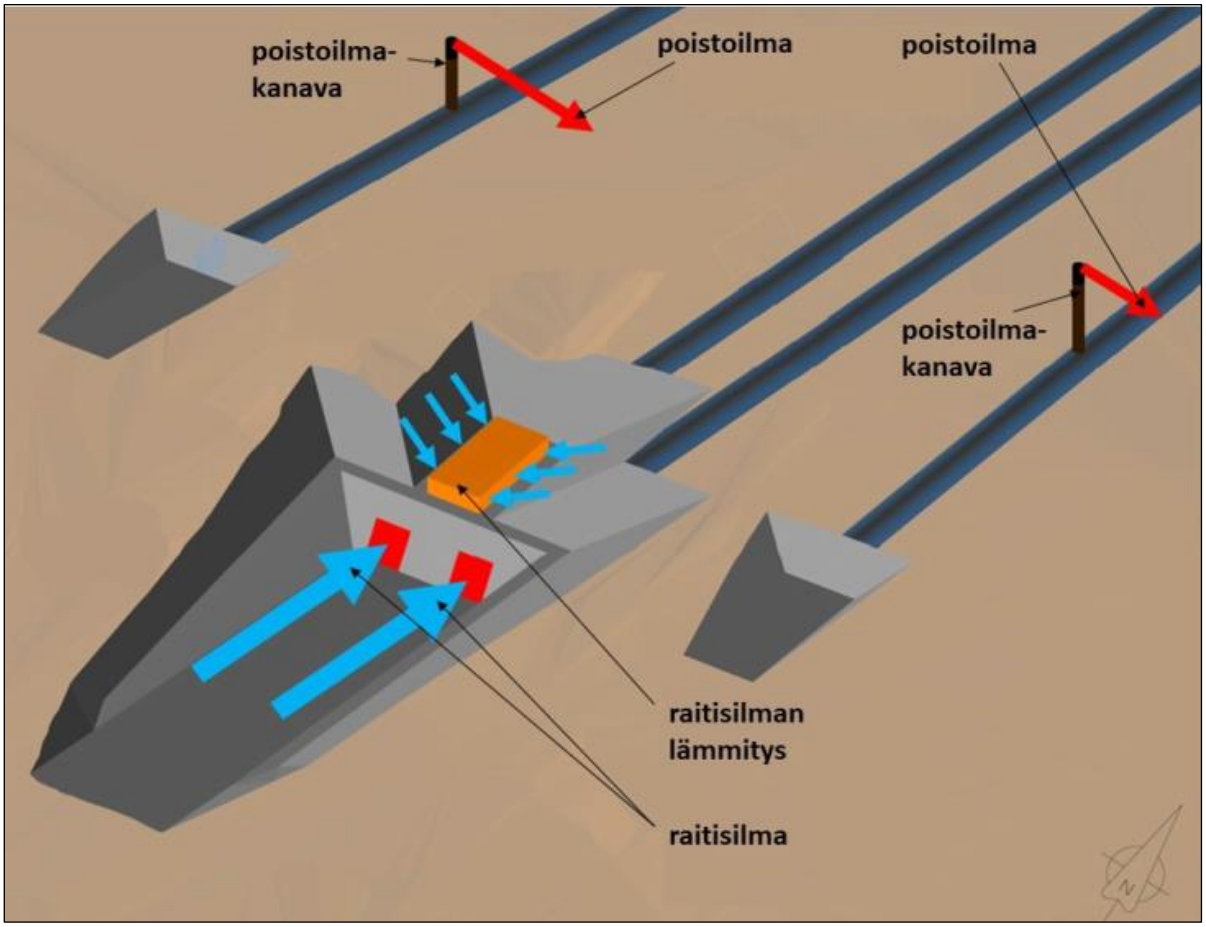
tunnelipora tai -porat tuodaan takaisin maanpinnalle, tehdään samanaikaisesti uusi vinotunneli maan alta maan päälle. On myös mahdollista, että vinotunnelit louhitaan tunneliporan sijaan perinteisellä panostus-/räjäytysmenetelmällä.

Alustavan suunnitelman mukaan toinen vinotunneleista tulee kaivoksen liikenteen käyttöön ja toinen malmin kuljetukseen, joka toteutetaan hihnakuljettimella. Maanalaisen kaivoksen ilmanvaihto toteutetaan vinotunnelien kautta, jolloin kaivokseen ei suoravinotunnelivaihtoehdossa louhita erillisiä pystykuiluja (ts. tuuletusnousuja). Mikäli vinotunneleita tehdään myöhemmin lisää, voidaan niitä hyödyntää maanalaisen kaivoksen poisto- tai raitisilman reittinä ja siten tehostaa kaivoksen ilmanvaihtoa.

Suoravinotunnelin periaatetta vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b on havainnollistettu Kuva 4-6. Kuva 4-7 on esitetty maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti suoravinotunnelivaihtoehdossa, kun vinotunneleita on yhteensä neljä.



Kuva 4-6 Vinotunnelin periaatekuva vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Havainnollisuuden vuoksi kuvaan on lisätty Eiffel-tornin ja Näsinneulan kuvat tunnelin ja esiintymän kokoluokan havainnollistamiseksi. Malmiesiintymät on kuvassa merkitty sinisellä ja kaivostunneli keltaisella värillä. (Kuva: AA Sakatti Mining Oy)

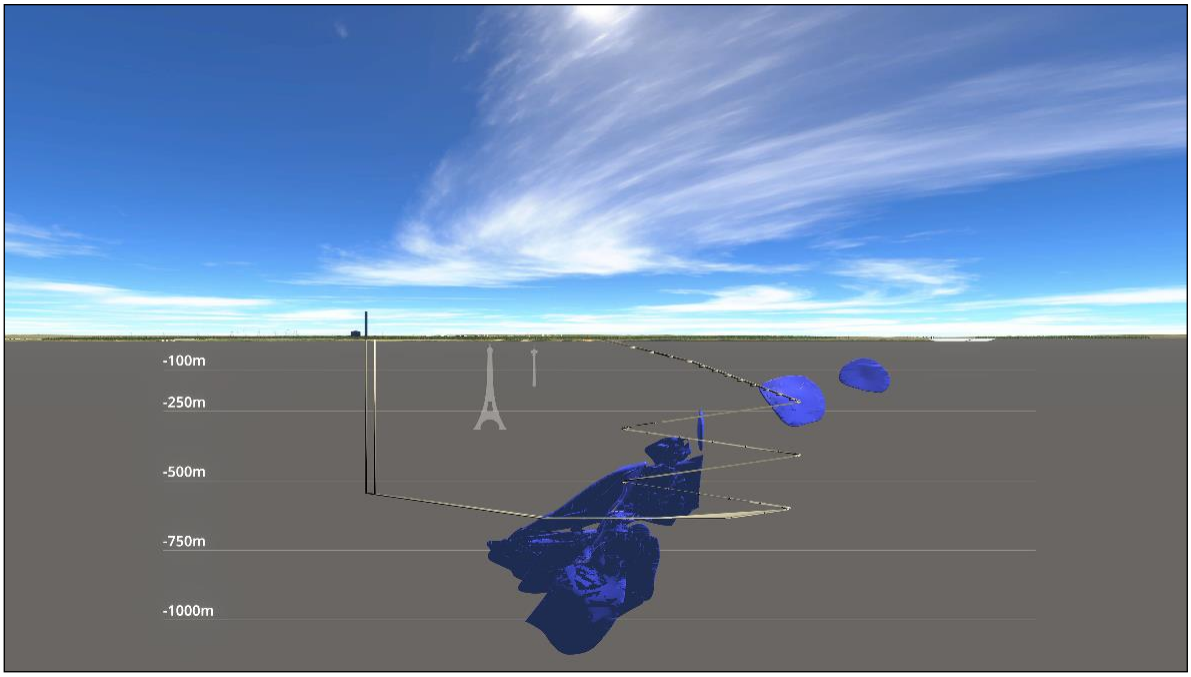


Kuva 4-7 Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti suoravinotunnelivaihtoehdossa, jossa on yhteensä neljä vinotunnelia. Keskimmäiset vinotunnelit toimivat kaivoksen kulku- ja kuljetusreitteinä (mm. sivukivet ja louhittu malmi) sekä raitisilmatunneleina. Laitimmaiset vinotunnelit toimivat ilmanvaihdon poistotunneleina. Kuva ei ole mittakaavassa. (Kuva: AA Sakatti Mining Oy)

Spiraalivinotunneli vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a

Spiraalivinotunnelivaihtoehdossa tehdään yksi vinotunneli, jonka louhinta toteutetaan perinteisellä panostus-/räjäytysmenetelmällä. Alustavan suunnitelman mukaan vinotunneli on profiililtaan 5 m x 5 m. Spiraalivinotunnelin periaate on havainnollistettu kuvassa (Kuva 4-8).

Malmin nosto maanalaisesta kaivoksesta toteutetaan tässä vaihtoehdossa kuilunostimella, jota varten louhitaan pystykuilu. Maan päälle, pystykuilun yläpuolelle, rakennetaan nostotorni. Maanalaisen kaivoksen ilmanvaihtoa varten louhitaan myös pystykuilu, jota voidaan käyttää joko raitisilman tai poistoilman reittinä.

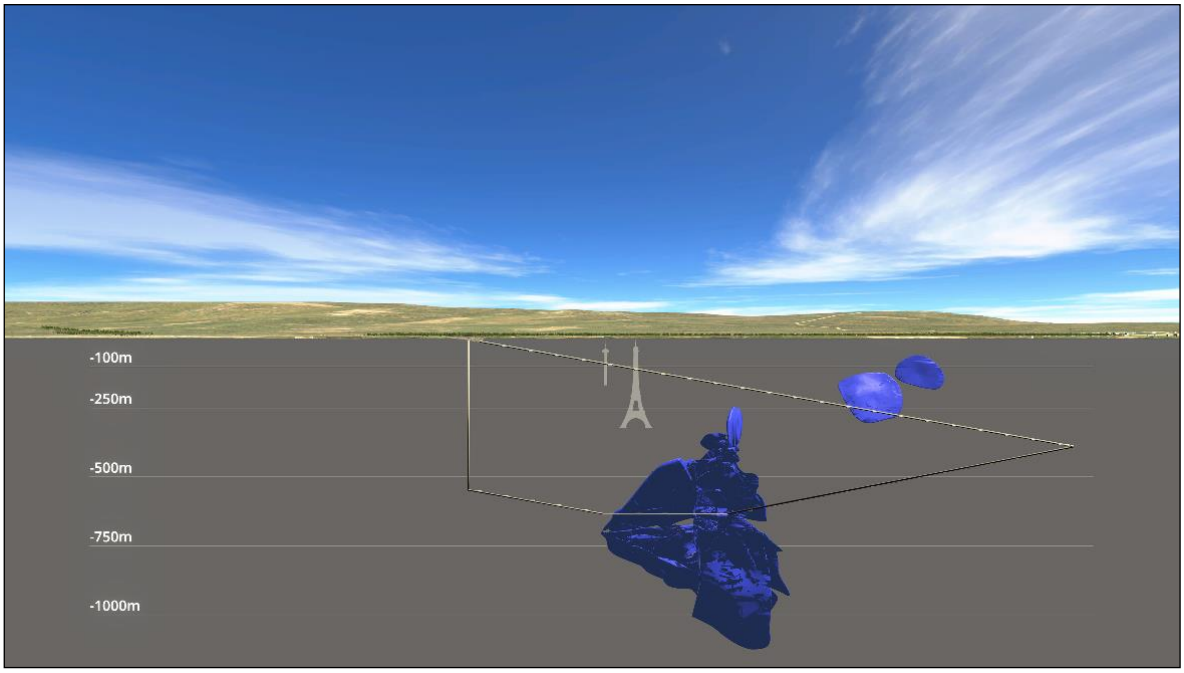


Kuva 4-8 Spiraalitunnelin periaatekuva vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a. Havainnollisuuden vuoksi kuvaan on lisätty Eiffel-tornin ja Näsinneulan kuvat vinotunnelin ja Sakatin esiintymän kokoluokan havainnollistamiseksi. Sakatin esiintymä (pää- ja satelliittiesiintymät) on kuvassa merkitty sinisellä, kaivostunneli vaaleanruskealla värillä. Kuvassa vasemmalla puolella ovat pystykuilut maanalaisen kaivoksen ilmanvaihdolle ja kuilunostimelle. Pystykuilujen yläpuolella on havainnollistettu kuilunostimen nostotorni. (Kuva: AA Sakatti Mining Oy)

Mutkavinotunneli vaihtoehdoissa VE2b ja VE3b

Mutkavinotunnelivaihtoehdossa louhitaan yksi vinotunneli perinteisellä poraus-/räjäytysmenetelmällä. Vinotunnelin profiili on vastaava kuin spiraalivinotunnelivaihtoehdossa, mutta kooltaan suurempi. Mutkavinotunnelin periaate on havainnollistettu Kuva 4-9.

Malmin nosto maanalaisesta kaivoksesta toteutetaan tässä vaihtoehdossa hihnakuljettimella, joka kulkee vinotunnelia pitkin maan päälle. Maanalaisen kaivoksen ilmanvaihtoa varten louhitaan myös pystykuilu, jota voidaan käyttää joko raitisilman tai poistoilman reittinä.



Kuva 4-9 Mutkavinotunnelin periaatekuva vaihtoehdoissa VE2b ja VE3b. Kuvassa vasemmalla pystykuilu maanalaisen kaivoksen ilmanvaihdolle. Havainnollisuuden vuoksi kuvaan on lisätty Eiffeltornin ja Näsinneulan kuvat vinotunnelin ja Sakatin esiintymän kokoluokan havainnollistamiseksi. Sakatin esiintymä (pää- ja satelliittiesiintymät) on kuvassa merkitty sinisellä. (Kuva: AA Sakatti Mining Oy)

4.2 Kaivostoiminta

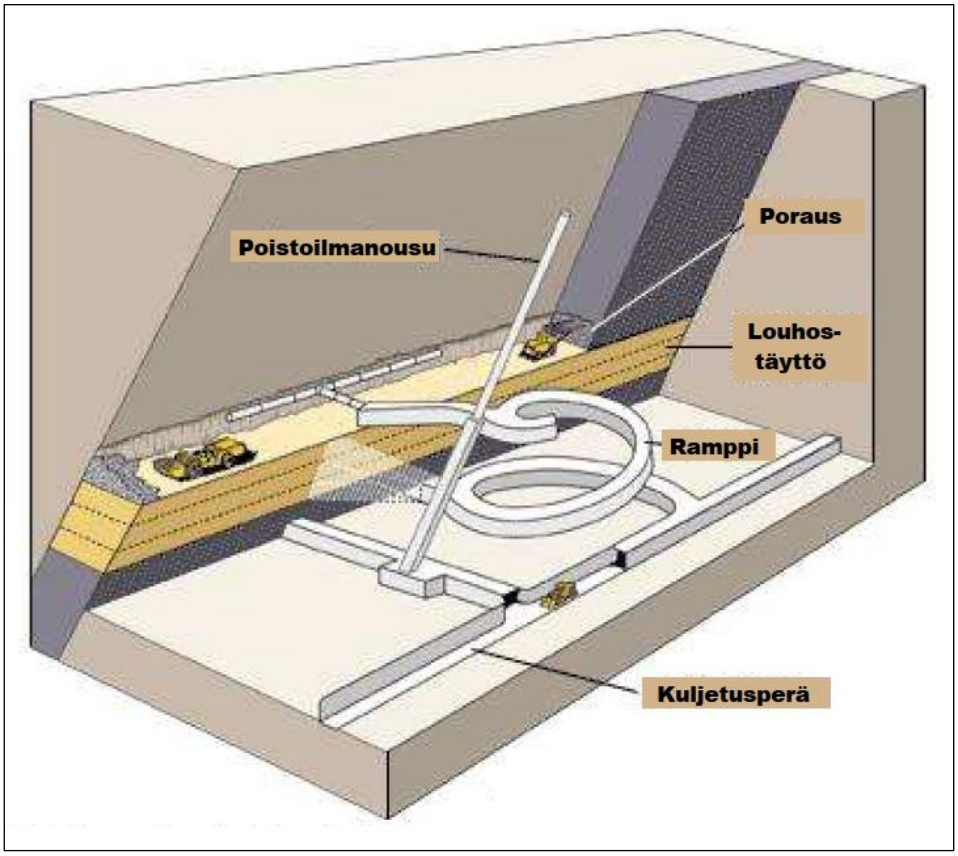
Kaivostoimintaa kuvaavassa luvussa esitetään louhintamenetelmät, louhitun malmin käsittely ja kuljetus, rikastusprosessi ja rikasteen käsittely, kaivostäyttö ja sen valmistamiseen tarvittava pastalaitos sekä tarvekiven ominaisuudet.

4.2.1 Malmin louhinta

Malmin louhintamäärät vaihtelevat kaivoksen suunnitellulla, n. 20 vuoden toiminta-ajalla välillä 1,25-1,8 Mt/v. Tämänhetkisen suunnitelman mukaan louhittavan sivukiven kokonaismäärä koko toiminnan aikana on noin 8,8 Mt.

Malmi louhitaan maanalaisena louhintana käyttäen välitaso- ja pengerlouhinnan eri sovelluksia. Käytännössä malmiesiintymä jaetaan eri tasoilla oleviin erillisiin louhoksiin. Louhinta etenee alhaalta ylöspäin louhos kerrallaan. Käytettävät menetelmät ovat lyhytreikätäyttölouhinta -menetelmä, pitkäreikälouhinta -menetelmä sekä näiden yhdistelmä.

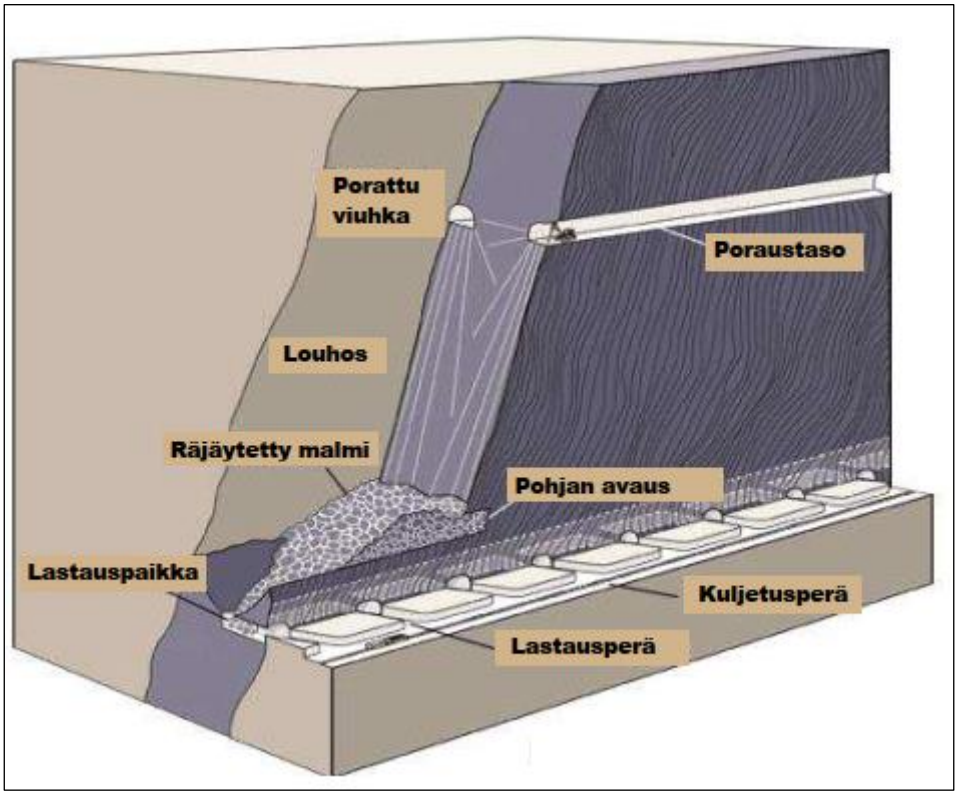
Lyhytreikätäyttölouhinta-menetelmässä (Kuva 4-10) malmi irrotetaan vaakasuunnassa kerroksittain aloittaen yleensä esiintymän pohjalta ja edeten ylöspäin. Malmi porataan, panostetaan, räjäytetään, lastataan kuljetusajoneuvoihin ja siirretään pois louhoksesta. Kun kerros on louhittu, täytetään louhos sivukivellä (sellaisenaan tai sideaineena käytettävän sementin kanssa), rikastushiekasta tehdyllä pastalla (pastatäyttö) tai näiden yhdistelmällä. Täyttö tukee louhoksen seinämiä ja toimii työskentelytasona, kun seuraavaa kerrosta louhitaan. Täyttölouhinta soveltuu erityisesti massiivisten malmilinssien louhintaan.



Kuva 4-10 Louhinnan toteutus lyhytreikätäyttölouhinta –menetelmällä. (Lähde: ©2007 Encyclopedia Britannica, Inc., lähde: Hamrin, H 1997)

Pitkäreikälouhinta -menetelmässä (Kuva 4-11) malmi porataan ja räjäytetään viuhkoissa yläpuoliselta tasolta alapuoliselle tasolle, josta malmin lastaus tapahtuu. Poraus voidaan toteuttaa joko ylhäältä alaspäin tai alhaalta ylöspäin. Louhinnassa muodostuva avoin tila täytetään yleensä osa-alueittain, ja täyttömenetelmät ovat vastaavat kuin lyhytreikätäyttölouhinnassa. Louhinta etenee osa-alueittain ja väliin jätetään ns. malmipilareita tukemaan louhosta.

Pitkäreikälouhinta sopii erityisesti massiivisen malmin louhintaan esiintymän malmipitoisimmille alueille. Menetelmää käytetään myös kapeiden malmilinssien louhimiseen ns. pitkittäisenä louhintana, jolloin porareiät ovat samansuuntaiset toisiinsa nähden viuhkamaisen porauksen asemasta.



Kuva 4-11 Louhinnan toteutus pitkäreikälouhinta –menetelmällä (Sakatissa reiät porataan alhaalta ylöspäin). (Lähde: ©2007 Encyclopedia Britannica, Inc., lähde: Hamrin, H 1997)

4.2.2 Malmin esimurskaus ja kuljetus

Louhittu malmi murskataan maanalaiseen kaivokseen rakennettavalla esimurskaamolla, joka sijaitsee noin 450 m maanpinnan alapuolella. Esimurskauksen jälkeen malmi siirretään kaivoksesta maan päälle joko hihnakuljettimella tai nostokuilun kautta riippuen valittavasta vinotunnelivaihtoehdosta. Suoravinotunnelivaihtoehdossa (VE1a ja VE1b) ja mutkavinotunnelivaihtoehdossa (VE2b ja VE3b) malmin siirto tapahtuu hihnakuljettimilla vinotunnelia pitkin. Spiraalivinotunnelivaihtoehdossa (VE2a ja VE3a) malmi nostetaan maan päälle kuilunostimella. Maan päällä malmi siirretään hihnakuljettimilla Kuusivaaran tehdasalueelle katettuun malmin välivarastoon.

Malmin välivaraston koko on arviolta noin 33 000 m^2. Ympäristön suojaamiseksi kentälle rakennetaan vastaava vesitiivis pohjarakenne kuin korkearikkiselle sivukivelle. Kentän reunoilla pohjatiiviste nostetaan ylöspäin matalan patorakenteen avulla estämään sadevesien pääsy alueen ulkopuolelle. Kenttärakenteen kallistuksilla saadaan vedet johdettua alueen etelälaidalle, josta ne kerätään erilliseen altaaseen.

4.2.3 Malmin rikastus ja rikasteen käsittely

Louhittu malmi kuljetetaan rikastamolle, jossa se rikastetaan eli siitä erotetaan arvokkaat mineraalit. Malmin geologiaa ja mineralogiaa on kuvattu luvussa 11, vaikutukset maa- ja kallioperään.

Sakatin rikastusprosessissa käytettävät menetelmät ovat murskaus, jauhatus, luokitus, vaahdotus ja magneettierotus sekä tuotteiden vedenpoisto. Mahdollisesti murskeelle voidaan tehdä sensoripohjaista poimintaa. Vaahdotuksen ja magneettierotuksen avulla Sakatin malmista tuotetaan

kuparirikaste (Cu-rikaste) ja nikkelirikaste (Ni-rikaste), jotka sisältävät myös jalometalleja. Rikasteet toimitetaan edelleen jatkojalostettavaksi asianomaisille tuotantolaitoksille, esim. sulatoille.

Prosessia on kuvattu yksityiskohtaisemmin seuraavissa kappaleissa. Rikastamon prosessivesiä on kuvattu jäljempänä luvussa 4.5. Rikastuksessa käytettäviä kemikaaleja on käsitelty luvussa 4.8.

Louhitun malmin ensimmäinen murskausvaihe tapahtuu maan alla kaivoksessa, jossa malmi murskataan yhdessä vaiheessa karkeamurskaimella alle 150 mm:n raekokoon ja kuljetetaan hihnakuljettimilla tehdasalueella sijaitsevaan välivarastoon.

Välivarastosta karkeamurskattu malmi siirretään hihnasyöttimillä ja -kuljettimilla kaksivaiheiseen hienomurskauspiiriin, jossa se murskataan aluksi 45-50 mm:n raekokoon ja sen jälkeen 10-20 mm:iin. Nämä murskausvaiheet tapahtuvat kuivana ja suljetussa tilassa, johon on järjestetty pölynpoisto ja -talteenotto. Murskauspiiri sisältää seulomalla tehtävää luokitusta, jossa karkea ja hieno aines erotetaan toisistaan, karkea palautetaan piirissä taaksepäin ja hienoaines ohjataan jatkovaiheisiin. Murskattu malmi hienonnetaan edelleen märkäjauhatusmyllypiirissä teräksisin jauhinkappalein.

Selvitettävänä on murskeelle mahdollisesti tehtävä sensoripohjainen poiminta / lajittelu (*engl. sensor based sorting*). Siinä murskeesta tunnistetaan sensoreilla (esim. normaali optinen kamera) malmikappaleet ja seuraavassa vaiheessa oleva mekaaninen lajittelija erottaa nämä kappaleet sivukivestä. Menetelmässä ei käytetä kemikaaleja, mutta yleensä murskeesta pestään pöly ennen lajittelua. Lajittelu voi tapahtua joko maan alla, maan pinnalla murskauspiirin yhteydessä tai molemmissa. Lajittelu poistaisi sivukiven jo varhaisessa vaiheessa, joten menetelmällä on mahdollista säästää energiankulutuksessa.

Murske syötetään myllyihin veden kanssa, jolloin jauhatuslietteen kiintoainepitoisuus on noin 60 %. Jauhatusprosessin luokittimina toimivat seula ja hydrosyklonit. Luokittimien avulla ylikarkea jauhatustuote palautetaan takaisin myllyihin ja raekooltaan sopiva, alle 0,2 mm:n jauhatuksen lopullinen tuote ohjataan vaahdotukseen.

Myös kuivan ns. painevalssijauhatuksen (High Pressure Grinding Roll HPGR) käyttämistä primäärivaiheena märkäjauhatuksen sijaan selvitetään. HPGR-jauhatuksen tuote syötetään vesilisäyksen kanssa jauhatuksen sekundäärivaiheeseen, märkäkuulajauhatukseen. HPGR-jauhatusta puoltaisi sen energiatehokkuus ja parempi mineraalien vapautuminen. Koska HPGR-jauhatus on kuivaprosessi, huonoina puolina on tuotu esiin mm. mahdollinen pölyäminen. Pölyämisen estämiseksi HPGR-jauhatus tapahtuu suljetussa tilassa, jossa on pölynpoisto ja pölyn talteenotto.

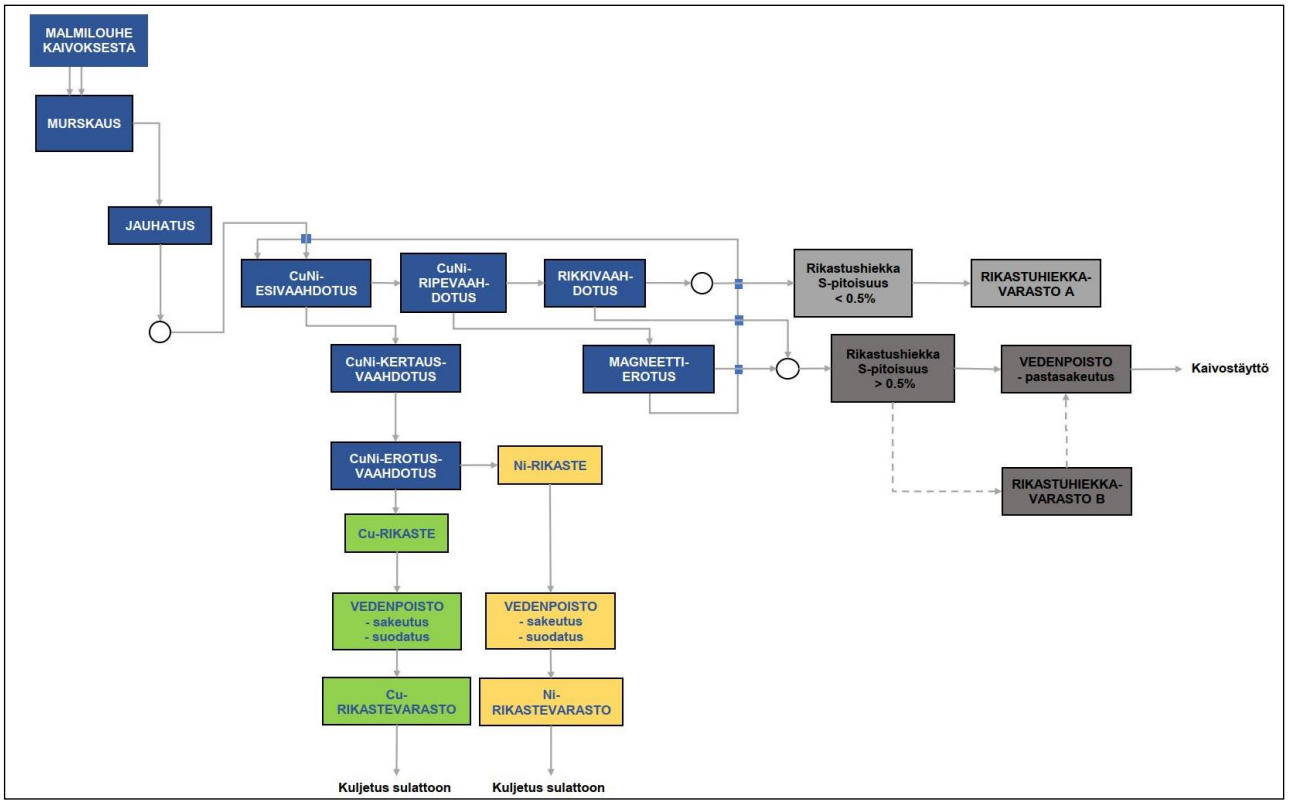
Perinteisessä vaahdotusprosessissa käytetään sekoittimilla ja ilmansyötöllä varustettuja vaahdotuskennoja, joihin jauhatuksesta tuleva malmiliete ohjataan. Vaahdotuskennossa sekoituksen, ilman ja sinne lisättävien kemikaalien avulla synnytetään ilmakuplasto, johon arvomineraalit tarttuvat ja nousevat kennossa olevan lietteen pinnalle ja siitä edelleen kennon reunan ylitteenä vaahdotusränniin. Rännin tuote ohjataan lietepumppujen avulla edelleen seuraavaan prosessivaiheeseen.

Vaahdotuksessa käytetyt kemikaalit voidaan jakaa seuraavasti: 1) kokoojat, joiden tehtävänä on kiinnittyä rikastettavien mineraalien pintoihin, 2) vaahdotteet, jotka alentavat rikastuslietteen pintajännitystä ja edesauttavat ilman avulla luotavan vaahdotuskuplaston muodostumista, 3) säännöstelijät, aktivoijat ja painajat, joita käytetään toisaalta arvomineraalien aktivointiin ja toisaalta epätoivottujen mineraalien passivointiin ulos arvomineraalien rikastusvaahdosta sekä 4) erilaiset vaahdotuslietteen alkaalisuuteen ja happamuuteen vaikuttavat kemikaalit. Näiden lisäksi käytetään lietteiden vedenpoistovaiheessa ns. flokkulantteja, jotka edesauttavat lietteiden sakeutusta.

Sakatin rikastamon vaahdotuspiiri käsittää kuparin ja nikkelin yhteisesivaahdotuksen kertauksineen sekä kupari/nikkeli (Cu/Ni) –erotusvaahdotuksen. Tämän prosessivaiheen lopullisina tuotteina ovat kupariirikaste ja nikkelirikaste. Rikasteet sakeutetaan ja suodatetaan noin 10 %:n loppukosteuteen ja varastoidaan kuljetettavaksi edelleen maanteitse jatkojalostukseen. Yhteensä keskimääräinen rikastetuotanto on noin 0,2 Mt/v, mutta tuotannon suuruus sekä kupari- ja nikkelirikasteiden osuudet vaihtelevat malmin pitoisuudesta riippuen. Tällä hetkellä tiedossa oleva toiminnan aikainen vaihteluväli on 0,15–0,45 Mt/v.

Rikastuspiiri käsittää myös ns. ripevaiheen, jolla pyritään toisaalta mahdollisimman korkeaan lopulliseen arvomineraalien talteensaantiin ja toisaalta mahdollisimman alhaiseen rikkipitoisuuteen laitoksen rikastushiekka-alueelle ohjattavassa prosessijätteessä. Ripevaiheella on kaksi mahdollista toteutustapaa.

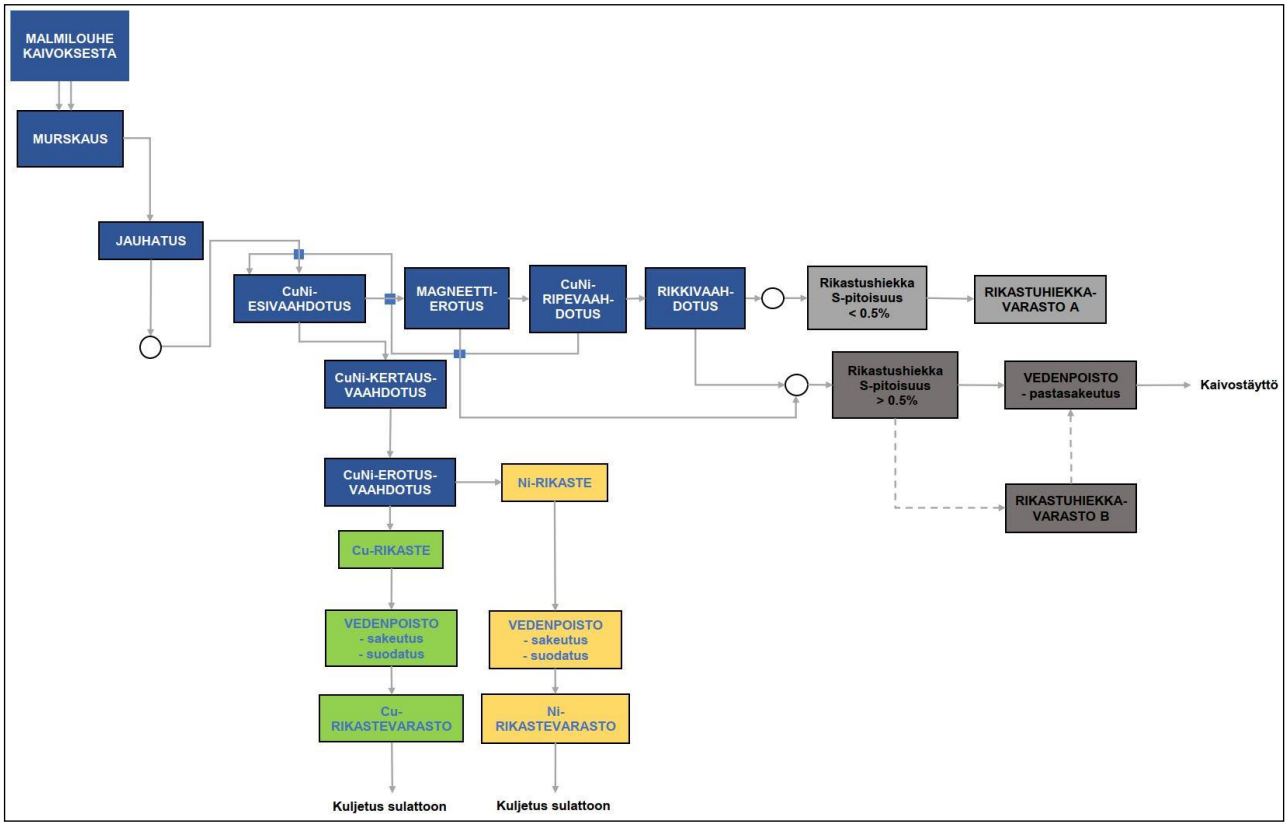
Prosessivaihtoehdossa 1 (Kuva 4-12) riperikastuksen ensimmäisenä vaiheena on Cu/Ni-ripevaahdotus. Tämän vaiheen rikaste ohjautuu märkämagneettierotukseen. Magneettierotuksessa prosessivirrasta erotetaan sulfidinen magneettikiisu, joka muodostaa osan korkearikkisestä rikastushiekasta. Ei-magneettinen osa palautetaan Cu/Ni-esivaahdotukseen. Cu/Ni-ripevaahdotuksen jätteelle suoritetaan vielä lopullinen rikkivaahdotus, jonka rikaste muodostaa kaivostäytteenä käytettävän korkearikkisen rikastushiekkajakeen yhdessä magneettikiisun kanssa. Rikkivaahdotusvaiheen jäte muodostaa matalarikkisen rikastushiekan, joka ohjataan joko kuiva- tai märkäläjitykseen.



Kuva 4-12 Rikastusprosessivaihtoehdon 1 periaatteellinen prosessikaavio.

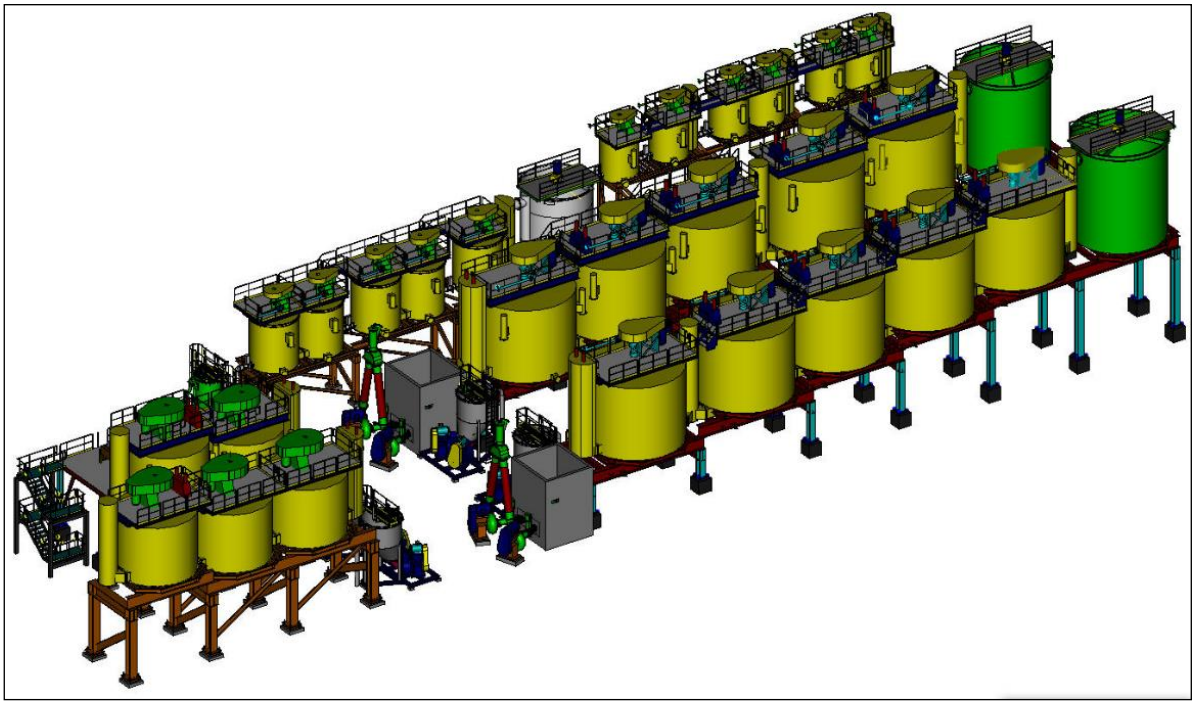
Prosessivaihtoehdossa 2 (Kuva 4-13) ripepiirin ensimmäinen vaihe on suoraan märkämagneettierotus, jossa prosessivirrasta erotetaan sulfidinen magneettikiisu. Tämä, ns. LIMS-rikaste muodostaa osan Sakatin rikastamon korkearikkisestä jätteestä, josta toisen osan muodostaa viimeisenä riperikastusvaiheena vaahdotettava sulfidipitoinen riperikaste. Yhdistetty LIMS-rikaste–riperikaste sakeutetaan niin, että kiintoainepitoisuudeksi muodostuu 60–70 %. Tämä sakeutettu tuote, jonka vuosittainen määrä on noin 0,3–0,4 Mt, ohjataan kaivostäytteeksi.

Edellä kuvattujen prosessivaiheiden jälkeisen matalarikkisen rikastushiekan määrä on 1,1–1,3 Mt/v. Sen rikkipitoisuus on matalarikkiselle jätteelle asetettujen tavoitteiden mukainen ja se sijoitetaan kaivoksen rikastushiekka-alueelle.



Kuva 4-13 Rikastusprosessivaihtoehdon 2 periaatteellinen prosessikaavio.

Yleiskuva mahdollisesta vaahdotusprosessialueesta on esitetty alla (Kuva 4-14).



Kuva 4-14 Esimerkinomainen kuva mahdollisesta vaahdotuslaitteistosta. (Kuva: Outotec 2019)

4.2.4 Kaivostäyttö ja pastalaitos

Maanalaiseen kaivokseen muodostuvat tyhjät louhostilat täytetään louhintojen edetessä. Täytön tarkoituksena on toimia fysikaalisena tukena estäen sortumia ja maan pinnan painumia mahdollistaen siten seuraavien louhosten ja louhostasojen louhinnat. Kaivostäyttöinä käytetään toiminnassa muodostuvia sivukivi- ja rikastushiekkajakeita, jolloin maan päälle tarvittava läjityskapasiteetti näiden jätteiden osalta pienenee. Käytettävään kaivostäyttöön vaikuttaa mm. se millaiset lujuusominaisuudet täytöltä vaaditaan täytettävässä kohteessa.

Sivukivitäyttö

Louhintojen seurauksena muodostuvaa sivukiveä käytetään louhostäyttöihin joko sellaisenaan tai sideaineen kuten sementin kanssa (kovettuva sivukivitäyttö). Sivukiveä voidaan käyttää myös yhdessä pastatäytön kanssa.

Pastatäyttö ja pastalaitos

Rikastusprosessissa muodostuvasta rikastushiekasta (korkearikkinen rikastushiekka kokonaisuudessan sekä osa matalarikkisestä rikastushiekasta) valmistetaan pastaa (tahnaa) kaivostäyttöä varten. Pasta valmistetaan kaivokselle rakennettavalla pastalaitoksella, jossa rikastushiekka sakeutetaan ja siihen sekoitetaan sementtiä. Pastan valmistuksessa käytettävän sementin määrä (enimmillään vähän alle 10 %) riippuu lopputäytölle asetettavasta lujuusvaatimuksesta. Pastatäytteen kuiva-ainepitoisuus on noin 70 %. Sitä mukaa kun maanalaisessa kaivoksessa muodostuu tyhjää louhostilaa, pastaa valmistetaan ja pumpataan kaivostäytteeksi.

Pastalaitoksen sijainti riippuu hankevaihtoehdosta. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b pastalaitos rakennetaan maanalaiseen kaivokseen noin 370 m:n syvyyteen maan pinnasta. Vaihtoehdoissa

(VE2a, VE2b ja VE3a) pastalaitos rakennetaan maan päälle Pahanlaaksonmaalle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin läheisyyteen. Vaihtoehdossa VE3b laitos sijaitsee Pahanlaaksonmaalla nostotornin läheisyydessä.

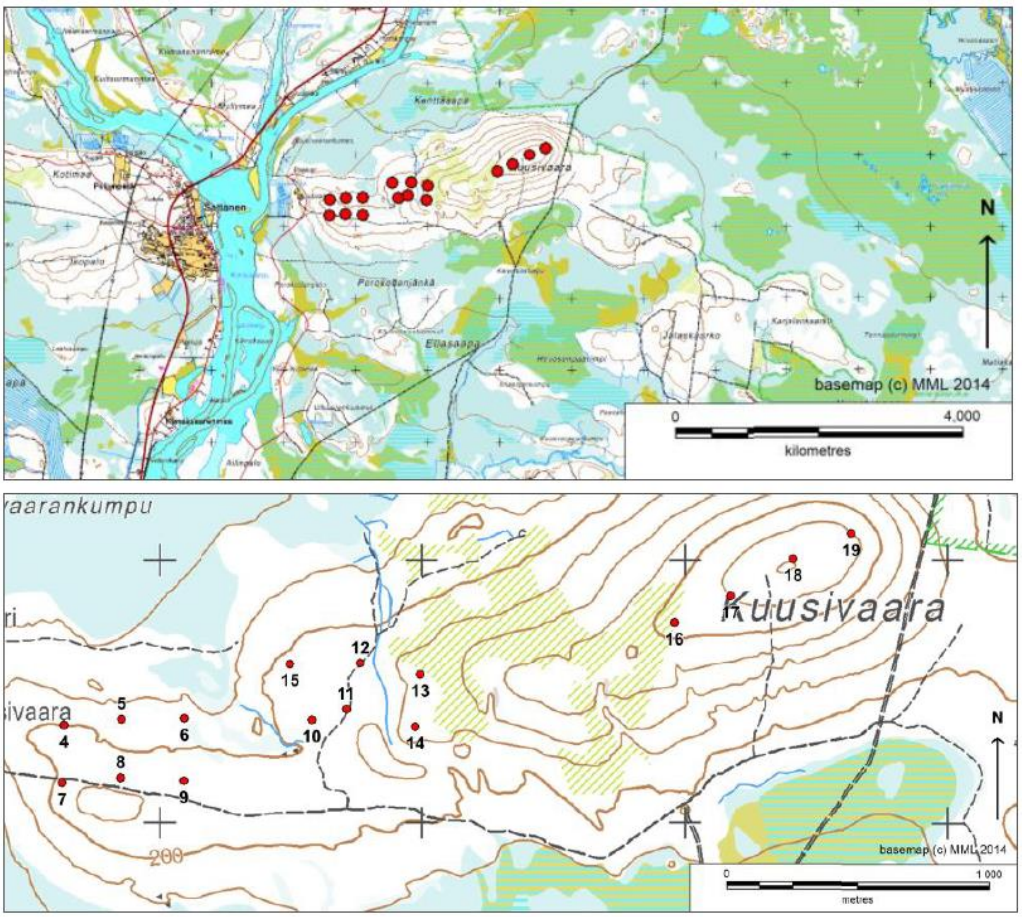
Sakatin kaivoshankkeessa pastan (rikastushiekan ja sementin seos) geokemiallisia ominaisuuksia on selvitetty ns. monoliittisella liukoisuustestillä (Monolithic Leach Test MLT). Testi on toteutettu menetelmän BS EN 15863:2015 mukaisesti. Testissä koekappaletta pidetään 64 vuorokautta veden alla suljetussa astiassa. Vesi vaihdetaan ja sen metallipitoisuudet analysoidaan kokeen aloittamisen jälkeen 6 tunnin kuluttua ja siitä eteenpäin 1; 2,25; 4; 9; 16; 32 ja 64 vuorokauden kuluttua. Liuoksen metalli- ja muiden alkuaine- ja yhdistepitoisuuksien perusteella voidaan päätellä pastatäytön liukoisuusominaisuuksia.

Testissä liuokset olivat alkaalisia, pH:n vaihdellessa välillä 10,5-11,8. Useat alkuainepitoisuudet, mm. Hg, Fe, Cd, Cr, Co, Pb, Mn, Th ja U, olivat alle määritysrajan ja näiden alkuaineiden osalta liukenemista ei todennäköisesti tapahdu. Määritysrajan ylittäviä, mutta suhteellisen pieniä pitoisuuksia todettiin sulfaatin lisäksi seuraavien alkuaineiden osalta: As, Sb, Cu, Mo, Se, V, Zn ja W. Tämän perusteella voidaan todeta, että näitä aineita voi liueta pastatäytöstä, joskaan ei merkittävissä määrin.

Strontiumpitoisuudet kohosivat testin kuluessa alun pitoisuustasosta 0,033 mg/l viimeisen vaiheen pitoisuuteen 0,37 mg/l, kumulatiivisen vapautumisen oltua ensimmäisessä vaiheessa noin 1 mg/m^2 ja viimeisessä vaiheessa noin 125 mg/m^2. Strontium ei kuitenkaan ole ympäristön kannalta haitalliseksi katsottava alkuaine.

4.2.5 Tarvekivilouhos ja tarvekiven ympäristökarakterisointitutkimukset

Rakentamisvaiheessa tarvittavaa kiviainesta louhitaan Kuusivaaran tehdasalueelle perustettavasta tarvekivilouhoksesta. Tarvekivilouhoksen paikan selvittämiseksi Kuusivaaran alueelle on kairattu yhteensä 16 kairareikää (Kuva 4-15). Kairaustulosten perusteella kallioperä on tutkimuspisteiden alueella mafista vulkaniittia. Kairasydännäytteistä koostettiin yhteensä seitsemän kokoomanäytettä mineralogisia ja kemiallisia analyysejä varten. Tutkimustulosten pohjalta arvioitiin, täyttävätkö Sakatin Kuusivaarasta louhittavat tarvekivet pysyvälle jätteelle säädetyt raja-arvot (Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta VNA 717/2009 ja Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä VNA 190/2013), ovatko ne happoa muodostavia ja mitkä ovat kiviainesten mahdolliset haitta-aineiden lähteet.



Kuva 4-15 Tarvekiven louhintapaikan selvittämiseksi kairattujen kairareikien sijainti. (Lähde: Geologian tutkimuskeskus 2020)

Mineralogiset analyysit

Yksinkertaistetun petrografisen analyysin tavoitteena oli määrittää kivilaji sekä tutkia haitallisia aineita sisältävien mineraalien esiintymistä näytteissä. Haitallisilla aineilla tarkoitetaan tässä yhteydessä lähinnä asbestia. Valtioneuvoston asetuksessa asbestityön turvallisuudesta (VNA 798/2015) on mainittu seuraavat kuitumaiset silikaatit: aktinoliittiasbesti, amosiittiasbesti, antofylliittiasbesti, krysotiili, krokidoliitti, tremoliittiasbesti ja erioniitti.

Kemialliset analyysit

Kaivannaisjätteiden kykyä tuottaa hapanta kaivosvalumaa määritettiin standardin SFS-EN 15875 pohjalta. Määrityksiin sisältyivät neutraloimispotentiaali (NP) ja hapontuottopotentiaali (AP). Näiden perusteella laskettiin neutralisoimispotentiaalisuhde (NP/AP). Hapontuottopotentiaalia arvioitiin myös yksivaiheisen NAG-testin perusteella (AMIRA 2002).

Alkuaineiden sitoutumista kiviainekseen tarkasteltiin kuuman kuningasvesiuuton avulla ISO 11466 standardin mukaan. Alkuaineiden sitoutumista kiviainekseen tarkasteltiin myös analysoimalla NAG-testin liuoksen alkuainepitoisuuksia. Haitta-aineiden liukoisuutta tarkasteltiin kaksivaiheisen ravistelutestin avulla standardin SFS-EN 12457-3 mukaan. Metallipitoisuudet määritettiin uutteista ICP-OES tai ICP-MS -tekniikoilla.

Tulokset

Mineralogisen tutkimuksen perusteella näytteiden kivilaji oli mafinen vulkaniitti, ja pääminerаaleina amfiboli ja plagioklaasi. Tarvekivinäytteet eivät olleet rapautuneita, eivätkä sisältäneet merkittäviä määriä pehmeitä tai herkästi rapautuvia mineraaleja, kuten karbonaatteja, sulfideja, sulfaatteja tai orgaanista ainesta. Näytteet sisälsivät kiilteitä keskimäärin noin 3 %. Pieniä määriä (<0,1–0,2 %) kuparikiisua havaittiin yhtä näytettä lukuun ottamatta kaikissa näytteissä. Myös hieman rikkikiisua ja magneettikiisua havaittiin useassa näytteessä. Pieni määrä (<0,1 %) pentlandiittia havaittiin ainoastaan yhdessä näytteessä. Näytteiden keskimääräinen raekoko oli noin 0,1 mm ja kiviaines oli homogeenista. (Geologian tutkimuskeskus 2020.)

Asbestianalyysin perusteella Kuusivaaran tarvekivinäytteissä ei esiintynyt havaittavia määriä asbestikuituja (Geologian tutkimuskeskus 2020).

Kivinäytteiden kuningasvesiliukoiset pitoisuudet on esitetty alla (Taulukko 4-2).

Taulukko 4-2 Tarvekivinäytteiden ympäristölle haitallisten hivenmetallien ja arseenin kuningasvesiliukoiset pitoisuudet. Pitoisuuksien vertailuarvoina on esitetty valtioneuvoston maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetussa asetuksessa (214/2007) esitetyt ohjearvot sekä alueen suurimmat suositellut taustapitoisuudet (SSTP-arvot). Asetuksessa (214/2007) ei ole määritelty ohjearvoja molybdeenille. (Lähde: Geologian tutkimuskeskus 2020, muokattu)

	Sb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V	Mo
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
VNA kynnysarvo	2	5	1	20	100	100	60	50	200	100	-
VNA alempi ohjearvo	10	50	10	100	200	150	200	100	250	150	-
VNA ylempi ohjearvo	50	100	20	250	300	200	750	150	400	250	
SSTP-arvo*	-	**5,8****	-	**26****	**280****	-	-	**140**	-	-	-
Näyte 1	0,11	0,7	0,07	13	21	194	0,8	23	31	84	0,6
Näyte 2	0,06	0,7	0,06	17	22	243	0,8	27	34	87	0,7
Näyte 3	0,05	0,7	0,04	16	27	216	0,7	28	31	98	0,4
Näyte 4	0,06	0,6	0,05	16	27	179	0,7	26	32	95	0,7
Näyte 5	0,04	0,5	0,04	12	19	137	0,5	20	29	77	0,5
Näyte 6	0,04	0,4	0,03	28	26	322	0,5	43	33	88	0,5
Näyte 7	0,04	0,6	0,09	24	26	418	0,9	39	49	93	0,7

**Kuusivaaran alueen suurimmat suositellut taustapitoisuudet (SSTP). Jos SSTP-arvo on suurempi kuin VNA 214/2007 kynnysarvo, korvaa se kynnysarvon. SSTP-arvoa ei esitetä, jos se on ollut pienempi kuin kynnysarvo.*

***SSTP-arvo poikkeaa luvun 11 taulukossa 11-3 esitetystä johtuen erilaisesta aluerajauksesta.*

Kaikkien kokoomanäytteiden kuparipitoisuudet ylittivät joko VNA 214/2007 kynnysarvon/SSTP-arvo, alemman ohjearvon tai ylemmän ohjearvon. Kaikissa näytteissä havaittiin kuparikiisua, jonka määrä vastasi hyvin Taulukko 4-2 esitettyjä kuparin liukoisia pitoisuuksia (Geologian tutkimuskeskus 2020).

Standardin SFS-EN 12457-3 mukaisesti tehtyjen ravistelutestien perusteella haitta-aineiden liukoisuudet ovat tarvekivinäytteissä pieniä. Minkään haitta-aineen pitoisuus ei ylittänyt kaatopaikoista annetussa asetuksessa (331/2013) mainittuja raja-arvoja. (Geologian tutkimuskeskus 2020.)

Tarvekivinäytteiden rikkipitoisuudet olivat matalia. Kokonaisrikin pitoisuus oli korkeimmillaan 0,4 % ja sulfidisen rikin pitoisuus korkeimmillaan 0,1 %. Kaikkien näytteiden NP/AP-luku oli vähintään 3, ja alimmillaan 6,2. NAG-testien liuosten pH:t olivat emäksisiä. Yli 3 olevat NP/AP luvut viittaavat siihen, että Kuusivaaran tarvekivissä on hyvä puskurikapasiteetti. NAG pH:n ja NP/AP lukujen perusteella näytteet eivät todennäköisesti ole happoa tuottavaa kiviainesta. (Geologian tutkimuskeskus 2020.)

Tutkittuja Kuusivaaran tarvekivinäytteitä ei voida pitää kaivannaisjäteasetuksen (VNA 717/2009 ja VNA 190/2013) tarkoittamina pysyvinä kiviaineksina, sillä tutkittujen näytteiden kuningasvesiuuttoiset kuparipitoisuudet ylittävät suurimmat suositellut taustapitoisuudet (SSTP-arvot) tai kynnysarvot. Lisäksi yhdessä näytteessä kuningasvesiuuttoisen koboltin pitoisuus ylitti SSTP-arvon. (Geologian tutkimuskeskus 2020.)

Kuusivaaran kiviaines soveltuu ympäristöominaisuuksiensa puolesta maarakentamiskäyttöön Sakatin kaivosalueella. Jos kiviainesta sijoitetaan kohteisiin, joissa se voi päästä kosketuksiin mahdollisen happaman kaivosvaluman kanssa, tulisi kuparin mahdollinen liukeneminen ottaa huomioon. Tällöin kiviainesta tulisi esimerkiksi käyttää mahdollisimman suuressa raekoossa. (Geologian tutkimuskeskus 2020.)

4.3 Liikenne ja kuljetukset

Kaivoksen liikenne jakautuu kaivosalueen sisäiseen liikenteeseen, kaivosalueen läheisyydessä tapahtuvaan liikenteeseen (pääsääntöisesti työmatkaliikenne) sekä kaivoksen muihin kuljetuksiin, joista suurimman osan muodostaa valmiin rikasteen kuljetukset. Kaivoksen aiheuttaman kokonaisliikenteen määrä tulee vaihtelemaan jonkin verran kaivoksen toimintavaiheen mukaan. Raskasta liikennettä on enemmän rakennusvaiheessa sekä tuotantovaiheen alkuvuosina. Liikennevaikutukset on arvioitu luvussa 14.

Sakatin kaivoshankkeen esiselvityksen yhteydessä on laadittu liikenne- ja logistiikkaselvitys (Sitowise Oy 2019c), jossa on tarkasteltu kaivoksen eri toimintavaiheiden kuljetusmääriä ja -reittejä.

4.3.1 Kaivoksen kuljetukset

Logistiikkaselvityksen (Sitowise Oy 2019c) mukaan rakennusvaiheessa raskas liikenne on enimmillään noin 40 ajoneuvoa päivässä. Kevyen henkilöajoneuvoliikenteen määrän on arvioitu olevan enimmillään 500 ajoneuvoa päivässä. Kaivosalueen rakentamiseen liittyvän liikenteen on arvioitu ajoittuvan kokonaisuudessaan päiväaikaan (klo 7-22).

Tuotantovaiheessa kaivokselle saapuu ja lähtee vuorokaudessa yhteensä enintään 40 rekkaa, joista suurin osa (n. 30 ajoneuvoa) on kaivoksen rikastekuljetuksiin liittyvää ajoa. Rikastekuljetusten määrä on suurimmillaan toiminnan alkupuolella ja toiminnan jatkuessa kuljetusten määrässä tapahtuu jonkin verran vähenemistä louhittavan malmin nikkeli- ja kuparipitoisuuden vähentyessä alkuvaiheen rikkaimmista pitoisuuksista. Muita kuljetuksia ovat rikastusprosessissa tarvittavien kemikaalien kuljetukset, kaivoksen energiantuotannon raaka-aineet, alueella käytettävän polttonesteen kuljetukset sekä jätekuljetukset. Rikastetta kuljettavien rekkojen ajot jakautuvat tasaisesti koko vuorokaudelle.

Tuotannonaikaisen henkilöautoliikenteen edestakainen kokonaismäärä on yhteensä 600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Lisäksi 5 bussia liikennöi ihmisiä kaivosalueen ja Sodankylän väliä. Edestakainen raskas henkilöliikenne on 8-10 ajoneuvoa vuorokaudessa. Työvuorolaisten ja toimistohenkilöiden työmatkaliikenteestä puolet tapahtuu yöaikaan ja puolet päiväaikaan.

Kaivoksen sulkemisvaiheessa raskaan liikenteen määrä on noin 20 ajoneuvoa vuorokaudessa. Todellinen tarve raskaille kuljetuksille riippuu siitä, miten kaivoksen sulkeminen toteutetaan ja kuinka paljon poisvietävää materiaalia alueella on toiminnan loppuessa. Henkilöliikenteen määrän on arvioitu olevan noin 250.

Kaivokseen liittyvät kuljetukset tapahtuvat joko 60 tonnin kokonaismassaisella kalustolla tai rikasteiden kuljetuksessa käytettävällä 75 tonnin kokonaismassaisella kalustolla. Rikastekuljetuksissa käytettävät rekat ovat EURO VI-luokan varsinaisella perävaunulla varustettuja 9-akselisia yhdistelmiä, joiden kokonaismassa on 75 tonnia ja kantavuus 51 tonnia. Rekat saapuvat kaivokselle tyhjänä ja poistuvat täydessä lastissa. Kaivoksen rakennusvaiheeseen liittyy jonkin verran erikoiskuljetusten tarvetta.

Kaivoksen kuljetuksiin arvioidaan kuluvan koko kaivoksen toiminta-aikana 18 M–23 M l dieselpolttoainetta riippuen siitä, kuljetetaanko rikasteet kokonaisuudessaan maantiekuljetuksina vai yhdistettyinä maantie/rautatiekuljetuksina. Rautatiekuljetukset tapahtuvat sähköistetyllä rataosuudella.

4.3.2 Kaivoksen kuljetusten reitit

Kaivoshankkeen esiselvityksen yhteydessä laaditussa liikenne- ja logistiikkaselvityksessä (Sitowise Oy 2019c) on tarkastelu monia eri vaihtoehtoja kaivoksen rikasteiden kuljettamiseksi kaivosalueelta joko Harjavaltaan, Ruotsin Rönnskäriin tai Saksan Rotterdamiin tai Hampuriin. Seuraavassa kuvassa (Kuva 4-16) on esitetty logistiikkaselvityksen perusteella toteuttamiskelpoisiksi osoittautuneet kuljetusreitit.

Kartalla esitettyjen vaihtoehtojen mukaan rikasteet kuljetetaan maanteitse joko vt 4:ä pitkin Perämeren satamiin Kemiin tai Ouluun tai vaihtoehtoisesti vt 5:ttä pitkin Kemijärvelle, josta rikasteet kuljetetaan junalla Harjavaltaan. Myös maantiekuljetus vt 4:ä pitkin Kemiin ja junakuljetus Kemistä Harjavaltaan on mahdollista. Yhtenä vaihtoehtona ovat rekkakuljetukset suoraan Harjavaltaan. Rautatiekuljetuksia kohdistuisi rataosuuksille Kemijärvi-Rovaniemi-Kemi-Oulu-Kokkola-Seinäjoki-Tampere-Harjavalta.

Tuotantovaiheen muiden kuin rikastekuljetusten on hankkeen logistiikkaselvityksessä oletettu tapahtuvan pääsääntöisesti vt 4:ä pitkin Rovaniemen suunnalta.

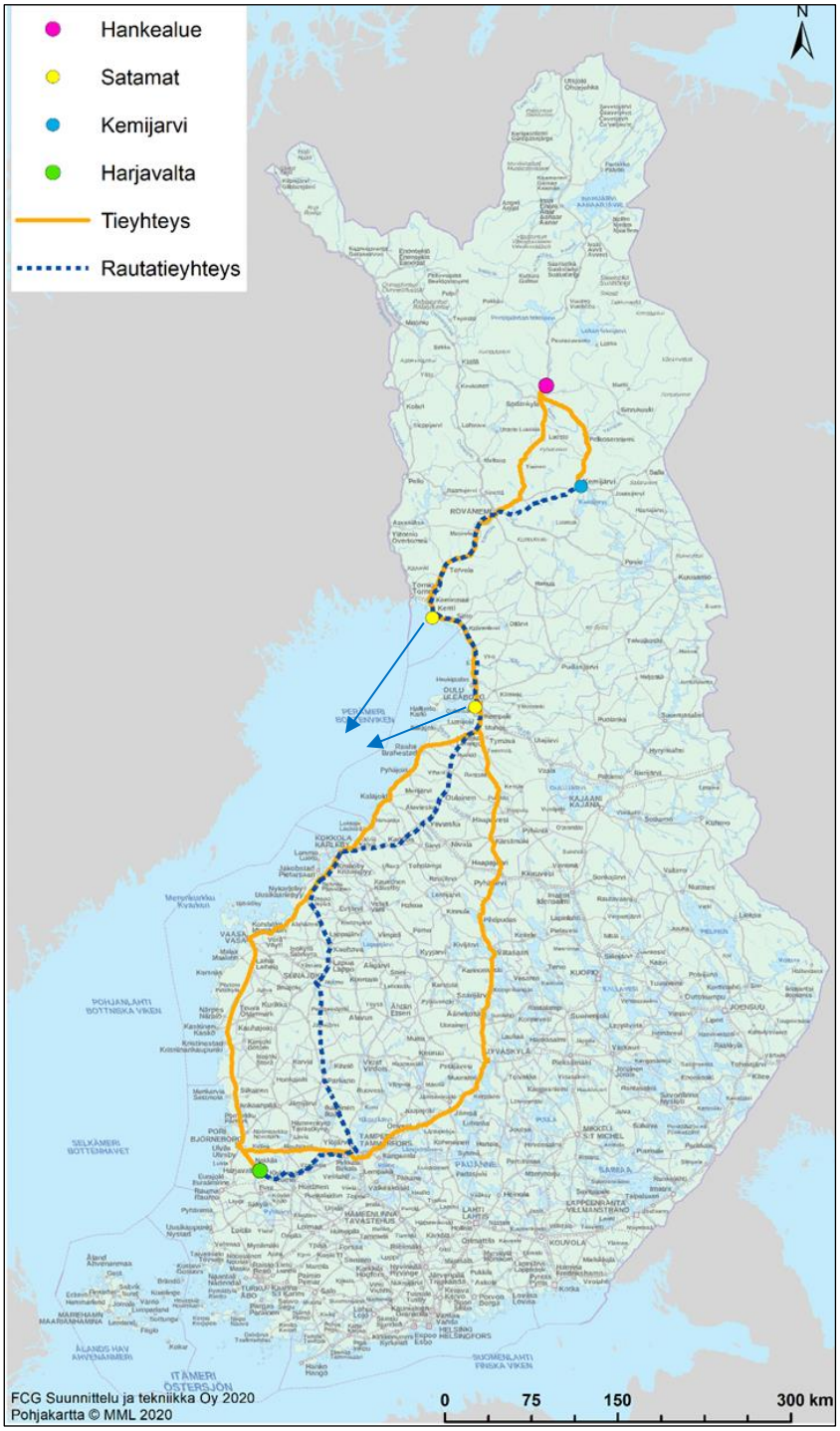
Raskaan liikenteen kuljetusreittejä rakennusvaiheessa on vaikeampi arvioida. Osaa kaivoksen tarvitsemasta kalustosta voidaan joutua kuljettamaan alueelle pidempiäkin matkoja. Myös hankkeen rakennusvaiheen raskaiden kuljetusten on tässä vaiheessa oletettu tapahtuvan Rovaniemen suunnalta.

Edellä kuvatuissa reittivaihtoehdoissa Sakatin kaivoksen raskaat maantiekuljetukset kohdistuisivat pääasiassa seuraaville yleisille teille ja tieosuuksille:

- vt 4 välillä hankealue (Sodankylä)-Rovaniemi-Kemi-Oulu-Jyväskylä
- vt 5 välillä Sodankylä-Kemijärvi
- vt 8 välillä Oulu-Vaasa-Pori
- vt 9 Jyväskylä-Tampere
- vt 12 välillä Tampere-Huittinen
- vt 2 välillä Pori-Harjavalta tai Huittinen-Harjavalta.

Hankkeeseen liittyvän henkilöliikenteen tarkat reitit eivät tässä vaiheessa ole vielä tiedossa. Oletuksena on, että iso osa henkilöliikenteestä tapahtuu hankealueen läheisyydestä Sodankylän kunnan alueelta.

Kaivoshankkeen esiselvityksen yhteydessä tarkastellut kaivoksen rikastekuljetusten mahdolliset reitit on esitetty alla (Kuva 4-16).



Kuva 4-16 Kaivoshankkeen esiselvityksen yhteydessä tarkastellut kaivoksen rikastekuljetusten mahdolliset reitit.

4.4 Kaivoksen vesitase

4.4.1 Vesitase ja veden kierrätys

Sakatin kaivosalueen vesitase on positiivinen, mikä tarkoittaa, että kaivosalueelle tulee enemmän vettä (mm. sadanta) kuin sieltä luontaisesti poistuu (mm. haihdunta). Tästä johtuen kaivosalueelta on poistettava vettä. Lisäksi tarvitaan vesien varastoaltaita puhdistettaville vesille ja prosessissa käytettäville vesille sekä tasaamaan muutoksia vesitaseessa. Kaivosalueella muodostuvan ylijäämäveden määrään vaikuttaa erityisesti alueella muodostuvan veden määrä (sadanta ja pintavaluma) sekä maanalaisen kaivoksen kuivanapito. Sakatin kaivoshankkeen suunnittelun yhteydessä on laadittu kaivoksen vesitaseraportti (AFRY Finland Oy 2020c, Liite 16), jossa on esitetty vuosi- ja kuukausitason vesitaseet vaihtoehtoisille tarkastelutilanteille (rikastushiekan läjitystapa, käytettävät lievennystoimenpiteet kuivatusvesien vähentämiseksi).

Sakatin kaivostoiminnassa muodostuvia vesijakeita ovat maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet, maanpäällisten pintamaan sekä matala- ja korkearikkisen sivukiven sijoitusalueiden valuma- ja suotovedet, tehdasalueen sade- ja hulevedet sekä korkearikkisen ja matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalueiden vedet. Rikastushiekka-alueiden vedet ovat alueelle tulevia sadevesiä tai rikastushiekasta erottuvia vesiä. Edellä mainittujen lisäksi kaivoksen ns. yleiseen vesikiertoon kuuluvat rikastusprosessin vedet ja Kitisestä otettava raakavesi.

Vesikierron osana huomioidut prosessit ovat rikastus, matalarikkisen rikastushiekan suodatuslaitos (vain kuivaläjityksessä), pastalaitos ja vedenkäsittelylaitos.

Kuormitusarvioiden kannalta merkittävimmät vesijakeet ovat rikastushiekka-alueen kierrätysvedet sekä kaivoksen kuivatusvedet. Kokonaiskuormituksessa on lisäksi huomioitu sivukivialueiden ja aluevesien kuormitukset. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Raakavedenotto ja veden kierrätys

Kitisestä tapahtuva raakavedenotto pyritään minimoimaan ja vettä kierrätetään kaivoksen vesikierroissa niin paljon kuin mahdollista. Kaikkien toimintojen alueilta tulevat valumavedet kerätään ja otetaan osaksi kaivoksen vesikiertoa. Toiminta-alueen ulkopuoliset puhtaat valumavedet pidetään erillään kaivosalueen vesistä alueelle rakennettavilla niskaojituksilla. Maanalaisen kaivoksen kuivatusvedet johdetaan maanpinnalle erilliseen keräilyaltaaseen, josta ne edelleen johdetaan kaivoksen vesikiertoon. Kaivoksen toiminnassa muodostuva ylijäämävesi käsitellään ennen johtamista Kitiseen. (AFRY Finland Oy 2020c.) Kuvissa Kuva 4-17 ja Kuva 4-18 on esitetty vesikiertokaaviot sekä rikastushiekan kuivaläjitys- että märkäläjitysvaihtoehdolle.

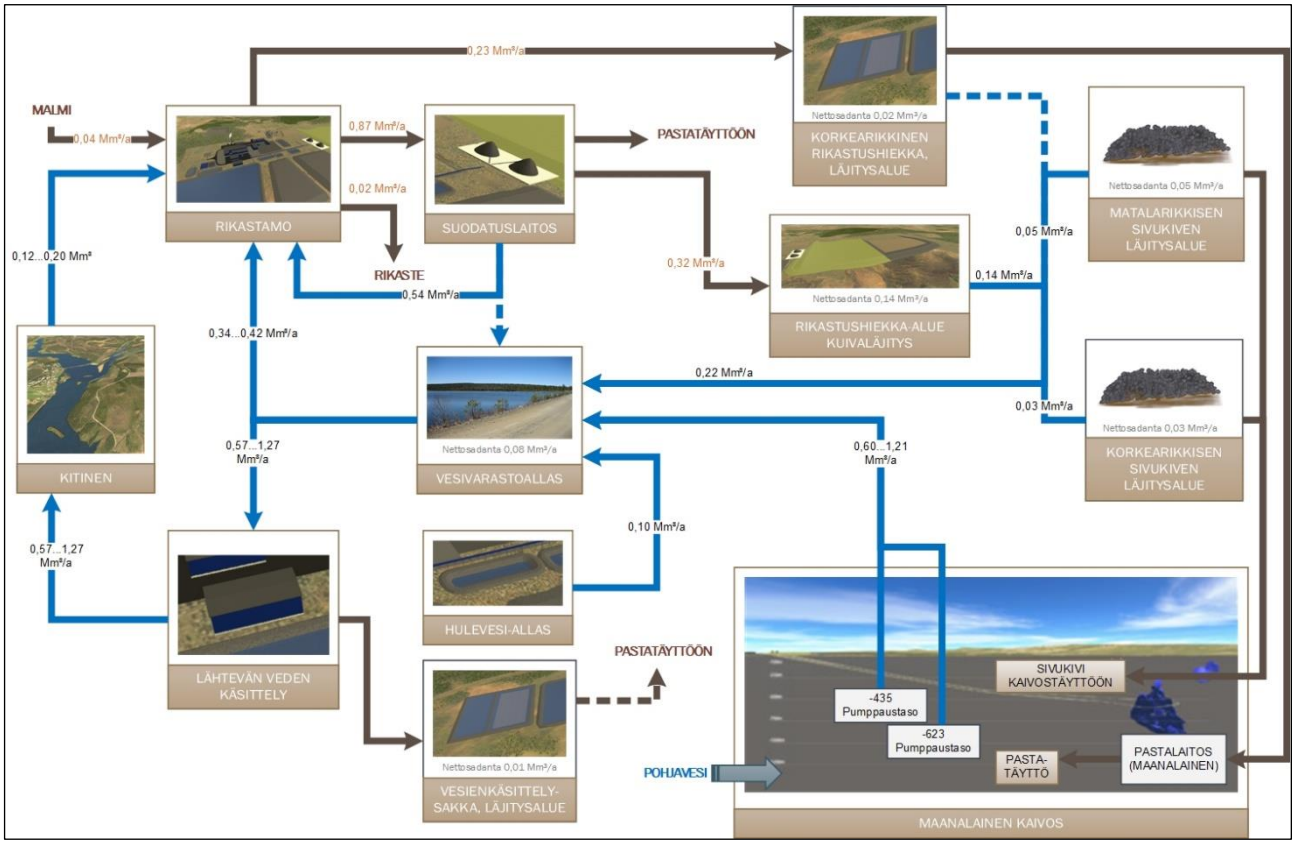
Prosessin ylösajovaiheessa raakavedenottotarve Kitisestä on moninkertainen tuotantovaiheeseen verrattuna. Ylösajovaiheen raakavedenottotarve voi olla hetkellisesti jopa 800 m³/h. (AFRY Finland Oy 2020c)

Yleisesti tuotantovaiheessa raakavettä käytetään reagenssien valmistukseen, pumppujen tiivistevetenä, huuhtelu- ja pesuvesinä sekä palovetenä. Tuotantovaiheessa prosessiveden laadun tasaantuessa tullaan selvittämään, mitkä raakaveden käyttökohteet voidaan korvata prosessivedellä. Kierrätyksen maksimoiminen huomioiden jatkuvan raakavedenottotarpeen arvioidaan olevan 15–25 m³/h, mikä vastaa reagenssien valmistuksen vedentarvetta. Hetkellisesti vedenotto voi olla tuotantovaiheessakin kuitenkin jopa 200 m³/h. (AFRY Finland Oy 2020c.)

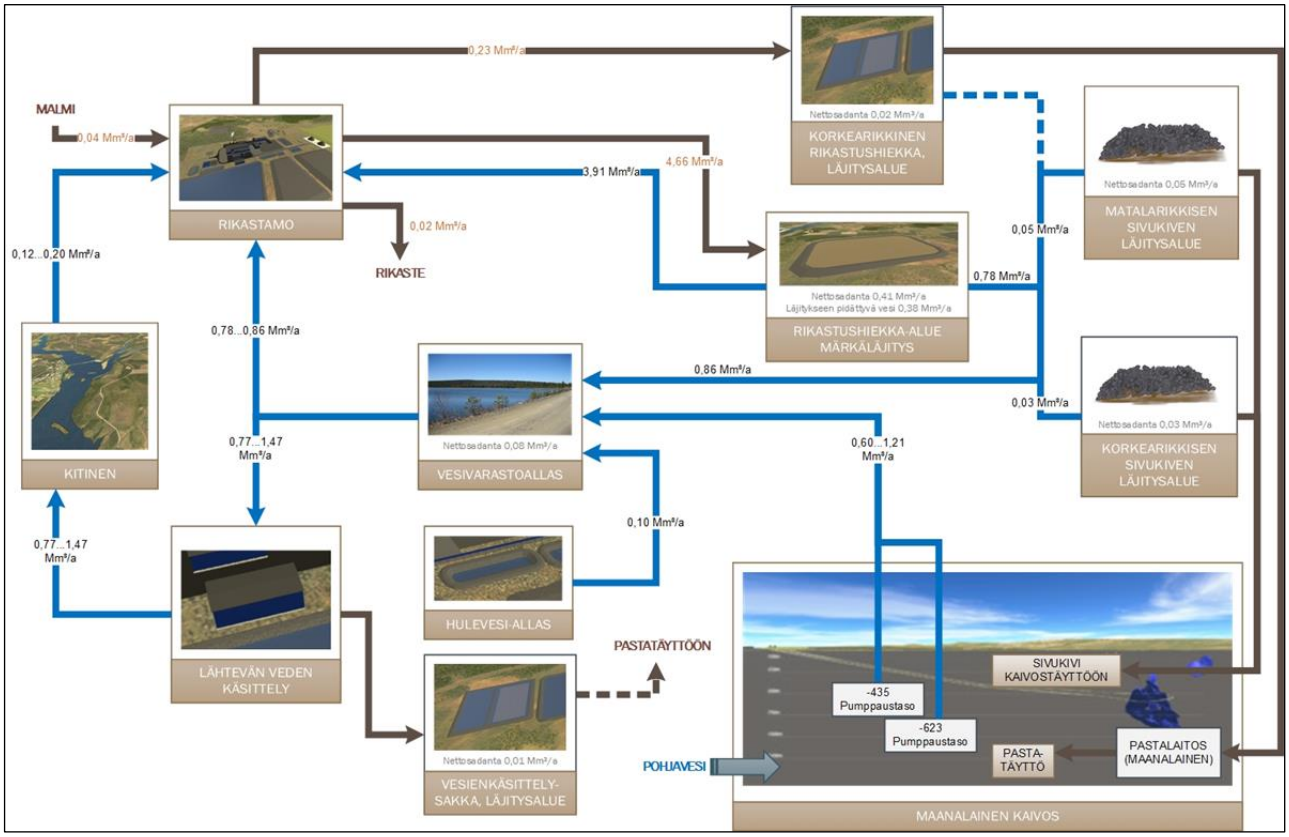
Rikastamon sisäisen kierron lisäksi vettä kierrätetään nk. ”isossa kierrossa” eli rikastushiekka-alueen ja rikastamon välillä. Tässä isossa kierrossa kiertävän veden määrä eroaa suuresti rikastushiekan

kuiva- ja märkäläjitysvaihtoehtojen välillä. Kuivaläjitysvaihtoehdossa rikastamolle palautettavan kierrätysveden määrä on vain noin 40–50 m³/h, kun taas märkäläjitysvaihtoehdossa vastaava kierrätys on luokkaa 500 m³/h. Kuivaläjitysvaihtoehdossa kaikki kierrätysvesi otetaan vesivarastoaltaalta, jonne johdetaan myös maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedet. Märkäläjitysvaihtoehdossa kierrätysvettä otetaan sekä rikastushiekka-altaalta että vesivarastoaltaalta. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Anglo American konsernin minimitavoitetila veden kierrätysasteelle vuonna 2020 koskien kaikkia yhtiön tuotannossa olevia kaivostoimintoja on 75 %. Lisäksi konsernilla on pitkän tähtäimen kestävyystavoitteita koskien raakavedenoton minimoimista erityisesti vesivarojen suhteen niukkoja alueita. Vaikka Sakatin hanke ei sijoitu vesivarojen suhteen niukalle alueelle, yhtiön globaalit vedenkierrätystavoitteet näkyvät kaivoksen toimintojen suunnittelussa. (AFRY Finland Oy 2020c.)



Kuva 4-17 Vesikiertokaavio –rikastushiekan kuivaläjitys, keskimääräinen tuotantovaiheen tilanne. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).



Kuva 4-18 Vesikiertokaavio –rikastushiekan märkäläjitys, keskimääräinen tuotantovaiheen tilanne. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).

Mallinnukset

Hankkeen vesitaseen mallinnuksessa on käytetty kahta vesitasemallia: analyyttistä Excel-mallia sekä dynaamista GoldSim-mallia. Excel-mallilla on tarkasteltu aina yhtä tuotannon ajankohtaa kerrallaan. Malli on laadittu keskimääräisen sadannan mukaisille hydrologisille olosuhteille ja lisäksi on mallinnettu poikkeuksellisen sateinen vuosi (ks. jäljempänä Meteorologiset lähtötiedot). Goldsim-mallilla on tarkasteltu vesitasetta koko kaivoksen elinkaaren yli. Mallinnukset ja niiden tulokset on tarkemmin kuvattu liitteenä 16 olevassa vesitaseraportissa (AFRY Finland Oy 2020c).

Mallinnuksessa käytetyt tarkastelutilanteet on esitetty alla (

Taulukko 4-3). Pääasialliset vaihtoehdot liittyvät rikastushiekan läjitystapaan (kuivaläjitys/märkäläjitys) sekä kaivoksen kuivatusvesimäärään. Kuivatusvesimäärä on mallinnettu kahdella eri periaatteella: Tilanteelle, jossa kaivokseen tulevaa vesimäärää on rajoitettu peruslievennystoimenpiteillä (injektointi ja kaivostäyttö) sekä tilanteelle, jossa vesimäärän rajoittamiseksi on käytetty erityisiä lievennystoimenpiteitä (laaja-alainen injektointi ja kaivostäyttö).

Rikastushiekan märkäläjitys lisää kaivoksen vesitaseessa mukana olevan veden määrää ja kaivoksen lievennystoimet puolestaan vähentävät vesitaseessa mukana olevan veden määrää. Lisäksi hankkeessa on kaksi pääasiallista prosessivaihtoehtoa, jotka eroavat toisistaan pääasiassa käytettävien kemikaalien ja prosessiveden laatuarvioiden suhteen. Nämä vaihtoehdot on kuvattu luvussa 4.2.3. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Taulukko 4-3 Vesitasemallinnuksen tarkastelutilanteet. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).

Tarkastelutilanne	Kuvaus
Tarkastelutilanne 1	Rikastushiekan kuivaläjitys, kaivoksen kuivatuksen vesimäärät mallinnettu erityiset lievennystoimenpiteet huomioiden
Tarkastelutilanne 2	Rikastushiekan kuivaläjitys, kaivoksen kuivatuksen vesimäärät mallinnettu peruslievennystoimenpiteet huomioiden
Tarkastelutilanne 3	Rikastushiekan märkäläjitys, kaivoksen kuivatuksen vesimäärät mallinnettu erityiset lievennystoimenpiteet huomioiden
Tarkastelutilanne 4	Rikastushiekan märkäläjitys, kaivoksen kuivatuksen vesimäärät mallinnettu peruslievennystoimenpiteet huomioiden

Meteorologiset lähtötiedot

AFRY Finland Oy:n (2020c) laatimassa vesitasemallinnuksessa käytetty meteorologinen havaintoaineisto on haettu Ilmatieteen laitoksen tietokannoista Sodankylän Tähtelän sääasemalta. Haettu aineisto sisältää vuorokausisadannan sekä vuorokauden keskilämpötilan aikavälille 1959-2019 (Ilmatieteen laitos 2020). Haihdunnan osalta on hyödynnetty Suomen ympäristökeskuksen simuloituja haihdunta-arvoja.

Vesitasemallinnuksessa käytetyt hydrologiset arvot (keskimääräiset arvot) on esitetty alla (Taulukko 4-4).

Taulukko 4-4 Vesitasemallinnuksessa käytetyt hydrologiset arvot (aikaväli 1959-2019). (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).

		KUUKAUSI												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YHT.
Keskilämpötila	˚C	-13	-12	-7	0	6	12	15	13	7	1	-5	-10	**0,6** (ka.)
Sadanta	mm	36	29	27	32	42	58	83	56	54	44	43	40	**544**
Haihdunta	mm	0	0	0	0	43	61	61	40	18	5	0	0	**229**
Nettosadanta	mm	36	29	27	32	-1	-3	22	16	36	39	43	40	**315**
Pintavalunta	mm	9	7	7	30	117	26	24	20	25	22	17	11	**315**
Jäänpaksuus	cm	42	52	60	56	5	0	0	0	0	2	14	29	**N/A**

Keskimääräisten hydrologisten arvojen lisäksi mallinnus on toteutettu poikkeuksellisen sateisen vuoden arvoilla. Poikkeuksellisena vuotena on käytetty vuoden 1992 tietoja. Tuolloin vuosisadesumma oli Sodankylän sääasemalla 785 mm, mikä vastaa jopa kerran 500 vuodessa toistuvaa vuosisadesummaa harvinaisempaa tilannetta, kun vuosisadannan ajatellaan olevan normaalisti jakautunut. (AFRY Finland Oy 2020c.)

4.4.2 Mallinnustulokset

Vuositason nettovesimäärät

Taselaskennan perustana on, että tarkasteltavaan vesikiertoon tulevien ja lähtevien virtojen nettosumman tulee olla sama. Kun tarkastellaan kaivoksen vuotuisia vesitaseita, tarkoittaa nettopositiivinen tilanne sitä, että vettä tulee joko purkaa ympäristöön tai varastoida kaivosalueelle. Nettonegatiivisina vuosina joko kulutetaan olemassa olevia vesivarastoja tai otetaan lisäraakavettä toimintojen ulkopuolelta – tässä tapauksessa Kitisestä. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Vuositason nettotasetarkastelu on tehty jokaiselle mallinnustilanteelle sekä keskimääräisen sadannan mukaan, että poikkeuksellisen sateisen yksittäisen vuoden mukaan.

Kaivoksen vesitase on kaikissa tarkastelluissa tilanteissa nettopositiivinen eli kiertoon tulee enemmän vettä kuin sieltä luontaisesti poistuu (Taulukko 4-5).

Taulukko 4-5 Vuositason nettovesitase eri tarkastelutilanteissa. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).

Tarkastelutilanne	Vuosinettotase, keskimääräinen sadanta [Mm³/v]	Vuosinettotase, vuoden 1992 sadanta [Mm³/v]
Tarkastelutilanne 1	0,65	0,82
Tarkastelutilanne 2	1,27	1,43
Tarkastelutilanne 3	0,86	1,22
Tarkastelutilanne 4	1,47	1,84

Purettavien ylijäämävesien määrät

Kullekin tarkastelutilanteelle (Taulukko 4-5) on laadittu kuukausitason vesitasemalli, jonka perusteella on määritetty eri vaihtoehtojen purkuvesimäärät sekä arvioitu vesivarastotilavuuden riittävyyttä. Laskennan tulokset ja johtopäätökset on esitetty seuraavissa kappaleissa. Yksityiskohtaiset lähtevän veden virtaaman kuvaajat on esitetty Liitteenä 16 olevassa AFRY Finland Oy:n (2020) vesitaseraportissa.

Tarkastelutilanteessa 1 (kuivaläjitys; kaivokseen tulevaa vesimäärää rajoitetaan erityisillä lievennystoimenpiteillä) vuositase on 0,65 Mm³ nettopositiivinen. Hallittavia vesiä muodostuu alueelle tulevista lumen sulamisvesistä ja sadannasta. Kaivoksen kuivatusvesimäärät ovat maltilliset. Purettavien ylijäämävesien määrä on suurimmillaan toukokuussa ollen 160 000 m³/kk. Talviaikana vesiä puretaan pois kaivosalueelta vain vähäisissä määrin. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Tarkastelutilanteessa 2 (kuivaläjitys; kaivokseen tulevaa vesimäärää rajoitetaan peruslievennystoimenpiteillä) vuositase on 1,27 Mm³ nettopositiivinen. Hallittavia vesiä muodostuu alueelle tulevista lumen sulamisvesistä ja sadannasta. Kaivoksen kuivatusvesimäärät ovat tarkastelutilannetta 1 suuremmat. Purettavien ylijäämävesien määrä on suurimmillaan toukokuussa ollen 180 000 m³/kk. Tässä vaihtoehdossa vettä puretaan pois kaivostoimintojen alueella tasaisesti myös talviaikana. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Tarkastelutilanteessa 3 (märkäläjitys; kaivokseen tulevaa vesimäärää rajoitetaan erityisillä lievennystoimenpiteillä) vuositase on 0,86 Mm³ nettopositiivinen. Hallittavia vesiä muodostuu alueelle tulevista lumen sulamisvesistä ja sadannasta. Kaivoksen kuivatusvesimäärä on maltillinen.

Rikastushiekan märkäläjitys edellyttää merkittävästi suurempaa veden kierrätystä rikastushiekka-alueelta takaisin prosessiin. Altaaseen jäävä ylimäärävesi on tässä tarkastelussa mallinnettu hallittavan siten, että se puretaan vesivarastoaltaaseen tasaisesti koko vuoden aikana. Käytännössä

ajotavat voivat vaihdella. Vesivarastoaltaalle purettava vesimäärä on 65 000 m³/kk mikäli veden purku toteutetaan tässä esitetyn mallin mukaisesti. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Vesivarastoaltaan puettavien ylijäämävesien määrä on suurimmillaan toukokuussa ollen 170 000 m³/kk. Tässä vaihtoehdossa vettä puretaan pois kaivostoimintojen alueelta tasaisesti myös talviaikana. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Tarkastelutilanteessa 4 (märkäläjitys; kaivokseen tulevaa vesimäärää rajoitetaan peruslievennystoimenpiteillä) vuositase on 1,47 Mm³ nettopositiivinen. Hallittavia vesiä muodostuu alueelle tulevista lumen sulamisvesistä ja sadannasta. Kaivoksen kuivatusvesimäärä on tarkastelutilannetta 3 suurempi. Rikastushiekan märkäläjityksen osalta vesienhallintaratkaisu on vastaava kuin tarkastelutilanteessa 3. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Vesivarastoaltaan purettavien ylijäämävesien määrä on suurimmillaan toukokuussa ollen 185 000 m³/kk. Talviaikana vesiä johdetaan pois kaivostoimintojen alueelta kohtuullisen tasaisesti. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Eri vaihtoehtojen kuukausitason purkuvesimäärät on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 4-6). Taulukon luvut kuvaavat sadannan suhteen keskimääräistä tilannetta.

Taulukko 4-6 Tarkasteltujen vaihtoehtojen purkuvesimäärät yksikössä m³/kk. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).

Kuukausi	Tarkastelutilanne 1	Tarkastelutilanne 2	Tarkastelutilanne 3	Tarkastelutilanne 4
Tammi	36 152	88 635	60 446	102 929
Helmi	39 275	86 679	47 637	95 041
Maalis	34 811	87 294	60 025	102 508
Huhti	14 019	99 809	54 777	135 567
Touko	162 211	179 694	142 839	185 322
Kesä	58 582	109 372	86 065	126 855
Heinä	61 332	113 815	68 684	131 167
Elo	46 128	108 611	65 110	127 593
Syys	55 195	115 985	73 261	134 051
Loka	58 061	110 544	76 363	128 846
Marras	50 128	90 918	71 889	102 679
Joulu	35 042	77 525	48 322	100 805
Yhteensä	**650 937**	**1 268 882**	**855 418**	**1 473 363**

Herkkyysanalyysi

Kokonaisvesitaseen herkkyys liittyy pääasiassa sadantaan, rikastushiekan kiintoainepitoisuuteen läjityksessä (liittyy märkäläjitysvaihtoehtoihin) sekä kaivoksen kuivatusvesimäärän muutoksiin.

Poikkeuksellisen sateisen vuoden (1992) mallinnuksen perusteella voidaan todeta, että mikäli tehokas sadanta kasvaa 76 %, kaivostoimintojen alueelta ulos purettavan veden määrä kasvaa 13–25 % rikastushiekan kuivaläjitysskenaarioissa ja 25–43 % rikastushiekan märkäläjitysskenaarioissa. Kaivoksen vesienhallinta on kuitenkin toteutettavissa tässä esitetyn varastotilavuuden (700 000 m³) ja vedenpurkukapasiteetin (350 m³/h) puitteissa. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Mallinnuksessa märkäläjitysvaihtoehtojen tarkastelussa rikastushiekan kiintoainepitoisuudeksi läjityksessä on arvioitu 77 m-%. Mikäli kiintoainepitoisuus olisikin 5 %-yksikköä suurempi eli rikastushiekkaan pidättyisi arvioitua vähemmän vettä, vuotuinen purkuvesimäärä kasvaisi noin

100 000 m³/v. Vastaavasti, mikäli rikastushiekkaan pidättyisikin enemmän vettä, tarve purkaa vettä pois kaivokselta pienenisi. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Kaivoksen kuivatusvesimäärän muutokset vaikuttavat suoraan muutosten suhteessa myös purkuvesimääriin (AFRY Finland Oy 2020c).

4.5 Vesien laatu

Sakatin kaivostoiminnassa muodostuvien vesijakeiden laatua on käsitelty seuraavissa kappaleissa.

4.5.1 Rikastushiekka-alueen vedet

Rikastushiekka-alueen kierrätysvesien laatu juontuu pääosin malmin ominaisuuksista, mutta siihen vaikuttavat myös rikastusprosessissa käytettävät kemikaalit. Rikastushiekka-alueen kierrätysvedet sisältävät mm. sulfaatteja ja metalleja. Myös räjähdysaineperäinen liukoinen typpi päätyy osaltaan rikastushiekka-alueelle, mikä voi näkyä valumavesien kohonneina typpipitoisuuksina. AFRY on laatinut vedenlaatuarviot rikastushiekka-alueelta vesivarastoaltaaseen johdettavan kierrätysveden laadulle. Nämä laatuarviot on laadittu erikseen rikastushiekan märkä- ja kuivaläjitysvaihtoehdoille ja niissä on huomioitu prosessiveden laadun lisäksi rikastushiekan rapautumis- ja hapettumisreaktiot sekä vesi-kiintoainekontakti. (AFRY Finland Oy 2020c.) Rikastushiekka-alueiden veden laatu kaivoksen sulkemisvaiheessa on esitetty luvussa 4.10.5.

4.5.2 Prosessivesi

Prosessiveden laatuarvio perustuu prosessin rikastuskokeiden yhteydessä otettuihin vesinäytteisiin (Taulukko 4-7). Prosessivaihtoehdon 1 osalta rikastuskokeiden vesianalyysituloksia on täydennetty rikastushiekan analyysien yhteydessä otetuilla vesianalyysituloksilla. Prosessiveden laatuarviot kuvaavat prosessin sisäisen kierrätysveden laatua. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Taulukko 4-7 Prosessiveden laatuarviot eri prosessivaihtoehdoille. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).

Parametri		Yksikkö	Prosessivaihtoehto 1	Prosessivaihtoehto 2
Alumiini	Al	mg/l	< 0,2	< 0,2
Antimoni	Sb	mg/l	0,001	< 0,002
Arseeni	As	mg/l	< 0,2	< 0,005
Elohopea	Hg	mg/l	0,00001	0,00001
Fosfori	P	mg/l	1,41	1,41
Kadmium	Cd	mg/l	0,000084	0,00003
Kalium	K	mg/l	45	23
Kalsium	Ca	mg/l	225	3,2
Kloridi	Cl	mg/l	385	130
Koboltti	Co	mg/l	< 0,2	< 0,001
Kromi	Cr	mg/l	< 0,2	< 0,001
Kupari	Cu	mg/l	< 0,2	< 0,003
Lyijy	Pb	mg/l	< 0,2	< 0,00005
Magnesium	Mg	mg/l	151	6,1
Mangaani	Mn	mg/l	0,53	< 0,02
Natrium	Na	mg/l	376	416
Nikkeli	Ni	mg/l	0,37	0,005
Rauta	Fe	mg/l	1,71	< 0,5
Sinkki	Zn	mg/l	< 0,2	< 0,03
Sulfaatti	SO_4	mg/l	1320…1800	240
Typpi	N_{tot}	mg/l	<10*	< 1*

** typpi nitraattityppenä*

Lähteet:
Prosessivaihtoehto 1: värittömät solut (SRK Consulting (UK) Ltd, 2019), vihreät solut (Outotec, 2017), sininen solu ei määritetty (käytetty vastaavaa arvoa kuin prosessivaihtoehdossa 2)

Prosessivaihtoehto 2: värittömät solut Eurofins laboratoriotulokset 27.1.2020, vihreät solut Eurofins laboratoriotulokset 31.1.2020 (Eurofins Labtium Oy 2020a ja 2020b), sininen solu ei määritetty (käytetty vastaavaa arvoa kuin prosessivaihtoehdossa 1)

4.5.3 Kaivoksen kuivanapitovedet

Kaivoksen kuivanapitovesissä on erityisesti metalleja, kuten nikkeliä. Myös suolaisuus kasvaa merkittävästi syvemmälle mentäessä. Suolaisuuden muutoksesta johtuen, kaivoksen kuivanapitovesien laatuarviot on mallinnettu erikseen tason -420 m yläpuolisille vesille sekä tason -420 m alapuolisille vesille (SRK Consulting (UK) Ltd 2019). Kaivoksen kuivanapitovesien laatuarviot eri kerrosten vesille on esitetty alla (Taulukko 4-8). (AFRY Finland Oy 2020c.)

Taulukko 4-8 Kaivoksen kuivanapitovesien laatuarviot erikseen tason -420 m yläpuolisille ja alapuolisille vesille. (Lähde: SRK Consulting (UK) Ltd 2019 ja AFRY Finland Oy 2020c).

Parametri		Yksikkö	Tason -420 m yläpuoliset vedet		Tason -420 m alapuoliset vedet	
			Min	Max	Min	Max
Alumiini	Al	mg/l	0,001	0,002	0,001	0,003
Antimoni	Sb	mg/l	0,0004	0,008	0,0004	0,008
Arseeni	As	mg/l	0,0002	0,0009	0,0002	0,0008
Elohopea	Hg	mg/l	0,00001	0,0003	0,00001	0,0003
Fosfori	P	mg/l	0,01	0,3	0,02	0,3
Kadmium	Cd	mg/l	0,0001	0,002	0,0001	0,002
Kalium	K	mg/l	9	180	49	220
Kalsium	Ca	mg/l	13	48	250	290
Kloridi	Cl	mg/l	15	100	1100	1200
Koboltti	Co	mg/l	0,0005	0,03	0,001	0,03
Kromi	Cr	mg/l	0,001	0,03	0,001	0,03
Kupari	Cu	mg/l	0,002	0,007	0,02	0,02
Lyijy	Pb	mg/l	0,00008	0,0001	0,0001	0,0001
Magnesium	Mg	mg/l	3	9	260	270
Mangaani	Mn	mg/l	0,03	0,1	0,2	0,3
Natrium	Na	mg/l	16	190	530	700
Nikkeli	Ni	mg/l	0,02	1,5	0,07	1,6
Rauta	Fe	mg/l	0,001	0,007	0,003	0,008
Sinkki	Zn	mg/l	0,03	0,05	0,07	0,1
Sulfaatti	SO_4	mg/l	23	380	190	550

Typen osalta ei ole esitetty erikseen laatuarvioita tason -420 m ylä- ja alapuolisille vesille. Kuivanapitoveden typpi on peräisin käytetyistä räjähdysaineista, ja kuivanapitoveden typpipitoisuuden vaihteluväli on arvioitu erikseen kaivoksen eri kuivatusskenaarioille (eli perus/erityiset lievennystoimenpiteet huomioiden). Vaihteluvälinä on arvioitu, että 1–3 % käytetyn räjähdemäärän sisältämästä nitraattitypestä jää reagoimatta ja liukenee kaivoksen kuivanapitosveteen. Edellä esitetyn perusteella on arvioitu, että kaivoksen kuivanapitosveden typpipitoisuus tulisi vaihtelemaan välillä 8,3–25 mg/l skenaariossa, jossa kaivokseen tulevaa vesimäärää rajoitetaan erityisillä lievennystoimenpiteillä ja vastaavasti välillä 4,1–12 mg/l skenaariossa, jossa vedentuloa rajoitetaan peruslievennystoimenpiteillä. Pitoisuuksia on verrattu muihin maanalaista louhintaa suorittaviin suomalaisiin tuotannossa oleviin kaivoksiin, ja arvioidut pitoisuudet vastaavat muilla kaivoksilla toteutuneita arvoja. (AFRY Finland Oy 2020c.)

4.5.4 Vesivarastoaltaan vesi

Vesijakeiden suhteet vaihtelevat vesitaseen tarkastelutilanteiden välillä. Vesijakeiden suhteiden vaihteluvälistä johtuen myös vesivarastoaltaan veden laatuarviot vaihtelevat. Taulukko 4-9 on esitetty vesivarastoaltaan osalta eri vaihtoehtojen alustavat veden laatuarviot todennäköisenä vaihteluvälinä. On huomattava, että vesivarastoaltaan veden laatu kuvaa kaivosalueen sisäistä veden laatua ilman erillispuhdistuksia. On mahdollista, että vedenpuhdistuksessa on joidenkin epäpuhtauksien ja vesivirtojen suhteen mielekkäämpää puhdistaa niitä erikseen kuin yhdistämisen jälkeen. Näissä tilanteissa vesivarastoaltaan vedenlaatu tulee olemaan puhtaampaa kuin mitä

Taulukko 4-9 on esitetty. Vesivarastoaltaalta vesi palautetaan osittain prosessiin ja osittain vesi johdetaan käsittelyyn ja sen jälkeen edelleen purkuvesistöön. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Purettavan ylijäämäveden aiheuttama muutos Kitisen vedenlaatuun on mallinnettu ja raportoitu arvioiduilla maksimivesimäärillä ja -pitoisuuksilla erillisessä vesistömalliraportissa (AFRY Finland Oy 2020d) ja esitetty yhteenvetona YVA-selostuksen luvussa 17.

Taulukko 4-9 Vesivarastoaltaan veden laadun todennäköinen vaihteluväli eri vesitaseen tarkastelutilanteissa. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c).

Parametri		Yksikkö	Tarkastelutilanne 1		Tarkastelutilanne 2		Tarkastelutilanne 3		Tarkastelutilanne 4	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Alumiini	Al	mg/l	0,005	0,006	0,003	0,005	0,005	0,01	0,004	0,007
Antimoni	Sb	mg/l	0,001	0,006	0,0007	0,007	0,001	0,007	0,001	0,007
Arseeni	As	mg/l	0,0002	0,0007	0,0002	0,0007	0,0005	0,02	0,0004	0,02
Elohopea	Hg	mg/l	0,00002	0,0002	0,00002	0,0002	0,00003	0,0002	0,00003	0,0002
Fosfori	P	mg/l	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	1,1	0,2	0,9
Kadmium	Cd	mg/l	0,0002	0,001	0,0001	0,002	0,0002	0,001	0,0002	0,002
Kalium	K	mg/l	45	176	43	188	72	291	63	268
Kalsium	Ca	mg/l	129	181	148	193	120	310	136	283
Kloridi	Cl	mg/l	484	596	584	707	376	621	477	693
Koboltti	Co	mg/l	0,003	0,02	0,003	0,02	0,003	0,04	0,003	0,04
Kromi	Cr	mg/l	0,002	0,02	0,002	0,02	0,004	0,02	0,003	0,02
Kupari	Cu	mg/l	0,008	0,01	0,009	0,01	0,006	0,03	0,007	0,02
Lyijy	Pb	mg/l	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
Magnesium	Mg	mg/l	141	231	154	225	164	508	167	428
Mangaani	Mn	mg/l	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,5	0,2	0,4
Natrium	Na	mg/l	320	401	354	448	300	604	330	582
Nikkeli	Ni	mg/l	0,2	1,1	0,1	1,2	0,1	0,8	0,1	1,0
Rauta	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3
Sinkki	Zn	mg/l	0,04	0,05	0,05	0,06	0,03	0,04	0,04	0,05
Sulfaatti	SO_4	mg/l	191	523	175	510	354	1 308	298	1 083
Typpi	N_{tot}	mg/l	7	19	4	11	6	20	5	14

4.5.5 Kemikaalijäämät

Prosessivesi sisältää kemikaalijäämiä käytetyistä rikastuskemikaaleista. Mahdollisia kemikaalijäämiä ovat ksantaattijäämät (natriumetyyliksantaatti ja kaliumamyyliksantaatti) sekä tionokarbamaatti- ja merkaptobentosidiatsolijäämät. Rikastamon normaaliin toimintaan kuuluu, että prosessiveden kemikaalijäämäpitoisuuksia mitataan tuotannon aikana niiltä osin, kuin soveltuvia mittausmenetelmiä on olemassa. Pienten pitoisuuksien mittaamiseen ei kuitenkaan ole olemassa käyttökelpoisia mittausmenetelmiä. Sovellettavuuden rajoitukset johtuvat analyysitarkkuudesta, sillä useimmat menetelmät soveltuvat milligrammoissa esiintyville pitoisuuksille. Muutamien mikrogrammojen tasolle on tiettävästi päästy vain yksittäisissä tutkimuslaitoskokeissa. Tästä syystä myös referenssitietoa muilta kaivoksilta on olemassa vain vähän, ja kemikaalipäästöjen hallinta perustuukin tyypillisesti prosessin valvontaan ja hallintaan. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Sakatin rikastuskokeiden prosessivesien kemikaalijäämiä on mitattu Itä-Suomen yliopiston suorittamalla NMR-analytiikalla (Moilanen & Vepsäläinen 2020). Mitatut kemikaalit ovat natriumetyyliksantaatti, kaliumamyyliksantaatti ja tionokarbamaatti. NMR-analyysissä ei kuitenkaan

löydetty kaliumamyyliksantaattia, mutta sen hajoamistuotteena esiintyvää amyylialkoholia esiintyi rikastushiekasta irtoavassa vedessä. Analysoiduista rikastushiekasta erottuvan prosessiveden kemikaalijäämäanalyyseistä on johdettu arviot vesivarastoaltaalta joko prosessiin tai lähtevän veden käsittelyyn johdettavalle vedelle. On kuitenkin huomioitava, että pienten pitoisuuksien hajoamisesta on tietoa saatavilla hyvin vähän ja siksi laskenta päättyy kemikaalipitoisuuden puoliintumiseen. Viipymät yksistään vesivarastoaltaalla ovat kuitenkin monikertaisia kemikaalien puoliintumisaikoihin nähden ja mahdollistavat siis kemikaalien hajoamisen puoliintumista paljon pidemmälle. Tästä syystä arvioidut pitoisuudet ovat yliarvioita. Lämpötilan vaikutus kemikaalien hajoamiseen huomioitiin saatavilla olevan tiedon rajoissa. Alustavassa tarkastelussa käytettiin natriumetyyliksantaatille kylmäpuoliintumisaikaa talvikuukausille. Puoliintumisajat ylittyvät talvikuukausina eri tarkastelutilanteissa 2-6 -kertaisesti kun taas kesäkuukausina ne ylittyivät 8–15 -kertaisesti. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Edellä mainitusta syistä, referenssitiedon puutteellisuudesta ja laboratoriokokeista tehtyjen analyysien ja niiden tulkinnan epävarmuudesta johtuen, Sakatin purkuvesien kemikaalijäämäpitoisuuksien arviointi on hankalaa. Natriumetyyliksantaatin puoliintuneet pitoisuudet olisivat vesivarastoaltaalla kaivoksen sisäisen kierron vedelle eri tarkastelutilanteissa ja eri kuukausina 0,01–0,4 mg/l. Vastaavat laskennalliset pitoisuudet tionokarbamaatille ovat 0,04–1,0 mg/l. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Lopullisia purkuvesien tai vastaanottavan vesistön kemikaalijäämäpitoisuuksia ei ole mahdollista laskea tarkasti. Alustava arvio maksimisuuruusluokasta on kuitenkin määritetty keskiarvoisilla vesivarastoaltaan puoliintuneilla pitoisuuksilla, vesitaseen mukaisilla purkuvesimäärillä ja Kitisen keskiarvovirtaamilla Vajukosken mittauspisteeltä. Arvioidaan, että Kitisessä natriumetyyliksantaatin, tionokarbamaatin ja amyylialkoholin pitoisuudet tulevat olemaan suuruusluokaltaan alle mikrogramman (µg/l). (AFRY Finland Oy 2020c.)

4.6 Soveltuvat vesienkäsittelymenetelmät

Vesivarastoaltaalta Kitiseen purettava vesi käsitellään aktiivisessa vesienkäsittelyprosessissa ennen johtamista pois kaivosalueelta. Valittavaan vedenkäsittelytekniikkaan vaikuttavat käsiteltävän veden laatu ja virtaama, joihin puolestaan vaikuttavat prosessiveden laatu, rikastushiekan läjitystapa sekä kaivoksen kuivatusveden määrä ja laatu. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Vesivarastoaltaan veden pitoisuus- ja kuormitusarvioiden perusteella metallien, erityisesti nikkelin, poistoon tulee varautua. Metallien osalta todennäköinen prosessi on saostusprosessi hydroksidisaostuksena. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Räjähdysaineiden valinnalla ja huolellisella käsittelyllä pyritään mahdollisimman pieneen typpikuormaan. Vesivarastoaltaan arvioidut typpipitoisuudet vaihtelevat kuitenkin suuresti ja nousevat korkeiksi erityisesti niissä tarkastelutilanteissa, joissa kaivokseen tulevaa vesimäärää rajoitetaan erityisillä lievennystoimenpiteillä. Typenpoistoon varaudutaan, mikäli vesivarastoaltaan veden typpipitoisuus on yli 14 mg/l. Koska typpi on valtaosin peräisin kaivoksen kuivanapitosvesistä, erillinen typenpoisto järjestetään tarvittaessa kaivoksen kuivanapitosvesille. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Fosforipitoisuudet ja -kuormitukset ovat korkeita märkäläjitysvaihtoehdoissa. Fosfori on peräisin rikastuskemikaaleista. Lähtökohtaisesti erilliseen fosforinpoistoon ei kuitenkaan varauduta, vaan hankkeen jatkosuunnitteluvaiheissa pyritään löytämään sellaiset rikastuskemikaalit, jotka eivät aiheuttaisi fosforipitoisuuden nousua. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Edellä mainittujen lisäksi prosessiveden erillinen käsittely voi tulla kyseeseen. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi rikastushiekan suodatuksen suodosveden erilliskäsittelyä tai prosessin sisäisen kierron vedenkäsittelyä. Prosessivedet sisältävät sellaisenaan prosessikemikaalien jäämiä, ja valittava käsittelyprosessi vaihtelee käsiteltävän veden laadun mukaan. Esimerkiksi sulfaatinpoisto prosessivaihtoehdossa 1 voi tulla kyseeseen. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Seuraavassa on kuvattu yleispiirteisesti saostusprosessi, jonka perusteella on laskettu myös käytettävien vedenkäsittelykemikaalien määrät. Muut kyseeseen tulevat eri vedenkäsittelyprosessit (kalvoerotusmenetelmät, adsorptio, ioninvaihto sekä typenpoisto) on kuvattu Liitteen 16 vesitaseraportissa.

Saostus

Yleisin aktiivinen kaivosvesien puhdistusmenetelmä on hydroksidi- ja/tai karbonaattisaostus kalsiumoksidilla, kalsiumhydroksidilla, kalsiumkarbonaatilla tai vaihtoehtoisesti natriumhydroksidilla. Saostuksessa nostetaan veden pH-arvoa, jolloin metallien ja sulfaatin liukoisuus veteen pienenee ja haitta-aineet muodostavat hydroksidi- tai karbonaattisakkaa. Menetelmällä voidaan saostaa metalleja kuten nikkeliä, sinkkiä ja kobolttia. Lisäksi sulfaattia voidaan saostaa tasolle 1,5–2 g/l. Saostustehokkuutta voidaan parantaa High Density Sludge (HDS) -prosessilla, jossa kierrätetään sakkaa takaisin käsiteltävään vesijakeeseen. Kierrätettävä sakka toimii pintana, jonka ympärille uusi saostuma voi helposti muodostua. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Saostus on käyttökelpoinen vesienkäsittelymenetelmä, koska sillä voidaan helposti vähentää metallien ja sulfaatin pitoisuutta. Menetelmää ei voida kuitenkaan käyttää kloridien ja typpiyhdisteiden poistossa. (Brown, Barley & Wood 2002, INAP 2019, Kauppila, Räisänen & Myllyoja 2011, AFRY Finland 2020c.)

Saostuksessa muodostunut liete erotetaan vedestä ennen veden johtamista ympäristöön tai muualle prosessiin. Perinteisin menetelmä on laskeuttaa kiintoaine altaassa, mikä vaatii kohtuullisen suuria laskeutuspinta-aloja. Prosessia voidaan kuitenkin tehostaa ja selkeytyksen vaatimaa pinta-alaa pienentää käyttämällä apuaineena mikrohiekkaa ja tekemällä laskeutus lamelliselkeyttimessä. Mikrohiekka-avusteisessa selkeytyksessä mikrohiekka toimii flokinmuodostuksessa siemenkiteenä, jonka ympärille flokki muodostuu. Hiekka parantaa flokin laskeutuvuutta, jolloin suuria laskeutusaltaita ei tarvita. Mikrohiekka voidaan regeneroida lietteestä ja käyttää uudelleen prosessissa. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Ettringiittisaostus

Ettringiittisaostus on monivaiheinen saostusprosessi, jolla voidaan saavuttaa hydroksidisaostusta matalampi, noin 500 mg/l, sulfaattipitoisuus. Prosessin ensimmäisessä vaiheessa veteen lisätään alumiinikemikaalia (esim. $NaAlO_2$) ja samalla pH nostetaan kalkilla tasolle 11,5–12 alumiinin liuottamiseksi. Prosessin toisessa vaiheessa veteen liuenneet alumiini-ionit (Al^{3+}) muodostavat sulfaatin kanssa ettringiittiä ($Ca_6Al_2(SO_4)^3(OH)^{12}\bullet 26H_2O$). Viimeisessä vaiheessa veteen lisätään hiilidioksidia veden pH:n säätämiseksi, mikä aiheuttaa $CaCO_3$:n saostumisen. (AFRY Finland Oy 2020c.)

Ettringiittisaostus on kalliimpi menetelmä verrattuna hydroksidisaostukseen johtuen menetelmän monivaiheisuudesta ja alumiinin käytöstä. Lisäksi lietteenmuodostus on runsasta. Alumiini voidaan regeneroida ja kierrättää ettringiittiprosessissa rikkihapon avulla. Myös regenerointiprosessissa muodostuu lietettä. (AFRY Finland Oy 2020c.)

4.7 Toiminnassa muodostuvat kaivannaisjätteet

Sakatin kaivoksen toiminnassa syntyviä jätteitä ovat alueelta poistettavat pintamaat ja muut rakentamisen vuoksi poistettavat maa-ainekset, louhinnan seurauksena syntyvä sivukivi sekä rikastusprosessista muodostuva rikastushiekka. Kaivoksen elinkaaren aikana muodostuvien kaivannaisjätteiden sekä poistettavien pintamaiden ja maa-ainesten kokonaismäärät ja vuosittain muodostuvat määrät sekä sijoituspaikka ja mahdollinen hyötykäyttö on esitetty alla (Taulukko 4-10). Sivukiven osalta massamääräarvio perustuu vaihtoehtoon VE1a, jossa laskelmaan sisältyy maanalaiseen kaivokseen johtavien neljän vinotunnelin louhinnasta syntyvät sivukivimassat. Myös vaihtoehdossa VE1b on neljä vinotunnelia, mutta ne ovat pituudeltaan hieman lyhyempiä kuin vaihtoehdon VE1a tunnelit. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b vinotunneleita on vain yksi.

Taulukko 4-10 Sakatin kaivoksen elinkaaren aikana muodostuvat kaivannaisjätemäärät, niiden sijoittaminen ja hyötykäyttö. Tiedot perustuvat tähän asti tehtyihin tutkimuksiin ja suunnitelmiin. Sivukivimäärät perustuvat vaihtoehdon VE1a määriin.

KAIVANNAISJÄTE	MUODOSTUVAT MÄÄRÄT		SIJOITUS JA HYÖTYKÄYTTÖ		
JÄTEJAE	Yhteensä [Mt]	Vuosittain [Mt/v]	Sijoitus	Hyötykäyttökohde	Hyötykäyttö-osuus (tavoite) [%]
Sivukivi (matalarikkinen)	5,1	max. 0,3	Erillinen sijoitusalue maanpäällä, maanalainen kaivos	Kaivostäyttö, Rakentaminen	100
Sivukivi (korkearikkinen)	3,7	0,02-0,5	Erillinen sijoitusalue maanpäällä, maanalainen kaivos	Kaivostäyttö	100
Rikastushiekka (matalarikkinen)	27,5	0,8-1,6	Erillinen sijoitusalue maanpäällä, maanalainen kaivos	Pastatäyttö	40
Rikastushiekka (korkearikkinen)	3,6	0,07-0,4	Erillinen sijoitusalue maanpäällä, maanalainen kaivos	Pastatäyttö	90-100
Pintamaat ja muut maa-ainekset	2,2 Mm^3		Erillinen sijoitusalue maanpäällä	Maisemointi, rakentaminen	100

Sakatin sivukivien ja rikastushiekan kemiallisten ominaisuuksien määrittämiseen (karakterisointi) on käytetty useita eri testimenetelmiä:

- Happo-emäs -laskenta (Acid Base Accounting, ABA). Testillä määritellään sivukivien ja rikastushiekan hapontuottopotentiaali (AP) ja neutralointipotentiaali (NP). Menetelmällä mitataan ns. netto-neutralointipotentiaali (NNP) näytteen sisältämien sulfidien hapettumisesta vapautuvan hapon ja sen neutraloitumisen yhteissummana. Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalin suhde (NPR) kuvaa neutralointikapasiteetin riittävyyttä hapontuottokykyyn nähden. Neutralointipotentiaali on määritetty standardin SFS-EN-15875 mukaisesti.
- Nettohapontuotto–testillä (Net Acid Generation, NAG) määritellään sivukivien ja rikastushiekan mahdolliset hapontuotto-ominaisuudet (potentiaalinen hapan valuma).

Testillä saadaan arvio sulfidien rapautumiseen liittyvästä kokonaishapontuotosta, kun testin hapettumisreaktiossa tapahtuu samanaikaisesti myös karbonaattien ja/tai silikaattien liukeneminen ja siitä syntyvä hapon neutralointi. NAG testi eroaa ABA –testistä siinä, että sillä saadaan suoraan empiirinen tulos näytteen hapontuotto- ja neutralointikyvystä. NAG-testit tehtiin noudattaen teoksessa Amira ARD Test Handbook (2002) esitettyjä ohjeita.

- NAG Leachate Analysis –testissä analysoidaan NAG –testin loppuliuos, jonka perusteella määritetään metallien vapautumispotentiaali, mikäli sulfidi hapettuu kokonaisuudessaan. Testi kuvaa lyhytaikaista käyttäytymistä. Analysointi suoritettiin ICP-OES/MS –laitteistolla.
- Monimetallianalyysillä (Multi-Element Analysis) määritetään näytteiden geokemiallinen koostumus (sivukivet: ICP-OES ja ICP-MS kuningasvesiuutolla, rikastushiekka: ICP-OES ja ICP-MS nelihappouutolla).
- Yksivaiheisella liukoisuustestillä määritettiin rikastushiekasta helposti veteen liukenevat aineet. Testit suoritettiin standardimenetelmällä SFS EN 12457-4.
- Kaksivaiheisella liukoisuustestillä määritettiin sivukivien liukoisuusominaisuuksia. Testit suoritettiin standardimenetelmällä SFS EN 12457-3.
- Kosteuskammiokoe (HC-testaus, Humidity Cell Testing) on kineettinen kolonnitesti, jolla simuloidaan nopeutettuna sivukiven ja rikastushiekan rapautumista. Tulosten perusteella voidaan arvioida metallien liukenemista ja siten myös rikastushiekka-alueelta purkautuvan suotoveden laatua. Testit suoritettiin standardin ASTM D5744 – 13e1 mukaisesti (ASTM 2013).

4.7.1 Sivukivet

Kaivoksen louhinnoissa muodostuu kahdenlaista sivukiveä: korkearikkistä sekä matalarikkistä sivukiveä. Muodostuvan sivukiven määrä on korkeimmillaan rakentamisvaiheessa, jolloin louhitaan vinotunneli sekä tiloja maanalaiseen kaivokseen. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu muodostuvien sivukivien geokemiallisia ominaisuuksia sekä sivukivien hyötykäyttöä ja läjittämistä. Sivukivien mineralogiaa on käsitelty luvussa 11.2.1

Geokemialliset ominaisuudet

Sivukiven geokemiallisten ominaisuuksien määrittämistä varten valikoitiin yhteensä 57 edustavaa kairasydännäytettä. Näytteistä määritettiin neutralointipotentiaali (ABA-testi, 57 näytettä) sekä hapontuotto-ominaisuudet (NAG-testi, 57 näytettä). Lisäksi analysoitiin NAG-testin suodos (22 näytettä) ja näytteille tehtiin monimetallianalyysi (57 näytettä) sekä kaksivaiheinen liukoisuustesti (22 näytettä). Valikoiduille näytteille tehtiin myös kosteuskammiokoe (7 näytettä). Seuraavissa kappaleissa on esitetty testien tulokset.

ABA-testit

ABA-testien tulokset kivilajeittain on esitetty taulukossa 4-11. ABA-testien tulosten perusteella voitiin todeta, että suurin osa (85 %) peridotiittinäytteistä oli ei-happoatuottavia (NAF), mutta kolme näytettä luokiteltiin hapontuottokyvyltään epävarmoiksi ja yksi näytteistä happoa tuottavaksi (PAF). Molemmat massiivisulfidinäytteet olivat odotetusti mahdollisesti happoatuottavia (PAF), sillä niiden sulfidisen rikin pitoisuudet olivat 33,4 ja 34,7 m-%. Kaikki breksia-, duniitti-, jalkapuolen (esiintymän alapuolen) mafiset ja mafisen sarjan näytteet sekä serpentiniittinäyte luokiteltiin ei-happoa

tuottaviksi (NAF) ABA-testin perusteella. Afaniitti-, gabro- ja kattopuolen (esiintymän yläpuolen) vulkanoklastiset näytteet olivat joko ei-happoatuottavia (NAF) tai hapontuottokyvyltään epävarmoja.

Taulukko 4-11 Sivukiven keskimääräiset ABA-testin tulokset kivilajeittain.

Kivilaji	N	$S_{sulf.}$	AP	NP	NNP	NPR
		m-%	kg $CaCO_3$ ekv. / tn			
Afaniitti	8	0,29	9,06	50,2	41,2	72,9
Breksia	7	0,07	2,28	377	375	1060
Duniitti	2	0,42	13,1	154	140	15,2
Jalkapuolen mafiset	2	0,11	3,44	127	124	61
Gabro	2	0,49	15,2	19,8	4,64	5,61
Kattopuolen vulkaniklastiset	3	0,09	2,71	39	36.3	103
Mafinen sarja	4	0,08	2,42	50,4	48	43,6
Massiivisulfidi	2	31,1	970	43	-927	0,04
Peridotiitti	26	0,47	14,8	114	99,7	169
Serpentiniitti	1	0,01	0,31	232	232	742
Kaikkein näytteiden keskiarvo	57	1,4	43,8	127	83,5	242

NAG-testit

NAG-testien tulokset noudattelivat ABA-testien tuloksia (Taulukko 4-12). Valtaosa näytteistä (93 %) voitiin luokitella ei-happoatuottaviksi. Happoatuottaviksi näytteistä luokiteltiin 7 %. Nämä näytteet edustivat kivilajeista gabroa, afaniittia ja peridotiittia sekä massiivisulfidia, joka oli ainoa selvästi happoatuottava kivilaji. Gabron osalta tilannon epäselvä, sillä toinen gabronäyte oli selvästi ei-happoatuottava. Afaniitti- ja peridotiittinäytteistä valtaosa oli ei-happoatuottavia.

Taulukko 4-12 Sivukivien NAG-testin tulokset ja näytemäärät kivilajeittain (SRK 2017).

Kivilaji	N	NAG-pH	Nettohapontuottopotentiaali / kg H_2SO_4 ekv. / tn		
			Keskiarvo	Min.	Max.
Afaniitti	8	8,14	1,85	0	14,7
Breksia	7	10,4	0	0	0
Duniitti	2	8,69	0	0	0
Jalkapuolen mafiset	2	9,68	0	0	0
Gabro	2	6,09	4,9	0	9,79
Kattopuolen vulkaniklastiset	3	9,64	0	0	0
Mafinen sarja	4	10,6	0	0	0
Massiivisulfidi	2	2,53	144	89,7	199
Peridotiitti	26	9	2,08	0	46,3
Serpentiniitti	1	9,84	0		

NAG-testien loppuliuosten tutkimuksissa analysoitiin 22 näytettä. Metalli- ja metalloidipitoisuudet NAG-testin loppuliuoksessa on esitetty taulukossa (Taulukko 14-13). Ainoastaan gabron ja massiivisulfidin kupari- ja nikkelipitoisuuksia voidaan pitää huomattavan korkeina, muuten pitoisuudet olivat kauttaaltaan alhaisia. Osaltaan tähän voi vaikuttaa NAG-testin loppuliuoksen emäksinen pH (Taulukko 4-12) useimmissa tapauksissa, jolloin metallit saostuvat liuoksesta. Tarkasteltaessa NAG-testin loppuliuoksessa liukoisena olevaa osuutta kokonaispitoisuudesta havaitaan sama efekti. (Taulukko 4-14). Huom. sivukivelle, toisin kuin rikastushiekalle, on käytetty karakterisoinnissa kuningasvesiliuotusta. Merkittävä osuus NAG-testissä liukenevista aineista on peräisin yksittäisistä lähteistä: afaniitista arseenia, gabrosta kuparia ja nikkeliä sekä massiivisulfidista nikkeliä, kuparia ja sinkkiä. Lisäksi afaniitin ja peridotiitin antimonipitoisuudet ovat moninkertaistuneet, mikä saattaa olla korkean loppu-pH:n vaikutusta, sillä arseenin ja antimonin liukoisuus kasvaa emäksissä olosuhteissa.

Taulukko 4-13 Keskimääräiset metalli- ja metalloidipitoisuudet sivukivilajien NAG-testin loppuliuoksessa sekä kunkin kivilajin näytemäärä.

Parametri Yksikkö	N	As mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Sb mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
Afaniitti	4	0,82	0,08	8,33	5,23	3,67	87,4	<0,1	0,10	0,36	<1
Breksia	2	0,03	<0,01	<0,02	1,66	0,05	<0,06	<0,1	0,36	1,55	<1
Duniitti	1	<0,01	<0,01	0,03	1,37	0,04	1,41	<0,1	<0,01	0,02	<1
Jalkapuolen mafiset	2	0,02	<0,01	<0,02	14,8	0,27	<0,06	<0,1	0,02	1,42	3,75
Gabro	1	0,02	0,01	23,9	1,92	2880	596	<0,1	<0,01	0,05	<1
Kattopuolen volkano-klastiset	2	<0,01	<0,01	<0,02	1,54	0,05	<0,06	<0,1	0,01	0,95	2,55
Mafinen sarja	1	0,06	<0,01	<0,02	11,0	0,12	<0,06	<0,1	0,01	2,40	<1
Massiivi-sulfidi	1	0,15	0,20	233	0,37	13000	10200	<0,1	<0,01	0,21	36,7
Peridotiitti	8	0,03	<0,01	<0,02	10,4	0,12	0,23	<0,1	0,12	0,86	<1

Taulukko 4-14 NAG-loppuliuoksessa mobilisoituvien metallien prosenttiosuus kokonaispitoisuudesta.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Kivilaji	% -kok. pit.									
Afaniitti	62	23	19	1,5	-	13	-	250	0,7	-
Breksia	4,1	-	-	1,2	0,09	-	-	-	3,1	-
Duniitti	-	-	0,03	0,37	0,00	0,05	-	-	0,40	-
Jalkapuolen mafiset	7,1	-	-	1,1	-	-	-	-	1,9	12
Gabro	2,8	7,7	63	0,47	-	108	-	-	0,07	-
Kattopuolen volkanoklastiset	-	-	-	3,1	0,10	-	-	-	3,8	8,0
Mafinen sarja	14	-	-	1,5	0,02	-	-	-	2,6	-
Massiivisulfidi	5,6	29	13	1,4	40	34	-	-	0,22	118
Peridotiitti	4,9	-	-	1,2	0,00	0,01	-	590	1,7	-

Alkuainepitoisuudet (monimetallianalyysi)

Sivukivien geokemiallinen koostumus analysoitiin kuningasvesiuutolla ja monimetalli-analyysillä. Tuloksia on verrattu nk. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) ohjearvoihin sekä keskimääräisiin maankuoren alkuainepitoisuuksiin suuruusluokkien hahmottamiseksi (Taulukko 4-15).

Taulukko 4-15 Sivukivien alkuainepitoisuuksia kivilajeittain. Vertailukohtana nk. PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) ohjearvot ja maankuoren keskimääräiset pitoisuudet. (Lähde: Mason 1966)

Parametri	Näytteiden määrä	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	S	Sb	Sn	V	Zn
Yksikkö		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Maan kuoren keskim. pitoisuus		**1,8**	**0,2**	**25**	**100**	**55**	**0,08**	**1,5**	**75**	**13**	**260**	**0,2**	**2**	**135**	**70**
Afaniitti	8	1,33	0,32	44,0	343	2 626	<0,005	0,11	651	9,58	4 691	0,04	0,16	48,8	27,9
Breksia	7	0,73	0,03	22,3	138	57,0	<0,005	0,16	148	0,66	11 132	<0,01	0,16	49,6	7,67
Duniitti	2	0,30	0,03	118	373	2 520	<0,005	0,14	2 740	0,56	7 100	<0,01	0,21	5,02	14,7
Mafiset kivilajit (jalka-puoli)	2	0,21	0,14	46,3	1 290	2 325	<0,005	0,06	512	6,28	3 165	<0,01	0,17	74,6	31,8
Gabro	2	0,71	0,13	38,2	409	1 868	<0,005	0,24	550	7,92	6 900	0,03	0,34	75,1	8,72
Vulkanoklastit	3	0,48	<0,01	18,1	48,8	45,5	<0,005	0,12	67,1	1,41	1 698	<0,01	0,12	24,9	31,7
Mafiset kivilajit	4	0,44	0,06	38,7	740	546	<0,005	0,08	371	6,17	1 873	<0,01	0,30	93,5	9,65
Peridotiitti	26	0,67	0,31	79,4	837	3 019	0,006	0,16	1 606	8,43	7 831	0,02	0,37	51,1	28,1
Massiivisulfidi	2	2,7	0.69	1 835	26	32 250	0,025	0,47	30 000	2,44	270500	0,02	0,90	94,4	31,1
Serpentiniitti	1	0,83	0,01	67,9	15,4	267	<0,005	0,90	388	1,57	1 260	<0,01	0,05	101	13,1
Kynnys-arvo		5	1	20	100	100	0.5		50	60		2		100	200
Alempi ohjearvo		50	10	100	200	150	2		100	200		10		150	250
Ylempi ohjearvo		100	20	250	300	200	5		150	750		50		250	400

	alle 3 kertaa maan kuoren pitoisuus
	3-6 kertaa maan kuoren pitoisuus
	6-12 kertaa maan kuoren pitoisuus
	yli 12 kertaa maan kuoren pitoisuus
<	pienempi kuin analyysin määritysraja

Kaivannaisjäteasetuksen (Vna 190/2013) mukaan luokittelussa pysyväksi jätteeksi pitoisuuksia verrataan PIMA-asetuksen kynnysarvoihin tai alueellisiin taustapitoisuuksiin. PIMA-asetuksen muita arvoja kuin kynnysarvoja käytetään tässä vain viitteellisinä suuruusluokan kuvaajina. Kaikkien sivukivilajien nikkelipitoisuus ylitti valtioneuvoston asetuksen 214/2007 kynnysarvon 50 mg/kg ja suurin osa kivilajeista ylemmän ohjearvon 150 mg/kg. Myös muiden tyypillisesti sulfidisina esiintyvien metallien (koboltti, kromi ja kupari), pitoisuudet ylittivät yleisesti kynnysarvon. Vulkanoklastisissa kivissä ainoastaan nikkelipitoisuus ylitti kynnysarvon, muiden tarkasteltavien metallien ja

metalloidien pitoisuudet olivat alle kynnysarvon. Vanadiinipitoisuuksista kynnysarvo 100 mg/kg ylittyi ainoastaan serpentiniitissä, mutta mafisten kivilajien keskimääräinen pitoisuus on lähellä kynnysarvoa, 93,5 mg/kg.

Taulukossa 4-15 esitettyjen alkuaineiden lisäksi sivukivistä analysoitiin lukuisa joukko muita alkuaineita. Näistä olennaisimmat olivat torium ja uraani. Kaikkien näytteiden (57 kpl) keskiarvo toriumpitoisuudelle oli 1,52 mg/kg ja maksimipitoisuus 9,47 mg/kg. Uraanille vastaavat pitoisuudet olivat 0,31 mg/kg ja 1,85 mg/kg. Maan kuoren keskimääräinen pitoisuus on uraanilla 2 mg/kg (Emsley 2001) ja toriumilla 8,1 mg/kg (Greenwood & Earnshaw 1997).

Kaksivaiheinen liukoisuustesti

2-vaiheisen vesiuuton uutteesta mitatut metalli- ja metalloidipitoisuudet on esitetty alla (Taulukko 4-16). Arseenipitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon (0,5 mg/kg) afaniitissa ja nikkelin raja-arvo (0,4 mg/kg) puolestaan ylittyi massiivisulfidissa. Afaniitti-, breksia-, duniittii- ja gabrouutteiden keskimääräinen sulfaattipitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun sulfaattipitoisuuden raja-arvon 1 000 mg/kg. Uutteiden pH:t mitattiin L/S-suhteella 2 ja 8. Molemmissa suhteissa kaikkien tutkittujen sivukivinäytteiden uutteen pH oli selvästi emäksinen, kaikkien uutteiden pH:n vaihteluväli oli 8,19–10,1. On kuitenkin huomattava, että kontaktiliukoisuustestin perusteella ei voi luokitella kaivannaisjätettä: esitetyt raja-arvovertailut ovat vain viitteellisiä. Kontaktiliukoisuustestin avulla ei voi myöskään kuvata kaivannaisjätteen pitkäaikaiskäyttäytymistä, sillä tulokset kuvaavat vain tuoretta kaivannaisjätettä eikä kiintoaine-vesikontaktisuhde ei vastaa luonnonolosuhteita. Tulos ei siis kuvaa suotoveden laatua.

Taulukko 4-16 2-vaiheisen uuton uutteen metalli- ja metalloidipitoisuudet eri sivukivilajeissa (SRK 2017). Raja-arvovertailut (Vna 331/2013) ovat viitteellisiä: kaivannaisjätettä ei varsinaisesti luokitella kaatopaikka-asetuksen mukaisesti.

Alku-aine	**VNa 331/2013 vertailuarvot L/S 10**											
Kaato-paikka-luokka	**Pysy-vä**	**Tavan-omainen**	**Vaaralli-nen**	**Afa-niitti**	**Brek-sia**	**Du-niitti**	**Jalka-puolen mafiset**	**Gab-ro**	**Kattopuolen vulkano-klastiset**	**Mafi-nen sarja**	**Massiivi-sulfidi**	**Perido-tiitti**
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	0,5	2	25	0,7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1
Ba	20	100	300	0,3	0,1	0,6	0,35	0,3	<0,06	<0,06	1	0,7
Cd	0,04	1	5	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Cr	0,5	10	70	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Cu	2	50	100	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05
Hg	0,01	0,2	2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mo	0,5	10	30	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Ni	0,4	10	40	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	4,6	<0,06
Pb	0,5	10	50	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sb	0,06	0,7	5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Se	0,1	0,5	7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05
Zn	4	50	200	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2
V	-	-	-	0,1	0,1	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	0,3	<0,05	0,2

Alku-aine	VNa 331/2013 vertailuarvot L/S 10											
Cl^-	800	15 000	25 000	117	40,2	3294	<4	71,7	<8	9,6	63,8	103
F^-	10	150	500	<1	<1	<1	<1	<1	3,2	<1	<1	<1
SO_4^{2-}	1000	20 000	50 000	1201	9328	1940	71	1962	14	59	607	213
DOC	500	800	1 000									
TDS	4000	60 000	100 000									

Uutteen happamuuden ja metallipitoisuuksien perusteella näytteet voidaan luokitella käyttäen apuna ns. Ficklin diagrammia. Luokittelun mukaan kaikkien sivukivinäytteiden suodokset voidaan luokitella luokkaan ’lähes-neutraali, alhaisen metallipitoisuuden suodos’.

Kosteuskammiokoe

Viimeisimmän kannattavuusarvioinnin (PFS-A) yhteydessä tehtyihin alustaviin sulkemisratkaisujen suunnitteluun ja päästöparametrien arviointiin käytettiin kosteuskammiokokeiden tuloksia, jotka oli raportoitu 40 viikon testauksen jälkeen toukokuussa 2018. Testattavia sivukivinäytteitä oli alun perin 8 kpl, ja niistä kahden (ei-happoamuodostava peridotiitti ja ei-happoamuodostava afaniitti) koe lopetettiin 20 viikon jälkeen, koska merkittävää muutosta ei ollut tapahtunut. Osalle näytteistä kosteuskammiokoetta jatkettiin edelleen 40 testiviikon jälkeen, mutta testiviikon 40 jälkeiset tulokset eivät ehtineet mukaan tässä sulkemissuunnitelmassa esitettäviin PFS-A –vaiheen tarkasteluihin.

Tutkitut sivukivinäytteet olivat seuraavat:

- Kolme peridotiittinäytettä, joista kaksi todettiin ei-happoamuodostaviksi staattisessa testauksessa. Kolmannen näytteen haponmuodostamisominaisuudet olivat staattisten kokeiden perusteella epävarmoja.
- Kaksi afaniittinäytettä, toinen ei-happoamuodostava ja toinen epävarma.
- Breksia- ja kattopuolen vulkanoklastinäyte, molemmat on arvioitu ei-happoamuodostavaksi, kumpaakin on todennäköisesti vinotunnelialueella.
- Yhdistelmänäyte kahdesta massiivisulfidista, on staattisen testauksen perusteella mahdollisesti happoamuodostavaa.

Yleisesti näytteiden pH pysytteli lievästi emäksisenä koko kokeen ajan lukuun ottamatta massiivisulfidia, joka happamoitui heti kokeen alussa, ja jonka pH vaihteli kosteiden ja kuivien jaksojen mukaan, myös sähkönjohtavuus oli yleisesti alla 50 mS/m. Tässäkin poikkeuksen muodostaa massiivisulfidi.

Sulfaatinmuodostus oli massiivisulfidissa suurinta, mutta ei-happoamuodostavaksi staattisten testien perusteella arvioidussa peridotiittinäytteessä sulfaatinmuodostus oli toiseksi suurinta koko kosteuskammiokokeen ajan. Nikkelin ja kuparin vapautumisnopeudet noudattelivat sulfaatinmuodostusta. Massiivisulfidissa metallien vapautuminen oli suurinta, mikä aiheutuu myös alhaisesta pH:sta. Toisessa peridotiittinäytteessä oli nouseva trendi koko kokeen ajan, vaikka näytteen pH ei muuttunut merkittävästi. Näin ollen ei voida poissulkea neutraalin metallipitoisen valuman mahdollisuutta. Metallipitoisen valuman muodostumiseen vaikuttaa kuitenkin lopullisen kaivossuunnitelman mukainen sivukivien määrä ja laatu. Kosteuskammiokokeen vesi-

kiintoainesuhde ja kokeen olosuhteet eivät myöskään vastaa todellisen läjityksen olosuhteita ja veden laatu muodostetaankin laboratoriotuloksista laskennan ja mallinnuksen keinoin.

Kosteuskammiokokeen yhteydessä suodoksista analysoitiin uraani- ja arseenipitoisuudet. Uraanin osalta kaikki analyysitulokset olivat alle määritysrajan yhtä näytettä lukuun ottamatta (vulkanoklastinen kivilaji). Kyseisellä näytteellä uraanipitoisuus nousi vähitellen viikosta 4 alkaen ja maksimipitoisuus todettiin viikolla 24 (0,0021 mg/kg/viikko), minkä jälkeen pitoisuudet pysyivät vakaina noin 0,001 mg//kg/viikko tasolla. Arseenin osalta toisen aphaniittinäytteen suodosten pitoisuudet nousivat maksimissaan tasolle 0,03 mg/kg/viikko (viikot 8 ja 12). Pitoisuudet pienenivät sen jälkeen tasolle 0,002 mg/kg/viikko. Breksianäytteen suodoksen arseenipitoisuus pieneni alkuvaiheen tasolta 0,02 mg/kg/viikko tasolle 0,003 mg/kg/viikko testin lopussa.

Sijoitus ja hyötykäyttö

Kaikki toiminnassa muodostuva sivukivi pyritään käyttämään louhostäytössä sekä soveltuvin osin mm. tehdasalueen rakenteissa. Sivukivi pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti, jolloin tarvittavat sijoitusalueet ovat väliaikaisia. Mikäli kiviaines ei kuitenkaan laadultaan sovellu käytettäväksi kaivostäytössä tai rakenteissa, osa sivukivestä tullaan läjittämään maan pinnalle siten, että sijoitusalue suljetaan ja maisemoidaan toiminnan päättyessä.

Sivukiviä varten rakennetaan kaksi erillistä välivarastoaluetta; yksi korkearikkiselle sivukivelle ja toinen matalarikkiselle sivukivelle. Sivukivien sijoitusalueet tullaan sijoittamaan Kuusivaaran tehdasalueelle. Toiminnan aikainen jätealue luokittuu muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi.

Alustavasti sivukivien sijoitusalueiden rakenteiksi on suunniteltu alla olevia. Suunnitelmat tarkentuvat jatkosuunnittelun aikana, kuitenkin niin ettei taso heikkene alkuperäisestä.

Matalarikkinen sivukivi läjitetään huonosti vettäläpäisevälle maapohjalle (hienoainespitoinen moreeni tai vastaava).

Korkearikkinen sivukivi läjitetään tehdasalueella sijaitsevalle sijoitusalueelle, jolle rakennetaan tiiviit pohjarakenteet käyttäen yhdistelmärakennetta. Rakenne koostuu mm. tiivistekerroksesta ja kuivatuskerroksesta. Tiivistekerros koostuu esimerkiksi geosynteettisistä materiaaleista (muovikalvo, suodatinkankaat) ja jalostetuista luonnonmateriaaleista (bentoniitti) tai tiiviistä luonnonmaasta (hienoainespitoinen moreeni, savi). Kuivatuskerrokseen asennetaan salaojaputket.

4.7.2 Rikastushiekat

Malmin rikastusprosessissa muodostuu kahdenlaista rikastushiekkaa: matalarikkistä rikastushiekkaa keskimäärin 1,4 Mt/v ja riperikastuksessa märkämagneettierotuksella ja vaahdotuksella erotettua rikkipitoista rikastushiekkaa keskimäärin 0,2 Mt/v). Koko toiminta-aikana muodostuvan rikastushiekan määräksi on arvioitu 31,1 Mt, josta 88 % on matalarikkistä ja 12 % rikkipitoista eli korkearikkistä rikastushiekkaa.

Muodostuvan rikastushiekan geokemiallinen, geotekninen ja reologinen laatu riippuu louhittavan malmin mineralogiasta sekä rikastusprosessin toteutuksesta. Rikastusprosessin valintaan liittyvissä laboratoriomittakaavan kokeissa muodostuneille edustaville rikastushiekkanäytteille on tehty kokeita em. ominaisuuksien määrittämiseksi (SRK Consulting 2017). Kokeita varten valittiin kaksi erilaista rikastushiekkatyyppiä: korkearikkinen (HS) ja matalarikkinen (LS). Ominaisuustestit on toistaiseksi tehty vain prosessivaihtoehdolle 1. Prosessivaihtoehdon 2 rikastushiekkojen osalta testit on aloitettu. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu rikastushiekkojen geoteknisiä ja geokemiallisia ominaisuuksia, mineraalikoostumusta sekä läjitysmenetelmiä ja hyötykäyttöä.

Geotekniset ominaisuudet

Tulosten perusteella molempien rikastushiekkatyyppien raekoko on melko samanlainen eli 90 %:sti alle 0,2 mm. Valtaosa rikastushiekasta vastaa rakeisuudeltaan silttiä ja geoteknisen maalajiluokituksen mukaan materiaali luokiteltaisiinkin siltiksi. Hiekkajakeen osuus ylittää kuitenkin 30 %, joten rakeisuudeltaan rikastushiekka vastaa hiekkaista silttiä (hkSi). Saven raekokoa vastaavaa hienoainesta rikastushiekassa on alle 10 %.

Rikastushiekan tiheys ilman huokostilavuutta oli tutkituilla näytteillä 2,87 kg/dm^3 (LS) ja 4,45 kg/dm^3 (HS). Kuivatilavuuspainon maksimiarvoksi saatiin 1,82 t/m^3 17 %:n optimivesipitoisuudessa. Suodatetun rikastushiekan vesipitoisuus on noin 17 % ja sen perusteella on arvioitu, että kenttäolosuhteissa voidaan saavuttaa 1,6-1,7 t/m^3 kuivatilavuuspaino.

Rikastushiekan mineralogia

Rikastushiekkojen mineralogiset tulokset on esitetty taulukossa 4-17.

Taulukko 4-17 Rikastushiekan mineralogia (SRK 2018b).

Mineraali	Osuus (%)	
	Matalarikkinen rikastushiekka	Korkearikkinen rikastushiekka
Pyrrotiitti	0	63
Klinokrysotiili	35	8
Magnetiitti / magnesioferriitti	28	29
Forsteriitti	11	0
Klinokloori	10	0
Illiitti	9	0
Magnesioriebeckiitti	7	0

Geokemialliset ominaisuudet

Rikastushiekan geokemiallisten ominaisuuksien määrittämiseksi rikastushiekkanäytteitä (2 kpl) tutkittiin seuraavilla testeillä ja menetelmillä (ks. kuvaukset luvun 4.7 alussa): ABA- ja NAG-testit, NAG-testin suodoksen analysointi, monimetallianalyysi sekä kaksivaiheinen liukoisuustesti ja kosteuskammiokoe. Seuraavissa kappaleissa on esitetty testien tulokset.

Rikastushiekan hapontuotto- ja –neutralointikyky (ABA-testit)

ABA-testien tulokset on esitetty kootusti alla (Taulukko 4-18). Testien perusteella matalarikkinen rikastushiekka on luokiteltavissa hapontuottopotentiaaliltaan ei-happoatuottavaksi (non-acid forming NAF). Korkearikkinen rikastushiekka on puolestaan mahdollisesti happoatuottavaa (potentially acid forming PAF). Tässä yhteydessä on huomattava, että osa neutralisointikyvystä muodostuu silikaattimineraaleista, joiden osalta geokemialliset reaktiot ovat hitaampia kuin karbonaattien osalta ja siten neutralointipotentiaali ei ole kokonaisuudessaan välittömästi käytettävissä neutralointiin.

Taulukko 4-18 Rikastushiekan hapontuotto- ja neutralointikyky ABA-testien tulosten perusteella. TOC = kokonaispitoisuus orgaaninen hiili, TIC = kokonaispitoisuus epäorgaaninen hiili, NP = neutralointipotentiaali, NPR = neutralointipotentiaalisuhde (NP/AP).

Parametri	Yksikkö	Matalarikkinen rikastushiekka	Korkearikkinen rikastushiekka
S kok.	%	0,32	32,1
S sulfidi	%	0,22	30,4
C kok.	%	0,40	<0,01
TOC	%	0,11	0,02
TIC	%	0,29	<0,01
AP	kg $CaCO_3$/t	6,90	950
NP (titrattu)	kg $CaCO_3$/t	46	12
NP (laskettu TIC:stä)	kg $CaCO_3$/t	24,2	0,83
NPR	-	6,65	0,01
Hapontuottopotentiaali	-	NAF	PAF
Luokittelu Vna 190/2013 mukaan	-	pysyvä	ei-pysyvä

	Kuvastaa pysyvän jätteen ominaisuuksia (Vna 190/2013) ja ei-happoatuottavia ominaisuuksia
	Kuvastaa ei-pysyvän jätteen ominaisuuksia (Vna 190/2013) ja mahdollisesti happoatuottavia ominaisuuksia
<0,01	*Pitoisuus alle määritysrajan*

NAG-testit

NAG-testien tulokset on esitetty alla (Taulukko 4-19). NAG-testien tulokset tukevat ABA-testien tuloksia. Korkearikkinen rikastushiekka on mahdollisesti happoatuottavaa ja matalarikkinen rikastushiekka puolestaan ei ole tulosten perusteella luokiteltavissa mahdollisesti happoatuottavaksi.

Taulukko 4-19 NAG-testien tulokset.

Parametri	Yksikkö	Matalarikkinen rikastushiekka	Korkearikkinen rikastushiekka
NAG pH	-	10,1	2,20
NAG-arvo (pH 4,5)	kg H_2SO_4 eq/t	<0,01	119
NAG-arvo (pH 7,0)	kg H_2SO_4 eq/t	<0,01	222
NAG kok.	kg H_2SO_4 eq/t	<0,02	341
Luokittelu	-	NAF	PAF

	Kuvastaa ei-happoatuottavia ominaisuuksia (NAF)
	Kuvastaa mahdollisesti happoatuottavia ominaisuuksia (PAF)
<	*Pitoisuus alle määritysrajan*

NAG-testin loppuliuoksesta mitatut metallipitoisuudet on esitetty taulukossa 4-20. Korkearikkisen rikastushiekan loppuliuoksen pH oli huomattavan hapan, mikä heijastuu myös mitattuihin metallipitoisuuksiin. Korkearikkisen rikastushiekan loppuliuoksen Cd-, Cu-, Ni- ja Pb-pitoisuudet olivat erittäin korkeita. Matalarikkisessä rikastushiekassa ainoastaan kromipitoisuus oli korkea, 0,123 mg/l.

Taulukko 4-20 Rikastushiekkanäytteiden NAG-testin loppuliuoksen pH ja metallipitoisuudet (SRK 2018b).

Tunnus	Metallit										
	pH	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	V	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Matalarikkinen RH	8,77	0,001	<000001	<0,0001	0,123	0,004	0,002	0,0002	0,001	0,002	<0,003
Korkearikkinen RH	1,91	<0,001	0,002	0,776	0,024	5,53	34,8	0,072	<0,001	0,005	0,136

NAG-testin loppuliuosta käytetään hapettuvissa olevien aineiden määrän arvioinnissa. NAG-testissä näyte hapetetaan voimakkaasti, jolloin sulfideihin sitoutunut osa metalleista ja puolimetalleista pääsääntöisesti vapautuu. On huomioitava, että yllä (Taulukko 4-20) tulokset esitetään milligrammoina testiliuoksessa, ei mg/kg kaivannaisjätettä, joten tulokset ei ole ilman muunnosta suhteutettavissa rikastushiekkojen kokonaispitoisuuksiin.

NAG-liuoksen tulkinta on aina tehtävä varovaisuutta noudattaen, sillä tietyissä olosuhteissa (esimerkiksi testiliuosten pH-ääripäissä) voi tapahtua sellaista saostumista, jota luonnonolosuhteissa ei ilmenisi. On myös huomioitava tulkinnan suhteutuksessa, että NAG-testissä yhdellä kertaa hajoavat mineraalit hajoavat luonnon tai läjityksen olosuhteissa vähitellen kymmenien, ellei satojen vuosien kuluessa.

Loppuliuoksesta analysoitiin myös uraani- ja arseenipitoisuudet. Uraanipitoisuudet olivat matalarikkkisessa rikastushiekassa alle määritysrajan (<0,00001 mg/l). Korkearikkisen rikastushiekan loppuliuoksen uraanipitoisuus oli 0,001 mg/l. Korkearikkisen rikastushiekan arseenipitoisuus puolestaan oli alle määritysrajan (<0,001 mg/l). Matalarikkisen rikastushiekan pitoisuus oli 0,001 mg/l. Uraanin ja arseenin osalta tulokset osoittavat siten alhaista liukenevuutta.

Metallien ja metalloidien kokonaispitoisuudet (monimetallianalyysi)

Rikastushiekan geokemiallinen koostumus analysoitiin monimetallianalyysillä. Analyysi edustaa näytteen kokonaispitoisuutta, ei liukoisuutta. Tuloksia on verrattu soveltuvin osin maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista annetussa asetuksessa (Vna 214/2007) esitettyihin ohjearvoihin ja kaivosjäteasetuksen säännöksiin. Tulokset on esitetty näiltä osin alla (Taulukko 4-21). Taulukossa Taulukko 4-22 on esitetty kaikkien analysoitujen alkuaineiden pitoisuudet.

Taulukko 4-21 Rikastushiekan multielementtianalyysin tulokset Vna 214/2007 mukaisten alkuaineiden osalta. Vihreällä värillä on esitetty kynnysarvon ja alemman ohjearvon väliin sijoittuvat pitoisuudet, keltaisella on esitetty alemman ja ylemmän ohjearvon väliin sijoittuvat pitoisuudet ja punaisella ylemmän ohjearvon ylittävät pitoisuudet.

Para-metri	Yksikkö	Kyn nys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo	Tausta-pitoisuus keskimäärin *	Tausta-pitoisuus maksimi *	Matala-rikkinen rikastushiekka	Korkea-rikkinen rikastushiekka
As	mg/kg	5	50	100	-	-	1,30	3,10
Cd	mg/kg	1	10	20	-	-	0,20	0,19
Co	mg/kg	20	100	250	15,85	34,92	57,7	126
Cr	mg/kg	100	200	300	135,17	522	3 780	1 840
Cu	mg/kg	100	150	200	38,11	100,15	559	986
Hg	mg/kg	0,5	2	5	-	-	0,01	0,01
Ni	mg/kg	50	100	150	66	227	1 500	5 500
Pb	mg/kg	60	200	750	-	-	18,3	13,8
Sb	mg/kg	2	10	50	-	-	0,37	0,21
V	mg/kg	100	150	250	62,86	124,17	108	67,0
Zn	mg/kg	200	250	400	29,49	99,46	64,0	20,0

**Sakatin alueella, 15 km säteellä (keskipiste koordinaatit 490437, 7492133, EUREF FIN TM35FIN)*

Taulukko 4-22 Monimetallianalyysin tulokset kaikkien alkuaineiden osalta.

Alkuaine	Yksikkö	Maan kuori*	Matalarikkinen rikastushiekka	Korkearikkinen rikastushiekka
Ag	mg/kg	0,07	0,77	2,20
Al	mg/kg	81 300	23 800	1 300
As	mg/kg	1,8	1,30	3,10
Ba	mg/kg	425	70,0	20,0
Be	mg/kg	2,8	0,25	0,05
Bi	mg/kg	0,2	0.73	0,79
Ca	mg/kg	36 300	23 100	1 100
Cd	mg/kg	0,2	0,20	0,19
Ce	mg/kg	60	7,03	0,75
Co	mg/kg	25	57,7	126
Cr	mg/kg	100	3 780	1 840
Cs	mg/kg	3	0.36	<0,05
Cu	mg/kg	55	559	986
Fe	mg/kg	50 000	88 300	>500 000
Hg	mg/kg	0,08	0,01	0,01
K	mg/kg	25 900	1 200	100
Mg	mg/kg	20 900	163 000	10 300
Mn	mg/kg	950	1 110	231
Mo	mg/kg	1,5	1,06	1,19
Na	mg/kg	28 300	5 200	200
Ni	mg/kg	75	1 500	5 500
P	mg/kg	1 050	90,0	10,0
Pb	mg/kg	13	18,3	13,8
Re	mg/kg	0,001	0,01	0,08
S	mg/kg	260	3 100	>100 000
Sb	mg/kg	0,2	0,37	0,21
Sc	mg/kg	22	16,4	1,50
Se	mg/kg	0,05	3,00	143
Sn	mg/kg	2	1,20	0,40
Sr	mg/kg	375	43,5	2,10
Te	mg/kg	0,01	0,62	1,12
Th	mg/kg	7,2	0,60	0,08
Ti	mg/kg	4 400	2 190	270
Tl	mg/kg	0,5	0,14	0,03
U	mg/kg	1,8	0,20	0,10
V	mg/kg	135	108	67,0
W	mg/kg	1,5	2,70	5,20
Zn	mg/kg	70	64,0	20,0
	alle 3 kertaa maan kuoren pitoisuus			
	3-6 kertaa maan kuoren pitoisuus			
	6-12 kertaa maan kuoren pitoisuus			
	yli 12 kertaa maan kuoren pitoisuus			
>	suurempi kuin analyysin maksimipitoisuus			
<	pienempi kuin analyysin määritysraja			

**Maan kuoren keskimääräinen pitoisuus (Mason 1966)*

Tulosten perusteella kupari-, nikkeli- ja kromipitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvon sekä matala- että korkearikkisen rikastushiekan osalta. Tulokset eivät ole yhteneväisiä, sillä korkeimmat kupari- ja nikkelipitoisuudet todettiin korkearikkisessä rikastushiekassa ja kromin osalta matalarikkisessä rikastushiekassa. Em. metallien pitoisuudet ovat korkeita, vaikka luonnon taustapitoisuudet otettaisiin huomioon.

Korkearikkisen rikastushiekan osalta kobolttipitoisuus ylitti alemman ohjearvon ja matalarikkisen osalta kynnysarvotason. Lisäksi matalarikkisen rikastushiekan vanadiinipitoisuus ylitti kynnysarvon.

Korkearikkisen rikastushiekan uraanipitoisuus oli 0,10 mg/kg ja toriumpitoisuus 0,08 mg/kg. Matalarikkisen vastaavat pitoisuudet olivat 0,20 mg/kg ja 0,60 mg/kg.

Kaksivaiheinen liukoisuustesti

Rikastushiekkojen 2-vaiheisen ravistelutestin uutteen loppu-pH ja metallipitoisuudet on esitetty taulukossa 4-23. Korkearikkisen rikastushiekan uutteen pH oli hapan, mutta metallipitoisuuksissa ei ollut eroja rikastushiekkalajien välillä. Kaikki mitatut metallipitoisuudet olivat alhaisia, mutta kadmiumin määritysraja oli korkeampi kuin kadmiumille annettu suurin sisämaanvesien ympäristönlaatunormi 0,25 µg/l (Vna 1022/2006). Kontaktiliukoisuustestin avulla ei voi kuvata kaivannaisjätteen pitkäaikaiskäyttäytymistä tai määritellä jätteen luokittelua. Tulokset kuvaavat vain tuoretta kaivannaisjätettä ja sen käyttäytymistä välittömässä vesikontaktissa. On myös huomioitava, että testin kiintoaine-vesikontaktisuhde ei vastaa luonnonolosuhteita eli tulos ei kuvaa suotoveden laatua.

Taulukko 4-23 Molempien rikastushiekkojen 2-vaiheisen uuton uutteen metallipitoisuudet. (Lähde: SRK 2018b)

		Matalarikkinen RH	Korkearikkinen RH
pH		7,81	4,81
As	mg/l	<0,001	<0,001
Ba	mg/l	0,071	0,076
Cd	mg/l	<0,0005	<0,0005
Cr	mg/l	0,007	0,007
Cu	mg/l	<0,001	<0,001
Hg	mg/l	<0,00001	<0,00001
Mo	mg/l	0,001	0,001
Ni	mg/l	0,004	0,004
Pb	mg/l	<0,001	<0,001
Sb	mg/l	<0,001	<0,001
Se	mg/l	0,001	0,001
Zn	mg/l	0,006	0,006
V	mg/l	<0,005	<0,005

Kosteuskammiokoe

Kosteuskammiokokeella selvitettiin matalarikkisen rikastushiekan osalta suotovesien laatua. Koe oli kestoltaaan 24 viikkoa. Tulokset on esitetty taulukossa Taulukko 4-24.

Kosteuskammiokokeen alussa näytteestä huuhtoutuu huokosvedessä ja valmiiksi liukoisessa muodossa olevia aineita tai hiekan pinnalle löyhästi sitoutuneita aineita. Kokeen edetessä voidaan näytteestä huuhtoutuvassa vedessä todeta myös hiekan hapettumisessa vapautuvia ja edelleen reaktiotuotteina muodostuvia aineita. Kosteuskammiokokeen vesi-kiintoainesuhde ja kokeen olosuhteet eivät vastaa todellisen läjityksen olosuhteita, veden laatu muodostetaankin laboratoriotuloksista laskennan ja mallinnuksen keinoin.

Kosteuskammiokokeessa matalarikkisen rikastushiekan suotoveden pH pysytteli lähes neutraalina – lievästi emäksisenä, pH vaihteli välillä 7,3–8,4. Ensimmäisen viikon huuhtouman sähkönjohtavuus oli 260 mS/m ja sen jälkeen sähkönjohtavuus oli kaikilla mittauskerroilla alle 50 mS/m. Nikkeliä vapautui ensimmäisten viikkojen aikana enemmän, mutta vapautumisnopeus tasaantui myöhemmin ja konsentraatioksi vesifaasissa muutettuna oli alle 0,01 mg/l. Myös sulfaatinmuodostumisnopeus pysyi vakaana.

Taulukko 4-24 HC-testauksen tulokset. Alle määritysrajan pitoisuudet on esitetty merkillä <, punaisella värillä on korostettu vertailuarvon ylitystä.

Parametri	Pitoisuus	Sallittu vuosi-keskiarvo (2008/105/EC) *	Sallittu maksimipitoisuus (2008/105/EC) *	2006/44/EC lohikalat**	2006/44/EC särkikalat**
sähkönjohtavuus µS/cm	3 280				
pH	8.09			6 - 9	6 - 9
Sulfaatti rikkinä mg/l	657				
Liuennut rikki mg/l	471				
Ag mg/l	<0,001				
Al mg/l	<0,002				
As mg/l	0,001				
B mg/l	<0,005				
Ba mg/l	0,016				
Be mg/l	<0,0001				
Bi mg/l	<0,0001				
Ca mg/l	123				
Cd mg/l	<0,0001	0,00025	0,0015		
Co mg/l	0,005				
Cr mg/l	<0,001				
Cu mg/l	0,002				
Fe mg/l	0,019				
Hg mg/l	<0,00001	0,00005	0,00007		
K mg/l	86,8				
Li mg/l	0,021				
Mg mg/l	256				
Mn mg/l	0,317				
Mo mg/l	0,003				
Na mg/l	376				
Ni mg/l	0,18	0,02			
P mg/l	0,044				
Pb mg/l	<0,0002	0,0072			
Sb mg/l	0,001				
Se mg/l	0,007				
Si mg/l	2,51				
Sr mg/l	0,51				
Tl mg/l	<0,002				
U mg/l	<0,001				
V mg/l	<0,001				
W mg/l	0,001				
Zn mg/l	0,017			0,5	2

**Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ympäristönlaatunormeista vesipolitiikan alalla*
*** Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi suojelua ja parantamista edellyttävien makeiden vesien laadusta kalojen elämän turvaamiseksi*

Rikastushiekan asbestipitoisuus

Mineralogisen karakterisoinnin yhteydessä (SRK Consulting Ltd. 2018b) rikastushiekoissa ei havaittu asbestikuituja, mutta malmin asbestitutkimuksessa (Kratsov 2017) malmissa havaittiin hyvin pieniä määriä asbestikuituja. Vastaavia havaintoja tehtiin murskauskokeen työhygienisessä tutkimuksessa (Työterveyslaitos 2018). Näin ollen asbestikuituja oletetaan päätyvän pieniä määriä myös rikastushiekkaan.

Matalarikkisen rikastushiekan läjitys ja hyötykäyttö

Rikastushiekan läjitysvaihtoehtoja ovat tyypillisesti seuraavat: perinteinen lieteläjitys eli märkäläjitys, sakeutetun rikastushiekan läjitys, rikastushiekkapastan läjitys sekä kuivaläjitys. Sakatin kaivoshankkeen esiselvitysvaiheessa on päädytty sekä ympäristö- että teknisistä syistä keskittymään näistä kahteen; rikastushiekan märkäläjitykseen ja kuivaläjitykseen.

Rikastushiekka läjitetään kuivaläjitysvaihtoehdossa (suodatettu rikastushiekka) noin 80 m-% kiintoainepitoisuudessa eli se poikkeaa perinteisesti käytetystä lieteläjityksestä. Kuivaläjityksessä rikastushiekka painesuodatetaan, jolloin rikastushiekasta muodostuu ”rikastushiekkakakku”, joka kuljetetaan hihnakuljettimilla kahdelle kartiolle eli lämpimälle välivarastolle. Välivarastoihin mahtuu jopa 8 vuorokauden rikastushiekat. Kartioilta rikastushiekka kuljetetaan kaivoskuorma-autoilla rikastushiekka-alueelle. Suodatus tapahtuu tehdasalueella sijaitsevassa suodatuslaitoksessa, jolloin rikastushiekasta poistettu vesi voidaan turvallisesti kerätä ja ohjata takaisin prosessiin. Suodatettu rikastushiekka ei sisällä merkittävää määrää vettä ja se voidaan läjittää ja tiivistää mekaanisesti. Rikastushiekan kuivaläjitys minimoi mahdollista pohjaveden pilaantumisriskiä, parantaa rikastushiekka-alueen geoteknistä vakautta ja siten pienentää patoriskiä. Lisäksi enemmän vettä kiertää ns. pienessä vesikierrossa (rikastamon sisällä), joka pienentää vesitason hallintaan liittyviä riskejä. Kuivaläjitystä ei ole toistaiseksi vielä käytetty kaivosteollisuudessa Suomessa, mutta siitä on olemassa kokemuksia vastaavanlaisissa ilmasto-olosuhteissa esim. Kanadassa ja Alaskassa.

Märkäläjityksessä sakeutettu rikastushiekkaliete pumpataan yksiosaiseen rikastushiekka-altaaseen, jonne se levitetään tasaisesti käyttämällä usean purkuputken yhdistelmää (spigotointi). Tällöin rikastushiekka laskeutuu altaan pohjalle ja selkeytynyt vesi pumpataan selkeytysaltaan kautta vesivarastoaltaalle. Samalla läjitysalueen pinta pysyy märkänä mahdollisimman laajalta alueelta, mikä vähentää rikastushiekka-altaalla tapahtuvaa pölyämistä.

Rikastushiekka-alueen rakenteet on suunniteltu alustavasti hankkeen kannattavuuden esiselvitysvaiheessa (PFS-A). Suunnitelmat (esim. käytettävät materiaalit, kerrospaksuudet, kuivatusjärjestelmät) voivat kuitenkin edelleen tarkentua jatkosuunnittelun myötä (säilyen kuitenkin tasoltaan vastaavanlaisina). Rikastushiekka-alue koostuu kuivaläjitysvaihtoehdossa kahdesta rinnakkaisesta osasta, mikä mahdollistaa vaiheittaisen rakentamisen. Märkäläjitystä käytettäessä allas on yksiosainen. Altaan patorakenteet rakennetaan sivukivestä ja moreenista. Pohjarakenne koostuu esimerkiksi seuraavista kerroksista: kuivatuskerros salaojaputkineen, pohjakerros (hiekka), tiivistyskerros (HDPE-muovikalvo) ja kuivatus-/suojakerros (hiekka). Rikastushiekka-alueelle rakennetaan sisäisiä tiestöjä (huoltotie ja kuljetusreitti) sekä kuivatusrakenteita louheesta ja murskeesta, joita tehdään mm. sivukivestä.

Ensimmäisen vaiheen reunapadon rakentamisen jälkeen kuivaläjitysvaihtoehdossa reunapatoa korotetaan vielä kahdessa vaiheessa varastointitarpeen kasvaessa. Jos rikastushiekka läjitetään märkäläjityksenä, rikastushiekka-alue patoineen rakennetaan yhdessä vaiheessa.

Kuivaläjitysalue suunnitellaan suljetun vesikierron systeemiksi, missä kaikki rikastushiekan kanssa kosketuksissa olevat vesijakeet kerätään ja kierrätetään takaisin prosessiin. Prosessivesien ja luonnonvesien erillään pitäminen on selkeämpää kuin perinteisellä rikastushiekka-altaalla. Toiminnan aikaista pölyämistä voidaan hallita tiivistämällä rikastushiekka läjityksen yhteydessä, vaiheittaisella maisemoinnilla ja vesisumutuksella.

Märkäläjitysvaihtoehdossa rikastushiekka-alueelta kerättävien ja kaivoksen vesikiertoon johdettavien vesien määrää kasvattaa lietemäisessä muodossa olevan rikastushiekan sisältämä vesi.

Todennäköisesti matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalue luokittuu suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi. Luokitukseen suoraan tai välillisesti vaikuttavia tekijöitä ovat kuitenkin myös rikastuksen prosessivaihtoehto ja läjitystapavaihtoehto. Ratkaisujen varmistuessa voidaan määrittää lopullinen jäteluokitus sekä vahingonvaara-arvio.

Osa matalarikkisestä rikastushiekasta pyritään hyödyntämään kaivoksen pastatäyttönä. Tämänhetkisen arvion mukaan puolet kaikesta rikastushiekasta hyödynnetään pastatäyttönä ja puolet varastoidaan rikastushiekka-alueelle. Mitä laajemmin rikastushiekka on hyödynnettävissä, sitä vähemmän sille tarvitaan loppusijoituskapasiteettia.

Korkearikkisen rikastushiekan läjitys ja hyötykäyttö

Tuotannon alkuvaiheen aikana syntyvä korkearikkinen rikastushiekka välivarastoidaan omalle varastoaltaalle odottamaan pastalaitoksen käynnistämistä. Pastatäyttöä ei tarvita tuotannon alkuvaiheessa, koska kaivoksessa ei ole vielä louhittuna riittävästi tyhjää tilaa, johon täyttöä voidaan tehdä. Arvion mukaan pastatäyttö aloitetaan noin kahden vuoden kuluttua rikastamon käynnistämisestä.

Korkearikkinen rikastushiekka pumpataan lietteenä altaaseen kiintoainespitoisuuden ollessa noin 65 m-%. Allas on suunniteltu vesitiiviiksi käyttämällä pohjarakenteena yhdistelmärakennetta, joka sisältää mm. tiivistekerroksen ja kuivatuskerroksen. Tiivistekerros koostuu esimerkiksi geosynteettisistä materiaaleista (muovikalvo, suodatinkankaat) ja jalostetuista luonnonmateriaaleista (bentoniitti) tai tiivistä luonnonmaasta (hienoainespitoinen moreeni, savi). Kuivatuskerrokseen asennetaan salaojaputket. Suunnitelmat tarkentuvat jatkosuunnittelun myötä säilyen kuitenkin tasoltaan vastaavina. Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas luokittuu vaarallisen jätteen osuuden perusteella suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi.

Pastalaitoksen käynnistyttyä rikastushiekka johdetaan suoraan lietteisenä pastalaitokselle. Allas tyhjennetään rikastushiekasta (käytetään pastatäyttöihin). Tyhjennysvaihe kestää arviolta kuusi vuotta. Tyhjennysvaiheessa ja sen jälkeen syntyvä korkearikkinen rikastushiekka pumpataan suoraan lietteenä pastalaitokselle. Tyhjentämisen jälkeen allas jää vara-altaaksi poikkeustilanteita varten.

4.7.3 Pintamaat ja rakentamisen vuoksi poistettavat muut maa-ainekset

Kaivoksen rakentamisesta ja muista maarakennustöistä syntyneitä ylijäämämaita hyödynnetään rakentamisen myöhemmissä vaiheissa ja sulkemisvaiheessa etenkin kaivosalueen maisemointitöissä, jätealueiden peittorakenteissa ja mahdollisuuksien mukaan myös patorakenteissa (hienoainespitoinen moreeni). Humuspitoiset pintamaat varastoidaan erilleen muista maamassoista, jotta ne voidaan hyödyntää rikastushiekka-alueiden peittomateriaalina kasvukerroksena.

4.7.4 Selkeytysaltaiden pohjalietteet

Maanalaisen kaivoksen kuivatusvesistä kertyy lietettä selkeytysaltaiden pohjalle. Liete on hienoa kiviainesta, joka erottuu kuivatusvesistä laskeutumalla. Kunnossapidollisista syistä altaiden pohjalle kertynyt liete tullaan ajoittain poistamaan. Lietteen jatkokäsittelyä ei ole vielä päätetty, mutta mahdollisesti se voidaan sijoittaa kaivostäyttöihin tai rikastushiekka-alueelle. Lietteen laadusta ei ole tutkimustietoa, mutta sen voidaan arvioida vastaavan sivukiven laatua. Lietteelle tehdään tarkemmat tutkimukset, kun sitä alkaa muodostua. Tulosten perusteella laaditaan tarkemmat suunnitelmat lietteen jatkokäsittelystä.

4.7.5 Kaivannaisjätteiden luokittelu

Jätteistä annetussa asetuksessa (179/2012) on esitetty yleisimpien jätteiden ja vaarallisten jätteiden jäteluettelo ja eri jätetyyppien tunnusnumerot. Metallikaivannaisteollisuuteen liittyen yleisimmät jätetyypit on esitetty alla (Taulukko 4-25).

Taulukko 4-25 Metallikaivannaisteollisuuden yleisimmät jätetyypit ja niiden tunnusnumerot (= vaarallinen jäte).*

01 Mineraalien tutkimisessa, hyödyntämisessä, louhimisessa sekä fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet
01 01 mineraalien louhinnassa syntyvät jätteet
01 01 01 metallimineraalien louhinnassa syntyvät jätteet
01 03 metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet
01 03 04* sulfidimalmin käsittelyssä syntyvät happoa muodostavat rikastushiekat
01 03 05* muut rikastushiekat, jotka sisältävät vaarallisia aineita
01 03 06 muut kuin nimikkeissä 01 03 04 ja 01 03 05 mainitut rikastushiekat
01 03 07* muut metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita
01 03 08 muut kuin nimikkeessä 01 03 07 mainitut pölymäiset ja jauhemaiset jätteet
01 03 99 jätteet, joita ei ole mainittu muualla
17 Rakentamisessa ja purkamisessa syntyvät jätteet
20 Yhdyskuntajätteet

Kaivannaisjätteiden alustava luokittelu tulee tehdä parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) mukaisesti suunnitteluvaiheessa. Luokittelu tulee suorittaa edustavia näytteitä tutkimalla käyttäen määriteltyjä luokittelumenetelmiä ja soveltuvia kansallisia ja kansainvälisiä standardeja. Tällöin kerätään tarvittavia alustavia tietoja lupaprosessia sekä kaivannaisjätteiden ympäristönsuojelurakenteiden ja vesien käsittelyn suunnittelua varten. Perusteellisen karakterisoinnin avulla kaivannaisjätteiden aiheuttamat ympäristöriskit ja -vaikutukset voidaan tunnistaa, ja niihin voidaan varautua. (Nieminen et al. 2020.)

Kaivannaisjätteet ja muut kaivosalueen jätteet luokitellaan ympäristölupavaiheessa jätehuoltosuunnitelman laadinnan yhteydessä. Alustavasti arvioidaan seuraavaa:

Sivukivet edustavat ei-pysyvää ja ei-vaarallista kaivannaisjätettä (Vna 190/2013, liite 1). Jätenumeroksi tulee 01 01 01 – metallimineraalien louhinnassa syntyvät jätteet (Vna 179/2012, liite 4). Sivukiviä ei ole kaikissa tapauksissa luokiteltu jätteeksi, vaan tietyin edellytyksin niitä on voitu käyttää välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen rakennustoiminnassa ilman ns. jätestatusta.

Viranomainen määrää luokittelusta ympäristölupamääräyksissä. Vastaava menettely koskee kaivostäytössä hyödynnettäviä rikastushiekkoja.

Rikastushiekat (matalarikkinen ja korkearikkinen) edustavat todennäköisesti vaarallista kaivannaisjätettä, kategorian HP14 perusteella (ympäristölle vaarallinen, alakategoria *Aquatic chronic*). Matalarikkisen rikastushiekan osalta luokittelu tullaan kuitenkin vielä tarkistamaan jätehuoltosuunnitelman laadinnan yhteydessä. Luokituksen tarkistustarve liittyy nikkelin ja kromin kokonaispitoisuuksiin ja esiintymismuotoon, joiden liukoisuus sinänsä on vähäistä. Matalarikkisen rikastushiekan jätenumeroksi tulee 01 03 05* - muut rikastushiekat, jotka sisältävät vaarallisia aineita tai 01 03 06 – muut kuin nimikkeissä 01 03 04 mainitut rikastushiekat. Korkearikkinen rikastushiekka tulee luokittumaan jätenumerolle 01 01 04* - sulfidimalmin käsittelyssä syntyvät happoa muodostavat rikastushiekat. Korkearikkisen rikastushiekan varastoallas luokittuu vaarallisen jätteen osuuden perusteella suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätteen jätealueeksi. Todennäköisesti myös matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalue luokittuu suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi. Luokitukseen suoraan tai välillisesti vaikuttavia tekijöitä ovat kuitenkin myös rikastuksen prosessivaihtoehto ja läjitystapavaihtoehto. Ratkaisujen varmistuessa voidaan määrittää lopullinen jäteluokitus sekä vahingonvaara-arvio.

Kineettisten testien perusteella matalarikkisellä rikastushiekalla on alhainen potentiaali happamien kaivosvesien tuottamiseen, mutta metallien liukenemista neutraaleissa olosuhteissa ei voida täysi sulkea pois.

Pintamaat luokitellaan jätteeksi, jos niiden varastointi on pitkäaikaista tai niiden metallipitoisuudet ylittävät maaperän pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeen arvioinnista annetussa asetuksessa (214/2007) annetut alemmat ohjearvot. Pintamaita, joiden metallipitoisuudet alittavat alemman ohjearvon, voidaan lupamääräyksillä sallia käytettäväksi välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen kaivospiirin sisällä tapahtuvassa rakentamisessa. Lisäksi kivennäismaita, joiden metallipitoisuudet ylittävät alemmat ohjearvot, mutta eivät ylempää ohjearvoa, voidaan lupamääräyksillä sallia käytettäväksi erityiskohteissa, kuten kaivannaisjätealueiden tiivistyskerroksen yläpuolisissa rakenteissa.

Yhteenveto alustavasta jäteluokittelusta on esitetty alla (Taulukko 4-26).

Taulukko 4-26 Alustava kaivosjätteiden jäteluokittelu (tunnusnumerot valtioneuvoston jäteasetuksen (179/2012) mukaisesti) (AFRY Finland Oy 2020f).

Jätetyyppi	Tunnus-numero	Luokittelu
Pintamaat	01 01 01	Pysyvä[2] Ei-pysyvä, ei-vaarallinen[3]
Sivukivi	01 01 01	Ei-pysyvä, ei-vaarallinen
Rikastushiekka		
Matalarikkinen	01 03 05* (01 03 06)[1]	Vaarallinen
Korkearikkinen	01 03 04*	Vaarallinen

[1] Luokittelu tullaan tarkistamaan jätehuoltosuunnitelman laadinnan yhteydessä
[2] Jos yhden tai useamman metallin pitoisuus ei ylitä suurinta suositeltua taustapitoisuutta
[3] Jos yhden tai useamman metallin pitoisuus ylittää suurimman suositellun taustapitoisuuden

4.7.6 Toiminnassa muodostuvat muut jätteet

Kaivoksen rakentamisessa ja toiminnassa muodostuvia muita jätteitä ovat rakennus- ja yhdyskuntajätteet, vaaralliset jätteet sekä vesienkäsittelyn sakka, jota muodostuu jätevesien puhdistuksessa. Muodostuvat jätejakeet lajitellaan, kerätään ja käsitellään tai toimitetaan käsiteltäväksi kunkin jätejakeen edellyttämällä tavalla.

Rakennusjäte

Rakennusjäte on normaalia rakentamisen yhteydessä muodostuvaa jätettä, joka koostuu pääasiassa puutavarasta, metallista, betonista ja muista ympäristölle haitattomista jätejakeista. Rakennusjätteen määrä pyritään minimoimaan huolellisella suunnittelulla ja toiminnalla. Eri jätejakeet kerätään lavoille tai muihin keräysastioihin. Rakennusjätteet toimitetaan kierrätykseen soveltuvin osin. Hyödyntämiskelvoton jäte toimitetaan loppusijoitukseen lähimpänä sijaitseviin jätekeskuksiin.

Yhdyskuntajäte

Yhdyskuntajätettä kertyy lähinnä toimisto- ja ruokailutoiminnoista sekä puhtaanapidosta. Jätteet lajitellaan jäteastioihin Sodankylän kunnan jätehuoltomääräysten mukaisesti ja toimitetaan lähimpänä sijaitseviin vastaanottopisteisiin.

Vaarallinen jäte

Kaivoksen rakentamisen ja toiminnan aikana muodostuvia vaarallisia jätteitä ovat lähinnä jäteöljy, öljyiset rätit, akut ja energiansäästölamput. Rakennus-, ylläpito- ja huoltotöissä voi syntyä myös muun tyyppisiä vaarallisia jätteitä, esim. liuottimia. Kaikki vaaralliset jätteet kerätään erillisiin jäteastioihin, jotka sijoitetaan omaan tilaansa. Jätteet toimitetaan jatkokäsittelyyn niiden vastaanottoon vaadittavan luvan omaaviin vastaanottopaikkoihin.

Vesienkäsittelyn sakat

Jätevesien puhdistuksessa syntyvän lietteen käsittelyn osalta on selvitetty neljää eri vaihtoehtoa: läjitys matalarikkisen rikastushiekan kanssa rikastushiekka-alueelle, sijoitus korkearikkisen rikastushiekan kanssa kaivostäyttöön, kaatopaikkasijoitus sekä ulkopuolisen jätehuoltopalvelun käyttäminen. Suunnittelun nykyisessä vaiheessa ei ole vielä päätetty käytettäviä vedenpuhdistustekniikoita eivätkä syntyvät lietemäärät ole tiedossa.

Kannattavuuden esiselvitysvaiheessa (PFS-A) on alustavasti arvioitu, että vesienkäsittelystä muodostuvan lietteen määrä on noin 91 000 m^3/v. Arvio koskee prosessivaihtoehtoa 1.

Jätevesilietteen jäteluokituksen määrittämisessä sovelletaan jätteistä annetun asetuksen (179/2012) määräyksiä. Tällöin lietteen kemiallinen koostumus, pysyvyys ja vaaraominaisuudet tulee selvittää. Sakka edustaa kaivosalueen toiminnan aikana muodostuvissa vesilaaduissa olevia metallipitoisuuksia ns. konsentraattina ja siksi sen odotetaan luokittuvan vaaralliseksi jätteeksi (AFRY Finland 2020f). Lietteen jäteluokka varmistetaan kaivoksen suunnittelun edetessä. Jäteluokalla on merkitystä käsittelyvaihtoehdoissa, joissa liete läjitetään matalarikkisen rikastushiekan kanssa rikastushiekka-alueelle sekä kaatopaikkasijoituksessa.

4.8 Kemikaalien ja räjähdysaineiden käyttö sekä varastointi

4.8.1 Kemikaalit

Valtaosa kaivoksella käytettävistä kemikaaleista liittyy malmin rikastukseen. Toinen suuri käyttöalue on vedenpuhdistus. Taulukko 4-27 on esitetty rikastuksessa käytettävät kemikaaliryhmät ja niiden käyttötarkoitus. Taulukko 4-28 on esitetty rikastuksessa käytettävät kemikaalit ja niiden kulutusmäärät eri prosessivaihtoehdoissa.

Taulukko 4-27 Rikastuksessa käytettävät kemikaaliryhmät ja niiden käyttötarkoitus.

Kemikaaliryhmä	Käyttötarkoitus
Kokoojat	Kiinnittyvät rikastettavien mineraalien pintoihin
Vaahdotteet	Alentavat rikastuslietteen pintajännitystä ja edesauttavat ilman avulla luotavan vaahdotuskuplaston muodostumista
Säännöstelijät, aktivoijat ja painajat	Käytetään toisaalta arvomineraalien aktivointiin, ja toisaalta, epätoivottujen mineraalien passivointiin ulos arvomineraalien rikastusvaahdosta
pH:n säätäjät	Vaahdotuslietteen alkalisuuteen ja happamuuteen vaikuttavat kemikaalit
Sakeuttajat eli flokkulantit	Käytetään lietteiden vedenpoistovaiheessa edesauttamaan lietteiden sakeutusta

Taulukko 4-28 Malmin rikastuksessa käytettävät kemikaalit ja niiden kulutusmäärät (annostus grammoina syötettyä malmitonnia kohden) (AFRY Finland Oy 2020c, muokattu).

Kemikaali	Kaava / lyhenne / nimi	Prosessivaihto-ehto 1, g/t	Prosessivaihto-ehto 2, g/ t	Käyttötarkoitus
Natriumkarbonaatti	Na2CO3	4 533	3 558	pH:n säätö, hajotuskemikaali
Rikkihappo	H2SO4	5 378	-	pH:n säätö
Kuparisulfaatti	CuSO4	250	-	sulfidimineraalien aktivointi
Kalsiumhydroksidi	Ca(OH)2	1 394	1 092	pH:n säätö
Natriumetyyli-ksantaatti	SEX	10	33	sulfidimineraalien kokooja
Metyyli-isobutyyli-karbinoli	C6H14O, MIBC	80	80	vaahdotus
Karboksimetyyli-selluloosa	CMC	175	165	silikaattimineraalien erotus
Polysakkaroidi	Dextrine	475	273	mineraalien erotus
Merkaptobentsotiat-soli + ditiofosfaatti	AERO 407	275	199	Ni-mineraalien kokooja
Kaliumamyyli-ksantaatti	PAX	300	66	Cu- ja Ni-mineraalien kokooja
Tiokarbanaatti	AERO 3894A	70	79	Cu-mineraalien kokooja
Polyglykolieetteri	Dowfroth 250	110	94	vaahdotus
Polypropyleeni-glykoli	Flotanol C7	50	-	vaahdotus

Vesienpuhdistukseen todennäköisimmin käytettävä menetelmä on saostus. Siinä käytettävät kemikaalit ja niiden käyttö- ja varastointimäärät on esitetty alla (Taulukko 4-29).

Taulukko 4-29 Vesien puhdistuksessa käytettävät kemikaalit, niiden vuotuiset käyttömäärät ja varastointimäärät (AFRY Finland Oy 2020c).

Kemikaali	Käyttötarkoitus	Kulutus, t/v	Varastointimäärä, t
$Ca(OH)_2$	Saostuskemikaali	30 - 80	25 - 50
$Fe_2(SO_4)_3$	Koagulentti	50 - 120	25 - 65
Polymeeri	Saostuksen apuaine	1 - 3	2 -3

Muissa mahdollisissa vesienkäsittelymenetelmissä käytettävät kemikaalit on esitetty seuraavassa:

Ettringiittisaostuksessa käytettävät kemikaalit ovat kalsiumhydroksidin lisäksi alumiinikemikaali (esimerkiksi $NaAlO_2$) sekä rikkihappo H_2SO_4.

Kalvoerotusmenetelmissä kemikaaleina käytetään saostuksenestoaineita, jotka ovat yleensä kalvotoimittajien omia tuotemerkkejä. Lisäksi kalvojen pesussa käytetään happoliuosta, kuten rikkihappoa tai sitruunahappoa. Joissakin käyttökohteissa, yleensä pintavesien käsittelyssä, myös biosidien käyttö on tarpeen limoittumisen estämiseksi. Retentaatin eli kalvon pidättämän osan mahdollinen jatkokäsittely edellyttäisi myös saostuskemikaalien käyttöä.

Adsorptioprosesseissa kemikaaleja käytetään adsorbenttimateriaalin regeneroimiseen eli puhdistamiseen. Yleisesti käytetään happoliuosta.

Ioninvaihdossa ioninvaihtohartsi regeneroidaan hapolla tai emäksellä, jolloin haitta-aineet siirtyvät regenerointiliuokseen. Lisäksi haitta-ainepitoisen regenerointiliuoksen jatkokäsittely kuluttaa kemikaaleja. Ioninvaihto voi edellyttää myös esikäsittelyä, joka käytännössä tarkoittaisi esimerkiksi saostusprosessia.

Biologisessa typenpoistossa käytettävät kemikaalit ovat metanoli (CH_3OH), fosforihappo(H_3PO_4), kalkki ($Ca(OH)_2$) sekä lietteen sakeutuksessa käytettävä polymeeri.

Prosessi- ja vedenkäsittelykemikaalit varastoidaan erillisessä varastorakennuksessa. Sen lisäksi kemikaaleja varastoidaan rikastamon yhteydessä sijaitsevassa varastossa. Varastot ja turvajärjestelmät suunnitellaan ja toteutetaan noudattaen vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista annetun asetuksen (856/2012) sekä Tukesin ohjeistuksien mukaisia vaatimuksia.

4.8.2 Räjähdysaineet

AASM tulee käyttämään pääsääntöisesti paikalla sekoitettavaa, pumpattavaa emulsioräjähdysainetta. Se muodostaa yli 90 % kaivoksessa käytettävästä räjähdysaineesta. Räjähdysaine valmistetaan panostuskohteessa kahdesta raaka-aineesta, emulsiomatriisista ja kaasutusliuoksesta. Emulsiomatriisi koostuu ammoniumnitraatista ja polttoöljystä (öljyn osuus <10 %). Raaka-aineet sekoitetaan ja annostellaan porareikään tähän tarkoitukseen valmistetulla panostuslaitteella. Räjähdysaineeksi seos muuttuu vasta porareiässä, kun matriisi ja kaasutusliuos reagoivat keskenään muodostaen herkistäviä kaasukuplia. Tähän herkistymisprosessiin kuluu aikaa 15-45 min, riippuen olosuhteista.

Emulsioräjähdysaineet ovat vesi-öljyssä emulsiota eli emulsion jatkuva faasi on öljyä ja hapetin on öljynkalvon sisällä erittäin pieninä pisaroina. Tämän takia emulsioräjähteet kestävät vettä erinomaisesti. Emulsion rakenteen takia öljyn ja hapettimen välinen pinta-ala suuri, joten emulsioräjähteet palavat hyvin puhtaasti.

Emulsioräjähdysaineiden lisäksi louhinnassa käytetään aloitepanoksia, joiden räjäytysaineena käytetään joko heksogeenia, pentriittiä tai TNT:tä. Pienissä erityiskohteissa voidaan käyttää valmiiksi pakattuja (patrunoituja) räjähdysaineita. Sytyttiminä käytetään sähkötöntä sytytysjärjestelmää (Nonel), elektronisia räjäytysnalleja, sähköräjäytysnalleja sekä räjähtävää tulilankaa.

Emulsioräjähdysainetta käytetään enimmillään noin 1 700 t/v. Keskimääräinen kulutus kaivoksen toiminta-aikana on noin 1 000 t/v. Räjähdysaineiden ja nallien varastointimäärät on esitetty alla (Taulukko 4-30).

Taulukko 4-30 Räjähdysaineiden ja nallien varastointimäärät.

Vaihe/ vaihtoehto*	Varastointimäärä		
	Räjähdysaine kg	Nalleja kpl	Emulsiomatriisi kg
Rakennusvaihe			
Tunnelipora		Ei varastointitarvetta	
Poraus/räjäytys	10 000	20 000	20 000
Tuotantovaihe	20 000	60 000	50 000

**Vinotunnelin toteutustapa*

Rakentamisaikana räjähdysaineiden raaka-aineet (ammoniumnitraatti on varastoitava erillään syttyvistä aineista), patrunoidut räjäytysaineet sekä räjähtävä tulilanka varastoidaan erillisessä, tehdasalueen ulkopuolella sijaitsevassa tilapäisessä varastossa. Räjähdysainevaraston sijoittamisessa huomioidaan tarvittavat suojaetäisyydet muihin toimintoihin. Räjähdysaineiden raaka-aineet varastoidaan erillään toisistaan. Räjäytysaineiden varastoinnille ja käytölle haetaan lupa Turvallisuus- ja kemikaalivirastolta (Tukes). Varastoinnissa noudatetaan vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista annetun asetuksen (856/2012) määräyksiä. Varastoinnin toteutusta on kuvattu myös luvussa 3.2.3.

Kaivoksen toiminta-aikana räjähdysaineet on tarkoitus varastoida maan alla. Emulsioräjähdysaineen raaka-aineet kuljetetaan suoraan maanalaiseen varastoon ja sekoitetaan vasta käyttövaiheessa. Varastomäärät pidetään mahdollisimman pieninä ja toimitukset perustuvat päivittäisiin käyttömääriin. Kuljetuksissa huomioidaan sekä kaivosyhtiön sisäiset turvallisuusmääräykset että voimassa olevat kansalliset määräykset ja standardit. Määräyksissä on edellytetty mm. erityisten turvajarrujärjestelmien käyttöä maan alle ajavissa ajoneuvoissa.

Louhinnan yhteydessä pieni määrä reagoimatta jäänyttä räjähdysainetta liukenee veteen ja päätyy maanalaisen kaivoksen osalta kaivoksen kuivatusvesiin. Räjähtämätöntä emulsiota jää myös pieninä pitoisuuksina louhittuun malmiin ja sivukiviin. Malmin mukana oleva ammoniumnitraatti päätyy rikastamolle ja sieltä edelleen prosessin jätevesiin. Sivukivien varastoalueilla typpeä liukenee suotovesiin ja päätyy suotovesien keräysjärjestelmän kautta puhdistukseen. Puhdistuksessa varaudutaan typenpoistoon tarvittaessa.

Toimintaa varten tullaan laatimaan räjähdysaineiden hallintasuunnitelma, joka sisältää ohjeistuksen mm. turvallisuusnäkökohtien huomioimisesta ja ympäristöön kohdistuvien haittojen vähentämisestä.

4.9 Energia ja polttoaineiden käyttö

Ympäristövaiktusten arvioinnissa Sakatin kaivoksen toteutusvaihtoehtoina ovat joko mahdollisimman sähköinen tai fossiilisia polttoaineita käyttävä kaivos (jatkossa 'perinteinen kaivos'). Suunnittelun tavoitteena on pyrkiä kohti sähköistä kaivosta ja vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista sähköistämällä mahdollisimman suuri osa työkoneista. Perinteisen kaivoksen yhteydessä polttoaineita käytetään ajoneuvoissa sekä työkoneissa. Nestemäistä polttoainetta tarvitaan myös rikastusprosessin yhteydessä. Pääasialliset polttoaineet ovat kevyt rikitön polttoöljy ja dieselöljy. Polttoaineiden varastointia varten Kuusivaaran tehdasalueelle perustetaan tarvittaessa maanpäällinen jakeluasema, joka luvitetaan muun luvituksen yhteydessä. Poltto- ja dieselöljyä tuodaan asemalle säännöllisesti, joten polttoaineen säilytystä varten ei ole suunniteltu suurta varastokapasiteettia. Polttoöljyn vuotuiset käyttömäärät ja kerralla varastoitavat määrät on esitetty taulukossa Taulukko 4-31.

Mikäli kaivos toteutetaan sähköisenä, tarvittava poltto- ja dieselöljyn kokonaismäärä kaivoksen toimintavaiheessa on noin 850 000 l ja laskennallinen kokonaisenergian tarve 2 700 000 MWh. Mikäli kaivoksen toiminnassa käytetään perinteiseen tapaan fossiilisia polttoaineita, on käytettävien polttoaineiden määrä vastaavasti poltto- ja dieselöljyn osalta noin 91 000 000 l, ja laskennallinen kokonaisenergiankulutus on 2 500 000 MWh. Propaanin kulutus vaihtelee toteutustavasta riippuen välillä 2 244 000-2 709 000 kg/v. Tämän lisäksi kaivoksen kuljetuksiin arvioidaan kuluvan kaivoksen toiminta-aikana 18 000 000 – 23 000 000 l dieselöljyä riippuen siitä, kuljetetaanko rikasteet kokonaisuudessaan maantiekuljetuksina vai yhdistettynä maantie- ja rautatiekuljetuksena Kemin satamaan. Rautatiekuljetukset tapahtuvat sähköistetyllä rataosuudella.

Taulukko 4-31 Poltto- ja dieselöljyn sekä nestekaasun vuotuiset käyttö- ja varastomäärät.

Kaivoksen toteutustapa	Poltto- ja dieselöljy		Nestekaasu	
	Kulutus/v m³	Varastomäärä m³	Kulutus/v kg	Varastomäärä kg
Sähköistetty kaivos	42	30 (80*)	2 244 000	120 000 (150 000**)
Perinteinen kaivos	4 546	160 (210*)	2 708 750	140 000 (170 000**)

**varakattiloiden polttoaineena käytetään polttoöljyä*
***varakattiloiden polttoaineena käytetään nestekaasua*

Polttoaineiden varastointi ja niihin liittyvät turvajärjestelmät suunnitellaan ja toteutetaan noudattaen vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista annetun asetuksen (856/2012) määräyksiä sekä Tukesin ohjeistuksien mukaisia vaatimuksia.

Rakentamisvaiheessa urakoitsijoiden työkoneita varten alueelle rakennetaan tiivispohjainen (kalvorakenne) alue, jolle sijoitetaan työkoneiden käyttämän kevyen polttoöljyn varastointiin tarvittavat farmarisäiliöt.

Alueelle tullaan rakentamaan oma, noin 4 MW:n lämpölaitos, josta saatavaa lämpöenergiaa käytetään maanpäällisten rakennusten lämmityksessä ja lisäksi sillä pystytään lämmittämään maanalaisen kaivoksen tarvitsema raitisilma. Lämpölaitoksessa käytetään polttoaineena haketta. Arvioitu hakkeen kulutus on noin 4 860 t/v. kaivoksen toiminta-aikana. Pääkattilan lisäksi lämmitystä varten on kaksi varakattilaa (2 x 3,5 MW), joissa käytetään polttoaineena joko öljyä tai nestekaasua (LPG, propaani). Maanalaisen kaivoksen raitisilmaa voidaan näiden lisäksi lämmittää erikseen vielä propaanipolttimilla, millä pystytään turvaamaan raitisilman lämmitystarve myös poikkeusoloissa

kuten kovilla pakkasilla. Hankevaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja ilmanvaihto sijoittuu Pahalaaksonmaalle ja näissä vaihtoehdoissa raitisilman lämmitys tapahtuu pelkästään propaanipolttimilla.

Hätätilanteita varten tuotantolaitoksen lähelle sijoitetaan dieselkäyttöinen varavoimageneraattori (näennäisteho 1 000 kVA).

AASM Oy tulee tutkimaan vaihtoehtoisia keinoja (kuten lämmöntalteenottoa), joilla voidaan vähentää lämmitykseen käytettävän polttoaineen määrää.

4.10 Sulkeminen

4.10.1 Sulkemissuunnittelun eteneminen

Sakatin kaivoksen sulkemissuunnittelu etenee Anglo Americanin sulkemisperiaatteiden ja ohjeistusten mukaisesti (Anglo American 2018, 2019c). Lisäksi suunnittelussa sovelletaan ICMM:n (International Council on Mining & Metals) laatiman laatiman oppaan ”Integrated Mine Closure: Good practice guide” periaatteita (ICMM 2019). Sekä Anglo Americanin omassa, että ICMM:n ohjeistuksessa erityisen keskeistä on sulkemissuunnittelun yhteensovittaminen kaivoksen koko suunnittelun ja toiminnan kanssa sekä sitoutuminen sulkemissuunnitelman järjestelmälliseen kehittämiseen.

Hankkeen edetessä kaivoksen tekninen suunnittelu tarkentuu ja hankekohtainen tieto täsmentyy. Hankekohtainen tieto kattaa sekä kaivoksen vaikutusalueen tuntemuksen että käsityksen kaivoksen eri toimintojen, kuten kaivannaisjätteiden sijoitusalueiden, kuormitusta säätelevistä tekijöistä. Tiedon lisääntymisen myötä sulkemissuunnitelma kehittyy sekä sille asetettavat tavoitteet tarkentuvat. Sulkemissuunnittelu on syklinen ja työvaiheita toistava prosessi, jossa riskien ja vaikutusten tarkastelu ohjaavat työtä. Riskejä ja vaikutuksia tarkastellaan kaikissa suunnitteluvaiheissa ja tarkastelu tarkentuu työn edetessä. Sulkemisratkaisuja voidaan joutua muokkaamaan useitakin kertoja, jos ennuste tulevista vaikutuksia ei vastaa sulkemiselle asetettuja tavoitteita.

Osana Sakatin kaivostoiminnan suunnittelua on laadittu eri toimintojen alustavat sulkemisratkaisut, kuten yllä kuvatut yhtiön ja ICMM:n periaatteet edellyttävät. Nämä alustavat sulkemisratkaisut pohjautuvat kokemusperäiseen tietämykseen ja nykyaikaiseen käsitykseen parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta. Kaivosalueen eri toimintojen suunnittelun yhteydessä on siis jo varmistettu, että kaivoksen eri toiminnot ovat suljettavissa vähintään yhdellä, nykykäsityksen mukaisella hyväksyttävällä ja taloudellisesti realistisella tavalla.

YVA- vaiheessa kaivoksen hankevaihtoehtoja tarkastellaan käsitteellisellä tasolla sulkemisen näkökulmasta. YVA-menettelyn jälkeen hankevaihtoehdoista valitaan toteutuskelpoisin, jonka osalta sulkemissuunnittelua jatketaan ja syvennetään. Valitulle hankevaihtoehdolle laaditaan numeerinen arviointi. Useiden peräkkäisten työvaiheiden takia numeerisen arvioinnin laatiminen lukuisille hankevaihtoehdolle olisi vuosia kestävä työ. Tämän takia YVA-vaiheessa käytetään tarkastelutasoa, joka on toteutettavissa samanaikaisesti suurellekin määrälle hankevaihtoehtoja.

4.10.2 Tavoiteasettelu

Osa sulkemisen tavoitteista tulee lainsäädännöstä, osa on yleistavoitteita ja osa asetetaan paikkakohtaisesti yhtiön ja ICMM:n (2019) sulkemissuunnitteluperiaatteiden mukaisesti.

Kaivoksen sulkemisen yleisiä päätavoitteita ovat:

- Varmistetaan yleinen turvallisuus kaivostoiminnan muuttamilla alueilla.
- Varmistetaan, että alueelle kohdistuva kuormitus on lyhyellä ja pitkällä aikavälillä hyväksyttävällä tasolla eikä vaaranna ympäristöä tai ihmisten ja eläinten terveyttä. Pitkällä aikavälillä tavoitteen tulee toteutua ilman aktiivisia käsittelytoimia.
- Palautetaan käytöstä poistuvat alueet luonnonympäristöksi tai muuhun myöhempään maankäyttöön. Uusi maankäyttö on realistisella pohjalla ja yhdistyy ympäristöön ja alueen asukkaiden tarpeisiin.

Suunnittelun edetessä keskeisenä numeerisena tavoitteena tullaan käyttämään kaivosalueen vesiä vastaanottavien vesistöjen kemiallista tilaa ja edelleen ekologista tilaa. Ekologinen tilaluokka ei saa heikentyä kaivosalueen muutosten seurauksena.

4.10.3 Sulkemistarkastelun painopisteet

Hankealueella sijaitsee lukuisia toimintoja, jotka sulkemisvaiheessa joko poistetaan kokonaan tai suljetaan paikalleen. Toimintoja ovat maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti- ja rikastamoalueet, sivukiven, malmin ja pintamaiden väliaikaiset sijoitusalueet, sijoitusalueet rikastushiekoille, putkistot, sähkölinjat, vesienhallintarakenteet, lämpölaitos, kemikaalien ja räjähdysaineiden varastot sekä varikot. Osa rakenteista, esimerkiksi tiestö, voi palvella myös alueen käyttöä kaivostoiminnan jälkeen.

Sulkemistyön näkökulmasta vaihtoehtotarkastelu keskittyy niihin osiin kaivostoiminnasta, jotka suljetaan paikoilleen. Keskeisimpiä osia ovat siis matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalue sekä maanalaisen kaivoksen vinotunneli. Rikastushiekka-alueen suotovesien hallinta on tärkeässä roolissa sulkemisen jälkeisten pohja- ja pintavesivaikutusten hallinnassa. Vinotunnelin sulkemis-suunnittelussa keskeisessä asemassa on minimoida maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunnelin yläosan vaikutus lähiympäristöön ja pohjavesivuorovaikutukseen sekä niihin liittyvien riskien ja vaikutusten hallinta. Sivukiveä ja maanpoistomaita sijoitetaan alueelle todennäköisesti ainoastaan väliaikaisesti, mutta sivukiven pysyvä sijoittaminen alueelle voi tulla kysymykseen, mikäli kaikkea ei pystytä hyödyntämään kaivoksen toiminnan aikana. Korkearikkinen rikastushiekka käytetään kokonaan kaivostoiminnan edetessä maan alla louhostäytöissä.

Päävaihtoehtojen VE1-VE3 tarkastelussa keskiössä ovat toiminnan eri osien sijoituspaikat. Tärkeimpinä alavaihtoehtoina tarkastellaan matalarikkisen rikastushiekan kuivaläjitystä ja märkäläjitystä. Myös rikastamon prosessivaihtoehtoja (luku 4.2.3) ja vinotunnelin kuivatusvesien vähentämiseen käytettäviä lievennystoimenpiteitä (luku 3.2.3) käsitellään sulkemisen jälkeen ympäristöön mahdollisesti vaikuttavina tekijöinä. Tärkeimpinä sulkemisen jälkeen häiriintyvinä kohteina tarkastellaan Viiankiaapaa sekä Kitisen jokivarren pohjavesiesiintymiä ja asutusta. Porotalouden osalta vaikutusten oletetaan lieventyvän kaivoksen sulkemisen myötä kaikissa vaihtoehdoissa.

4.10.4 Osakohteiden sulkeminen

Sulkemistoimenpiteet esitetään viimeisimmän kannattavuusarvioinnin (PFS-A) yhteydessä laadittujen suunnitelmien mukaisina. Ratkaisut voivat muuttua jonkin verran suunnittelun edetessä, säilyen kuitenkin vaatimustasoltaan vastaavina.

Maanalainen kaivos

Sulkemisen aikana maanalaisen kaivoksen annetaan täyttyä vedellä. Sitä ennen maanalaisesta kaivoksesta poistetaan laitteistoa ja kalustoa, esimerkiksi esimurskaamo ja nostolaitteet. Putkistoja ja kaapelointeja puretaan käytännön ja turvallisuuden sallimissa rajoissa. Kaivokseen pääsy estetään esimerkiksi betonisuluilla ja louhetäytöillä kuilun/vinotunnelin sisäänkäynnin sijainnista ja geometriasta riippuen. Tarvittaessa maanalaisiin tiloihin asennetaan välisulkuja rajoittamaan veden liikettä kaivoksen eri osien välillä sulkemisen jälkeen. Todennäköisesti kuitenkin myös painovoimainen kerrostuminen (suolaisuuskerrostuminen) rajoittaa erityisesti haitta-ainepitoisen veden kulkeutumista kaivoksen yläosiin. Pystykuilujen (VE2a ja VE3a) ja vinotunnelin yläosat tiivistetään jo toimintavaiheessa injektoinnin avulla tunnelin eristämiseksi pohjavesiympäristöstä. Mikäli päädytään käyttämään tehokkaamman injektoinnin vaihtoehtoa, voidaan olettaa, että alennetaan myös riskiä haitta-ainepitoisten vesien kulkeutumiseen maanalaisesta louhoksesta ympäristöön.

Tarvekivilouhos

Toiminnan päätyttyä tarvekivilouhoksesta ja sen tukialueilta poistetaan kaikki tarpeettomat rakenteet, kemikaalit, räjähdysaineet, sähkölaitteet, työkoneet ja jätteet. Louhoksen reunat luiskataan ja muotoillaan turvallisuuden edellyttämään kaltevuuteen (noin 1:4). Luiskaus jatkuu tulevan vedenpinnan alapuolelle taaten poispääsyn veden varaan joutuneelle eläimelle tai ihmiselle. Tarvekivilouhokseen johtavat ajoluiskat suljetaan lohkareilla. Tarvekivilouhos aidataan, jotta siitä ei aiheudu turvallisuusriskiä myöskään louhoksen täyttymisvaiheessa. Vähitellen avolouhokseen kertyvät sade- ja pohjavedet muodostavat aikaa myöten keinotekoisen järven.

Matalarikkinen rikastushiekka

Matalarikkisen rikastushiekan kuivaläjitysalueella tiivis pohjarakenne vähentää rikastushiekan suotovesien ja ympäristön vuorovaikutusta myös sulkemisen jälkeen. Pohjan tiiviskerros suojakerroksineen jatkuu myös alkupatojen luiskaa vasten. Märkäläjitysvaihtoehdolle oletetaan tarvittavan eristysominaisuuksiltaan vastaava pohjarakenne kuin kuivaläjitykselle.

Matalarikkisen rikastushiekan kuivaläjitysvaihtoehdossa (VE1a, VE2a, VE3a) läjitys ja sulkeminen suoritetaan alla olevan kuvauksen mukaisesti:

- Rikastushiekka-alueen reunapatojen penkereet toteutetaan 1:4 -kaltevuuksilla. Tällöin vaiheittainen sulkeminen on mahdollista ja sujuvaa jo toiminnan aikana.
- Patopenkereissä käytetään sivukiveä (ei-pysyvä, ei-vaarallinen)
- Ulkorinteillä päällimmäinen kerros (1 m) muodostetaan pintamaan ja sivukiven noin 50/50 –seoksesta
- Rikastushiekan pinta muotoillaan vähintään 1 % kaltevuudella etelään kallistuvaksi.
- Rikastushiekka-alueen lohkot 1 ja 2 suljetaan vaiheittain komposiittipeiterakenteella:
    - heikosti läpäisevä vedenkyllästämä kerros, joka rajoittaa sekä hapen että veden tunkeutumista rikastushiekkakerroksiin.
    - paksu kasvualustakerros, joka myös suojaa vedenkyllästämää kerrosta jäätymis-sulamissykleiltä sekä varastoi osaltaan vettä

Päästöparametrien mallinnuksessa on käytetty oletuksina, että peiterakenteen läpi imeytyy 12,5 % vuotuisesta keskisadannasta (524 mm). Kuivaläjityksessä on toki jo huomattava pintatiiveys ennen sulkemistoimenpiteitäkin. Pohjarakenteen läpi peitetyillä lohkoilla 1 ja 2 suotautuu vettä 16,1 m^3/vrk.

Rikastushiekan märkäläjityksessä alue voidaan sulkea vasta koko toiminnan päättyessä. Toisena merkittävänä erona kuivaläjitykseen märkäläjitysvaihtoehdossa rikastushiekka-alueella olevaa rikastushiekkaa joudutaan aluksi kuivaamaan kantavuuden saavuttamiseksi. Lakialue voidaan muotoilla joko kuperaksi tai toiselle sivulle viettäväksi (johtamaan vesiä alueelta) tai vaihtoehtoiseksi koveraksi vedenjohtamisrakenteella. Ensisijaisena vaihtoehtona pidetään toistaiseksi toiselle sivulle viettävää kallistusta. Täytön loppuvaiheessa, ennen alueen sulkemista, voidaan rikastushiekan läjityksen kohdentamisella täyttää haluttuja altaan osia muotoilun tueksi. Muita muotoilussa käytettäviä keinoja ovat massansiirrot sekä sivukivitäyttö. Rikastushiekan sisäinen vesipinta asettuu pitkällä aikavälillä tasapainotilaan, joka riippuu rikastushiekan ominaisuuksista, pintarakenteen läpi imeytyvän veden määrästä ja pohjan sekä patojen läpi suotautuvasta vesimäärästä. Rikastushiekka on suhteellisen hienojakoista ja jää suurilta osin vedellä kyllästyneeseen tilaan, mikä vähentää rikastushiekan sulfidimineraalien hapettumista. Lakialueelle suunnitellaan veden imeytymistä ja kaasunvaihtoa pienentävä peiterakenne, soveltuvilta osin vastaavalla periaatteella kuin kuivaläjitysvaihtoehdossa. Peitteen rakentaminen märkäläjitysalueella poikkeaa kuitenkin teknisesti kuivaläjitysalueen peittämisestä, sillä kuivaläjityksessä muodostuu valmiimpi alusta peiterakenteen tiivistämistä varten. Toisaalta hapen kulkeutumisen rajoittaminen rikastushiekka-alueen pinnalta ei ole äärimmäisen kriittistä märkäläjityksessä vedellä kyllästyneiden olosuhteiden takia.

Rikastushiekka-alueen peiterakenteeseen tarvitaan nykysuunnitelman mukaan moreenia kohtuulliselta kuljetusetäisyydeltä. Moreeniesiintymistä on esitietoja, mutta moreenin saatavuutta ei ole toistaiseksi varmennettu.

Rikastushiekka-aluetta ei oteta talousmetsäkäyttöön, vaan alueelle annetaan ajan myötä muodostua vaihteleva, luonnonmukainen kasvillisuus. Kasvillisuuden osalta suositaan kasveja, joiden juuristo ei heikennä peiterakenteen toimintaa. Käytännössä siis varmistetaan kylvöjen ja kasvualustan valinnoilla (sekä tarvittaessa hoitotoimenpiteillä), että halutut kasvit saavat sekä oikeat kasvuedellytykset että etumatkaa kilpailussa elintilasta. Lakialueelle ja rinteille tehdään soveltuvilta osin myös paikoittaisia louhepintaisia alueita, jotka muistuttavat seudun vaarojen rinteille tyypillistä rakkakivikkoa.

Korkearikkinen rikastushiekka

Kaivoksen viimeisen toimintavuoden aikana korkearikkisen rikastushiekan varastoallas tyhjennetään ylimääräisestä vedestä ja rikastushiekasta. Rikastushiekka käytetään pastana louhostäytöissä. Kaivostoiminnan loputtua korkearikkisen rikastushiekan varastoaltaan kalvorakenteet, putket ja pumppaamot puretaan ja toimitetaan asianmukaiseen jatkokäsittelyyn. Tarpeettomaksi käyneet padot tasataan ja alue peitetään pintamaakerroksella kasvittumisen edistämiseksi.

Sivukiven ja pintamaan sijoitusalueet

Ensisijainen pyrkimys on, ettei sivukivialueita kuitenkaan ole jäljellä sulkemisen jälkeen, mutta toistaiseksi ei ole varmuutta siitä, voidaanko kaikki sivukivi hyödyntää rakentamiseen tai louhostäyttöihin toiminnan aikana. Sivukivialueiden, kuten muidenkin teollisen toiminnan alueiden, tyhjenemisen jälkeen tarkastetaan maaperän tila. Mikäli tilaltaan heikentyneitä maa-aineksia tavataan, ne käsitellään tai loppusijoitetaan asianmukaisesti. Sulkemissuunnittelun edetessä tarkastellaan mahdollisten pilaantuneiden maa-ainesten sijoittamismahdollisuuksia alueen kaivannaisjätteen sijoitusalueille tai mahdollisille muille sijoitusalueille.

Jokaisessa vaihtoehdossa on varattu alue pintamaan sijoittamista varten. Tämän alueen sijainti on erilainen vaihtoehdoissa VE1, VE2 ja VE3. Pintamaat hyödynnetään kaivoksen rakentamisessa ja sulkemisessa. Mikäli pintamaissa tavataan niiden hyödyntämistä rajoittavia pitoisuuksia haitalliseksi katsottavia aineita, kuten metalleja, tällaisia pintamaita voidaan hyödyntää esimerkiksi rikastushiekka-alueen sisäosiin jäävissä rakenteissa tai muutoin turvallisesti.

Tehdas- ja tukialueet, pastalaitos, tiestö, voimalinjat, putkilinjat ja vesienkäsittely

Jokaisessa vaihtoehdossa rikastamo oheistoimintoineen sijaitsee Kuusivaaran tehdasalueella. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a, VE3b pastalaitos sijoittuu maanpäälle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin läheisyyteen paitsi vaihtoehdossa VE3a se sijoittuu kuilunostimen nostotornin läheisyyteen. Vaihtoehdossa VE1a ja VE1b pastalaitos sijaitsee maanalaisessa kaivoksessa. Yhdystien linjausvaihtoehtoja on kaksi (a ja b). Kaivokselle rakennetaan 110 kV voimajohto Vajukosken sähköasemalta ja se tulee Kuusivaaran tehdasalueelle. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakennetaan 20 kV voimajohto Kuusivaaran tehdasalueelta Pahanlaaksonmaalle, jossa maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee. Tämä 20 kV voimajohdon reitti noudattelee samaa reittiä kuin huoltotie tehdasalueelta Pahanlaaksonmaalle.

Vesienkäsittelysakan sijoitusalueen jälkihoito sekä sakan sijoittaminen tai hyötykäyttäminen käsitellään sulkemissuunnittelun edetessä. Teollisuusalueen ja infrastruktuurin sulkemiskonseptit esitetään alustavalla tasolla alla (Taulukko 4-32).

Taulukko 4-32 Tehdas- ja tukialueiden ja teknisten perusrakenteiden alustavat sulkemiskonseptit.

Rakenne	Sulkemissuunnitelma
Rakennukset	
Tehdasalueen sekä maanalaisen kaivoksen tukialueen rakennukset	Varusteet ja putket puretaan ja joko myydään uusiokäyttöön tai kierrätetään.
Tehdasalueen ja maanalaisen kaivoksen tukialueen ulkopuoliset rakennukset (raakavesipumppaamo Kitisellä, räjähdysainevarasto)	Rakennukset puretaan ja joko kierrätetään tai käsitellään rakennusjätteenä.
Varsinaisen kaivosalueen ulkopuoliset tekniset perusrakenteet	
Yhdystie ja Kelujoen ylittävä silta	Kyseessä on yleinen tie ja se jää paikoilleen.
110 kV voimajohtolinja Vajukoskelta	Sulkemistoimenpiteet riippuvat Finngrid Oyj:n ja AASM Oy:n välisestä sopimuksesta. Voimajohtolinjan omistus sovitaan Finngrid Oy:n kanssa ennen voimajohtolinjan rakentamispäätöstä. Jos kaivosyhtiö omistaa voimajohdon, se on kunnostettava tukemaan tulevaa maankäyttöä. Tämä voi tarkoittaa joko rakenteiden jättämistä paikalleen tai niiden purkamista. Mahdollisesta rakenteiden jättämisestä alueelle on sovittava erikseen viranomaisten ja maanomistajien kanssa.
Vedenotto- ja purkuputket	Tehdään riskiperusteinen vaikutusten arviointi, joka sisältää ympäristö-, sosiaalisen ja taloudellisen näkökulman. Rakenteiden purkamiseen ja jättämiseen liittyvät riskit arvioidaan. Maankäyttö putkilinjan ympärillä sekä maanomistajat otetaan huomioon.
Purkuputkilinja	Putkilinja ja muut varusteet poistetaan hävittämistä tai kierrättämistä varten.

Rakenne	Sulkemissuunnitelma
Talousvesi- ja jätevesiyhteydet	Kaikki näihin liittyvät sulkemistoimet arvioidaan vaikutusten ja taloudellisen näkökulman perusteella.
Tehdasalueen sisäpuoliset tekniset perusrakenteet	
Päällystetyt piha-alueet	Alueet kunnostetaan tulevaa maankäyttöä varten. Tämä voi toteutua joko jättämällä alueet sellaisiksi kuin ne ovat tai poistamalla päällysteet, jotka toimitetaan hyödynnettäviksi tai hävitettäviksi.
Alueen maanalaiset putkilinjat (teknisiin perusrakenteisiin liittyvät), kuten hulevesiviemäröinti, palovesijohdot, jätevesiviemärit	Tehdään riskiperusteinen vaikutusten arviointi, joka sisältää ympäristö-, sosiaalisen ja taloudellisen näkökulman. Rakenteiden purkamiseen ja jättämiseen liittyvät riskit arvioidaan. Maankäyttö putkilinjojen ympärillä sekä maanomistajat otetaan huomioon.
Alueen sisäiset huoltotiet	Kunnostetaan tukemaan tulevaa maankäyttöä. Tämä voi tarkoittaa joko rakenteiden jättämistä paikoilleen tai rakenteiden poistamista ja alueen tasaamista. Mahdollisesta teknisten perusrakenteiden jättämisestä alueelle on sovittava erikseen viranomaisten ja muiden keskeisten sidosryhmien kanssa. Kolmas vaihtoehto on rakenteiden osittainen purkaminen tehokkaampien hydrologisten kanavien ja ekologisten käytävien luomiseksi.
Malmin välivarastoalue ja muut kalvoitetut varastoalueet	Kalvon päällä oleva materiaali käsitellään pilaantuneena maana. Kalvot poistetaan ja sijoitetaan kaatopaikalle rakennusjätteenä.
Putkisillat ja maanpäälliset putket	Kaikki laitteet ja putket puretaan ja kierrätetään
Sähkölaitteet, -varusteet ja kaapelit	Sähkölaitteet puretaan ja kierrätetään. Perustusrakenteet puretaan ja sijoitetaan kaatopaikalle rakennusjätteenä.
Vesialtaat	Vedet pumpataan kaivoksen sisäiseen vesikiertoon ja puhdistuksen jälkeen johdetaan Kitiseen tai mahdollisesti maanalaiseen kaivokseen, jos ne ovat laadultaan siihen soveltuvia. Kalvopohjat poistetaan ja sijoitetaan rakennusjätteenä. Vesivarastoaltaan pato poistetaan riippuen patoluokasta. Pienempien altaiden penkereiden materiaali käytetään altaiden täyttämiseen.
Pumppuasemat	Kaikki varusteet ja putkilinjat poistetaan ja kierrätetään. Rakenteet poistetaan ja sijoitetaan rakennusjätteenä.
Toiminta-ajan jälkeinen pilaantuneiden maa-ainesten arvioiminen	Maaperänäytteenottoa tehdään alueilla, jotka ovat "suuren riskin alueita" mahdollisen pilaantumisen selvittämiseksi ennen kuin sulkemissuunnitelma tehdään valmiiksi. Jos pilaantuneita maa-aineksia todetaan, ne käsitellään asiaan kuuluvasti paikan päällä (on-site) ja sijoitetaan alueelle tai kuljetetaan käsiteltäviksi niitä vastaanottavaan sijoituspaikkaan.

4.10.5 Sulkemisen jälkeiset veden laadut keskeisissä osakohteissa

Veden laatuarviot kuivaläjitykselle sekä maanalaiselle kaivokselle ovat SRK Consultingin (2019b) laatimia. Arviot perustuvat kosteuskammiokokeiden tuloksiin eri materiaaleista, mutta arvioiden laadinnassa on laskennallisesti huomioitu myös laboratoriokokeen ja todellisten olosuhteiden erot. Kuivaläjityksessä tai maanalaisen kaivoksen seinämissä mineraalipinnat ja vesi ovat vuorovaikutuksessa tietyssä kiintoaine/vesi -suhteessa ja myös sulfidien hapettumista säätelevät esimerkiksi partikkelikoko (mineraalipinta-ala) ja lämpötila. Kiintoaine/vesi-suhteeseen taas vaikuttaa massamäärien ohessa esimerkiksi virtausten kanavoituminen. Kuivaläjityksen suotovesien ja maanalaisen kaivoksen vesien laadut on myös tasapainomallinnettu suhteessa mineraali- ja

kaasufaaseihin. Vesilaatuarvioissa on käytetty lähtötietoina VE1a:n olosuhdetekijöitä, mutta näiden oletetaan vastaavan tarkastelutasoon riittävällä tarkkuudella myös vaihtoehtojen VE2a ja VE3a olosuhteita. Olosuhdetekijöillä tarkoitetaan tässä rikastushiekka-alueen pinta-alaa, mittasuhteita, rakenteita ja kosteusolosuhteita. Märkäläjitysvaihtoehdoille (VE1b, VE2b ja VE3b) ja prosessivaihtoehdolle 2 on käytetty karkeampaa laskentatapaa, johtamalla veden laadut kuivaläjityksen suotoveden laadusta ja prosessiveden laadusta. Laskentaperiaatteita kuvataan tarkemmin sulkemissuunnitelmassa. Vesilaadut on esitetty alla (Taulukko 4-33).

Molemmissa rikastushiekan läjitystapavaihtoehdoissa suotovesissä esiintynee lievästi kohonneina pitoisuuksina kloridia ja nikkeliä. Sulfaattia ja sinkkiä on läsnä jossain määrin, mutta liittyen enemmän prosessivesijäämiin kuin rikastushiekan rapautumistuotteisiin. Suljetun märkäläjityksen suotovesissä sulfaatti- ja sinkkipitoisuudet alenevat prosessiveden poistuessa ja korvautuessa vähitellen läjitykseen imeytyvillä sadevesillä.

Pohjaveden ympäristönlaatunormien (VNA 1040/2006 ja muutos 341/2009) on laskettu ylittyvän suljetun rikastushiekka-alueen alapuolella kloorin ja sinkin osalta (SRK 2019b), mallinnettuna kuivaläjitysalueen parametreilla. Kloridipitoisuus on 79 mg/l (ympäristönlaatunormi 25 mg/l) ja sinkkipitoisuus 0,19 mg/l (ympäristönlaatunormi 0,06 mg/l). Vastaavien pitoisuuksien voidaan olettaa olevan koholla myös märkäläjitetyn rikastushiekka-alueen alapuolisessa pohjavedessä. Vaikutus voi olla jossain määrin kuivaläjitystä korkeampi huomioiden rikastushiekka-alueen vesipinnan ja ympäröivän alueen välillä vallitseva korkeampi gradientti.

Taulukko 4-33 Suljettujen rikastushiekka-alueiden suotoveden laadut eri prosessivaihtoehdoissa ja eri aikajaksoilla.

Prosessi-vaihtoehto		**1**		**2**	**1**		**2**	
		Kuivaläjitys solu 1 suljettu, solu 2 käytössä	**Kuivaläjitys solut 1 ja 2 suljettu**	**Kuivaläjitys solut 1 ja 2 suljettu**	**Märkäläji-tys suljettu, prosessi-veden poistuma-vaihe**	**Märkäläji-tys suljettu, pitkä aikaväli**	**Märkäläjitys suljettu, prosessi-veden poistuma-vaihe**	**Märkäläji-tys suljettu, pitkä aikaväli**
Alumiini	mg/l	0,003	0,003	0,003	0,012	0,005	0,200	0,040
Antimoni	mg/l	0,004	0,0005	0,0000	0,001	0,001	0,010	0,002
Arseeni	mg/l	0,0004	0,0004	0,0000	0,2002	0,0404	0,0052	0,0013
Elohopea*	mg/l	0,00001	0,00001	0,00000	0,00002	0,00001	0,00002	0,00001
Fosfori	mg/l	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	1,4	0,4
Kadmium*	mg/l	0,0009	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001
Kalium	mg/l	290	30	30	50	40	40	30
Kalsium	mg/l	300	55	55	170	80	30	55
Kloridi	mg/l	350	40	40	320	100	150	60
Koboltti	mg/l	0,008	0,008	0,008	0,200	0,050	0,005	0,008
Kromi	mg/l	0,016	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001
Kupari	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,210	0,043	0,003	0,001
Lyijy*	mg/l	0,0002	0,0001	0,0000	0,0003	0,0002	0,0011	0,0002
Magnesium	mg/l	570	60	60	160	80	40	60
Mangaani	mg/l	0,46	0,05	0,05	0,32	0,11	0,04	0,05
Natrium	mg/l	430	40	40	360	110	440	130

Prosessi-vaihtoehto		1		2	1		2	
		Kuivaläjitys solu 1 suljettu, solu 2 käytössä	Kuivaläjitys solut 1 ja 2 suljettu	Kuivaläjitys solut 1 ja 2 suljettu	Märkäläji-tys suljettu, prosessi-veden poistuma-vaihe	Märkäläji-tys suljettu, pitkä aikaväli	Märkäläjitys suljettu, prosessi-veden poistuma-vaihe	Märkäläji-tys suljettu, pitkä aikaväli
Nikkeli	mg/l	0,22	0,02	0,02	0,27	0,07	0,02	0,02
Rauta	mg/l	0,002	0,002	0,002	1,201	0,240	0,500	0,100
Sinkki	mg/l	0,013	0,001	0,001	0,009	0,003	0,031	0,007
Sulfaatti	mg/l	1030	130	100	1870	490	310	150
Typpi	mg/l	13,2	1,4	1,4	1,7	1,6	1,7	1,6

**) Kosteuskammioaineiston analyysituloksissa (SRK 2018b, SRK Consulting 2019b) tyypillisesti alle määritysrajan. Laskennalliset pitoisuudet syötetiedoissa voivat vaikuttaa tulokseen.*

Maanalaisen kaivoksen veden laatuun vaikuttavat tunneliverkoston ja louhostilojen seinämät ja muut mineraalipinnat sekä louhostäyttönä käytetty sivukivi sekä rikastushiekasta valmistettu louhostäyttönä käytetty pasta. Pastatäytön osalta kosteuskammiokoe on korvattu monoliitin liukoisuustestauksella. Kaivoksen toiminnan aikana louhostiloissa on hapettavat olosuhteet ja tiloissa muodostuu rapautumistuotteina sekundäärimineraaleja, joista osa on suhteellisen liukoisia suoloja. Osa näistä suoloista liukenee jouduttuaan kosketuksiin veden kanssa sekä kaivostoiminnan aikana että sulkemisen jälkeen. Louhostilojen veden laatua sulkemisen jälkeen on selvitetty skaalaamalla kosteuskammiokokeiden ja monoliitin (pastatäyttö) uuttokokeen tuloksia laboratorio-olosuhteista kenttäolosuhteisiin. Reaktiivisen massan määrän arvioinnissa on huomioitu erilaiset luonnolliset kiviainekset maanalaisissa tiloissa sekä louhostäytöt. Tarkastelussa on huomioitu mm. kallion rakoilleen pintaosan paksuus ja tiheys (SRK Consulting 2019b). Reaktiivisella massalla tarkoitetaan sitä osaa louhostiloissa olevasta kiviaineksesta ja louhostäytöstä, jossa on merkittävästi pinta-alaa suhteessa kokonaismassaan ja joka on myös kontaktissa veden kanssa.

Maanalaisen kaivoksen veden laatu (SRK Consulting 2019b) sulkemisen jälkeen kuvataan alla (Taulukko 4-34). Ympäröivän ylemmän kalliopohjaveden laadusta poikkeavat merkittävimmin typpi ja nikkeli, kumpikin ensimmäisinä vuosina kaivoksen sulkemisen jälkeen. Kaivoksen täyttymisen edetessä metallipitoisuudet vedessä laskevat, sillä tunnelien ja louhosten seinämien reaktiivisen massan määrä vähenee vedellä kyllästyneen tilan kasvaessa. Jos vertailukohtana käytetään ympäristönlaatunormeja (Vna 1040/2006 ja muutos 341/2009), suljetun kaivoksen sisäisessä veden laadussa esiintyy kohonneina pitoisuuksina antimonia, elohopeaa, kadmiumia, kloridia, kobolttia, kromia, nikkeliä ja sulfaattia. Näistä kuitenkin kloridi, sinkki ja sulfaatti ovat luontaisestikin laatunormia korkeammalla tasolla alueen ylemmässä kalliopohjavedessä. Lisäksi tulee huomioida, että maanalaisen kaivoksen yläosa tiivistetään injektoimalla (mm. vinotunnelin alue) tuotannon aikaisen kaivoskuivatuksen aiheuttaman pohjavesialeneman minimoimiseksi. Näin olleen myös sulkemisen jälkeen maanalaisesta kaivoksesta pohjaveteen kulkeutuvan veden määrä jää vähäiseksi. Ilman voimakkaita virtauksia suolapitoisemmalla vedellä on myös taipumus kerrostua syvänteisiin, myös maanalaisissa tiloissa.

Taulukko 4-34 Maanalaisen kaivoksen veden laatu sulkemisen jälkeen (eli vuosina 25-64 toiminnan alkamisesta). Lihavoidulla tekstillä viitataan pitoisuuksiin, jotka ylittävät ylemmän kalliopohjaveden taustapitoisuuden.

			Suljetun maanalaisen kaivoksen vesilaatu MIN (vuodet 25-64 toiminnan alkamisesta)	Suljetun maanalaisen kaivoksen vesilaatu MAX (vuodet 25-64 toiminnan alkamisesta)	Trendi alku-vuosina sulkemisen jälkeen (vuodet 25-64 toiminnan alkamisesta)	Suljetun maanalaisen kaivoksen vesilaatu (vuosi 180 toiminnan alkamisesta)	Nykyinen ylempi kallio-pohjavesi	Nykyinen alempi kallio-pohjavesi	Ympäristönlaatunormi pohjavedelle 1040/2006 ja muutos 341/2009
	pH		7,4	7,5	lievästi nouseva		7,6	7,6	
Alumiini	Al	mg/l	0,001	0,002	ei selkeää trendiä	0,004	0,07	0,07	
Antimoni	Sb	mg/l	**0,002**	**0,006**	laskeva	**0,003**	0,0002	0,0005	0,0025
Arseeni	As	mg/l	0,00001	0,00003	ei selkeää trendiä	0,00002	0,001	0,0007	0,005
Elohopea*	Hg*	mg/l	**0,0002**	**0,00005**	laskeva	**0,00008**	0,000002	0,000002	0,00006
Fosfori	P	mg/l	**0,06**	**0,22**	laskeva	**0,09**	0,02	0,02	
Kadmium*	Cd*	mg/l	**0,0004**	**0,02**	laskeva	**0,0007**	0,00003	0,00007	0,0004
Kalium	K	mg/l	**65**	**165**	laskeva	**80**	6	280	
Kalsium	Ca	mg/l	**220**	**330**	lievästi laskeva	**230**	40	1670	
Kloridi	Cl	mg/l	**750**	**800**	ei selkeää trendiä	**680**	80	7470	25
Koboltti	Co	mg/l	**0,002**	**0,012**	laskeva	**0,002**	0,0008	0,0004	0,002
Kromi	Cr	mg/l	**0,006**	**0,02**	laskeva	**0,009**	0,001	0,0009	0,01
Kupari	Cu	mg/l	**0,008**	**0,015**	laskeva	**0,008**	0,01	0,15	0,02
Lyijy*	Pb*	mg/l	0,0001	**0,0003**	laskeva	0,0002	0,0002	0,0004	0,005
Magnesium	Mg	mg/l	**170**	**180**	ei selkeää trendiä	**160**	16	1820	
Mangaani	Mn	mg/l	**0,3**	**0,3**	ei selkeää trendiä	**0,3**	0,2	1,4	
Natrium	Na	mg/l	**380**	**450**	ei selkeää trendiä	**360**	50	3620	
Nikkeli	Ni	mg/l	**0,03**	**0,6**	laskeva	**0,09**	0,004	0,01	0,01
Rauta	Fe	mg/l	0,0005	0,0006	ei selkeää trendiä	0,0005	0,69	0,7	
Sinkki	Zn	mg/l	0,2	0,2	lievästi nouseva	0,2	0,2	0,5	0,06
Sulfaatti	SO_4	mg/l	**210**	**410**	laskeva	**240**	49,5	1220	150
Typpi	N_{tot}	mg/l	**5**	**20**	laskeva	**8**	0,1	0,2	

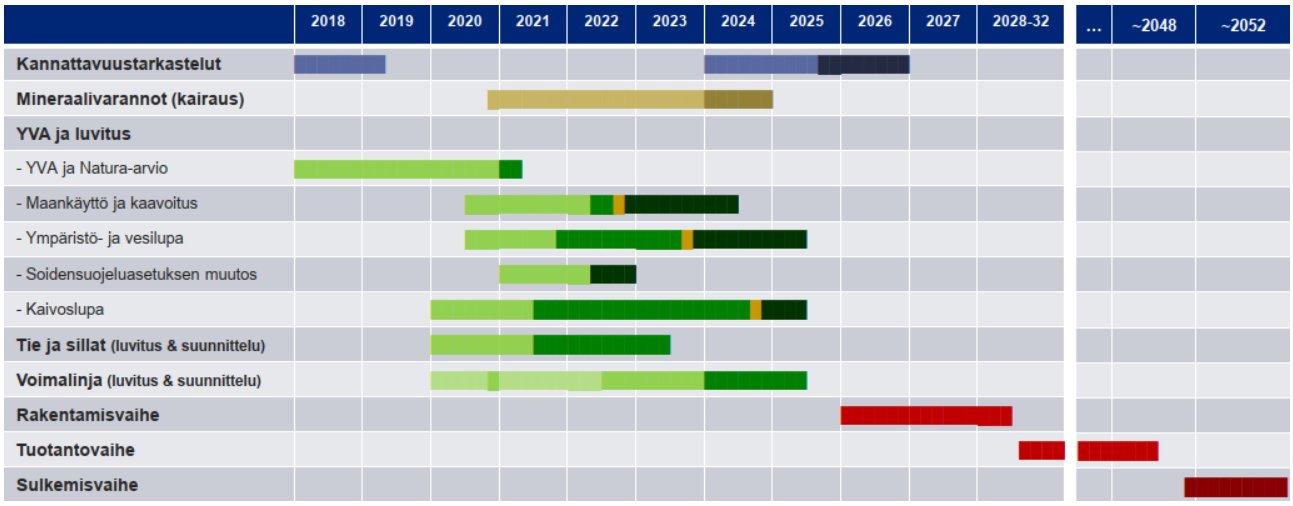
**) Kosteuskammioaineiston analyysituloksissa (SRK 2018, SRK 2019b) tyypillisesti alle määritysrajan. Laskennalliset pitoisuudet syötetiedoissa voivat vaikuttaa tulokseen.*

4.11 Hankkeen toteuttamisaikataulu

Kaivosteollisuudessa käytettävän teknologian jatkuvan kehittymisen ja toisaalta YVA-menettelyn, kaavoituksen ja lupa-asioiden käsittelyn pitkän keston vuoksi tarkasteltavissa vaihtoehdoissa on kannattavampaa pitää teknisen toteutuksen osalta mahdollisuudet jossain määrin avoimina. Kaivoksen rakentaminen alkaa aikaisintaan vuonna 2025 ja kaivostoiminta muutamia vuosia myöhemmin. Näin ollen kaivosteknologia saattaa kehittyä edelleen siinä määrin, että toiminnan

alkaessa saatavilla on ympäristövaikutuksiltaan vähäisempiä, turvallisempia ja kustannustehokkaampia ratkaisuja. Alla (Kaavio 4-1) on esitetty Sakatin kaivoshankkeen tavoiteaikataulu.

Kaavio 4-1 Sakatin kaivoshankkeen tavoiteaikataulu. Palkin kokonaispituus kuvaa vaiheen tavoiteaikaa ja palkin värin vaihtuminen antaa kuvan eri vaiheista, jotka yleensä ottaen ovat värisävyn vaihtuessa vaaleasta tummaan: suunnittelu, hakemuksen laatiminen, viranomaiskäsittely, päätös (oranssi) ja lainvoimaisuuden saaminen.



5 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELY

Luvussa 5 on kuvattu ympäristövaikutusten arviointimenettelyn sisältö ja tavoitteet (luku 5.1), YVA-menettelyn vaiheet (luku 5.2) ja se, kuinka YVA-menettely on Sakatin kaivoshankkeessa toteutettu (luku 5.3).

5.1 Arviointimenettelyn sisältö ja tavoitteet

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA-menettely) perustuu lakiin ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-laki, 252/2017) ja siihen liittyvään asetukseen (YVA-asetus, 277/2017). YVA-laki ja -asetus pohjautuvat Euroopan yhteisöjen neuvoston antamaan ympäristövaikutusten arviointia koskevaan direktiiviin (85/337/ETY).

YVA-menettelyn tavoitteena on ”edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä samalla lisätä kaikkien tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia” (252/2017, 1 §). YVA-menettelyn tarkoituksena on myös tuottaa hankkeesta vastaavalle tietoa ympäristön kannalta sopivimman vaihtoehdon valitsemiseksi sekä viranomaiselle tietoa hankkeen edellytyksistä ja tietoa lupaehtojen määrittämiseksi. YVA-menettely ei ole lupamenettely, eikä sen pohjalta anneta päätöksiä.

YVA-menettelyä sovelletaan hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia (252/2017, 3 §). Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä arvioitavat hankkeet ja niiden muutokset luetellaan YVA-lain liitteessä 1. Liitettä on uudistettu lailla ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain liitteen 1 muuttamisesta (126/2019). Arviointimenettelyä sovelletaan lisäksi viranomaispäätöksellä yksittäistapauksessa sellaiseen hankkeeseen, joka todennäköisesti aiheuttaa hankeluettelossa tarkoitettujen hankkeiden vaikutuksiin rinnastettavia merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä ”tunnistetaan, arvioidaan ja kuvataan tiettyjen hankkeiden todennäköisesti merkittävimmät ympäristövaikutukset ja kuullaan viranomaisia ja niitä, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä yhteisöjä ja säätiöitä, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea” (YVA-laki 252/2017, 2 §). YVA-lain mukaisesti ympäristövaikutuksella tarkoitetaan hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia, jotka kohdistuvat:

1) väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
2) maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen
3) yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
4) luonnonvarojen hyödyntämiseen
5) sekä edellä mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

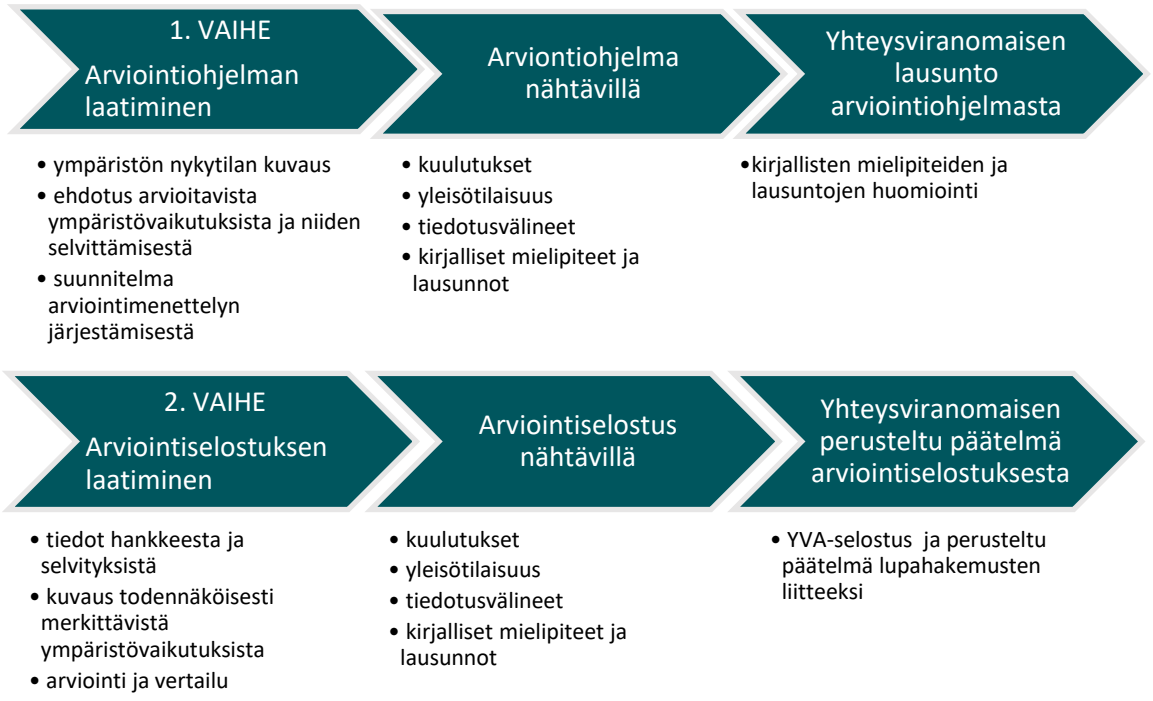
YVA-lain 15.1 § edellyttää, että ”hankkeen ympäristövaikutukset on selvitettävä arviointimenettelyssä suunnittelun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa hankkeen toteutusvaihtoehtojen ollessa vielä avoinna”.

Vuonna 2017 voimaan tullut YVA-laki mahdollistaa luonnonsuojelulain (LSL 1096/1996) mukaisen Natura-arvioinnin yhdistämisen YVA-menettelyyn. Mikäli hankkeeseen sovelletaan YVA-laissa tarkoitettua arviointimenettelyä, Natura-arviointi voidaan tehdä YVA-menettelyn yhteydessä (LSL 65.4 §). YVA-menettelyn yhteysviranomaisen on sisällytettävä ELY-keskuksen ja luonnonsuojelualueen haltijan lausunnot YVA-selostuksesta annettavaan perusteltuun päätelmään.

Vuonna 2017 voimaan tulleen YVA-lain ja -asetuksen myötä YVA-menettelyn tavoite ei ole muuttunut aikaisemmasta, mutta uusi YVA-laki on tuonut joitain muutoksia menettelyn toteutukseen ja painotuksiin liittyen. Uudistuneen lainsäädännön myötä on painotettu arvioinnin kohdentamista ensisijaisesti todennäköisesti merkittäviin ympäristövaikutuksiin sekä tiivistetty YVA-menettelyn ja Natura-arvioinnin suhdetta. YVA-menettelyyn on tullut mukaan lain 8 §:ssä kuvattu ennakkoneuvottelu. Yhteysviranomainen voi järjestää ennakkoneuvottelun omasta, hankevastaavan tai muun viranomaisen aloitteesta ennen YVA-ohjelman toimittamista tai muulloin arviointimenettelyn kulussa. Ennakkoneuvottelujen tarkoituksena on edistää hankkeen vaatimien arviointi-, suunnittelu- ja lupamenettelyiden kokonaisuuden hallintaa ja tiedonkulkua sekä parantaa asiakirjojen laatua.

YVA-menettely on kaksivaiheinen: ensimmäisessä vaiheessa laaditaan ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma), jonka jälkeen tehdään ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus) (Kaavio 5-1).

Kaavio 5-1 YVA-menettelyn vaiheet.



5.2 YVA-menettelyn vaiheet

5.2.1 Ympäristövaikutusten arviointiohjelma

Ympäristövaikutusten arviointiohjelma on selvitys hankealueen nykytilasta ja suunnitelma siitä, mitä vaikutuksia selvitetään ja millä tavoin selvitykset tehdään. YVA-ohjelman sisältövaatimuksista säädetään YVA-asetuksen (277/2017) 3 §:ssä (Taulukko 5-1).

Virallisesti YVA-menettely alkaa, kun hankkeesta vastaava toimittaa YVA-ohjelman yhteysviranomaiselle, joka asettaa ohjelman julkisesti nähtäville. Yhteysviranomainen kuuluttaa hankkeesta ja YVA-ohjelman nähtävilläolosta ja varaa mahdollisuuden lausuntojen ja mielipiteiden antamiselle (YVA-laki 252/2017, 17.2 §). Lausunnot pyydetään vaikutusalueen kunnilta sekä hankkeen kannalta keskeisiltä viranomaisilta. Myös hankkeesta kiinnostuneella yleisöllä on mahdollisuus antaa mielipiteensä arviointiselostuksesta. Arviointiohjelma on nähtävillä lähtökohtaisesti kuukauden ajan.

Ohjelmasta annettujen lausuntojen, mielipiteiden ja muun lisätiedon pohjalta yhteysviranomainen antaa ohjelmasta oman lausuntonsa hankkeesta vastaavalle viimeistään kuukauden kuluttua nähtävilläoloajan päättymisestä.

Taulukko 5-1 YVA-asetuksen mukainen ympäristövaikutusten arviointiohjelman sisältö (277/2017, 3 §).

YVA-OHJELMA	1. Kuvaus hankkeesta, sen tarkoituksesta, suunnitteluvaiheesta, sijainnista, koosta, maankäyttötarpeesta ja hankkeen liittymisestä muihin hankkeisiin, tiedot hankkeesta vastaavasta sekä arvio hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisaikataulusta.
	2. Hankkeen kohtuulliset vaihtoehdot, jotka ovat hankkeen ja sen erityisominaisuuksien kannalta varteenotettavia ja joista yhtenä on hankkeen toteuttamatta jättäminen, jollei tällainen vaihtoehto erityisestä syystä ole tarpeeton.
	3. Tiedot hankkeen toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista ja luvista.
	4. Kuvaus todennäköisen vaikutusalueen ympäristön nykytilasta ja kehityksestä.
	5. Ehdotus tunnistetuista ja arvioitavista ympäristövaikutuksista, mukaan lukien valtioiden rajat ylittävät ympäristövaikutukset ja yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa, siinä laajuudessa kuin on tarpeen perustellun päätelmän tekemiselle, sekä perustelut arvioitavien ympäristövaikutusten rajaukselle.
	6. Tiedot ympäristövaikutuksia koskevista laadituista ja suunnitelluista selvityksistä sekä aineiston hankinnassa ja niiden arvioinnissa käytettävistä menetelmistä ja niihin liittyvistä oletuksista.
	7. Tiedot arviointiohjelman laatijoiden pätevyydestä.
	8. Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä sekä näiden liittymisestä hankkeen suunnitteluun ja arvio arviointiselostuksen valmistumisesta.

5.2.2 Ympäristövaikutusten arviointiselostus

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa esitetään tulokset laadituista ympäristövaikutusten arvioinneista. Arviointi laaditaan YVA-ohjelman mukaisen suunnitelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon perusteella. YVA-selostuksessa esitetään hankkeen tiedot tarkistettuna sekä yhtenäinen arvio hankkeen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista. YVA-selostuksen sisältövaatimuksista säädetään YVA-asetuksen (277/2017) 4 §:ssä.

Arviointiselostus toimitetaan yhteysviranomaiselle, joka kuuluttaa sen ja pyytää siitä lausunnot eri tahoilta ohjelmavaiheen tapaan. Myös kansalaisilla on ohjelmavaiheen tavoin mahdollisuus antaa mielipiteensä arviointiselostuksesta. Lausuntojen ja mielipiteiden määräaika, joka on vähintään 30 ja enintään 60 päivää, esitetään yhteysviranomaisen kuulutuksessa.

Yhteysviranomainen antaa YVA-selostuksesta perustellun päätelmän viimeistään kahden kuukauden kuluttua nähtävilläoloajan päättymisen jälkeen. Ympäristövaikutusten arviointiselostus sekä yhteysviranomaisen siitä antama perusteltu päätelmä liitetään hankkeen edellyttämiin lupahakemuksiin ja suunnitelmiin. Lupaviranomaisen tulee esittää lupapäätöksessään, miten arviointiselostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä on otettu huomioon lupapäätöstä annettaessa.

Lupaviranomaisen on varmistettava, että perusteltu päätelmä on ajan tasalla lupa-asiaa ratkaistaessa. Yhteysviranomaisen on lupaviranomaisen pyynnöstä esitettävä näkemyksensä laatimansa perustellun päätelmän ajantasaisuudesta ja tarvittaessa yksilöitävä, miltä osin se ei ole enää ajan tasalla, ja miltä osin arviointiselostusta on täydennettävä perustellun päätelmän

ajantasaistamiseksi. Arviointiselostuksen täydentämisessä kuuleminen järjestetään uudelleen ja yhteysviranomainen antaa tämän jälkeen ajantasaistetun perustellun päätelmän.

Taulukko 5-2 YVA-asetuksen mukainen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen sisältö (277/2017, 4 §).

YVA-SELOSTUS	1. Kuvaus hankkeesta, sen tarkoituksesta, sijainnista, koosta, maankäyttötarpeesta, tärkeimmistä ominaisuuksista mukaan lukien energian hankinta ja kulutus, materiaalit ja luonnonvarat, todennäköiset päästöt ja jäämät kuten melu, tärinä, valo, kuumuus ja säteily sekä sellaiset päästöt ja jäämät, jotka voivat aiheuttaa veden, ilman, maaperän ja pohjamaan pilaantumista, sekä syntyvän jätteen määrä ja laatu ottaen huomioon hankkeen rakentamis- ja käyttövaiheet, mahdollinen purkaminen ja poikkeustilanteet mukaan lukien
	2. Tiedot hankkeesta vastaavasta, hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisaikataulusta, toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista, luvista ja niihin rinnastettavista päätöksistä sekä hankkeen liittymisestä muihin hankkeisiin
	3. Selvitys hankkeen ja sen vaihtoehtojen suhteesta maankäyttö-suunnitelmiin sekä hankkeen kannalta olennaisiin luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin
	4. Kuvaus vaikutusalueen ympäristön nykytilasta ja sen todennäköisestä kehityksestä, jos hanketta ei toteuteta
	5. Arvio mahdollisista onnettomuuksista ja niiden seurauksista ottaen huomioon hankkeen alttius suuronnettomuus- ja luonnonkatastrofi-riskeille, näihin liittyvät hätätilanteet sekä toimenpiteet näihin tilanteisiin varautumisesta mukaan lukien ehkäisy- ja lieventämistoimet
	6. Arvio ja kuvaus hankkeen ja sen kohtuullisten vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista
	7. Tapauksen mukaan arvio ja kuvaus valtioiden rajat ylittävistä ympäristövaikutuksista
	8. Vaihtoehtojen ympäristövaikutusten vertailu
	9. Tiedot valitun vaihtoehdon tai vaihtoehtojen valintaan johtaneista pääasiallisista syistä, mukaan lukien ympäristövaikutukset
	10. Ehdotus toimiksi, joilla vältetään, ehkäistään, rajoitetaan tai poistetaan tunnistettuja ja merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia
	11. Tapauksen mukaan ehdotus mahdollisista merkittäviin haitallisiin ympäristövaikutuksiin liittyvistä seurantajärjestelyistä
	12. Selvitys arviointimenettelyn vaiheista osallistumismenettelyineen ja liittymisestä hankkeen suunnitteluun
	13. Luettelo lähteistä, joita on käytetty selostukseen sisältyvien kuvausten ja arviointien laadinnassa, kuvaus menetelmistä, joita on käytetty merkittävien ympäristövaikutusten tunnistamisessa, ennustamisessa ja arvioinnissa sekä tiedot vaadittuja tietoja koottaessa todetuista puutteista ja tärkeimmistä epävarmuustekijöistä
	14. Tiedot arviointiselostuksen laatijoiden pätevyydestä
	15. Selvitys siitä miten yhteysviranomaisen lausunto arviointiohjelmasta on otettu huomioon
	16. Yleistajuinen ja havainnollinen tiivistelmä 1-15 kohdassa esitetyistä tiedoista

5.3 YVA-menettely Sakatin kaivoshankkeessa

5.3.1 YVA-menettelyn soveltaminen

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä arvioitavat hankkeet ja niiden muutokset luetellaan YVA-lain (252/2017) liitteessä 1.

Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen ympäristövaikutukset on arvioitava YVA-lain (252/2017) ja -asetuksen (277/2017) mukaisesti alkuperäisen YVA-lain liitteen 1 hankeluettelon kohdan 2a ”*2) luonnonvarojen otto ja käsittely: a) metallimalmien tai muiden kaivoskivennäisten louhinta, rikastaminen ja käsittely, kun irrotettavan aineksen kokonaismäärä on vähintään 550 000 tonnia vuodessa tai avokaivokset, joiden pinta-ala on yli 25 hehtaaria*” perusteella.

5.3.2 YVA-menettelyn vaiheet

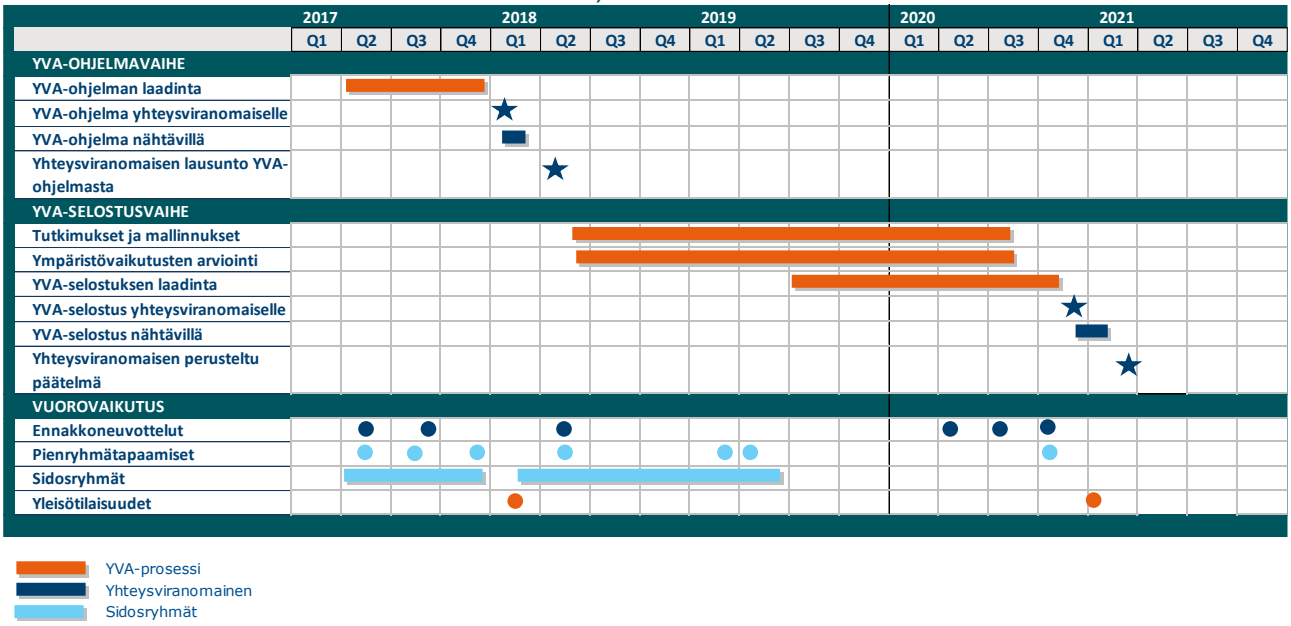
Ympäristövaikutusten arviointiohjelma jätettiin yhteysviranomaisena toimivalle Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (Lapin ELY-keskus) 25.1.2018, jolloin arviointimenettely virallisesti käynnistyi. Kuulutus arviointiohjelmasta ja arviointiohjelma olivat nähtävillä 7.2. –9.3.2018 Sodankylän kunnantalolla, Sodankylän kunnankirjastolla, Lapin ELY-keskuksella ja ELY-keskuksen internet-sivuilla. Yhteysviranomainen antoi lausuntonsa arviointiohjelmasta 13.4.2018 (Liite 1).

Tämä arviointiselostus toimitetaan yhteysviranomaiselle, joka kuuluttaa sen ja pyytää siitä lausunnot eri tahoilta ohjelmavaiheen tapaan. Tämän YVA-selostuksen nähtävilläoloaika on 16.12.2020-12.2.2021.

Yhteysviranomainen tarkistaa ympäristövaikutusten arviointiselostuksen riittävyyden ja laadun sekä laatii tämän jälkeen perustellun päätelmänsä hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Perusteltu päätelmä on annettava hankkeesta vastaavalle kahden kuukauden kuluessa lausuntojen antamiseen ja mielipiteiden esittämiseen varatun määräajan päättymisestä. Perustellussa päätelmässä on esitettävä yhteenveto arviointiselostuksesta annetuista lausunnoista ja mielipiteistä

Sakatin kaivoshankkeen YVA-menettelyn vaiheet on esitetty alla (Taulukko 5-3).

Taulukko 5-3 Sakatin kaivoshankkeen YVA-menettelyn aikataulu.



5.3.3 Arviointimenettelyn osapuolet

Hankkeesta vastaavana on AA Sakatti Mining Oy (AASM Oy). AASM Oy kuuluu maailmanlaajuisesti kaivosalalla toimivaan Anglo American Plc -konserniin. Anglo American on toiminut Suomen Lapissa vuodesta 2004 alkaen, ja AASM Oy on perustettu ja rekisteröity Sodankylään 2011.

YVA-menettelyssä **yhteysviranomaisena** toimii Lapin ELY-keskus. Yhteysviranomainen vastaa ympäristövaikutusten arvioinnin riittävyyden tarkistamisesta sekä ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain mukaisen perustellun päätelmän tekemisestä.

YVA-konsulttina hankkeessa toimii FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy (YVA-arviointiselostuksen koordinoija). Hankkeen YVA-ohjelman on laatinut Pöyry Finland Oy (nyk. AFRY Finland Oy).

YVA-konsultti on hankkeen ulkopuolinen ja riippumaton asiantuntijoista koostuva ryhmä, joka hankkeesta vastaavan toimeksiannosta arvioi hankkeen ympäristövaikutuksia. Hankkeeseen liittyviä erillisselvityksiä on ollut laatimassa lisäksi laaja joukko muita asiantuntijoita.

YVA-selostusta laadittaessa työ on jaettu kymmeneen erilliseen työpakettiin sekä laajoihin erillisselvityksiin, joita on ollut tekemässä useita tahoja. Työpaketit sisältöineen sekä niiden valmistelusta vastuulliset tahot on esitetty YVA-selostuksen alussa.

5.3.4 Vuorovaikutus, osallistuminen ja tiedottaminen

YVA-menettelyn yhtenä merkittävänä tavoitteena on mahdollistaa kansalaisten ja sidosryhmien osallistuminen suunnitteluun. YVA-menettely toteutetaan kiinteässä yhteistyössä yhteysviranomaisen ja muiden hankkeen kannalta olennaisten intressitahojen ja sidosryhmien kanssa. Menettelyn toteuttaminen laajassa vuorovaikutuksessa mahdollistaa monipuolisen keskustelun ja mielipiteiden vaihdon niin hankkeesta, sen suunnittelusta kuin mahdollisista vaikutuksista. Vuorovaikutuksesta saadun palautteen perusteella hankesuunnitelmaa on pystytty edistämään ja tekemään siihen muutoksia jo YVA-menettelyn aikana.

Viranomaisyhteistyö

Vuonna 2017 voimaan tullut YVA-laki mahdollistamaa, että YVA-menettely toteutetaan kiinteässä yhteistyössä sen toteutukseen liittyvien viranomaisten kanssa hankkeen koko elinkaaren aikana. Ennen arviointiohjelman jättämistä järjestettiin kaksi ennakkoneuvottelua, joissa esiteltiin kaivoshanketta ja sen YVA-menettelyä, keskusteltiin hankkeen edellyttämistä muista viranomaismenettelyistä sekä näiden mahdollisesta yhteensovittamisesta. Sakatin kaivoshankkeen YVA-ohjelmavaiheen ennakkoneuvottelut pidettiin 16.5.2017 ja 19.9.2017.

YVA-menettelyn selostusvaiheessa ennakkoneuvotteluja viranomaisten kanssa on pidetty neljä kertaa. Arviointiohjelmasta annetun lausunnon jälkeen pidettiin YVA-menettelyn kolmas ennakkoneuvottelu 3.5.2018. YVA-selostusvaiheessa on tämän jälkeen pidetty vielä kaksi ennakkoneuvottelua, jotka olivat 21.4.2020 ja 2.6.2020. Lisäksi on järjestetty tarpeen mukaan muita tilaisuuksia.

Ennakkoneuvotteluihin ja muihin viranomaistilaisuuksiin on kutsuttu seuraavia tahoja:

- Sodankylän kunta
- Lapin ELY-keskus
- Kainuun ELY-keskus
- Pohjois-Suomen aluehallintovirasto (AVI)

- Ympäristöministeriö (YM)
- Lapin liitto
- Lapin työ- ja elinkeinotoimisto (TE-toimisto)
- Metsähallitus
- Patoturvallisuusviranomainen
- Geologian tutkimuskeskus (GTK)
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (TUKES)
- Paliskuntain yhdistys

Ennakkoneuvotteluihin osallistuneiden tahojen kokoonpanot ovat vaihdelleet käsiteltävästä asiasta riippuen.

Yleisötilaisuudet

YVA-ohjelman julkistamisen jälkeen järjestettiin yhdessä yhteysviranomaisen kanssa 22.2.2018 kaikille avoin yleisötilaisuus Sodankylän kunnanvirastolla. Tilaisuudessa esiteltiin kaivoshanketta ja suunnitelmaa ympäristövaikutusten arvioimiseksi. Yleisöllä oli mahdollisuus esittää tilaisuudessa kysymyksiä ja näkemyksiään hankkeesta ja arviointiohjelmasta. Tilaisuuteen osallistui 82 henkilöä. Yleisötilaisuudessa keskusteltiin mm. seuraavista asioista:

- purkuputken vaikutukset Kitisen jääpeitteeseen
- miten mahdollisen spiraalitunnelin tuuletusaukot järjestetään
- vinotunnelivaihtoehdon turvallisuuden järjestäminen
- liikennevaikutusten kompensoiminen, liikenneturvallisuuden huomioonottaminen
- ekologisen kompensaation haasteet ja aiemmin saadut kokemukset
- mahdollisen Viiankiaavan Natura-suojelusta poikkeamisen heijastevaikutukset
- sosiaalisten vaikutusten arvioimisen tärkeys, kokemukset aiemmista hankkeista eivät välttämättä ole hyviä
- vaikutukset työpaikkoihin ja verotuloihin
- uuden teknologian vaikutukset työpaikkojen määrään

Kun ympäristövaikutusten arviointi on valmistunut ja YVA-selostus on jätetty yhteysviranomaiselle, arviointituloksia tullaan esittelemään vastaavanlaisessa yleisötilaisuudessa. Tilaisuus järjestetään yhdessä yhteysviranomaisen kanssa Sodankylässä 19.1.2021. Yleisöllä on tilaisuudessa mahdollisuus saada lisätietoa hankkeesta ja antaa palautetta tehdystä arviointityöstä ja sen riittävyydestä. Tilaisuuden ajankohdasta tiedotetaan tarkemmin alueen lehdissä, kunnan sähköisissä kanavissa sekä hankkeesta vastaavan toimesta eri kanavissa.

Sidosryhmäyhteistyö

Laaja sidosryhmäyhteistyö mahdollistaa viranomaisten lisäksi myös muiden sidosryhmien osallistumisen arviointimenettelyyn. Sidosryhmäyhteistyöllä toteutetaan kaksisuuntaista vuorovaikutusta, jossa toisaalta saadaan tietoa paikallisista oloista ja toiminnoista hankealueella ja

toisaalta pystytään välittämään ajantasaista tietoa hankkeen suunnittelun ja ympäristövaikutusten arvioinnin etenemisestä. Sidosryhmäyhteistyötä on kuvattu tarkemmin sosiaalisten vaikutusten arvioinnin erillisraportissa (liite 19).

AASM Oy on tarjonnut sidosryhmille mahdollisuuden osallistua hankkeen suunnitteluun pienryhmien ja kylätapaamisten kautta jo YVA-ohjelmavaiheessa. AASM Oy on myös käynyt vuoropuhelua eri sidosryhmien kanssa jo ennen YVA-menettelyn alkua. Hankevastaava on vieraillut hankealueen läheisissä kylissä jo ennen YVA-menettelyä sekä perustanut vuonna 2012 ensimmäistä kertaa kokoontuneen seurantaryhmän, johon on kutsuttu paliskuntien edustajat sekä Sattasen ja Kersilön kylien edustajat. Paikallisia asukkaita, yrittäjiä sekä porotalouden edustajia tavattiin sosioekonomisen perustilaselvityksen laatimisen yhteydessä toteutetuissa pienryhmätapaamisissa syksyllä 2015, mutta sidosryhmien kanssa on tavattu jo tätä aiemmin malminetsintätöiden ohessa. Poromiesten kanssa säännöllisiä tapaamisia on järjestetty jo ennen kenttätöiden toteutusta. Sidosryhmäyhteistyötä on jatkettu tiiviisti ja laaja-alaisesti YVA-ohjelman aikana sekä säännöllisesti hankkeen edetessä. Sidosryhmäyhteistyön pohjalta osallistumisen mahdollisuuksia on vahvistettu ja laajennettu YVA-menettelyn aikana.

YVA-menettelyn aikana on ohjausryhmän sijaan muodostettu viisi pienryhmää, jotka toimivat yhteistyökanavana lähialueen asukkaisiin sekä erityisiin ryhmiin, joita hankkeen oletetaan koskettavan keskimääräistä enemmän. Hankesuunnittelun aikaiseen pienryhmäyhteistyöhön osallistuneita tahoja ovat:

- alueen asukkaat
- maanomistajat ja vesioikeuksien omistajat
- porotalouden edustajat
- elinkeinojen ja julkisen sektorin edustajat
- luonnonsuojeluun ja virkistyskäyttöön liittyvien liikkeiden, ryhmien ja seurojen edustajat

Pienryhmätyöskentelyissä on käyty läpi eri intressitahojen kysymyksiä ja huomioitavia seikkoja sekä käsitelty mahdollisia ongelmia. Lisäksi hankesuunnitelmaa on kehitetty pienryhmätyöskentelyssä nousseiden ajatusten, mielipiteiden ja ideoiden kautta.

Pienryhmien lisäksi Sattasen, Kersilön, Moskuvaaran, Petkulan, Puolakkavaaran ja Siurunmaan kylissä on järjestetty kylätapaamisia sekä Sodankylän kuntakeskuksessa yleisötilaisuuksia.

Pienryhmä- ja kylätapaamisten lisäksi hankevastaava on tavannut mm. Suomen luonnonsuojeluliiton edustajia.

YVA-menettelyn aikana järjestettiin pienryhmien ja viranomaisten yhteiskokous YVA-ohjelman ollessa luonnosvaiheessa. Pienryhmätapaamisten lisäksi YVA-selostuksen laatimisen aikana on järjestetty tilaisuuksia kaikille hankkeesta kiinnostuneille.

Yhteisön osallistuminen on vaikuttanut YVA-ohjelman ja -selostuksen sisältöön. Paikallisten sidosryhmien osallistuminen on antanut paljon arvokasta tietoa, jota on pyritty tuomaan esiin tässä YVA-selostuksessa sekä huomioimaan ja vastaamaan niihin vaikutusten arvioinnissa. Paikallisilta on saatu tärkeää tietoa mm. hankealueen ja sen lähiympäristön virkistyskäytöstä ja -alueista. Sidosryhmätilaisuuksissa esitettyjä näkemyksiä on pyritty huomioimaan mahdollisuuksien mukaan myös hankkeen suunnittelussa. Esimerkiksi rikastushiekka-alueen sijainti ja sitä kautta koko

kaivoksen infra-alueen sijainti määritettiin yhteistyössä sidosryhmien kanssa. Myös ylijäämävesien purkupaikkoihin saatiin uusia vaihtoehtoja sidosryhmäyhteistyön tuloksena.

Tiedotus ja palautteet

AASM Oy on tiedottanut hankkeen etenemisestä runsaasti projektin aikana omilla verkkosivuillaan, sosiaalisessa mediassa sekä esitellyt hanketta useissa tilaisuuksissa. Vuorovaikutukseen ja avoimeen keskusteluun alueen asukkaiden, elinkeinoharjoittajien ja viranomaisten kanssa on panostettu koko ajan hankkeen edetessä ja hankesuunnitelmien tarkentuessa.

Tulevista tilaisuuksista on tiedotettu postilaatikoihin jaettujen ilmoitusten avulla, sähköisesti, hyödyntäen kylien omia viestintäkanavia ja paikallislehti-ilmoitusten avulla. Osallistumis- ja vuorovaikutustilanteiden aikatauluttamisessa on huomioitu kunkin intressiryhmän toiveet ja tarpeet. Lisäksi tapaamisajankohdista ja tiheydestä on sovittu yhdessä ryhmien kanssa. YVA-prosessin etenemisestä on tiedotettu myös muissa kuin YVA-tapaamisissa mm. tilaisuuksissa ennen kenttätöitä myös Sodankylän kunnan ulkopuolella. Hankkeen etenemisestä on jaettu tietoa myös alan muille toimijoille esimerkiksi FEM-tapahtumissa (2017 ja 2019). Viestintää on pyritty tekemään monikanavaisesti ja osa yleisötilaisuuksista on videoitu ja välitetty nähtäville internetissä, jotta mahdollisimman moni saisi tietoa hankkeesta.

5.3.5 YVA-ohjelmasta saatu palaute

Lausunnot ja mielipiteet

Lapin ELY-keskus lähetti 7.2.2018 lausuntopyynnön arviointiohjelmasta kolmellekymmenelle eri taholle. Lisäksi kansalaisilla on ollut oikeus esittää mielipiteensä YVA-ohjelmasta.

Arviointiohjelmasta annettiin yhteensä 24 lausuntoa ja 13 mielipidettä, jotka yhdessä viranomaisen kommenttien kanssa on pyritty huomioimaan riittävässä laajuudessa tässä YVA-selostuksessa.

Yhteysviranomaisen lausunto ja sen huomioon ottaminen YVA-selostuksessa

Lapin ELY-keskus kokosi saadut lausunnot ja mielipiteet ja antoi oman lausuntonsa YVA-ohjelmasta 13.4.2018. Yhteysviranomaisen lausunto on liitetty tähän arviointiselostukseen (Liite 4). Lausunnossaan ELY-keskus esittää miltä osin arviointiohjelmassa esitettyä on tarkistettava ja mihin asioihin on erityisesti kiinnitettävä huomioita ympäristövaikutusten arvioinnissa ja YVA-selostuksen laadinnassa. Yhteysviranomaisen lausunnossaan esille tuomat seikat sekä niiden huomioiminen YVA-selostuksessa on esitetty tämän arviointiselostuksen liitteessä 5.

6 HANKKEEN LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN JA SUUNNITELMIIN

Luvussa 6 on kuvattu hankkeet ja suunnitelmat, joihin Sakatin kaivoshanke liittyy. Luvussa 6.1 on lyhyesti kuvattu Suomen mineraalistrategia. Luvussa 6.2 on kuvattu Lapin maakuntasuunnitelma 2030. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet on esitetty luvussa 6.3 ja alueelliset maankäyttötavoitteet luvussa 6.4. Hankkeen lähialueen malminetsintää ja muuta kaivostoimintaa on kuvattu luvussa 6.5.

6.1 Suomen mineraalistrategia

Suomen ilmasto- ja energiapoliittisen ministeriryhmän aloitteesta Suomessa on laadittu Kansallinen luonnonvarastrategia, joka valmistui vuonna 2009. Osana tätä työtä on laadittu Suomen mineraalistrategia, joka valmistui vuonna 2010.

Suomen mineraalistrategiassa on luotu pitkän aikavälin visio ja linjattu strategisia tavoitteita vuoteen 2050 asti. Visiona vuodelle 2050 on, että *”Suomi on mineraalien kestävän hyödyntämisen globaali edelläkävijä ja mineraaliala on yksi kansantaloutemme tukipilareista”*. Vision toteuttamiseksi strategiassa esitetään kolme tavoitetta sekä 12 toimenpide-ehdotusta neljällä aihealueella. Strategiset tavoitteet ovat: kotimaisen kasvun ja hyvinvoinnin edistäminen, ratkaisuja globaaleihin mineraaliketjun haasteisiin sekä ympäristöhaittojen vähentäminen. Toimenpide-ehdotusten aihealueita ovat: mineraalipolitiikan vahvistaminen, raaka-aineiden saatavuuden turvaaminen, kaivannaistoiminnan ympäristövaikutusten vähentäminen ja tuottavuuden lisääminen sekä T&K-toiminnan ja osaamisen vahvistaminen. (Suomen mineraalistrategia 2010.)

6.2 Lapin maakuntasuunnitelma 2030

Lapin Liiton laatimassa ja vuonna 2009 hyväksymässä Lapin maakuntasuunnitelmassa 2030 osoitetaan maakunnan toivottu kehitys. Se on pitkälle tulevaisuuteen tähtäävä, yleispiirteinen suunnitelma, joka linjaa tavoitteet ja strategiat niiden saavuttamiseksi. (Lapin Liitto 2009.)

Maakuntasuunnitelman 2030 mukaan elinkeinopolitiikan osalta kaivosalalla on keskeinen rooli. Suunnitelmassa on todettu elinkeinopolitiikan osalta: *”Tuetaan Lapin kaivosklusterin kehittymistä kattaen infrastruktuurin, osaamisen ja koulutuksen sekä T&K-toiminnan. Edistetään kaivostoiminnalle myönteistä lainsäädäntöä ja ilmapiiriä. Kaivoksiin varaudutaan ennakoimalla yhteen sovittaen maankäyttöön ja ympäristöön, työvoimaan sekä liikenteeseen liittyviä ratkaisuja. Luonnonvaroista saatavat hyödyt tulee kohdistaa ensisijaisesti ja mahdollisimman laajasti niille kaivosten sijaintikunnille ja lähialueille, joista luonnonvaroja otetaan. Kaivosten hyödyt paikallistalouteen maksimoidaan kehittämällä pk-yritysten yhteistyöverkostoja”. Lisäksi strategian mukaan ”Natura-alueisiin vaikuttavien yhteiskunnallisesti ja alueellisesti merkittävien investointi- ja elinkeinohankkeiden suunnittelussa tehdään jo alkuvaiheista lähtien yhteistyötä eri viranomaisten ja toimijoiden kesken. Suunnittelussa on löydettävä sellaiset joustavat ratkaisut, jotka minimoivat luonnonsuojelulliset haitat ja samalla mahdollistavat hankkeiden toteuttamisen.”* (Lapin Liitto 2009.)

Kaivosala on huomioitu myös koulutuksen ja innovaatioiden osalta: *”Kaivosalan mahdollisen suuren työvoimatarpeen osalta pidetään yllä valmiutta käynnistää nopeasti riittävä määrä tutkintoon johtavaa ja työvoimapoliittista aikuiskoulutusta.”* Maaseutuelinkeinojen osalta tavoitetilaksi on asetettu, että *”laadukkaalla ja yhteen sovittavalla suunnittelulla varmistetaan, että metsäsektori, matkailuala, kaivokset ja porotalous voivat kaikki toimia tasavertaisina maaseudun elinkeinoina”.* (Lapin Liitto 2009.)

6.3 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Uusitut valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat astuneet voimaan 1.4.2018 (VNp 14.12.2017). Uusittujen alueidenkäyttötavoitteiden keskeisimpinä tavoitteina ovat kestävä kehitys ja hyvä elinympäristö. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet konkretisoituvat pääasiassa kaavoituksen kautta. Maakuntakaavoituksella on tässä keskeinen rooli. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat alueella vireillä olevan Pohjois-Lapin maakuntakaavan 2040 laatimista sekä Sakatin kaivoshankkeen vaihemaakuntakaavan laatimista. Sakatin kaivoshankkeeseen liittyvät seuraavat tavoitteet:

- **Toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen**
    - Edistetään koko maan monikeskuksista, verkottuvaa ja hyviin yhteyksiin perustuvaa aluerakennetta, ja tuetaan eri alueiden elinvoimaa ja vahvuuksien hyödyntämistä. Luodaan edellytykset elinkeino- ja yritystoiminnan kehittämiselle sekä väestökehityksen edellyttämälle riittävälle ja monipuoliselle asuntotuotannolle.
- **Tehokas liikennejärjestelmä**
    - Edistetään valtakunnallisen liikennejärjestelmän toimivuutta ja taloudellisuutta kehittämällä ensisijaisesti olemassa olevia liikenneyhteyksiä ja verkostoja.
- **Terveellinen ja turvallinen elinympäristö**
    - Varaudutaan sään ääri-ilmiöihin ja tulviin sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Uusi rakentaminen sijoitetaan tulvavaara-alueiden ulkopuolelle tai tulvariskien hallinta varmistetaan muutoin.
    - Ehkäistään melusta, tärinästä ja huonosta ilmanlaadusta aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja.
    - Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille jätetään riittävän suuri etäisyys tai riskit hallitaan muulla tavoin.
    - Suuronnettomuusvaaraa aiheuttavat laitokset sijoitetaan riittävän etäälle asuinalueista, yleisten toimintojen alueista ja luonnon kannalta herkistä alueista.
- **Elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat**
    - Huolehditaan valtakunnallisesti arvokkaiden kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvojen turvaamisesta.
    - Edistetään luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden alueiden ja ekologisten yhteyksien säilymistä.
    - Huolehditaan virkistyskäyttöön soveltuvien alueiden riittävyydestä sekä viheralueverkoston jatkuvuudesta.
    - Luodaan edellytykset bio- ja kiertotaloudelle sekä edistetään luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä. Huolehditaan maa- ja metsätalouden kannalta merkittävien yhtenäisten viljely- ja metsäalueiden sekä saamelaiskulttuurin ja -elinkeinojen kannalta merkittävien alueiden säilymisestä.” (Valtioneuvosto 2017.)

6.4 Alueelliset maankäyttötavoitteet

Lapin alueella on käynnissä monia merkittäviä investointi- ja kaavahankkeita, jotka tulevat vaikuttamaan Lapin alueen kehitykseen lähivuosina. Pidemmän aikavälin linjauksina valmisteltavat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Niiden tavoitteena on varmistaa valtakunnallisesti merkittävien asioiden huomioonottaminen alueidenkäytössä ja sen suunnittelussa.

Vuonna 2017 aloitettu Pohjois-Lapin maakuntakaavan päivitys luo alueelliset suuntaviivat aina vuoteen 2040 saakka. Tavoitteet viedään ensisijaisesti käytäntöön maakuntakaavoituksessa, mutta vaihtoehtoisia toteuttamisväyliä on mm. maakuntasuunnitelma, maakuntaohjelma sekä yleis- ja asemakaavoitus.

Lapin maakuntasuunnitelmassa kaivosteollisuuden rooli Lapin elinkeinopolitiikalle on linjattu merkittäväksi (Lapin Liitto 2009). Lapin alueen elinkeinorakenne muodostuu metsä-, metalli- ja kaivosteollisuudesta, matkailusta, logistiikasta, erilaisista testaustoiminnoista, alkutuotannosta ja palveluista. Valtakunnallisella tasolla tarkasteltuna kaivostoiminnassa oli vuoden 2019 tammikuussa kasvua 13 % vuoden takaiseen verrattuna, ja kaivostoiminnan vaikutukset olivat erityisen positiiviset Kainuun ja Lapin alueiden talouteen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.)

Valmisteilla olevassa Pohjois-Lapin maakuntakaavassa 2040 on useita merkittäviä suunnitteilla olevia hankkeita. Suunnitteilla ovat Jäämeren kehityskäytävään sijoittuvat Jäämerenradan ja Koillisväylän datakaapelin ohjeelliset linjaukset, parannettavat tiet sekä Norjan rajalle ulottuvan voimajohdon ohjeellinen linjaus. Myös matkailun ja autojen testaustoiminnan kasvuun sekä kaivostoiminnan lisääntymiseen on varauduttu kaavan valmistelussa. Lisäksi nousevina trendeinä alueen elinkeinotoiminnan kehityksessä voi nähdä panostuksen metsä- ja biotuoteteollisuuteen. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi Boreal Biorefin Kemijärven biojalostamon toiminnalle ympäristöluvan kesäkuussa 2019. Lisäksi Metsä Fibre Oy on laatimansa esiselvityksen pohjalta edennyt hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa arvioitavina vaihtoehtoina ovat Kemin sellutehtaan uudistaminen tai täysin uuden biotuotetehtaan rakentaminen. Lopullista päätöstä investoinnista odotetaan vuosien 2020-2023 aikana (Metsä Fibre Oy 2019).

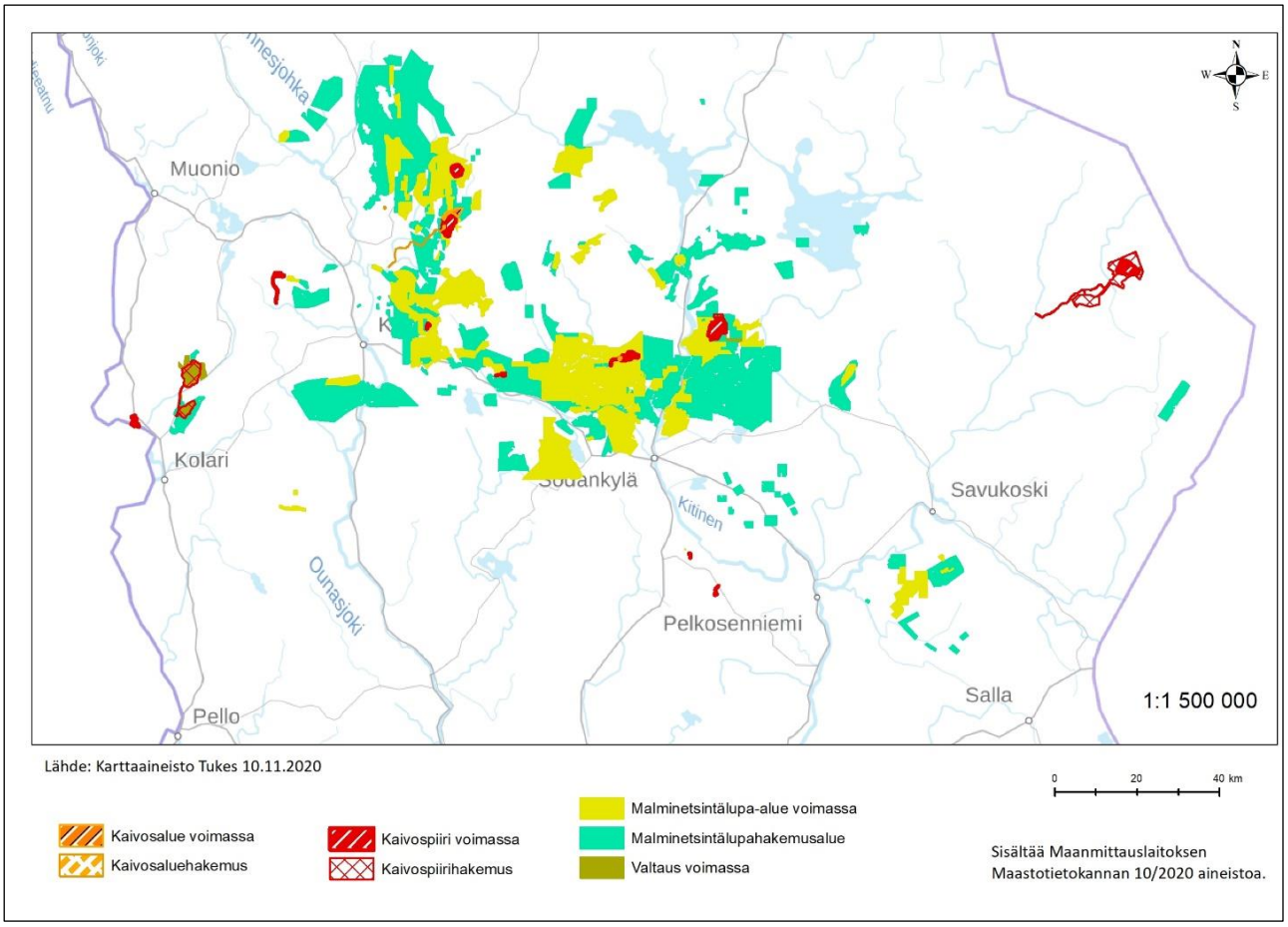
Kaivosteollisuuden osalta Sodankylän kunnan alueella on useita valtaus- ja malminetsintähakemusalueita. Sakatin hankealueen lähistöllä toimii vuonna 2012 toimintansa aloittanut Boliden Kevitsan kaivos, joka sijaitsee noin 35 kilometriä Sodankylän taajamasta koilliseen ja noin 16 km Kersilön kylästä koilliseen. 1990-luvun alusta lähtien ajoittaisesti toiminnassa ollut Rupert Finland Oy:n omistama Pahtavaaran kultakaivos sijaitsee 13 km Kersilöstä luoteeseen. Tällä hetkellä varsinainen kaivostoiminta on ollut keskeytyksessä vuodesta 2014, mutta Pahtavaaran toiminnan uudelleen käynnistämistä on tutkittu malminetsinnöin vuodesta 2016 eteenpäin.

Sakatin kaivoshankkeen suhdetta maankäytön nykyiseen ja suunniteltuun tilanteeseen sekä suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin ja maakuntakaavaan on kuvattu myöhemmin luvun 9 yhteydessä.

6.5 Muu malminetsintä ja kaivostoiminta hankkeen lähialueella

Pahtavaaran ja Kevitsan kaivoksen lisäksi Sakatin läheisyyteen sijoittuu Agnico Eagle Finland Oy:n Kittilän kultakaivos. Kaivos sijaitsee Kittilän kunnan puolella n. 100 km Sakatista luoteeseen. Sodankylän kunnan alueella on runsaasti alueita, joille on olemassa malminetsintälupa (mm. Boliden Kevitsa Mining Oy, Aurion Resources Oy, Rupert Finland Oy, Magnus Minerals Oy) tai lupahakemus on parhaillaan käsiteltävänä (mm. Boliden FinnEX Oy, Rupert Exploration Finland Oy, Magnus

Minerals Oy, Firefox Gold Oy) (Tukes 2020). Luvussa 7.1 on kuvattu AASM Oy:n malminetsintään liittyviä lupia Sodankylän alueella. Keski-Lapin alueelle sijoittuvat kaivokset, vireillä olevat kaivoshankkeet, malminetsintää koskevat alueet ja valtaukset on esitetty alla (Kuva 6-1).



Kuva 6-1 Keski-Lapin alueelle sijoittuvat kaivokset, vireillä olevat kaivoshankkeet, malminetsintää koskevat alueet ja valtaukset. (Lähde: Tukes 2020)

7 LUVAT JA PÄÄTÖKSET

Luvussa 7 on kuvattu AASM Oy:n voimassa olevat malminetsintäluvat (luku 7.1). Luvussa 7.2 on kuvattu kaivostoimintaa ohjaavat lait sekä tarvittavat luvat ja päätökset. Luvat ja muut lainsäädännön edellyttämät huomioitavat seikat ja päätökset on kuvattu luvussa 7.3.

7.1 Voimassa olevat luvat ja päätökset

Sakatin esiintymän tutkimiseksi yhtiö on hakenut malminetsintään oikeuttavat kaivoslain mukaiset luvat toimivaltaiselta lupaviranomaiselta (nykyisin Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Tukes). Malminetsinnöistä, jotka sijoittuvat Natura 2000 -verkostoon kuuluvalle alueelle, on laadittu Natura-arviointi ennen malminetsintäluvan myöntämistä. Tällä hetkellä yhtiöllä on voimassa 9 Sodankylään sijoittuvaa malminetsintälupaa, joiden tiedot on esitetty taulukossaTaulukko 7-1. Näiden lisäksi yhtiöllä on vireillä useita malminetsintälupien jatkoaikahakemuksia.

Taulukko 7-1 AASM Oy:n voimassa olevat malminetsintäluvat (tilanne 11.11.2020).

Lupatunnus	Alueen nimi	Luvan raukeamispäivä
ML2012:0130-03	Kersilo 15-20	17.12.2020
ML2017:0046-01	Vanttio	17.12.2020
ML2012:0131-02	Kipitti 1-2	17.12.2020
ML2013:0064-02	Kersilo 24	17.12.2020
ML2017:0036-01	Venejoki 1	29.6.2022
ML2018:0077-01	Pahanlaaksonmaa	30.12.2022
ML2013:0019-02	Eliasaapa	8.12.2022
ML2012:0077-05	Pakkula	15.1.2023
ML2019:0054-01	Porokota	15.1.2023
ML2018:0071-01	Kuusivaara	18.10.2023
ML2012:0036-02	Sakatti	30.9.2023

7.2 Hankkeen edellyttämät luvat ja päätökset

Ympäristövaikutusten arviointia koskevan lainsäädännön lisäksi kaivostoimintaa ohjaavat useat eri luvat ja suunnitelmat, joiden tarpeesta ja kattavuudesta on säädetty eri laeissa ja asetuksissa. Lisäksi kaivostoimintaa ohjataan ja sovitetaan yhteen ympäröivän alueidenkäytön kanssa lainsäädännön avulla. Kaivostoimintaa koskevia tärkeitä säädöksiä voidaan mainita noin 30. Ne käsittelevät muun muassa itse kaivostoimintaa, lupahakemusmenettelyjä, ympäristön- ja luonnonsuojelua, erilaisia turvallisuusnäkökohtia, muinaismuistoja sekä jätteiden ja vaarallisten aineiden käsittelyä. Tärkeimmät säädökset on esitetty taulukoituna alla (

Taulukko 7-2). Luvuissa 7.3.1-7.3.15 on käsitelty lyhyesti tärkeimmät hankkeessa tarvittavat hankkeen edellyttämät luvat.

Taulukko 7-2 Tärkeimmät kaivostoimintaa koskevat säädökset.

LAKI, ASETUS TAI PÄÄTÖS	PVM/NRO
Ympäristönsuojelulaki	27.6.2014/527
Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta	4.9.2014/713
Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä	5.5.2017/252
Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä	11.5.2017/227
Kemikaalit, torjunta-aineet ja räjähdysvaaralliset aineet	
Kemikaalilaki	9.8.2013/599
EU-asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista (REACH-asetus)	1907/2006
EU-asetus kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskien (CLP-asetus)	1272/2008
Sosiaali- ja terveysministeriön asetus CLP-asetuksen liitteessä VI tarkoitetuista kemikaaleista	11.1.2010/5
Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden teollisesta käsittelystä ja varastoinnista	21.5.2015/685
Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta	3.6.2005/390
Valtioneuvoston asetus räjähteiden valmistuksen ja varastoinnin valvonnasta	25.6.2015/819
Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä	13.3.2002/194
Vesilainsäädäntö	
Vesilaki	27.5.2011/587
Valtioneuvoston asetus vesitalousasioista	29.12.2011/1560
Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista	23.11.2006/1022
Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä	30.12.2004/1299
Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä	30.11.2006/1040
Puhtaanapito ja jätehuolto	
Jätelaki	17.6.2011/646
Valtioneuvoston asetus jätteistä	19.4.2012/179
Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä	14.3.2013/190
Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista	2.5.2013/331
Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä	3.7.2014/518
Kaivostoiminta	
Kaivoslaki	10.6.2011/621
Valtioneuvoston asetus kaivostoiminnasta	28.6.2012/391
Valtioneuvoston asetus kaivosturvallisuudesta	29.12.2011/1571
Voimajohtoa koskevat lait	

LAKI, ASETUS TAI PÄÄTÖS	PVM/NRO
Sähkömarkkinalaki	9.8.2013/588
Laki kiinteän omaisuuden ja erityisten oikeuksien lunastuksesta	29.7.1977/603
Ilmansuojelu ja meluntorjunta	
Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista	19.6.1996/480
Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista	29.10.1992/993
Valtioneuvoston asetus ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä	5.7.2001/621
Valtioneuvoston asetus raskaan ja kevyen polttoöljyn rikkipitoisuudesta	5.6.2014/413
Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta	26.1.2017/79
Muinaismuistot	
Muinaismuistolaki	17.6.1963/295
Elinkeinot	
Poronhoitolaki	14.9.1990/848
Poronhoitoasetus	21.9.1990/883
Luonnonsuojelu	
Luonnonsuojelulaki	20.12.1996/1096
Luonnonsuojeluasetus	14.2.1997/160
Laki eräiden valtion omistamien alueiden muodostamisesta soidensuojelualueiksi	30.9.1988/851
Asetus eräistä valtion omistamille alueille perustetuista soidensuojelualueista	30.9.1988/852
Kaavoitus ja rakentaminen	
Maankäyttö- ja rakennuslaki	5.2.1999/132
Maankäyttö- ja rakennusasetus	10.9.1999/895
Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä	23.6.2005/503
Padot ja juoksutukset	
Patoturvallisuuslaki	26.6.2009/494
Valtioneuvoston asetus patoturvallisuudesta	29.4.2010/319
Kaivosviranomaiselle toimitettujen asiakirjojen julkisuus	
Laki viranomaisen toiminnan julkisuudesta	21.5.1999/621
Hallintomenettely ja muutoksenhaku	
Laki oikeudenkäynnistä hallintoasioissa	5.7.2019/808, 6.6.2003/434

7.3 Luvat

7.3.1 Ympäristölupa

Kaivostoimintojen ympäristöluvanvaraisuus perustuu ympäristönsuojelulakiin (527/2014) ja sen nojalla annettuun ympäristönsuojeluasetukseen (713/2014). Ympäristöluvalla säännellään toiminnan ympäristövaikutuksiin liittyviä asioita, kuten päästöjä ja jätevirtoja.

Ympäristönsuojelulain 39 §:n mukaan ympäristölupahakemukseen on liitettävä YVA-selostus, sekä yhteysviranomaisen arvioinnin johdosta antama perusteltu päätelmä. YVA-menettelyn on oltava suoritettu loppuun ennen kuin ympäristölupahakemus voidaan käsitellä. Lisäksi Sakatin kaivoshankkeen ympäristölupahakemukseen on liitettävä luonnonsuojelulain (1096/1996) 65 §:ssä tarkoitettu Natura-arviointi toiminnan kohdistuessa Natura 2000 -verkostoon kuuluvalle Viiankiaavan suojelualueelle. Ennen ympäristöluvan myöntämistä tulee uusien kaavojen: Sakatin kaivoshankkeen vaihemaakuntakaava ja Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava, olla hyväksyttyjä.

Lain mukaan ympäristölupa tulee myöntää, mikäli toiminta täyttää ympäristönsuojelulain ja jätelain sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimukset. Lisäksi lupa-asiaa ratkaistaessa on noudatettava, mitä luonnonsuojelulaissa ja sen nojalla säädetään. Ympäristönsuojelulain 49 §:ssä on säädetty tarkemmin luvan myöntämisen edellytyksistä.

Ympäristölupaa haetaan Sakatin hankkeelle Pohjois-Suomen aluehallintovirastolta (Pohjois-Suomen AVI). Lupaviranomainen kuuluttaa lupahakemuksen ja pyytää asianosaisilta, kunnalta, viranomaisilta sekä muilta lupaharkinnan kannalta tarpeellisilta tahoilta lausunnot hankkeesta. Samassa yhteydessä asianosaisilla on mahdollisuus tehdä muistutuksia lupa-asian johdosta ja muilla kuin asianosaisilla mahdollisuus ilmaista mielipiteensä. Mahdollisen lupakäsittelyn yhteydessä suoritettavan katselmuksen tarve arvioidaan aina tapauskohtaisesti.

7.3.2 Vesilupa

Vesilain (587/2011) ja vesitalousasioista annetun valtioneuvoston asetuksen (1560/2011) mukaisten lupien hakeminen tapahtuu ympäristölupahakemuksen yhteydessä Pohjois-Suomen aluehallintovirastolta. Vesitaloushankkeelle on oltava lupaviranomaisen lupa muun muassa silloin, jos se muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta, virtaamaa, rantaa, tilaa tai vesiympäristöä sekä pohjaveden laatua tai määrää vesilain 3 luvun 2 §:ssä säädetyin vaikutuksin. Lisäksi vesilain 3 luvun 3 §:ssä on säädetty aina luvanvaraisista vesitaloushankkeista. Kaivoshankkeissa vesilain 3 luvun 2 §:ssä tarkoitettuja vaikutuksia voi syntyä mm. vesi- ja maa-alueiden kuivatuksen, vesien johtamisjärjestelyjen, vedenoton tai ojitustoimien seurauksena. Lisäksi pengerrysten ja patojen rakentaminen voi olla perusteena vesilain mukaisen luvan tarpeelle.

Lupa vesitaloushankkeelle myönnetään, jos (i) hanke ei sanottavasti loukkaa yleistä tai yksityistä etua tai (ii) hankkeesta yleisille tai yksityisille eduille saatava hyöty on huomattava verrattuna siitä yleisille tai yksityisille eduille koituviin menetyksiin. Lisäedellytyksenä luvan myöntämiselle on, että vesitaloushanke ei vaaranna yleistä terveydentilaa tai turvallisuutta, aiheuta huomattavia vahingollisia muutoksia ympäristön luonnonsuhteissa tai vesiluonnossa ja sen toiminnassa taikka suuresti huononna paikkakunnan asutus- tai elinkeino-oloja.

Hankealueella sijaitsevien luonnontilaisten lähteiden muuttamiskiellosta poikkeaminen edellyttää lisäksi lupaviranomaisen myöntämää vesilain 2 luvun 11 §:n mukaista poikkeuslupaa.

7.3.3 Kaivoslupa

Kaivoksen perustaminen ja kaivostoiminnan harjoittaminen edellyttää kaivoslain (621/2011) mukaista kaivoslupaa. Kaivoslupa oikeuttaa hyödyntämään kaivosalueella tavatut kaivosmineraalit, sivutuotteet ja kallio- ja maaperään kuuluvat aineet siltä osin, kuin niiden käyttö on tarpeen kaivostoimintaan kaivosalueella.

Kaivosluvan osalta toimivaltainen lupaviranomainen on Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Kaivoslupahakemuksessa tulee esittää kuvaus mm. seuraavista asioista: hakija ja hakijan edellytykset harjoittaa haettuun lupaan perustuvaa toimintaa; hakemuksen kohteena oleva alue ja sen kaavoitustilanne; alueen käyttöä koskevat rajoitukset ja niiden huomioon ottaminen; asianosaiset, eli ne, joiden etua, oikeutta tai velvollisuutta asia saattaa koskea; toiminnan edellytykset ja toimintaa koskevat suunnitelmat sekä toiminnan ympäristö- ja muut vaikutukset. Hakemukseen liitetään lisäksi YVA-selostus sekä luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi.

Jotta lupa kaivostoiminnalle voidaan myöntää, tulee kaivoslain 47 §:n mukaisten luvan myöntämisen edellytysten täyttyä. Näitä edellytyksiä ovat muun muassa esiintymän hyödyntämiskelpoisuus ja se, että kaivosalueen ja sen apualueen suhde muuhun alueiden käyttöön on selvitetty. Kaivostoiminnan tulee pääsääntöisesti perustua maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaiseen oikeusvaikutteiseen kaavaan. Kaivoslain 48 §:ssä on säädetty kaivosluvan myöntämisen esteistä. Kaivoslupa voidaan kuitenkin myöntää, mikäli kyseisessä pykälässä kielletyt vaikutukset voidaan lupamääräyksin poistaa.

Kaivosluvassa määritellään kaivosalue ja kaivoksen apualue. Kaivoslain 19 §:n mukaisesti kaivosalueen on oltava yhtenäinen alue, ja suuruudeltaan sekä muodoltaan sellainen, että turvallisuutta, kaivostoiminnan sijoittamista ja kaivostekniikkaa koskevat vaatimukset täyttyvät. Kaivosalue ei saa olla suurempi kuin mitä kaivostoiminta välttämättä edellyttää ottaen huomioon kysymyksessä olevan esiintymän laatu ja laajuus.

Kaivoksen apualueeksi voidaan lain mukaan määrätä sellainen kaivostoiminnan kannalta välttämätön kaivosalueen vieressä sijaitseva alue, joka on tarpeen teitä, kuljetuslaitteita, voima- tai vesijohtoja, viemäreitä, vesien käsittelyä tai riittävään syvyyteen maan pinnasta louhittavaa kuljetusväylää varten. Kaivosaluetta ja kaivoksen apualuetta saa käyttää vain siihen tarkoitukseen, jota varten käyttö- tai muu oikeus on myönnetty.

Kaivosluvan haltija voi hankkia kaivostoimintaa varten tarvittavan alueen omistus- tai käyttöoikeuden joko sopimusteitse tai hakea kaivosaluelunastuslupaa valtioneuvostolta. Kaivosalueeksi ja kaivoksen apualueeksi tarvittavien alueiden käyttöoikeuksien ja muiden erityisten oikeuksien lunastaminen suoritetaan kaivoslain mukaisessa kaivostoimituksessa. Samassa yhteydessä määritellään korvaukset niihin oikeutetuille.

Lain mukaan kaivosluvan haltija on velvollinen huolehtimaan siitä, että:

1) kaivostoiminnasta ei aiheudu haittaa ihmisten terveydelle tai vaaraa yleiselle turvallisuudelle;
2) kaivostoiminnasta ei aiheudu huomattavaa haittaa yleiselle tai yksityiselle edulle eikä kaivostoiminnan kokonaiskustannukset huomioon ottaen kohtuudella vältettävissä olevaa yleisen tai yksityisen edun loukkausta;
3) louhinnassa ja hyödyntämisessä ei tapahdu kaivosmineraalien ilmeistä tuhlausta;
4) kaivoksen ja esiintymän mahdollista tulevaa käyttöä ja louhimistyötä ei vaaranneta tai vaikeuteta.

7.3.4 Kaivosturvallisuuteen liittyvät luvat

Kaivoksen rakentamiseen ja tuotannolliseen toimintaan on kaivoslain 121 §:n nojalla oltava Tukesin myöntämä kaivosturvallisuuslupa. Kaivosturvallisuuslupaa koskevassa hakemuksessa esitetään mm. alue- ja rakentamissuunnitelmat, louhintasuunnitelmat sekä luotettava selvitys kaivosturvallisuusvaatimusten huomioon ottamisesta ja muista kaivosturvallisuuden kannalta merkityksellisistä seikoista.

Lisäksi Tukesille tehdään vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta annetun valtioneuvoston asetuksen (685/2015) mukaiset kemikaalien laajamittaista käyttöä ja varastointia koskevat lupahakemukset. Tukes toimii myös kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista annetun REACH-asetuksen sekä kemikaalien luokitusta, pakkaamista ja merkintöjä koskevan CLP-asetuksen mukaisena toimivaltaisena viranomaisena. Tukesille kuuluu mm. REACH- ja CLP-asetusten mukaisten velvoitteiden noudattamisen valvonta. Räjähteiden käsittely, räjäytys- ja louhintatyöt, nostolaitteet, sähkölaitteet yms. edellyttävät lisäksi omat lupansa Tukesilta.

7.3.5 Kaivosaluelunastuslupa

Kaivostoimintaa varten tarvittavan alueen omistus- tai käyttöoikeus voidaan hankkia joko sopimusteitse tai valtioneuvoston myöntämällä kaivosaluelunastusluvalla. Kaivoslain 20 §:n mukainen kaivosaluelunastuslupa voidaan myöntää, jos kaivoshanke on yleisen tarpeen vaatima. Yleisen tarpeen vaatimusta arvioidaan erityisesti kaivoshankkeen paikallis- ja aluetaloudellisten vaikutusten sekä työllisyysvaikutusten ja yhteiskunnan raaka-ainehuollon tarpeiden perusteella.

Alueiden käyttöoikeuksien lunastaminen toteutetaan maanmittauslaitoksen suorittamassa kaivostoimituksessa. Kaivosluvassa voidaan myöntää rajoitettu käyttö- tai muu oikeus kaivoksen apualueeseen, mikäli alueelle suunniteltujen toimintojen sijoittamista ei muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin.

7.3.6 Patoturvallisuus

Patoturvallisuuslain (494/2009) alaisissa patoturvallisuusasioissa toimivaltaisena viranomaisena toimii Kainuun ELY-keskus. Lain soveltamisalaan kuuluvat kaikki padot niihin kuuluvine rakennelmineen ja laitteineen riippumatta siitä, mistä aineesta tai millä tavalla pato on rakennettu, tai minkä aineen patoamiseen se on tarkoitettu.

Viranomaisen on vesilain, ympäristönsuojelulain sekä maankäyttö- ja rakennuslain mukaista padon rakentamista ja käyttöä koskevaa asiaa ratkaistessaan pyydettävä lausunto patoturvallisuus-viranomaiselta lain mukaisten patoturvallisuusvaatimusten täyttymisestä. Patoturvallisuus-viranomaisen on lausunnossaan esitettävä tarvittaessa arvio padon mitoituksesta patoturvallisuuden kannalta.

Ennen käyttöönottoa pato on luokiteltava patoturvallisuuslain 11 §:n mukaisesti ja sille on hyväksytettävä vahingonvaaraselvitys ja tarkkailuohjelma patoturvallisuusviranomaisella.

7.3.7 Maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset luvat

Hankkeen edellyttämät maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaiset luvat eli rakennusluvan, toimenpideluvan ja maisematyöluvan käsittelee Sodankylän kunta. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisia toimenpide- ja maisematyölupia ei tarvita kaivoslupaan perustuviin toimiin, mutta

kaivoksen rakennuksille tulee olla rakennusluvat. Luvat voivat perustua oikeusvaikutteiseen osayleiskaavaan, asemakaavaan tai poikkeamispäätökseen.

7.3.8 Liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetun lain mukaiset luvat

Kaivoksen rakentaminen edellyttää uusia liittymiä ja yhdysteitä, joiden rakentamisesta säädetään liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetussa laissa (503/2005). Suunnitelmien tulee pääsääntöisesti perustua oikeusvaikutteiseen kaavaan. Tien luonne huomioon ottaen tien sijainti ja suhde muuhun alueiden käyttöön voidaan kuitenkin selvittää yhteistyössä kunnan ja maakunnan liiton kanssa riittävissä määrin ilman kaavaakin. Tarvittavien kulkuyhteyksien liittämiseksi maantieverkkoon tarvitaan liittymälupa Pirkanmaan ELY-keskukselta. Tiesuunnitelmaan perustuvan sillan rakentaminen ei todennäköisesti edellytä oman rakennusluvan hankkimista. Tarvittaessa siltasuunnitelman ja sillan rakentamisen hyväksyy ELY-keskus.

7.3.9 Sähkömarkkinalain mukaiset luvat

Nimellisjännitteeltään vähintään 110 kV sähköjohdon rakentamiselle on haettava sähkömarkkinalain (588/2013) mukaista tarveperusteista hankelupaa Energiavirastolta. Lupaa haettaessa johtoreitille ei tarvitse vielä olla aluevarausta tai kunnan suostumusta. Hankeluvassa ei määrätä sähköjohdon reittiä. Sähköjohdon hankeluvan myöntämisen edellytyksenä on, että sähköjohdon rakentaminen on sähkön siirron turvaamiseksi tarpeellista. Lupahakemuksessa tulee esittää mm. selvitys voimajohdon ympäristövaikutuksista ja soveltuvuudesta alueen maankäyttöön (valtioneuvoston asetus sähkömarkkinoista 65/2009).

Lisäksi voimajohdon rakentaminen edellyttää tutkimusluvan hankkimista Maanmittauslaitokselta voimajohdon suunnan selvittämiseksi. Tutkimuslupa koskee ainoastaan lunastuksen kohteen selvittämiseksi tarpeellisen tutkimuksen suorittamista mahdollista myöhemmin tapahtuvaa lunastusta varten. Lunastusluvalla perustetaan voimajohdon rakentamisen, käytön ja kunnossapidon kannalta tarpeelliset kiinteistöjen käyttöoikeuksien rajoitukset. Maa-alueet pysyvät lunastustoimituksen kohteena olevan maa-alueen omistajalla, mutta lunastustoimituksen yhteydessä maa-alueiden omistaja saa lunastuslain mukaisesti korvauksen taloudellisista menetyksistä.

7.3.10 Luonnonsuojelulain mukaiset poikkeusluvat

Luonnonsuojelualueista säädetään luonnonsuojelulaissa (1096/1996). Luonnonsuojelualueet perustetaan yleensä valtion omistamalle maalle, jolloin perustettavista luonnonsuojelualueista säädetään aina lailla tai asetuksella. Vastaavasti valtion mailla sijaitsevan luonnonsuojelualueen lakkauttamisesta voidaan päättää vain lainsäädäntöteitse.

Yksityinen luonnonsuojelualue (YSA) voidaan perustaa joko maanomistajan tai viranomaisen aloitteesta. Yksityisen henkilön maalle perustettavan luonnonsuojelualueen perustamisesta ja lakkauttamisesta päättää alueellinen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Luonnonsuojelualueen perustamispäätös on pysyvä, ja siitä tehdään merkintä kiinteistörekisteriin. Yksityinen luonnonsuojelualue voidaan lakkauttaa tai alueen rauhoitusmääräyksiä voidaan lieventää elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen päätöksellä tapauksessa, jossa alueella suojeltavaksi määrätyt luonnonarvot ovat oleellisesti vähentyneet, tai luonnonsuojelualue estää yleisen edun mukaisen erittäin tärkeän hankkeen tai suunnitelman toteutumisen. Lakkauttamista voi hakea maanomistaja itse tai se, jota asia muuten koskee. Hakemuksesta on hankittava ympäristöministeriön lausunto ja alueen omistajalle on varattava tilaisuus tulla kuulluksi. Suojelualue voidaan lakkauttaa joko kokonaan tai osittain.

Sakatin kaivoshankealueelle sijoittuu kaksi yksityistä luonnonsuojelualuetta, Uusitalon luonnonsuojelualue (YSA200649) sekä Viiankiaavan luonnonsuojelualue (YSA200153). Luonnonsuojelualueella sallitut toimenpiteet on esitetty alueen suojelumääräyksissä. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus voi yksittäistapauksessa myöntää poikkeuksen luonnonsuojelualuetta koskevista rauhoitusmääräyksistä, jos poikkeaminen ei vaaranna alueen perustamistarkoitusta ja on tarpeen alueen hoidon, käytön tai tutkimuksen kannalta. Poikkeuslupahakemuksesta pyydetään lausuntoa ja mielipidettä ympäristöministeriöltä sekä alueen omistajalta.

7.3.11 Lajisuojelu

Hanke edellyttää luonnonsuojelulain (1096/1996) 48 §:n ja 49 §:n mukaisia lupia poiketa luontodirektiivin (92/43/ETY) ja luonnonsuojelulain mukaisesta lajisuojelusta tiettyjen hankealueella tai sen läheisyydessä esiintyvien suojeltujen kasvi- ja eläinlajien osalta. Hankealueella ja hankealueeseen kuuluvalla Viiankiaavalla tavatut suojellut kasvi- ja eläinlajit on esitetty luvuissa 18-21. Lajisuojeluun liittyvät poikkeukset myöntää pääsääntöisesti alueellinen ELY-keskus. Luonnonsuojelulain 48 §:n mukainen poikkeuslupa voidaan myöntää, mikäli lajin suojelutason voidaan katsoa säilyvän suotuisana. Lain 49 §:ssä tarkoitettu poikkeuslupa voidaan myöntää vain luontodirektiivin 16 artiklassa tai lintudirektiivin (79/409/ETY) 9 artiklassa mainituin edellytyksin. Kaivoshankkeessa perusteena voi edellä mainituista olla muu erittäin tärkeän yleisen edun kannalta pakottava syy.

Lainsäädännössä ei ole säädetty luonnonsuojelulain mukaisten lajisuojelua koskevien poikkeuslupien ja muiden hankkeen edellyttämien lupien ja suunnitelmien välisestä edellytyssuhteesta. Luonnonarvojen vaalimista edellyttävästä sisältövaatimuksesta huolimatta maakuntakaavan ja osayleiskaavan ei yleispiirteisyytensä vuoksi voida katsoa edellyttävän luonnonsuojelulain 48 ja 49 §:n mukaisten poikkeuslupien hankkimista ennen kaavan hyväksyntää. Yleiskaavatasolla kaavaan voi kuitenkin olla aiheellista sisällyttää määräys, jonka mukaan kaava-alueen suojeltuihin lajeihin kohdistuviin toimenpiteisiin ryhtyminen edellyttää mainittua poikkeamislupaa. Asemakaavatason yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa taas tulee tarpeelliseksi joko vastaava kaavamääräys tai poikkeuslupien hankkiminen ennen kaavan vahvistamista, sillä maankäyttö- ja rakennuslain 54 §:ssä asetettujen asemakaavan sisältövaatimusten mukaan kaava on laadittava siten, ettei erityisiä luonnonarvoja hävitetä. Ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaisessa lupamenettelyssä luonnonsuojelulain noudattamisesta voidaan vallitsevan oikeuskäytännön (mm. KHO 2006:35; KHO 2013:173) mukaan varmistua asettamalla ympäristö- ja vesitalouslupaan lupamääräykset, joilla kielletään luvan saajaa ryhtymästä luvassa tarkoitettuihin toimenpiteisiin, ennen kuin luonnonsuojelulain edellyttämä lainvoimainen poikkeuslupa on myönnetty tai todettu tarpeettomaksi.

Yllä esitetty huomioiden hankkeelle tullaan hakemaan lajisuojelua koskevia poikkeuslupia mahdollisimman pian sen jälkeen, kun käytettävissä on riittävän yksityiskohtaiset tiedot hankkeen luontovaikutuksista. Luonnonsuojelulain mukainen lajisuojelu on joka tapauksessa voimassa hankealueella kaavoituksesta tai ympäristölupapäätöksestä riippumatta.

7.3.12 Natura-suojelu

Jos hanke tai suunnitelma todennäköisesti merkittävästi heikentää valtioneuvoston Natura 2000 -verkostoon sisällytetyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon, on nämä vaikutukset arvioitava (ns. Natura-arviointi). Natura-arvioinnista ja siihen liittyvästä lausuntomenettelystä säädetään luonnonsuojelulaissa (1096/1996). Sakatin kaivoshankkeessa hyödynnettävä esiintymä sijaitsee Viiankiaavan Natura-alueen alla, jolloin

kaivoksen ympäristövaikutuksia arvioitaessa luonnonsuojelulaki edellyttää Natura-arvioinnin ja siihen liittyvän lausuntomenettelyn toteuttamista. Natura-arviointi tehdään ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhteydessä, ja ELY-keskuksen sekä suojelualueen haltijan arvioinnin johdosta antamat lausunnot sisällytetään yhteysviranomaisen perusteltuun päätelmään.

Mikäli Natura-arviointi- ja lausuntomenettely osoittaisivat, että hanke tai suunnitelma heikentäisi merkittävästi Natura-alueen suojeluperusteina esitettyjä luonnonarvoja, ei viranomainen saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen eikä hyväksyä tai vahvistaa suunnitelmaa. Tällöin hankkeen toteuttaminen vaatisi luonnonsuojelulain 66 §:n mukaisen valtioneuvoston yleisistunnon päätöksen poiketa Natura-suojelusta. Natura-suojelusta poikkeamista koskeva hakemus saatetaan tässä tapauksessa vireille ympäristöministeriössä ennen ensimmäisen hanketta koskevan suunnitelman, eli käytännössä vaihemaakuntakaavan, vahvistamista. Poikkeamispäätöksen edellytyksenä on, että hanke tai suunnitelma on toteutettava erittäin tärkeän yleisen edun kannalta pakottavasta syystä, eikä vaihtoehtoista ratkaisua ole.

Mikäli Natura-alueen suojeluperusteena on luontodirektiivin (92/43/ETY) liitteen I ensisijaisesti suojeltava laji, on poikkeamispäätöksen tekemiselle vielä lisäedellytyksiä. Lisäedellytysten soveltaminen edellyttää, että hanke tai suunnitelma todellisuudessa vaikuttaa tällaiseen ensisijaisesti suojeltuun lajiin. Sakatin hankealueeseen kuuluvan Viiankiaavan Natura-suojeluperusteissa on liitteen I lajeja, joten mikäli hankkeella todetaan olevan näihin lajeihin kohdistuvia vaikutuksia, edellyttää poikkeamispäätös lisäksi, että hankkeella on erittäin merkittäviä suotuisia vaikutuksia ihmisten terveyteen, yleiseen turvallisuuteen tai ympäristöön muualla. Mahdollisena poikkeamispäätöksen edellytyksenä voi olla myös muu erittäin tärkeä, yleisen edun kannalta pakottavaa syy, joka vaatii luvan myöntämistä tai suunnitelman hyväksymistä tai vahvistamista. Viimeksi mainitussa tapauksessa asiasta tulee pyytää EU-komission lausunto.

Valtioneuvoston on hankkeen tai suunnitelman toteuttamista koskevassa päätöksessä määrättävä niistä toimenpiteistä, joilla korvataan Natura 2000 -verkoston yhtenäisyydelle tai luonnonarvoille aiheutuvat heikennykset. Käytännössä suojeluperusteisiin kohdistuvien heikennysten korvaaminen voisi tarkoittaa esimerkiksi olemassa olevan Natura-alueen laajentamista, kompensaatiotoimenpiteitä ja/tai uuden Natura-alueen perustamista. Toimenpiteiden kustannuksista vastaa hankkeen tai suunnitelman toteuttaja.

Natura-alueen suojelun purkamisesta ei ole Suomessa ennakkotapausta. Suojelun purkamista edellyttäviä suunnitelmia ja kaavoja on kuitenkin ollut ja on vireillä.

7.3.13 Soidensuojelu

Viiankiaavan Natura 2000 -alue kuuluu suurimmalta osin soidensuojelulain (851/1988) nojalla perustettuun soidensuojelualueeseen. Soidensuojelualueella on kielletty toimenpiteet, jotka saattavat muuttaa suoalueen luonnonmukaista tasapainoa ja vahingoittaa maa- ja kallioperää (Soidensuojeluasetus 30.9.1988/852 1 §). Siten malminetsintä ja kaivostoiminta on lähtökohtaisesti kielletty soidensuojelualueella, mutta ympäristöministeriö voi soidensuojeluasetuksen nojalla myöntää poikkeusluvan malminetsinnän harjoittamiseen. Kaivostoiminnan osalta asetus ei mahdollista vastaavaa poikkeuslupamenettelyä.

Mikäli hanke aiheuttaa muutoksia suoalueen luonnontasapainoon, edellyttää hankkeen toteuttaminen näin ollen soidensuojelulainsäädännön muuttamista esimerkiksi siten, että soidensuojeluasetukseen sisällytetään hanketta koskeva poikkeus tai hankealueen vaatima osa poistetaan soidensuojelualueesta. Vaikka hanke ei aiheuttaisi muutoksia suoalueen luonnontasapainoon, edellyttää hankkeen toteuttaminen todennäköisesti

soidensuojelulainsäädännön muuttamista yllä mainitun maa- ja kallioperän vahingoittamista koskevan kiellon vuoksi.

Soidensuojelulainsäädännön muuttaminen saattaa tulla ajankohtaiseksi jo ennen vaihemaakuntakaavan hyväksymistä maankäyttö- ja rakennuslain mukaisista kaavan sisältövaatimuksista johtuen.

7.3.14 Muinaismuistot

Muinaisjäännökset ovat muinaismuistolailla (295/1963) suojeltuja ja ilman muinaismuistolain nojalla annettua lupaa on kielletty kaikenlainen kiinteään muinaisjäännökseen kajoaminen kuten kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen ja poistaminen. Mikäli muinaisjäännös tuottaa sen merkitykseen verraten kohtuuttoman suurta haittaa, voi Museovirasto myöntää kajoamisluvan muinaisjäännökseen. Yksityisissä työhankkeissa sovelletaan muinaismuistolain 11 §:n mukaista kajoamislupamenettelyä. Museoviraston on pyydettävä kajoamislupaa koskevasta hakemuksesta lausunto muun muassa maanomistajalta ja kiinteistön haltijalta sekä kunnalta ja maakunnalta, jonka alueella muinaisjäännös sijaitsee. Kajoamisluvan myöntämistä harkittaessa on otettava huomioon muinaisjäännöksen merkitys, kajoamisesta aiheutuva haitta muinaisjäännökselle ja rauhoituksen vaikutus suunniteltuihin toimenpiteisiin. Museovirasto voi asettaa kajoamiselle ehtoja, jotka liittyvät useimmiten kajoamisen edellyttämiin tutkimuksiin ja toimiin, joilla ehkäistään tai vähennetään kiinteälle muinaisjäännökselle aiheutuvaa haittaa. Vasta riittävien tutkimusten jälkeen muinaisjäännöksen rauhoitus voidaan purkaa ja kohteeseen kajota.

7.3.15 Muut luvat

Mahdolliset yksityistiet rakennetaan yksityistielain mukaisesti (560/2018). Mikäli rakentamisvaiheessa tulee erikoiskuljetuksia, on niille haettava lupaa Pirkanmaan ELY-keskukselta. Pirkanmaan ELY-keskus myöntää kaikki erikoiskuljetusluvat Suomessa Ahvenanmaata lukuun ottamatta.

8 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINNIN TOTEUTUS

Luvussa 8 on kuvattu ympäristövaikutusten arvioinnin toteutusta Sakatin kaivoshankkeessa. Luvussa 8.1 on esitetty yleisesti vaikutusarvioinnin lähtökohtia. Luvussa 8.2 on kuvattu vaikutusten tarkastelualueiden rajausta periaatteita ja luvussa 8.3 arviointiin liittyvää metodologiaa. Luvussa 8.4 on kuvattu, kuinka hankkeen vaihtoehtoja vertaillaan tässä YVA-selostuksessa. Luvussa 8.5 on lyhyesti käsitelty hankkeen toteuttamiskelpoisuuden arviointia.

8.1 Vaikutusten arvioinnin lähtökohdat

Tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa tehtävänä on arvioida Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeesta aiheutuvat ympäristövaikutukset YVA-lain ja -asetuksen edellyttämässä laajuudessa.

Kullakin hankkeella on omat, hankkeen luonteesta, laajuudesta ja sijainnista johtuvat tyypilliset vaikutuksensa, joihin YVA-prosessin yhteydessä kiinnitetään erityistä huomiota.

Vaikutus voi olla tyypiltään välitön, välillinen tai kumulatiivinen. Välittömät vaikutukset syntyvät suunnitellun hankkeen toimenpiteiden ja muutoksen kohteen suorasta vuorovaikutuksesta. Välilliset vaikutukset taas johtuvat hankkeen välittömistä vaikutuksista.

Tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu kaikkia edellä lueteltuja vaikutuksia hankkeen koko elinkaaren aikana: rakentamisvaiheessa, toiminnan aikana sekä sulkemisen ja jälkihoidon yhteydessä. Hankkeen ympäristövaikutuksia on tarkasteltu kaivoksen toiminnan normaalitilanteen lisäksi myös mahdollisissa poikkeus- ja häiriötilanteissa. Arvioinnissa on tarkasteltu kaikkien toteutusvaihtoehtojen sekä nollavaihtoehdon vaikutuksia.

Hankkeen mahdollisia yhteisvaikutuksia olemassa olevien ja suunnitteilla olevien muiden hankkeiden kanssa on myös arvioitu. Tässä YVA-selostuksessa yhteisvaikutusten osalta on tarkasteltu erityisesti Kevitsan kaivoksen toiminnan ja sulkemisen eri skenaarioita. Yhteisvaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu kahta skenaariota: 1) molemmat kaivokset ovat toiminnassa yhtä aikaa ja 2) Kevitsan toiminta päättynyt ja Sakatin kaivos on toiminnassa.

Vuonna 2017 voimaan tulleen YVA-lain mukaisesti ympäristövaikutusten arvioinnissa keskitytään todennäköisesti merkittävimpiin vaikutuksiin. YVA-ohjelmavaiheessa arvioitiin alustavasti, että keskeisimpiä vaikutustyyppejä tämän hankkeen ympäristövaikutusten kannalta ovat vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ja suojelualueisiin, pohja- ja pintavesiin, liikenteeseen ja liikenneturvallisuuteen, ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen, porotalouteen sekä kuntatalouteen. YVA-selostusvaiheessa on vaikutusten merkittävyyden arviointia syvennetty alueella tehtyjen selvitysten ja mallinnusten, sidosryhmiltä ja viranomaiselta saadun palautteen sekä hankkeen päivitettyjen suunnitelmien perusteella.

Vaikutusten arvioinnin yhteydessä on esitetty myös arviointiin liittyvät epävarmuustekijät, toimenpiteet haittojen ehkäisemiseksi ja lieventämiseksi sekä suunnitelmat ympäristövaikutusten seurannalle.

8.2 Arvioinnin rajaus

Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu hankealueelle sijoittuvien kaivos- ja oheistoimintojen sekä hankealueen ulkopuolelle ulottuvien toimintojen ympäristövaikutuksia. Hankealueen ulkopuolelle ulottuva toiminto on esimerkiksi hankkeeseen liittyvä liikenne.

Vaikutusten arvioinnissa on vertailtu Sakatin ja Kevitsan kaivoksen (Kevitsa toiminnassa ja Kevitsan toiminta päättynyt) yhteisvaikutuksia. Kevitsan kaivoksen toiminnan ja toiminnan päättymisen yhteisvaikutuksia Sakatin kanssa on tarkasteltu vesistöön, ihmisiin, liikenteeseen ja poronhoitoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnin yhteydessä. Sakatin kaivoksen yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa on arvioitu luvussa 28.

Vaikutusten tarkastelualueet on jokaisen vaikutustyypin kohdalla pyritty määrittelemään siten, ettei merkittäviä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän tarkastelualueen ulkopuolella. Tarkastelualueella tarkoitetaan tässä kullekin vaikutustyypille määriteltyä aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueen laajuus vaihtelee vaikutustyypeittäin.

YVA-ohjelmassa esitettyjä alustavia tarkastelualueita on arviointityön aikana tarkistettu ja muutettu vastamaan arviointiselostuksessa tarkasteltavia hankevaihtoehtoja. Arviointityössä kullekin vaikutustyypille määritellyt tarkastusalueet ja arvioinnin perusteella selvitetyt vaikutusalueet, jossa ympäristövaikutuksen arvioidaan ilmenevän, on kuvattu tarkemmin vaikutuskohtaisesti tämän arviointiselostuksen seuraavissa luvuissa.

8.3 Vaikutusten arvioinnin vaiheet ja vaikutusten merkittävyyden arviointi

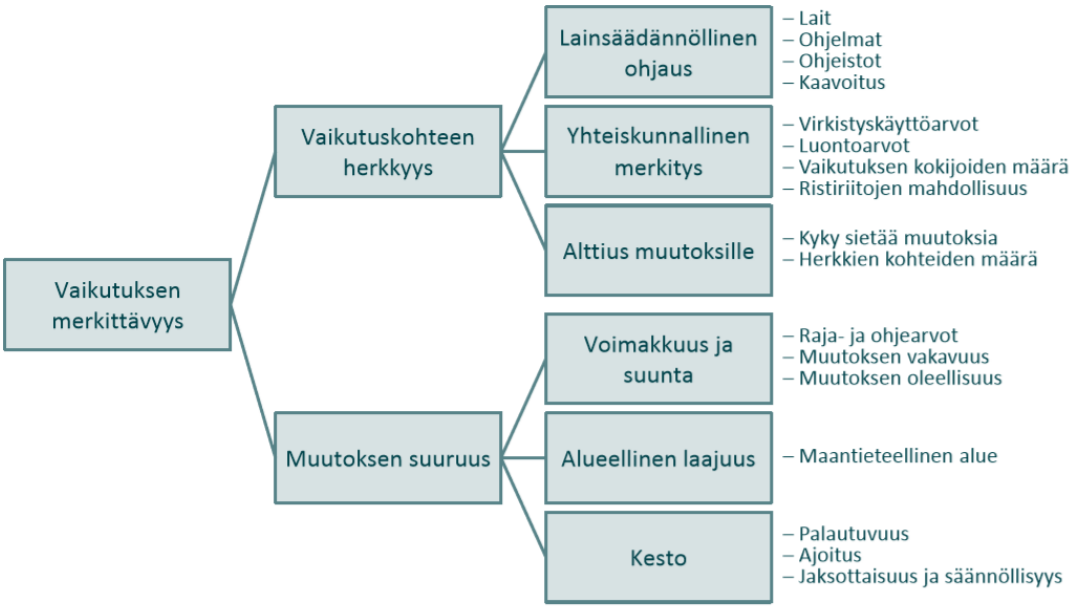
Tätä arviointiselostusta laatiessa on vaikutusten järjestelmällisen tunnistamisen ja eri aihealueiden arviointien yhdenmukaisuuden varmistamiseksi edetty alla (Taulukko 8-1) esitettyjä työvaiheita soveltaen.

Taulukko 8-1 Arviointityön vaiheet.

Työvaihe	Tehtävä
Vaihe I	• vaikutusten alkuperän (muodostumismekanismin) kuvaus • tarkastelualueen rajaus • arvioinnissa käytettyjen menetelmien ja lähtöaineistojen kuvaus • vaikutusalueen herkkyyden sekä vaikutuksen suuruuden määrityskriteerien asettaminen
Vaihe II	• vaikutuskohteen nykytilan kuvaus • vaikutuskohteen herkkyyden määrittely
Vaihe III	• kunkin vaihtoehdon vaikutusten ja niiden suuruuden arviointi
Vaihe IV	• vaikutusten merkittävyyden arviointi

Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty soveltuvin osin EU:n LIFE+ IMPERIA -hankkeessa (Imperia 2015) kehitettyjä monitavoitearvioinnin käytäntöjä ja työkaluja vaikutusten merkittävyyden arvioimiseksi, jossa vaikutusten merkittävyyttä arvioidaan muutoksen suuruuden ja vastaanottavan ympäristön herkkyyden perusteella (Kaavio 8-1).

Kaavio 8-1 ARVI-lähestymistapa vaikutusten merkittävyyden arviointiin. (Lähde: Imperia 2015)



8.3.1 Vaikutuskohteen herkkyys

Vaikutuskohteen herkkyys muutokselle voidaan arvioida kohteen nykytilan perusteella määritellyn häiriöherkkyyden pohjalta. Asiantuntija-arvioilla ja sidosryhmien kuulemisella on varmistettu, että kunkin vaikutuskohteen arvosta on saatu riittävä kuva. Herkkyystasoa määritettäessä on otettu huomioon kohteen luonteesta riippuen poliittinen ja lainsäädännöllinen, ympäristöllinen, sosiaalinen ja sosio-ekonominen tausta.

Vaikutuskohteen herkkyys on Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa luokiteltu kolmeen luokkaan 1) vähäinen, 2) kohtalainen ja 3) suuri. Tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit on esitetty kunkin vaikutusarviointiluvun yhteydessä.

8.3.2 Muutoksen suuruus

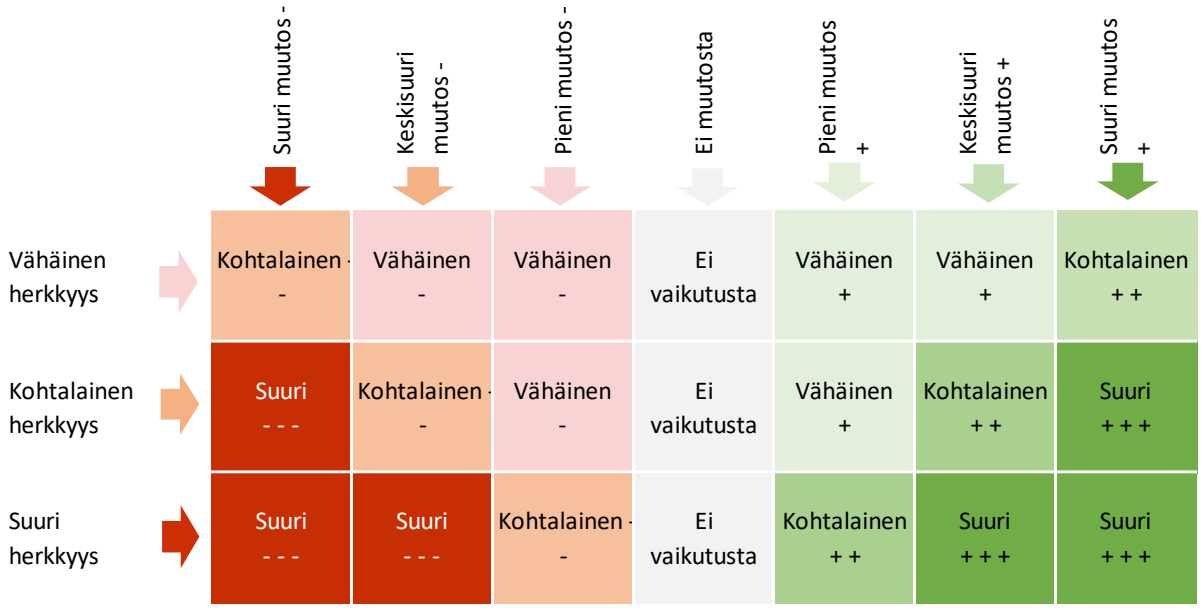
Muutoksen suuruus määritetään 1) voimakkuuden 2) maantieteellisen laajuuden ja 3) keston perusteella. Muutos voi olla maantieteelliseltä laajuudeltaan paikallinen, alueellinen, kansallinen tai rajat ylittävä. Ajalliselta kestoltaan muutos voi olla väliaikainen, lyhytaikainen, pitkäaikainen tai pysyvä.

Muutoksen suuruus on arvioitu tai mitattu kullekin vaikutukselle tyypillisillä arviointimenetelmillä, joita on kuvattu erikseen kukin vaikutustyypin kohdalla. Myös muutoksen suuruuden kriteerit on kuvattu kullekin vaikutukselle erikseen. Muutos voi olla suuruudeltaan 1) vähäinen, 2) kohtalainen tai 3) suuri ja suunnaltaan kielteinen tai myönteinen.

Tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa käytetyt vaikutuksen suuruuden kriteerit on esitetty kunkin vaikutusarviointiluvun yhteydessä.

8.3.3 Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuksen merkittävyyttä on tarkasteltu tässä arviointityössä alla esitetyn kehikon avulla (Kuva 8-1), jossa on ristiintaulukoitu muutoksen suuruus ja vaikutuskohteen herkkyys.



Kuva 8-1 Vaikutuksen kokonaismerkittävyyden määräytyminen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella.

Vaikutuksen merkittävyys on luokiteltu tässä arvioinnissa asteikolla 1) vähäinen 2) kohtalainen tai 3) suuri. Merkittävyys voi olla myönteinen tai kielteinen. Merkittävyyden arviointiperusteet on koottu taulukkoon Taulukko *8-2*.

Taulukko 8-2 Vaikutuksen merkittävyyden arviointiperusteet.

Vaikutuksen merkittävyys		
Vähäinen +	Vähäinen -	Vähäisen suuruusluokan vaikutukset, jotka kohdistuvat arvoltaan/herkkyydeltään vähäisiin tai kohtalaisiin vaikutus-kohteisiin/resursseihin. Kohtalaisen suuruusluokan vaikutukset, jotka kohdistuvat vähäisen arvon/herkkyyden vaikutuskohteisiin/ resursseihin.
Kohtalainen + +	Kohtalainen - -	Vaikutukset voivat olla suuruusluokaltaan vähäisiä kohdistuessaan vaikutuskohteisiin/resursseihin, joiden arvo/herkkyys on suuri, tai kohtalaisia kohdistuessaan vaikutuskohteisiin/resursseihin, joiden arvo/herkkyys on kohtalainen, tai suuria kohdistuessaan vaikutus-kohteisiin/resursseihin, joiden arvo/herkkyys on kohtalainen.
Suuri + + +	Suuri - - -	Vaikutukset ylittävät hyväksyttävät rajat, ovat suuruusluokaltaan suuria ja kohdistuvat vaikutuskohteisiin/resursseihin, joiden arvo/herkkyys on kohtalainen, tai kohtalaisia ja kohdistuvat vaikutuskohteisiin/ resursseihin, joiden arvo/herkkyys on suuri. / Positiiviset vaikutukset ovat suuruusluokaltaan suuria.

8.4 Vaihtoehtojen vertailu ja toteuttamiskelpoisuuden arviointi

Hankkeen vaihtoehtojen vertailu on esitetty havainnollisesti taulukoituna ja värikoodein eroteltuna vaikutusten suunnan ja merkittävyyden suhteen. Vertailussa on pyritty mahdollisuuksien mukaan käyttämään erittelevää vertailutapaa.

Ympäristövaikutusten arvioinnin tulosten perusteella on arvioitu myös hankkeen vaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuutta. Toteuttamiskelpoisuuden arvioinnissa on otettu huomioon tekninen toteutettavuus, maankäytöllinen toteutettavuus sekä arvioitujen ympäristövaikutusten merkittävyys ja hyväksyttävyys.

9 VAIKUTUKSET MAANKÄYTTÖÖN JA MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUUN

9.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

Selvitettäessä vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön tutkitaan hankkeen suhdetta sekä nykyiseen että suunniteltuun tilanteeseen. Myös suhdetta valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin ja maakuntakaavaan arvioidaan.

9.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Hankkeen maankäyttövaikutukset voivat olla joko välittömiä tai välillisiä. Maankäytön suunnitteluun kohdistuvien vaikutusten osalta tarkastellaan niitä alueita, joilla edellytetään muutoksia maankäytön suunnitelmiin. Kaivoksen osalta välittömien maankäyttövaikutusten tarkastelualue on varsinaisten kaivostoimintojen alue, sillä hankkeen suorat maankäyttöön ja maankäytön suunnitteluun kohdistuvat vaikutukset ovat paikallisia ja kohdistuvat hankealueelle. Lisäksi uusien teiden rakentaminen ja olemassa oleviin teihin tehtävät parannukset ovat kaivostoiminnan aiheuttamia välittömiä vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutostarpeita maankäytön suunnitteluun myös hankealueen ulkopuolella. Välillisesti hankkeesta aiheutuu myös hankealueen ulkopuolelle vaikutuksia, mikäli esimerkiksi hankealueen nykyiselle maankäytölle joudutaan etsimään uusia sijaintipaikkoja tai hankealueen maankäyttö häiritsee tai aiheuttaa muutostarpeita hankealueen ulkopuolella oleville toiminnoille. Maankäytön vaikutusten osalta tarkastelualueena on näin ollen hankealue sekä yhdysteiden ja muiden kuljetusreittien ympäristön kannalta myös mm. Sattasen kylä ja Sodankylän kirkonkylän taajama-alue. Lisäksi arvioidaan vaikutuksia kunnan yhdyskuntarakenteeseen.

9.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Arviointia varten on selvitetty hankealuetta ja sen lähiympäristöä koskevat tiedot nykyisestä maankäytöstä sekä voimassa ja vireillä olevat kaavat. Lisäksi on huomioitu mahdolliset maankäytön ristiriidat ja kaavojen muutostarpeet.

Arvioitaessa vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön tutkitaan hankkeen vaikutuksia eri aluetasoilla: onko hankkeen toteuttamisella vaikutuksia seudun aluerakenteeseen, alueen yhdyskuntarakenteeseen, hankealueen lähiympäristön maankäyttöön tai yksittäisiin kohteisiin välittömällä vaikutusalueella. Vastaavasti tutkitaan hankkeen suhdetta voimassa ja vireillä oleviin kaavoihin ja muihin suunnitelmiin tai tavoitteisiin.

Arvioidut vaikutukset kuvataan sanallisesti ja niiden kohdentumista havainnollistetaan karttaesitysten avulla.

Sakatin osayleiskaavaan ja kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arviointiin liittyen Ramboll on laatinut selvityksen Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen (Ramboll Finland Oy 2019b). Selvityksessä on arvioitu Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä esitettyjen hankevaihtoehtojen sekä Sakatin kaivoksen osayleiskaavassa ratkaistavan maankäytön vaikutusta alue- ja yhdyskuntarakenteeseen sekä suunniteltuun maankäyttöön. Selvitysraportti on esitetty YVA-selostuksen liitteenä 25. Tässä selostuksessa esitetty maankäyttöön ja maankäytön suunnitteluun kohdistuva vaikutusten arviointi perustuu edellä mainittuun selvitykseen ja sen johtopäätöksiin, Pohjois-Lapin maakuntakaavan 2040 ja Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaavan aineistoihin sekä valtakunnallisiin alue- ja yhdyskuntarakennetta koskeviin luokitteluihin.

9.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Maankäytön suunnitelmien ja hankkeen toteuttamiseen tarvittavien lupien käsittely on monitahoinen ja useiden eri viranomaisten päätöksiä edellyttävä prosessi, jossa tietty yksittäinen päätös voi estää prosessin myöhemmissä vaiheissa tapahtuvien lupien käsittelyn. Kaavojen käsittelyyn liittyy myös poliittista päätöksentekoa, sillä maakuntakaavasta päättää maakuntavaltuusto ja kunnan kaavoista kunnanvaltuusto. Vt 5:n osalta jatkosuunnitteluun on esitetty vaihtoehto, jossa vt 5 linjataan uuteen maastokäytävään Kaanaanmaan itäpuolitse Kitisen yli vt 4:lle Varuskunnantien liittymän kohdalle (Lapin liitto ym. 2019). Linjauksesta ei kuitenkaan ole vielä tehty lopullista ratkaisua, millä voi olla vaikutusta hankkeen kannalta.

Yhdyskuntarakenteen näkökulmasta keskeiset maankäyttöratkaisut tehdään kaavoituksessa ja hankkeeseen liittyvät maakuntakaava- ja yleiskaavamuutokset käsitellään vasta YVA-menettelyn päätyttyä, minkä takia maankäytöllisiä vaikutuksia ei voida arvioida tässä vaiheessa tyhjentävästi. Mikäli kaavat eivät saa lainvoimaa, ei hanketta voida toteuttaa, jolloin toteutuu YVA-menettelyssä arvioitavana oleva vaihtoehto VE0. Toisaalta mikäli hankkeessa joudutaan odottamaan pitkään esimerkiksi valtatielinjauksesta tehtävää päätöstä tai muuta ratkaisua, kuten Natura-arvioinnin tulosta, se vaikuttaa hankkeen toteutusaikatauluun. Tämä voi lisäksi vaikuttaa hankkeen toteuttamisedellytyksiin, mikäli aikataulun pitkittyessä toimintaympäristössä tapahtuu muutoksia, joiden seurauksena hankkeen kannattavuutta jouduttaisiin arvioimaan uudelleen.

Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutuskohteen herkkyyttä on arvoitu suhteessa lainsäädännölliseen ohjaukseen, yhteiskunnalliseen merkitykseen ja muutosalttiuteen. Vaikutuskohteen herkkyys on määritelty vähäiseksi, kohtalaiseksi tai suureksi (Taulukko 9-1).

Taulukko 9-1 Vaikutuskohteen herkkyys; maankäyttö.

Vähäinen	Kohteen yhteiskunnallinen merkitys on vähäinen, alttius muutoksille vähäinen eikä sillä ole lainsäädännöllistä asemaa.
Kohtalainen	Kohteen yhteiskunnallinen merkitys on kohtalainen, alttius muutoksille on kohtalainen tai sillä voi olla lainsäädännössä ohjearvoja tai suosituksia ja se voi kuulua johonkin ohjelmaan.
Suuri	Kohteesta on tiukasti säädetty lainsäädännössä tai kohteen yhteiskunnallinen merkitys tai alttius muutoksille on suuri.

Muutosten suuruusluokan arvioinnissa on käytetty yleisiä kriteerejä muutoksen voimakkuuden ja suunnan suuruusluokille. Nämä on kuvattu tarkemmin taulukossa Taulukko 9-2.

Taulukko 9-2. Muutoksen voimakkuus ja suunta; maankäyttö.

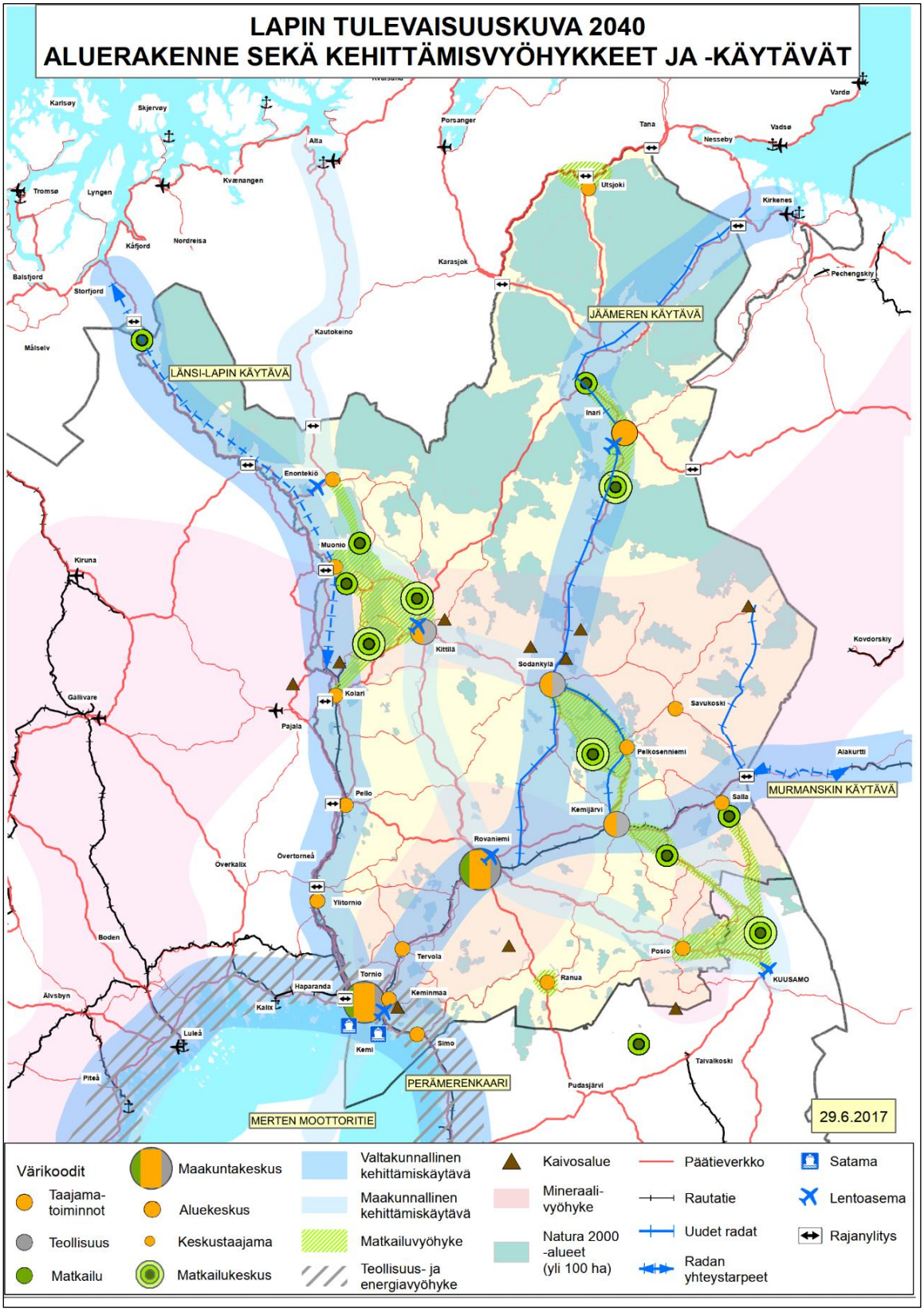
Suuri kielteinen	Hanke aiheuttaa voimakkuudeltaan suuren kielteisen muutoksen alueen maankäyttöön siten, että alueelle syntyy voimakkaita maankäytöllisiä ristiriitoja, joiden yhteensovittaminen on erityisen vaikeaa ja suuri osa toiminnoista joutuu väistymään hankkeen tieltä.
Keskisuuri kielteinen	Hanke aiheuttaa selvästi havaittavissa olevan kielteisen muutoksen alueen maankäyttöön siten, että alueelle syntyy selkeitä maankäytöllisiä ristiriitoja, joiden yhteensovittamisessa on haasteita ja osa toiminnoista joutuu väistymään hankkeen tieltä.
Pieni kielteinen	Muutos on kielteinen ja se aiheuttaa alueen maankäyttöön jonkin verran ristiriitoja suhteessa alueelle entuudestaan oleviin tai sinne aiemmin suunniteltuihin yksittäisiin toimintoihin. Ristiriitojen yhteensovittaminen on mahdollista ohjaamalla maankäyttöä kaavamääräyksillä ja osoittamalla yksittäisille toiminnoille korvaava sijainti muualta.
Ei vaikutusta	Muutosta ei aiheudu, tai se on niin pientä, ettei se ole havaittavissa tai merkityksellistä eikä siten aiheuta tosiasiallista häiriötä tai hyötyä.
Pieni myönteinen	Muutos on myönteinen ja havaittavissa, mutta ei tuo merkittävää parannusta nykytilanteeseen.
Keskisuuri myönteinen	Hanke aiheuttaa selvästi havaittavissa olevan myönteisen muutoksen alueen maankäyttöön siten, että alueelle syntyy selkeitä toisiaan tukevia maankäyttömuotoja ja hanke edistää yhdyskuntarakenteen eheytymistä.
Suuri myönteinen	Hanke aiheuttaa voimakkuudeltaan myönteisen muutoksen alueen maankäyttöön siten, että alueelle syntyy selkeitä toisiaan tukevia maankäyttömuotoja ja hanke edistää yhdyskuntarakenteen eheytymistä ja tukee Sodankylän asemaa Pohjois-Lapin aluerakenteessa.

9.2 Nykytila

9.2.1 Aluerakenne

Lapin maakuntasuunnitelman 2030 ja Lapin tulevaisuuskuvan 2040 mukaan Sodankylä on yksi neljästä Lapin aluekeskuksesta (Kuva 9-1). Pohjois-Lapin aluerakenteen keskusverkko tukeutuu Sodankylän, Inarin ja Utsjoen kuntakeskuksiin sekä kyläverkkoon. Sakatin kaivoshanke sijoittuu Sodankylän kuntakeskuksen pohjoispuolelle maakuntasuunnitelmassa esitetylle Jäämeren käytävälle Lapin päätieverkon varteen.

SYKE:n (2015) laatiman kaupunki-maaseutu-luokituksen mukaan hankealue sijoittuu Sodankylän maaseudun paikalliskeskuksen pohjoispuolelle, harvaan asutulle maaseudulle.

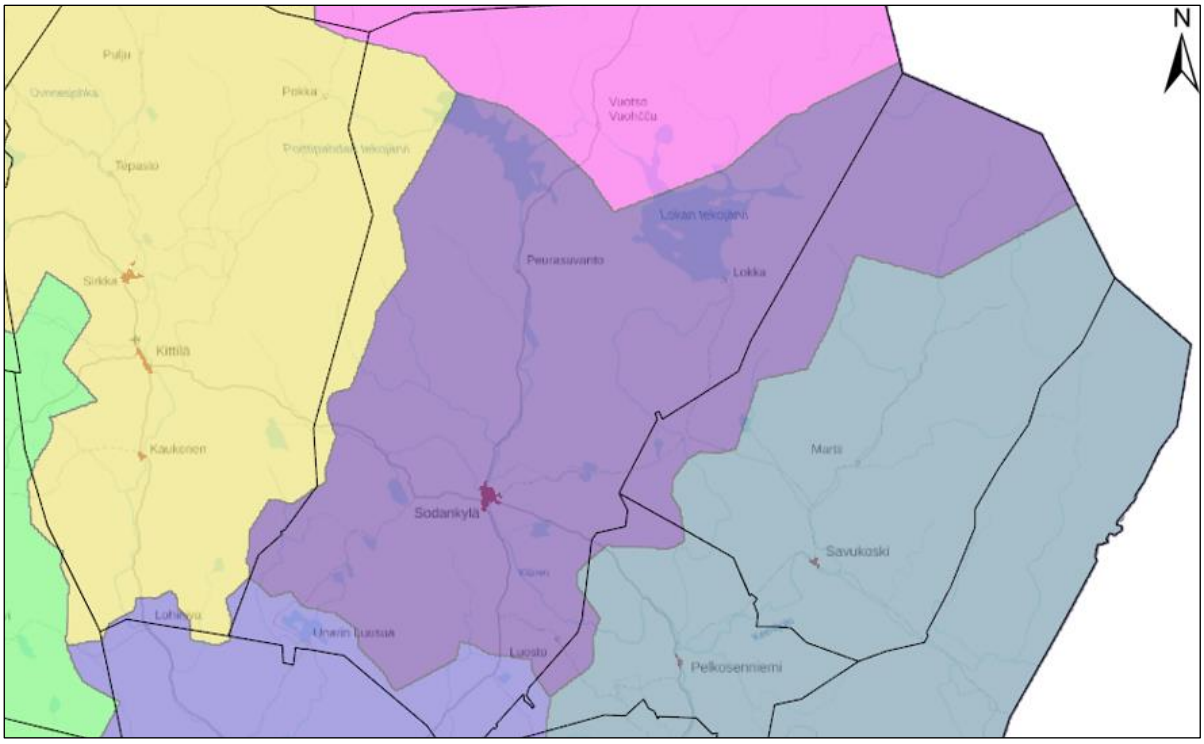


Kuva 9-1 Lapin aluerakenne ja kehittämiskäytävät Lapin tulevaisuuskuvassa 2040. (Lähde: Lapin liitto 2017)

Maakuntakaavassa osoitetaan kehittämisperiaatemerkintöjä, jotka edistävät maaseudun, matkailun ja liikenteen kehittämistä. Esimerkiksi Jäämeren käytävä -merkintä edistää monikeskuksista, verkottuvaa ja hyviin yhteyksiin perustuvaa aluerakennetta kokonaisuutena. Maakuntakaavan selostuksessa esitettyjen arvioiden mukaan merkittävimmät maakunnan aluerakenteeseen vaikuttavat muutokset aiheutuvat odotettavissa olevista liikenteen ja logistiikan kehityksestä, matkailun kasvun jatkumisesta sekä kaivostoiminnasta. Lapin liikennejärjestelmäsuunnitelmassa yhtenä tärkeimpänä kehittämistarpeena mainitaan keskeisten elinkeinoelämän alojen, kuten kaivos- ja metalliteollisuuden kehittymismahdollisuuksien tukeminen.

9.2.2 Yhdyskuntarakenne

Taajamalla tarkoitetaan vähintään 200 asukkaan taajaan rakennettua aluetta. Taajamat ovat osa yhdyskuntarakenteen aluejakoja. Yhdyskunta-rakenteellisesti hankealue sijoittuu Sodankylän taaja-asutuksen pohjoispuolelle. Yhdyskuntarakennetta voidaan kuvata myös toiminnallisilla alueilla, jotka muodostuvat päivittäisen ja viikoittaisen liikkumisen näkökulmasta sekä paikallisella että seudullisella tasolla. Toiminnallisten alueiden rajauksia on kehitetty Toiminnalliset alueet ja kasvuvyöhykkeet Suomessa (ToKaSu) -hankkeessa (SYKE 2017). Toiminnallisten alueiden näkökulmasta hankealue on osa Sodankylän työssäkäynti- ja asiointialuetta, joka kattaa lähes koko Sodankylän kunnan alueen ja ulottuu osittain myös Savukosken ja Pelkosenniemen kuntien alueelle (Kuva 9-2Kuva 9-2).



Kuva 9-2 Sodankylän toiminnallinen asiointi- ja työssäkäyntialue kuvattu violetilla ja kuntarajat mustalla viivalla. (Kartta: SYKE 2017)

Yhdyskuntarakenteen näkökulmasta olennaiset vaikutukset liittyvät liikenteeseen ja asumisen järjestämiseen. Näihin liittyen nykytila ja vaikutusten arviointi on kuvattu erikseen luvussa 14 Vaikutukset liikenteeseen ja luvussa 24 Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset.

9.2.3 Alueidenkäytön suunnittelujärjestelmä

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Ne on kuvattu YVA-selostuksen luvussa 6.3. Valtakunnallisia tavoitteita toteutetaan ensisijaisesti maakuntakaavoituksen kautta. Muita alueidenkäytön ohjauskeinoja ovat maakuntasuunnitelmat, maakuntaohjelmat sekä yleis- ja asemakaavoitus.

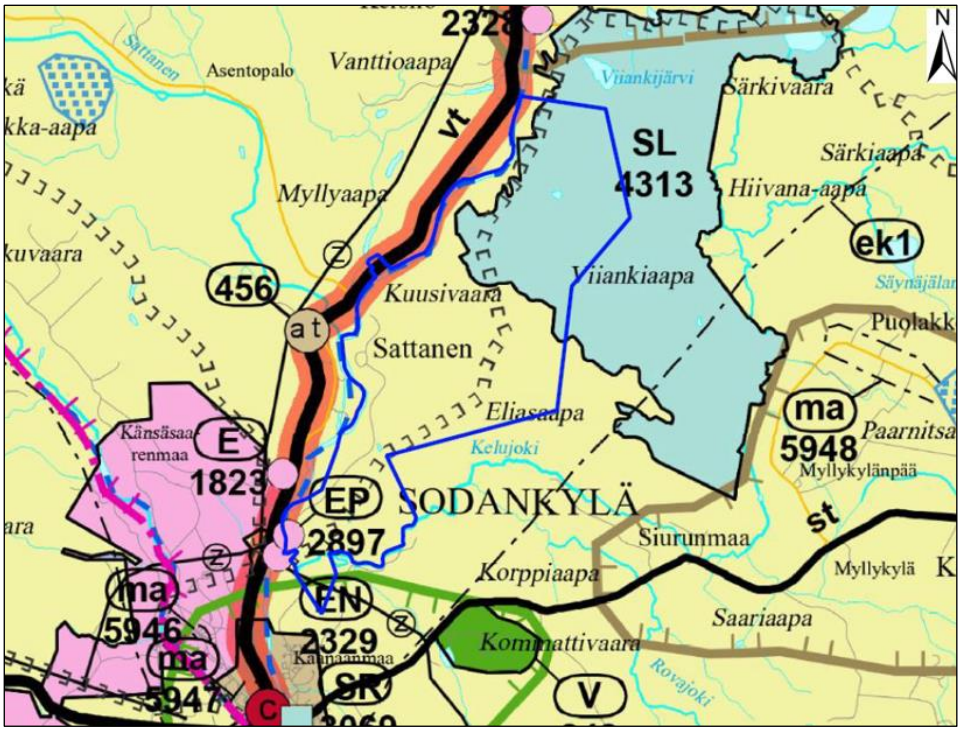
Maakuntakaava ohjaa kuntien kaavoitusta. Se sisältää yleispiirteisen suunnitelman alueiden käytöstä maakunnassa tai sen osassa. Kunnan alueidenkäytön järjestämiseksi ja ohjaamiseksi se laatii yleis-, osayleis- ja asemakaavoja. Yleiskaavassa osoitetaan alueiden käytön pääpiirteet kunnassa. Asemakaavassa osoitetaan kunnan osa-alueen käytön ja rakentamisen järjestäminen.

Kaivostoiminnan tulee perustua maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen oikeusvaikutteiseen kaavaan taikka kaivostoiminnan vaikutukset huomioon ottaen asian tulee olla muutoin riittävästi selvitetty yhteistyössä kunnan, maakunnan liiton ja ELY-keskuksen kanssa.

9.2.4 Maakuntakaava

Pohjois-Lapin maakuntakaava

Alueella on voimassa Pohjois-Lapin maakuntakaava, jonka valtioneuvosto vahvisti 27.12.2007, ja joka sai lainvoiman 28.1.2008 (Lapin liitto 2008) (Kuva 9-3). Hankealue sijoittuu maakuntakaavassa maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle (M4519) sekä Viiankiaavan suojelualueelle (SL 4313). Maa- ja metsätalousalueen merkinnällä osoitetaan pääasiassa maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita, joita voidaan käyttää pääasiallista käyttötarkoitusta sanottavasti haittaamatta ja luonnetta muuttamatta myös muihin tarkoituksiin. Luonnonsuojelualueen merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltavaksi tarkoitettuja alueita.



Kuva 9-3 Ote Pohjois-Lapin maakuntakaavasta. Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaavan rajaus on esitetty sinisellä rajauksella. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2019d)

Hankealueelle sijoittuu maakuntakaavassa osoitettu todennäköinen mineraalivarantoalue, joka on merkitty ek-1 merkinnällä. Hankealue kuuluu myös erityisesti poronhoitoa varten tarkoitetulle alueelle. Määräyksen mukaan alueella olevaa valtion maata ei saa käyttää sillä tavoin, että siitä aiheutuu huomattavaa haittaa poronhoidolle. Valtion maan luovuttaminen tai vuokraaminen saa tapahtua vain sillä ehdolla, että maanomistajalla tai vuokramiehellä ei ole oikeutta saada korvausta porojen aiheuttamasta vahingosta (PoroL 848/1990, 2.2 §).

Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien välinen raja noudattaa Kitinen-jokea. Kaavamääräyksen mukaan moottorikelkkailu- ja ulkoilureitit tulee suunnitella niin, että ne risteävät mahdollisimman harvoissa kohdissa paliskunnan esteaidan tai muun pysyvän poroaidan kuten työ- ja laidunkiertoaidan kanssa ja, että porojen kulku aidan läpi reitin kohdalta pyritään estämään.

Hankealuetta sivuaa vt 4, Jäämeren käytävä, joka on merkitty tärkeäksi kansainväliseksi liikennekäytäväksi. Jäämeren käytävän kaavamääräys on seuraava: ”*Jäämeren käytävää kehitetään kansainvälisenä liikennekäytävänä, jonka maankäytön suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen, liikenteen ja matkailun palveluihin, liikenneympäristön laatuun sekä luonnon-, maiseman- ja kulttuuriympäristöarvoihin. Maankäytön suunnittelussa on otettava huomioon korkealuokkaisen maantien sekä energia- ja tietoliikennejohtojen tilavaraukset ja rajoitukset ympäröivälle maankäytölle.*” Viiankiaavan länsi- ja pohjoisreunaan sijoittuu moottorikelkkareitti. Kitisen varteen ja sen länsipuolelle on valtatien lisäksi merkitty voimalaitokset (EN), puolustusvoimien kohde (EP), Sattasen kyläalue (at) ja sähkölinja.

Maakuntakaavan yleismääräykset ohjaavat mm. edistämään yhdyskuntarakenteen eheytymistä ja luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden alueiden ja ekologisten yhteyksien säilymistä, huomioimaan alueen erityispiirteisiin tukeutuen arvokkaat luonnonympäristöt, maisema-alueet ja rakennetut kulttuuriympäristöt ja arkeologisen kulttuuriperinnön, ja myös turvaamaan maanpuolustuksen tarpeet, luonnonperinnön arvot sekä poronhoidon ja muiden luontaiselinkeinojen alueidenkäytölliset toiminta- ja kehittämisedellytykset.

Maakuntakaavassa annetaan myös yleismääräyksiä, jotka liittyvät metsätalouteen ja metsänkäsittelytoimenpiteisiin, rakentamiseen maisemallisesti aroille paikoille, sään ääri-ilmiöihin, tulviin ja ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautumiseen, ympäristö- ja terveyshaittojen ehkäisyyn.

Lisäksi maakuntakaavassa on annettu yleismääräys, jonka mukaan *suunniteltaessa suojelualueen, suojeluohjelmaan kuuluvan alueen tai sen läheisyydessä olevan alueen käyttöä on neuvoteltava luonnonsuojelusta ja alueen hallinnasta vastaavien viranomaisten kanssa. Natura 2000 -verkostoon sisällytettyihin alueisiin kohdistuvien toimintojen vaikutukset on tarvittaessa arvioitava LSL 65 §:n mukaisesti.*

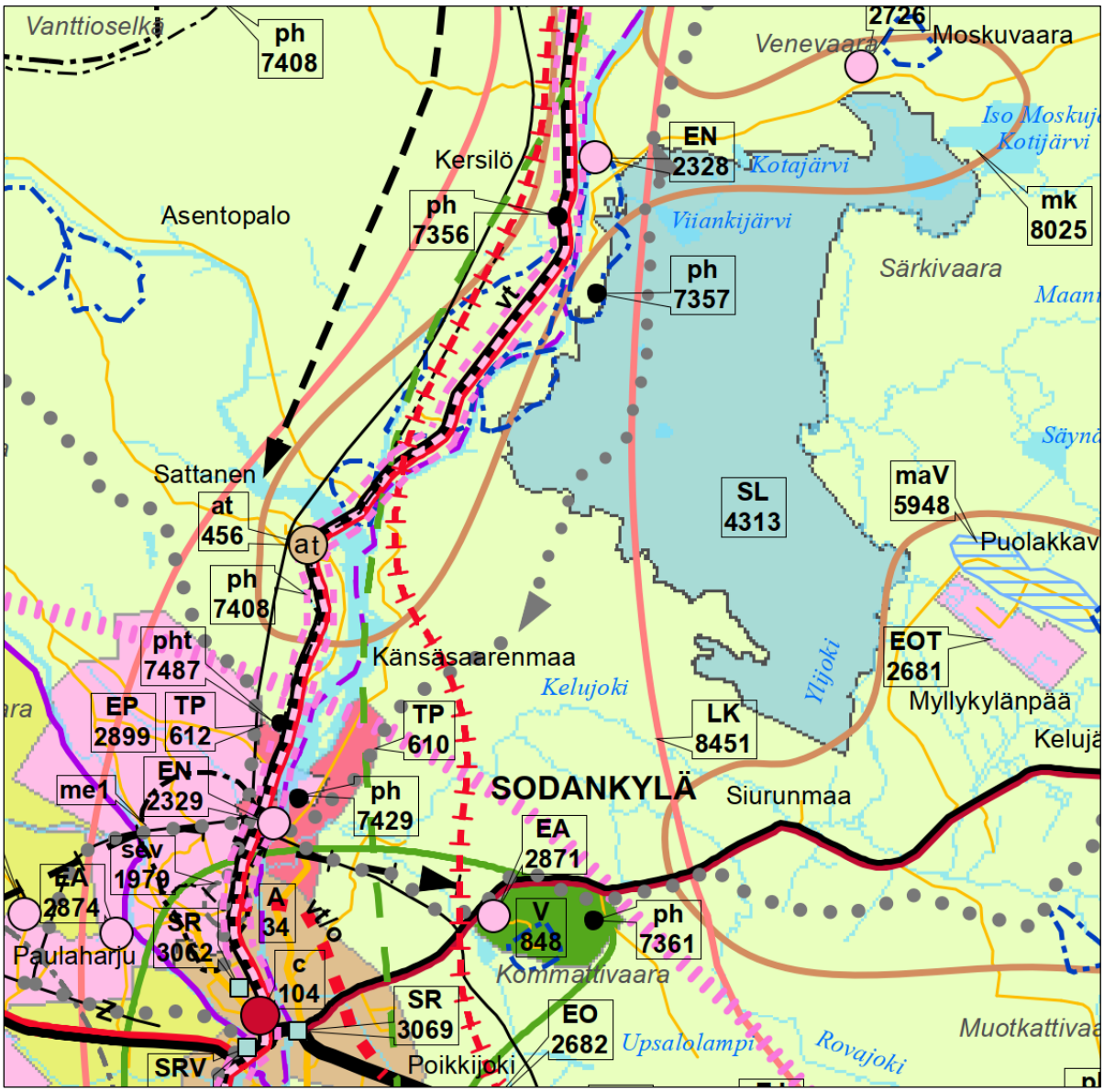
Alueella voimassa oleva Pohjois-Lapin maakuntakaava ei mahdollista kaivosalueen sijoittamista maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle (M) ja maanalaisen kaivoksen sijoittamista luonnonsuojelualueelle (SL). Kaivostoiminnan, Jäämeren radan linjauksen sekä kaivoksen yhdystievaihtoehtojen liittyminen valtatieverkostoon edellyttävät maankäytön ratkaisua maakuntakaavassa.

Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040

Lapin liitto on 2.5.2017 kuuluttanut vireille Pohjois-Lapin maakuntakaavan 2040 (Lapin liitto 2020) ja asettanut sen osallistumis- ja arviointisuunnitelman nähtäville. Lapin liiton hallitus hyväksyi 4.11.2019 kaavaehdotuksen viranomaislausunnoille (Kuva 9-4). Maakuntakaava-aineisto kokonaisuudessaan taustaselvityksineen on saatavissa sähköisessä muodossa Lapin liiton nettisivuilla. Kaavaehdotus tulee julkisesti nähtäville maakuntakaavan tavoiteaikataulun mukaisesti syksyllä 2020.

Vahvistuessaan Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040 kumoaa nyt voimassa olevan Pohjois-Lapin maakuntakaavan.

Lapin Liiton hallitus päätti 8.6.2020 (§ 59), että Sakatin kaivoshankkeelle laaditaan vaihemaakuntakaava. Siten Pohjois-Lapin maakuntakaavaehdotuksessa olleet Sakatin hankkeen aluevaraukset poistetaan Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040 ehdotuksesta ja niitä käsitellään erikseen hanketta koskevassa vaihemaakuntakaavassa.



Kuva 9-4 Ote Lapin liiton hallituksen 8.6.2020 hyväksymästä maakuntakaavaehdotuksesta, joka asetetaan nähtäville syksyllä 2020. (Lähde: Lapin liitto 2020)

Pohjois-Lapin maakuntakaavan 2040 tarkoitus on 1) kytkeä alueiden käytön yleispiirteinen suunnittelu kehittämisstrategioihin, 2) tarkistaa vahvistetussa Pohjois-Lapin maakuntakaavassa olevia aluevarauksia ja määräyksiä sekä 3) ottaa huomioon lainsäädännössä tapahtuneet muutokset.

Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040 laaditaan kokonaismaakuntakaavana, mikä tarkoittaa, että siinä käsitellään laaja-alaisesti maakuntakaavan suunnittelualueelle sijoittuvia asiakokonaisuuksia.

Sakatin kaivoshankkeen maanalainen pohjoisosa sijoittuu maakuntakaavaehdotuksen mukaiselle luonnonsuojelualueelle (SL 4313), jolla on osoitettu luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltavaksi tarkoitettuja alueita tai kohteita sekä Natura 2000 -verkostoon sisällytettyjä alueita. Alueen suojeluperusteena olevia luonnonarvoja ei saa merkittävästi heikentää.

Sakatin kaivoksen hankealueen länsiosaan sijoittuu ns. Jäämerenradan ohjeellinen/ vaihtoehtoinen linjaus pr/o. Hankealueen kautta on merkitty moottorikelkkailureitin yhteystarve mk/y.

Ehdotukseen on merkitty vt 5:n uusi linjaus (vt/o). Kitisen itärannalle Kelukosken voimalaitoksen ja hankealueen väliselle alueelle on osoitettu uusia työpaikka-alueita (TP 610).

Hankealueen länsipuolta reunustaa maakuntakaavaehdotuksessa maaseudun kehittämisen kohdealue (mk 8025), jolla määräyksen mukaan on osoitettu maaseutuvyöhykkeitä, joihin kohdistuu alueidenkäytöllisiä kehittämistarpeita ja niiden yhteensovittamista. Alueella tulee säilyttää ja kehittää monipuolisesti maaseudun elinkeinoja, kylä- ja maaseutumatkailua, palveluja, asutusta ja kulttuuriympäristöä. Pysyvän asutuksen sijoittumista tulee edistää olemassa olevaa rakennetta täydentäen.

Lisäksi hankealue sijoittuu maakuntakaavaehdotuksessa osoitetulle Jäämeren käytävän (LK) alueelle. Punaisella radan katkoviivamerkinnällä osoitetun pääradan ohjeellisen/vaihtoehtoisen linjauksen (pr/o) on maakuntakaavaehdotuksessa esitetty kulkevan osittain hankealueen lounaisosan läpi.

Viiankiaavan ja Kitisen väliselle alueelle on merkitty pohjavesialueet, jotka osin sijoittuvat hankealueelle. Alueella on myös poronhoidon kannalta erityisen tärkeän kohteen merkintä ph 7357. Merkintä perustuu Oraniemen paliskunnan poroaitaan. Alueen suunnittelussa on turvattava poronhoidolle merkittävien rakenteiden/alueiden säilyminen.

Aluekohtaisten kaavamääräysten lisäksi maakuntakaavaehdotuksessa on annettu koko maakuntakaava-aluetta koskevia suunnittelumääräyksiä, jotka ovat monilta osin samoja, kuin voimassa olevan maakuntakaavan yleismääräykset.

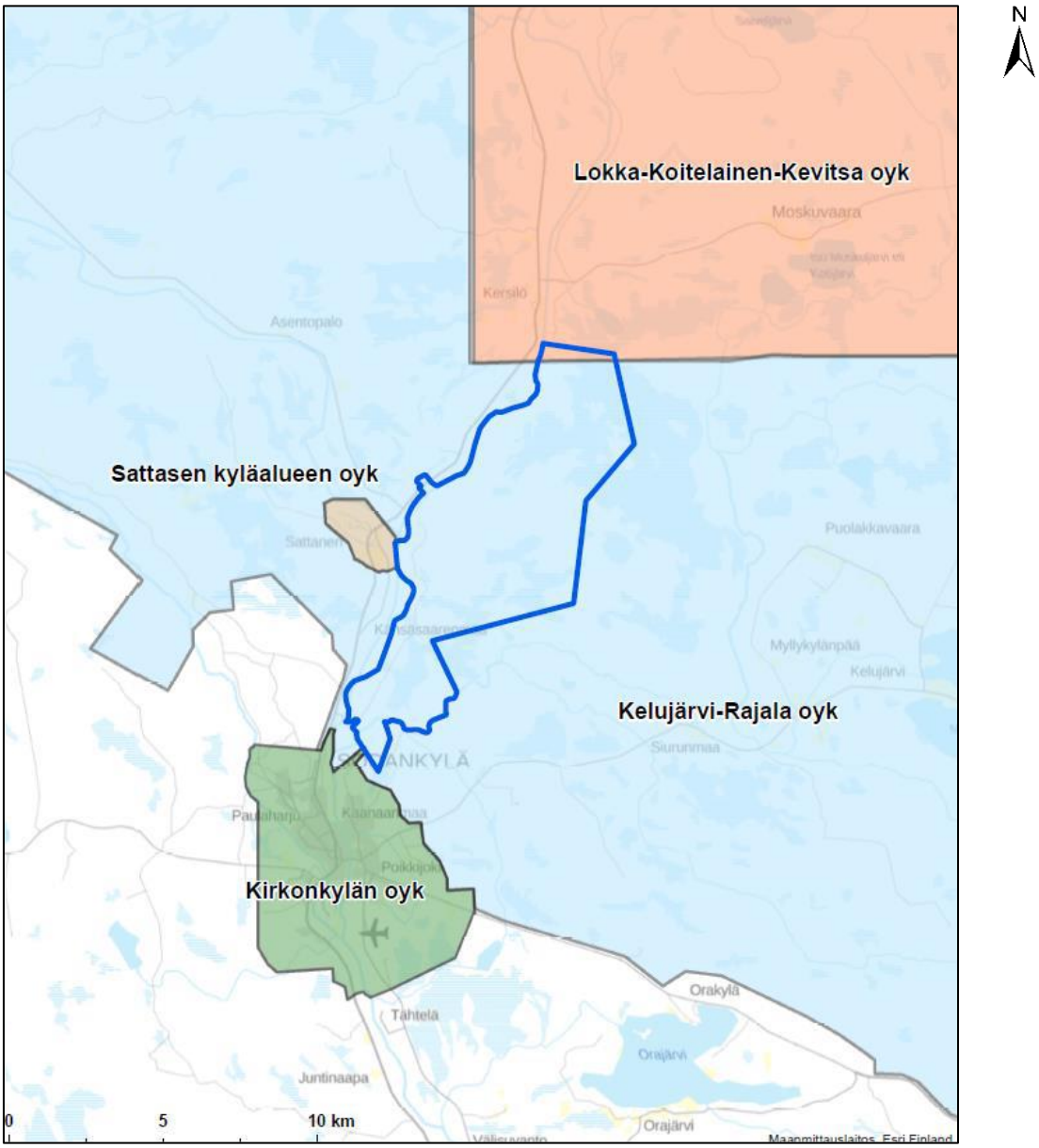
Pohjois-Lapin maakuntakaavan 2040 lopulliset kaavamerkinnät ja määräykset täsmentyvät kaavan ehdotusvaiheen aikana. Maakuntakaavan aikataulun mukaan kaavaehdotuksen on tarkoitus olla maakuntavaltuuston hyväksyttävänä vuoden 2021 keväällä.

Sakatin kaivoshankkeen vaihemaakuntakaava

Lapin Liiton hallitus on 8.6.2020 (§ 59) päättänyt Sakatin vaihemaakuntakaavan käynnistämisestä. Maakuntahallitus nimesi työtä ohjaamaan ohjausryhmän. Ohjausryhmä käsitteli vaihekaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelmaa syyskuussa 2020. Sen jälkeen Lapin liiton hallitus kuuluttaa kaavan vireille. Kun yhteysviranomainen on antanut perustellun päätelmän Sakatin kaivoshankkeen YVA-selostuksesta, toteutetaan vaihemaakuntakaavan valmisteluvaiheen kuuleminen.

9.2.5 Osayleiskaavat

Hankealueella on voimassa Kelujärvi-Rajala osayleiskaava, joka on hyväksytty Sodankylän kunnanvaltuustossa vuonna 2009 ja saanut lainvoiman 1.11.2012. Se kattaa pääosin koko hankealueen, Sattasen kyläalueen ja Kitisen rantavyöhykkeen, Kelujärvi-Puolakkavaara-Siurunmaan, Sattasjoki-Rajalan, Jeesiöjoen ja Ala-Postojoen (Kuva 9-5Kuva 9-5).



Kuva 9-5 Voimassa olevien osayleiskaavojen sijoittuminen. Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaavan rajaus on esitetty sinisellä rajauksella. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2019d)

Hankealue sijoittuu yleiskaavassa pääosin maa- ja metsätalousvaltaiselle alueelle (M) sekä alueen pohjoisosassa Viiankiaavan luonnonsuojelualueelle (SL), jolla määräyksen mukaan suojelu toteutetaan lakisääteisesti perustettavana luonnonsuojelualueena. Myös Viiankiaavan Natura-alue on merkitty yleiskaavaan erillisenä merkintänään (nat), jonka rajaus eroaa jonkin verran SL-alueen rajauksesta. Ulkusijaanaavan-Eliasaavan-Hevospäärimpin välinen alue on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaisena alueena, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (MY-1). Kitisen ja Kelujoen rannoilla on maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU-1). Hankealueen poikki, pohjois-eteläsuuntaisesti on merkitty yleiskaavaan moottorikelkkareitti ja uuden moottorikelkkauran yhteystarve. Kaavaan on merkitty suojeltujen ja silmälläpidettävien kasvien tai eläinlajien esiintymisalueet ja luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät alueet. Ranta-

alueille on määritelty rantarakennusoikeuden mukaiset loma-asuntoalueet (RA). Kitisen varteen on merkitty ohjeelliset tulva-alueet. Hankealue kuuluu kaavaan merkittyyn todennäköiseen tai lupaavaan malmi- ja mineraalivarantoalueeseen. Kaavaan on myös merkitty maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeä alue (ma) ja pohjavesialueet.

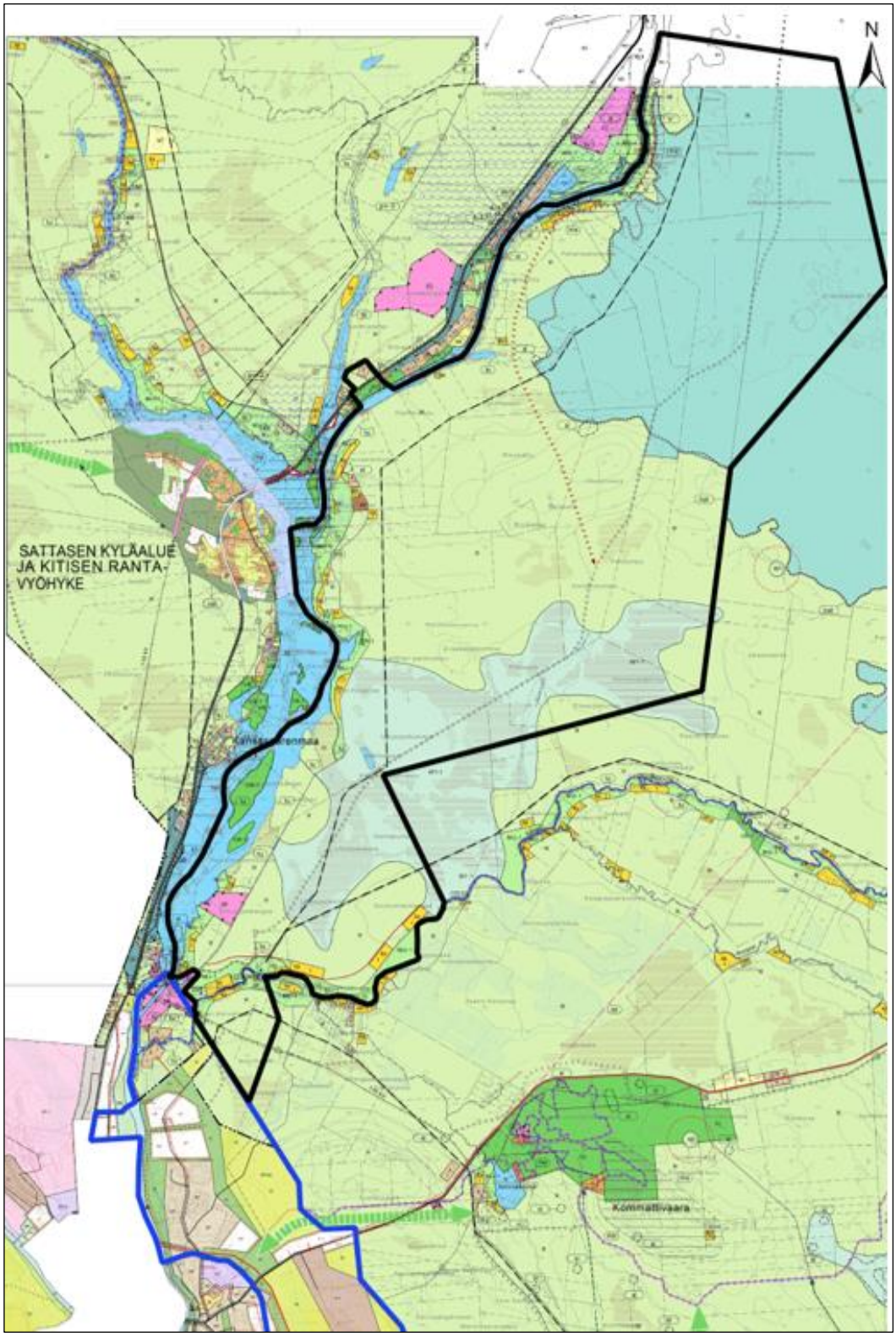
Hankealueen pohjoispuolella ja pieneltä osin hankealueen pohjoisosassa on voimassa Lapin ympäristökeskuksen 7.9.2001 vahvistama oikeusvaikutteinen Lokka-Koitelainen-Kevitsa osayleiskaava. Kaava on saanut lainvoiman 9.10.2001. Kaavassa on osoitettu hankealueen pohjoisosaan luonnonsuojelualuetta (SL), maatalousaluetta (MT) sekä maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta (MU-1). Lisäksi alueelle sijoittuu yksi Kitisen rantaan osoitettu loma-asumiseen (RA) tarkoitettu rakennuspaikka.

Hankealueen eteläpuolella ja pieneltä osin hankealueen eteläosassa on voimassa Sodankylän kunnan Kirkonkylän-Askan osayleiskaava, joka on hyväksytty kunnanvaltuustossa 28.8.2014 ja saanut lainvoiman 24.5.2016. Kirkonkylän osayleiskaavaan kuuluva alue on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaisena alueena (M), jolla kulkee sähkölinja ja moottorikelkkareitti.

Hankealueen länsipuolella sijaitsevalla Sattasen kylän alueella on vuodelta 1994 yleiskaava, joka on osittain kumoutunut Kelujärvi-Rajalan yleiskaavalla.

Sakatin kaivoksen osayleiskaava

Kunnanhallitus päätti käynnistää kaivoksen yleiskaavoituksen 29.1.2019. Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava merkitsee Kelujärvi-Rajala osayleiskaavan, Sodankylän kirkonkylän osayleiskaavan sekä Lokka-Koitelainen-Kevitsa osayleiskaavan osittaista muutosta. Osayleiskaava-alueen koko on noin 49 km² ja se käsittää YVA-menettelyssä tarkasteltavan hankealueen lukuun ottamatta 110 kV voimajohtoa Myllyojalta Vajukoskelle. Sakatin kaivoksen osayleiskaava on kuulutettu vireille sekä osallistumis- ja arviointisuunnitelma asetettu nähtäville 29.5.2019 alkaen (Sodankylä 2020, Kuva 9-6).



Kuva 9-6 Hankealueen yleiskaavayhdistelmä ja Sakatin kaivoshankkeen edellyttämän kaavamuutoksen osayleiskaava-alueen rajaus mustalla sekä hankkeeseen liittyvien liikennejärjestelyiden edellyttämä Kirkonkylän osayleiskaavan muutoksen alue sinisellä. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2019d)

Sakatin kaivoksen osayleiskaavassa muutetaan rantarakentamista suoraan ohjaavaa yleiskaavaa, jossa on useita rantarakennuspaikkoja. Yleiskaavan rakennuspaikkoja (RA, AM, RK) on maakuntakaavaluonnoksessa osoitetulla kaivosalueella tai Jäämerenradan linjauksen kohdalla. Rantarakennuspaikkoja saatetaan joutua siirtämään. Jos maankäytön ratkaisu näyttää sille, että rantarakennuspaikkoja joudutaan poistamaan, on nämä korvattava maanomistajille. Suunnittelualueen virkistys- ja moottorikelkkareittien toimivuus pyritään turvaamaan.

Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava laaditaan maanpäällisenä yleiskaavana, jossa määritellään mahdollisuuksia maanalaiselle alueidenkäytölle.

Osayleiskaavan valmisteluvaiheen kuuleminen toteutetaan samanaikaisesti hankkeen YVA-selostuksen nähtävillä olon kanssa. Hankesuunnittelu ja vaikutusten arvioinnin edettyä osayleiskaavaehdotus laaditaan valitun vaihtoehdon alueelle. Osayleiskaavaehdotus tehdään sen jälkeen, kun yhteysviranomainen on antanut perustellun päätelmän kaivoshankkeen YVA-selostuksesta ja Sakatin vaihemaakuntakaavan valmisteluvaihe on toteutettu.

Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava voidaan hyväksyä Sodankylän valtuustossa sen jälkeen, kun Sakatin vaihemaakuntakaava on hyväksytty ja se on tullut voimaan.

Sodankylän kirkonkylän osayleiskaavan muutos

Sodankylän kunta on päättänyt (KH 29.1.2019) käynnistää Kirkonkylän osayleiskaavan muutoksen. Kaava on kuulutettu vireille 17.8.2020. Sen keskeinen tavoite on varata alue vt 5:n uudelle linjalle. Lapin ELY-keskus on käynnistänyt tähän liittyen vt 5:n uuden linjan ja kaivoksen yhdysteiden aluevaraussuunnitelmien laatimisen.

9.2.6 Asemakaavat

Hankealueelle ei ole laadittu asemakaavoja. Lähimmät asemakaavoitetut alueet sijoittuvat suunnittelualueen eteläpuolelle noin kilometrin etäisyydelle.

Asemakaava tulee laatia rakentamisalueille, joilla on tarvetta yksityiskohtaisempaan suunnitteluun. Asemakaavan laatimisen tarpeeseen vaikuttaa erityisesti kaivostoiminnan edellyttämien teollisuusrakennusten ohjaustarve. Kunta tekee erillisen päätöksen asemakaavoituksesta myöhemmin.

Maanalaiselle asemakaavalle ei ole vielä nähty tarvetta. Maanalainen asemakaava voi tulla kyseeseen, kun rakennuslupia vaativia tiloja sijoitetaan maan alle. Maanalaisen asemakaavan tarve selviää tarkemman suunnittelun yhteydessä.

9.2.7 Kaivosyhtiön maanhankinnan periaatteet

Kaivoshankkeen toteutuminen edellyttää, että kaivosyhtiöllä on hallintaoikeus kaivoksen toimintaan liittyvillä maa-alueilla. Yhtiön ensisijaisena maanhankintakeinona ovat vapaaehtoiset kaupat ja maanomistajien kanssa tehtävät sopimukset. Kaivoslain mukainen lunastusluvan hakeminen on kaivosyhtiön viimekätinen maanhankintakeino, mikäli maanomistajien kanssa käytävät neuvottelut eivät johda kauppoihin tai muihin sopimuksiin, joilla voidaan turvata alueen käyttömahdollisuudet kaivostoiminnalle.

Kaivosalueen rakennuspaikkojen vaihtoehtona on siirtää tai ostaa rakennuspaikat. Siirrettävien rakennuspaikkojen osalta rakennusoikeuksien korvaaminen tulisi osoittaa toisaalle kaavassa, joten rakennuspaikkojen siirtoon ja siihen liittyvät vaikutukset tutkitaan tarkemmin Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaavan yhteydessä.

9.2.8 Vaikutuskohteiden herkkyys

Maankäytön muutoksille herkimpiä kohteita ovat alueella tapahtuva virkistyskäyttö ja luonnonsuojeluun tarkoitetut alueet, joihin kohdistuvia vaikutuksia on käsitelty muualla. Myös yksittäiset rakennuspaikat hankealueella ovat muutoksille herkkiä ja niiden osalta tulee selvittää rakennuspaikan siirtojen ja ostamisen mahdollisuus. Seudun aluerakenne ja kunnan yhdyskuntarakenne ovat jatkuvassa muutoksessa, ja hankkeen niihin kohdistuva muutos syntyy useiden erillisten päätösten seurauksena, mihin vaikuttaa myös hankealueen ulkopuolella olevien kaavojen toteutuminen.

Oikeudellisen ohjauksen näkökulmasta aluerakenne sisältyy maakuntaohjelmaan, mikä merkitsee kohtalaista herkkyyttä muutokselle. Toisaalta aluerakenne muuttuu hitaasti eikä yksittäisillä päätöksillä ole siihen suuria vaikutuksia, jolloin aluerakenteen muutosherkkyyden voi sanoa olevan vähäinen. Aluerakenteella kuitenkin on yhteiskunnallisesti tärkeä merkitys, joten kokonaisuutena arvioiden aluerakenteen herkkyys muutoksille on kohtalainen.

Yhdyskuntarakennetta ohjataan yleiskaavoituksella, joten oikeudellisen ohjauksen näkökulmasta muutosherkkyys on kohtalainen. Yhdyskuntarakenne muuttuu hitaasti eikä yksittäisillä päätöksillä ole siihen suuria vaikutuksia, joten sikäli muutosherkkyys on vähäinen. Toisaalta yhdyskuntarakenteella on kuitenkin yhteiskunnallisesti tärkeä merkitys, joten kokonaisuutena arvioiden yhdyskuntarakenteen herkkyys muutoksille on kohtalainen.

Hankealueen lähiympäristön maankäyttö määritellään kaavoituksella, joten oikeudellisen ohjaksen näkökulmasta myös lähiympäristön muutosherkkyys on kohtalainen. Hankealueen lähiympäristön maankäytössä voi tapahtua yksittäisiä muutoksia, mutta kokonaisuutena maankäytön muuttuminen on hidasta, mikä tekee sen muutosherkkyydestä kohtalaisen tai jopa vähäisen. Hankealueen lähiympäristön maankäytön yhteiskunnallinen merkittävyys riippuu yksittäisten kohteiden merkityksestä. Sakatin hankealueen läheisyyteen sijoittuu jonkin verran asutusta ja työpaikkoja sekä palveluita. Hankealueella ei sijaitse yhteiskunnan kannalta erityisen kriittisiä toimintoja, ja Sodankylän kuntakeskus sijaitsee useiden kilometrien etäisyydellä hankealueesta, mistä johtuen muutosherkkyyden voidaan todeta olevan vähäinen. Kokonaisuutena hankkeen lähiympäristön maankäytön herkkyyden voidaan arvioida olevan korkeintaan kohtalainen.

Hankealueen maankäyttö määritellään kaavoituksella, joten oikeudellisen ohjauksen näkökulmasta muutosherkkyys on kohtalainen. Hankealueen maankäyttö poikkeaa nykyisellään hankkeessa suunnitellusta käytöstä, ja hankkeen rakentamisaikataulun perusteella muutokset tapahtuvat hankealueella kahdessa vuodessa, joten sikäli muutosalttius voisi olla suurikin, mutta toisaalta muutokset eivät koske koko aluetta, jolloin muutosalttiuden voidaan arvioida olevan kohtalainen. Hankealueella ei myöskään sijaitse yhteiskunnan kannalta erityisen kriittisiä toimintoja, joten sen yhteiskunnallinen merkitys on vähäinen. Kokonaisuutena hankealueen maankäytön herkkyyden voidaan sanoa olevan kohtalainen.

9.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

Ajallisesti maankäytön suunnitteluun kohdistuvat vaikutukset syntyvät erityisesti ennen hankkeen rakentamisvaihetta, sillä rakentamiseen liittyvät luvat edellyttävät hankkeen osalta ajantasaisia kaavoja.

Välillisiä vaikutuksia hankkeesta aiheutuu hankealueen ulkopuolella, sillä hankkeen toteuttaminen edellyttää parannustoimenpiteitä muun muassa liikenne- ja sähköverkolle. Hankkeesta aiheutuvien liikenneverkkoon kohdistuvien muutosten takia joudutaan laatimaan hankealueen eteläpuolella

Sodankylän Kirkonkylän osayleiskaavan muutos sekä hankealueella Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava, joissa osoitetaan muuan muassa vt 5:n uusi linjaus sekä tutkitaan kaivoksen eteläisen ja pohjoisen yhdystien osoittamista ja suhdetta maankäyttöön. Kaikissa vaihtoehdoissa hankealueella sijaitsevien rakennuspaikkojen sijaintia ja tarpeita niiden siirtämiseen tulee selvittää kaavoituksen yhteydessä jo ennen kuin kaivosta aletaan rakentamaan.

9.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Hankkeen merkittävimmät muutokset maankäyttöön sijoittuvat rakentamisvaiheeseen, jolloin rakentamisesta aiheutuu välillisiä vaikutuksia myös hankealueen ulkopuolelle muun muassa teiden ja voimajohdon rakentamisen myötä.

Kaivoksen maanpäälliset tehdasalueen toiminnot ovat merkittävin kaivosalueeseen liittyvä rakennettu ympäristö, joiden rakentaminen edellyttää kaavalla määriteltävää rakennusoikeuden määrää. Alueelle tulee rakenteita sekä rakennuksia, joiden sijoittelu ratkeaa tarkemman suunnittelun yhteydessä. YVA-menettelyssä tutkittavissa vaihtoehdoissa tehdasrakennusten sijoittelu vaihtelee jonkin verran, mutta pääasiassa rakentamisesta aiheutuvat maankäytön muutokset sijoittuvat samalle alueelle eikä päävaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE3 välillä ole merkittävän suuria eroja. Kaikissa vaihtoehdoissa hankealueen maankäyttöön kohdistuu muutoksia, kun rakentamiseen sekä läjitykseen ja muihin kaivostoiminnan käyttöön osoitettavat osat hankealueesta poistuvat maa- ja metsätalouskäytöstä ja muuttuvat kaivosteollisuuden alueiksi ja rakennetuksi ympäristöksi.

Liikenteestä aiheutuvien haitallisten vaikutusten lieventämiseksi on tarpeen tehdä muutoksia liikenneväylien sijoittumiseen, joita ratkotaan osayleiskaavassa. Tyypillisesti tienrakentaminen lisää sen varrelle kohdistuvia maankäytön paineita erityisesti paikoissa, joiden saavutettavuus paranee uuden tien rakentamisen seurauksena. Hankealueen eteläpuolelle on Pohjois-Lapin maakuntakaavaehdotuksessa 2040 osoitettu työpaikka-alue (Kuva 9-4). Hanketta varten parannettavat liikenneyhteydet voivat parantaa myös hankealueen läheisyyteen sijoittuvien työpaikka-alueiden saavutettavuutta.

Hankealueen pohjoisosassa, Viiankiaavalla, jossa kaivostoiminta tapahtuu maan alla, alueen maa- ja metsätalouskäyttömahdollisuuksille tai luonnonsuojelualueen nykyiselle virkistyskäytölle ei aiheudu merkittäviä muutoksia missään vaihtoehdossa.

Hankealueen pohjoisosassa vaihtoehdossa VE1 Kitisen ja Viiankiaavan välinen alue kuuluu kaivosalueeseen, mutta säilyy maan pinnalla pääosin rakentamattomana. Hankealueen pohjoisosassa vaihtoehdoissa VE2 ja VE3 Kitisen ja Viiankiaavan väliselle kaivosalueelle rakennetaan maanpäälle malmin hihnakuljetin, huoltotie, 20 kV voimajohto, maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti, tuuletukseen ja ilmanvaihtoon liittyvät rakenteet sekä vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a myös nostotorni. Tämä aiheuttaa kyseisissä vaihtoehdoissa pohjoisosassa enemmän rajoituksia maankäytölle, kun kaivostoimintaan liittyviä alueita joudutaan aitaamaan. Kitisen rannalle Kelujärvi-Rajalan osayleiskaavassa osoitettuja loma-asumiseen tarkoitettuja rakennuspaikkoja voidaan joutua siirtämään tai korvaamaan.

9.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaisena vaikutuksena hankkeesta aiheutuu rajoituksia muulle maankäytölle, kuten alueen virkistyskäytölle ja metsätalouden harjoittamiselle. Näiden toimintojen sijoittuminen ja mahdollisuudet osoittaa niitä hankealueelle tutkitaan yleiskaavoituksen yhteydessä ja annetaan tarvittaessa määräyksiä, joilla voidaan joko sallia tai rajoittaa kaivostoiminnalle rinnakkaisia toimintoja. Esimerkiksi voimassa olevassa osayleiskaavassa osoitettu moottorikelkkaura tulee

yleiskaavamuutoksen yhteydessä linjata uudelleen Kuusivaaran kaivosteollisuusalueen kohdalla, jotta sen käyttö voi jatkua. Ramboll Finland Oy:n (2019d) laatiman selvityksen mukaan kaivoksen toiminnan aikaiset vaikutukset kohdistuvat etenkin asuntojen kysyntään eli välillisenä vaikutuksena voi siis olla asuntotuotannon lisääntyminen Sodankylässä, toisaalta myös muualta tuleva työvoima voi tarkoittaa pendelöinnin lisääntymistä ja jopa Sodankylän työssäkäyntialueen laajentumista.

Maankäytön näkökulmasta merkittävimmät toiminnan aikaisiin vaikutuksiin liittyvät erot vaihtoehtojen välillä liittyvät yhdystievaihtoehtoihin (Kuva 4-2). Mikäli vt 5 linjataan uuteen maastokäytävään Kaanaanmaan itäpuolitse Kitisen yli vt 4:lle Varuskunnantien liittymän kohdalle, eteläinen yhdystievaihtoehto (alavaihtoehdot a) ohjaisi kaivoksen liikenteen Kitisen itäpuoleisille alueille ennen kuin ne liittyvät vt 5:een. Vastaavasti pohjoinen yhdystievaihtoehto (alavaihtoehdot b) ohjaisi kaivoksen liikenteen siten, että kaivosliikenne voisi liittyä vt 4:lle Kuusivaaran pohjoispuolella.

Kaivoksen tuotantovaiheen rikastekuljetusten päävaihtoehtoina on, että jatkojalostettavaksi menevien nikkeli- ja kuparirikasteiden maantienkuljetukset suuntautuvat joko kokonaan vt 4:ää pitkin Kemiin tai Ouluun tai vaihtoehtoisesti puolet niistä vietäisiin Kemijärvelle vt 5:ttä pitkin. Tällöin molemmista kuljetusreittivaihtoehdoista aiheutuisi lisää liikennettä Sodankylän keskustaajaman läpi. Mikäli kuljetukset tehtäisiin kokonaisuudessaan vt 5:n uutta linjausta pitkin Kemijärvelle, liikenne lisääntyisi Sodankylän keskustaajaman pohjoispuolella. Vt 5:n uuden linjauksen suunnittelussa kuitenkin varaudutaan liikenteen asutukselle aiheuttamaan häiriöön riittävillä suoja-alueilla ja tarvittaessa meluntorjuntatoimenpiteillä.

Yhdystievaihtoehdoista eteläinen (alavaihtoehdot a) ylittää Kelujoen Kelukosken voimalaitoksen itäpuolella. Joen ylitys edellyttää uuden sillan rakentamista. Silta sijoittuu alueelle, jossa on Kuusivaara-Rajala osayleiskaavassa osoitettu yhteensä 9 lomarakennuspaikkaa joen molemmin puolin. Sillan toteuttaminen pienentää joen eteläpuolella sijaitsevaa loma-asumisaluetta hiukan ja voi rajoittaa yhden lomarakennuspaikan toteuttamista. Rakennuspaikkojen mahdollista siirtämistä tutkitaan Sakatin osayleiskaavassa.

Kaivoksen eteläinen yhdystievaihtoehto (alavaihtoehdot a) tukee vireillä olevan maakuntakaavan mukaisten uusien työpaikka-alueiden (TP) toteuttamista Kitisen itäpuolelle. Kaavan suunnittelualue ulottuu tässä yhdystievaihtoehdossa laajemmalle alueelle, koska eteläinen yhdystie ja siihen liittyvä maankäyttö on tarpeen ratkaista. Ratkaisulla on myönteinen vaikutus yhdyskuntarakenteeseen. Uuden työpaikka-alueen sijoittuminen taajamarakenteen ja kaivosalueen väliin tukee taajaman kehittämistä. Ratkaisu toteuttaa Sodankylän kunnan esittämiä tavoitteita Pohjois-Lapin maakuntakaavalle 2040. Kunnan tavoitteena on taajamatoimintojen alueen laajentaminen Kelukoskentien suuntaan Kaanaanmaan pohjoisosassa ja kaivoksiin liittyvien teollisuusalue-varauksien osoittaminen Kuusivaarantien varteen.

Yhdystievaihtoehdoista pohjoinen (alavaihtoehdot b) ylittää Kitisenjoen kohdalla, jonka tuntumassa Kelujärvi-Rajala osayleiskaavassa on osoitettu kaksi asuinrakennuspaikkaa (A-3) ja yksi kaavan mukainen rakennettu lomarakennuspaikka (RA) sekä vt 4:n luoteispuolella yksi kaavan mukainen asuinrakennuspaikka (A). Yhdystievaihtoehdon rinnalle sijoittuisi kaivoksen voimalinja.

Kaivoksen pohjoinen yhdystievaihtoehto ei tue vireillä olevan maakuntakaavan mukaisten uusien työpaikka-alueiden (TP) toteuttamista Kitisen itäpuolelle, vaan uudet teollisuus- ja työpaikka-alueet sijoittuvat kauemmaksi kaivosalueesta, jolloin toisiaan hyödyntävät toiminnot sijoittuvat epäedullisesti, hajautetusti yhdyskuntarakenteeseen. Jos pohjoinen yhdystievaihtoehto valitaan, kaivoksen tieyhteyden takia ei olisi tarpeellista muuttaa Kirkonkylän osayleiskaava.

9.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset

Kaivoksen sulkemisvaiheessa kunnalle avautuu mahdollisuus uuden maankäyttötarkoituksen osoittamisesta alueelle, mutta tässä vaiheessa on käytännössä mahdotonta arvioida, mitä tarpeita kunnalla tulevaisuudessa on maankäytön suhteen.

9.3.4 Vaikutusten merkittävyys

Seudun aluerakenne

Muutos on myönteinen ja havaittavissa, mutta se ei yksinään vaikututa merkittävästi aluerakenteeseen. Kaikkien vaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE3 vaikutukset ovat aluerakenteen näkökulmasta samankaltaisia paitsi toteuttamatta jättämisen VE0, jonka vaikutuksesta aluerakenteeseen ei tulisi hankkeesta aiheutuvia muutoksia. Pieniä eroja aluerakenteeseen tulee yhdystievaihtoehdoista, sillä eteläinen yhdystie (VE1a, VE2a ja VE3a) tukisi maakuntakaavan mukaista uutta työpaikka-aluetta hankealueen eteläpuolella Kitisen itäpuolelle. Kaikki vaihtoehdot kuitenkin tukevat Sodankylän asemaa aluekeskuksena, sillä kaivoshankkeella itsellään on merkittäviä työllisyysvaikutuksia. Hankkeen toteuttaminen edellyttää valtateiden ja yhdysteiden linjauksien osalta tehtäviä ratkaisuja, mutta mitään yhteiskunnan kannalta kriittisiä toimintoja ei jouduta siirtämään pois hankkeen tieltä. Kokonaisuutena arvioidaan, että kummankin yhdystien linjauksen myötä hankkeella olisi keskisuuri myönteinen vaikutus aluerakenteeseen. (Taulukko 9-3)

Taulukko 9-3 Seudun aluerakenteeseen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri vaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen ---	Kohtalainen kielteinen --	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen ++	Suuri myönteinen +++

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys				VE0		VE1a, VE1b VE2a, VE2b VE3a, VE3b	
Suuri herkkyys							

Alueen yhdyskuntarakenne

Muutos on havaittavissa, mutta, koska kyse on yksittäisestä hankkeesta, se ei yksinään vaikuta erittäin merkittävästi yhdyskuntarakenteeseen, mistä johtuen kyse ei ole suuresta muutoksesta. Kaikkien vaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE3 vaikutukset ovat yhdyskuntarakenteen näkökulmasta samankaltaisia paitsi toteuttamatta jättämisen VE0, jonka vaikutuksesta yhdyskuntarakenteeseen ei tulisi hankkeesta aiheutuvia muutoksia. Yhdystie- ja valtatien linjauksista aiheutuu kuitenkin vaihtoehtojen välille yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvia eroja. Alavaihtoehtojen a (VE1a, VE2a ja

VE3a), joissa on eteläinen yhdystie, on arvioitu Ramboll Finland Oy:n (2019d) selvityksessä vaikuttavan myönteisesti yhdyskuntarakenteeseen, kun uusi työpaikka-alue sijoittuisi taajamarakenteen ja kaivosalueen väliin ja tukisi Sodankylän esittämiä tavoitteita. Vastaavasti pohjoisen yhdystien sisältävien vaihtoehtojen (VE1b, VE2b ja VE3b) on arvioitu vaikuttavan vähemmän myönteisesti yhdyskuntarakenteeseen, kun toisiaan tukevia teollisuus- ja työpaikka-alueita jouduttaisiin sijoittamaan toisiinsa nähden epäedullisesti ja hajautetusti. (Taulukko 9-4)

Taulukko 9-4 Alueen yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri vaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys	Suuruus: Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys				VE0		VE1b, VE2b, VE3b	VE1a, VE2a, VE3a
Suuri herkkyys							

Hankealueen lähiympäristön maankäyttö

Hankealueen lähiympäristön nykyiseen maankäyttöön kohdistuvista vaikutuksista hankealueen sisäisillä toimintojen sijoittelulla ei ole keskenään huomattavia eroja. Merkittävät erot vaihtoehtojen välillä liittyvät tielinjausvaihtoehtoihin. Hankkeen toteuttamatta jättäminen ei aiheuta muutoksia lähiympäristön maankäyttöön. Kaivostoiminta lisää toteutuessaan kaikissa vaihtoehdoissa liikennettä alueella, mutta eteläisen yhdystien sisältävät vaihtoehdot (VE1a, VE2a ja VE3a) suuntaisivat kaivoksen liikenteen siten, että se ei aiheuta häiriötä keskustaajaman pohjoispuoleisille kyläalueille tai kuntakeskuksen pohjoisosan asutukselle. Eteläinen yhdystievaihtoehto ja siihen liittyvä sillan rakentaminen rajoittaa yhden lomarakennuspaikan toteuttamista. Pohjoisen yhdystien sisältävät vaihtoehdot (VE1b, VE2b ja VE3b) ohjaisi kaivoksen liikenteen siten, että se lisäisi liikennettä keskustaajaman pohjoispuoleisten kyläalueiden tuntumassa. Pohjoisen yhdystievaihtoehdon toteuttamisesta saattaisi aiheutua rajoituksia yhteensä neljään rakennuspaikkaan. Liikenteen lisääntyminen keskustaajaman alueella voisi myös vaikeuttaa kuntakeskuksen kehittämistä (Taulukko 9-5).

Taulukko 9-5 Hankealueen lähiympäristön maankäyttöön kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri vaihtoehdoissa.

	Vaikutuksen merkittävyys						
	Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys		VE1b, VE2b, VE3b	VE1a, VE2a, VE3a	VE0			
Suuri herkkyys							

Yksittäiset kohteet välittömällä vaikutusalueella

Hankealueella sijaitsee joitakin rakennuspaikkoja, joita ehkä joudutaan siirtämään tai ostamaan pois. Siirrettävien rakennuspaikkojen osalta rakennusoikeuksien korvaaminen tulisi osoittaa toisaalle kaavassa. Nämä tutkitaan hankealueelle laadittavassa Sakatin kaivoksen osayleiskaavan yhteydessä. Uusi osayleiskaava ei saa olla kohtuuton maanomistajille, minkä takia vaikutuksen ei arvioida olevan merkittävän haitallinen.

Vaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE3 välillä ei ole merkittäviä eroja maankäytön näkökulmasta, sillä kaikki vaihtoehdot saattavat edellyttää rakennuspaikkojen siirtämistä. Vaihtoehdon VE0 vaikutus poikkeaa muista vaihtoehdoista, koska se tarkoittaa, että maankäyttöön ei tule muutosta. (Taulukko 9-6)

Taulukko 9-6 Välittömällä vaikutusalueella sijaitseviin yksittäisiin kohteisiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys.

	Vaikutuksen merkittävyys						
	Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0			
Suuri herkkyys							

Hankkeen suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin

Toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen

Sakatin kaivoshankkeella arvioidaan olevan merkittäviä elinkeino- ja työllisyysvaikutuksia Suomessa ja erityisesti Lapissa. Hankkeen työllisyysvaikutukset (suorat ja välilliset) koko sen elinkaaren ajalta voivat aluetaloudellisen vaikutusarvioinnin mukaan olla yli 40 000 henkilötyövuotta. Kaivoshankkeen toteutuminen tukisi Sodankylän alueen elinvoimaa sekä asemaa Lapin aluekeskuksena.

Mikäli toteutuksessa päädytään toteuttamaan eteläinen yhdystie, voidaan sitä hyödyntää sijoittamalla Sodankylän uusi työpaikka-alue taajamarakenteen ja kaivosalueen väliin siten, että uudet työpaikka- ja teollisuusalueet pystytään sijoittamaan keskitetysti. Tieverkkoon tehtävien täydennysten voidaan katsoa luovan fyysisen infrastruktuurin näkökulmasta edellytyksiä Sodankylän alueen elinkeino- ja yritystoiminnan kehittämiselle.

Tehokas liikennejärjestelmä

Olemassa olevia liikenneyhteyksiä hyödynnetään hankkeen toteutuksessa mahdollisuuksien mukaan. Hankkeen toteuttaminen edellyttää uusia liikennejärjestelyjä ja tieyhteyksiä, jotka tukevat Sodankylän taajaman kehitystä.

Terveellinen ja turvallinen elinympäristö

Hankkeen suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota siihen, että mahdolliset ympäristö- ja terveyshaitat olisivat mahdollisimman vähäiset. YVA-menettely toimii päätöksenteon tukena, jotta voidaan huomioida eri vaihtoehdoista aiheutuvien mahdollisten haittojen ehkäiseminen. YVA-menettelyssä tutkitaan eri vaihtoehdoista aiheutuvia vaikutuksia ja arviointitiedon pohjalta tutkitaan myöhemmässä vaiheessa mm. kaavoituksen yhteydessä tarkemmin kaivostoimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen sijoittelua siten, että esimerkiksi onnettomuusriskejä voidaan minimoida. Kaivostoiminta tulee perustumaan ympäristölupaan, jossa annetaan tarkempia määräyksiä mm. ympäristö- ja terveyshaittojen ehkäisemiseksi.

Elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat

YVA-menettelyn yhteydessä on tehty kulttuuriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointi sekä laaja luontoarvoihin kohdistuvien vaikutusten arviointi, jossa kuvataan vaikutukset luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaisiin alueisiin, ekologisiin yhteyksiin sekä viheralueverkoston jatkuvuuteen. Hankkeen kulttuuriympäristöön kohdistuvat kielteiset vaikutukset on arvioitu kohtalaisiksi tai vähäisiksi ja niitä voidaan ehkäistä tarkemman suunnittelun yhteydessä (ks. luku 10). Viiankiaavan luontoarvojen vuoksi hanke on suunniteltu toteutettavaksi maanalaisena kaivoksena, jotta toiminta alueella vaikuttaisi mahdollisimman vähän suojeltuihin luontoarvoihin. Hankkeen suunnittelussa on pyritty löytämään toteutusvaihtoehtoja, jotka tukevat luonnonvarojen mahdollisimman kestävää hyödyntämistä. Tarkemmin luontoarvoihin kohdistuvat vaikutukset ja haitallisten vaikutusten vähentäminen on kuvattu luvuissa 18-23.

Uusiutumiskykyinen energiahuolto

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaan uusien voimajohtojen linjauksissa hyödynnetään ensisijaisesti olemassa olevia johtokäytäviä. Sakatin kaivoksen sähköverkkoon

liittämiseksi kaivoksen tehdasalueelta Vajukosken kytkinasemalle rakennettava 110 kV:n voimajohto on suunniteltu olemassa olevien voimajohtojen viereen lähes koko linjaukseltaan.

Hankeen suhde voimassa ja vireillä oleviin kaavoihin

Kaivostoiminnan tulee perustua maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen oikeusvaikutteiseen kaavaan taikka kaivostoiminnan vaikutukset huomioon ottaen asian tulee olla muutoin riittävästi selvitetty yhteistyössä kunnan, maakunnan liiton ja ELY-keskuksen kanssa (KaivosL 46.6 §).

Alueella ei ole asemakaavaa. Ennakkoneuvottelussa yhteysviranomainen on todennut, että maankäyttö- ja rakennuslain muutos mahdollistaa yleiskaavan käytön rakennusluvan perusteena alueella, jolla maankäytön ohjaustarve ei edellytä asemakaavan laatimista eli kaivosalueelle ei välttämättä tarvita asemakaavaa, jos yleiskaava ohjaa riittävästi rakentamista ja muuta maankäyttöä (MRL 44.1 §). Voimassa olevassa maakuntakaavassa ja yleiskaavassa ei ole kaivosaluetta, joten hankkeen toteuttaminen edellyttää molempien kaavojen muutosta.

Ympäristölupaa käsiteltäessä on katsottava, ettei toiminnan sijoittaminen vaikeuta alueen käyttämistä maakuntakaavassa tai yleiskaavassa varattuun tarkoitukseen (YSL 12 §). Maakuntakaavan ja yleiskaavan muuttaminen on tarpeen myös ympäristöluvan käsittelyn kannalta.

Kaivoshankkeen toteuttaminen vaatii kaavamuutokset sekä Kelujärvi-Rajala -osayleiskaavaan että maakuntakaavaan. Vireille tulevassa Sakatin vaihemaakuntakaavassa sekä Sakatin kaivosalueen osayleiskaavassa on tarkoitus luoda maankäytölliset edellytykset hankkeen toteuttamiselle. Maakuntakaava on tarkoitus hyväksyä siten, että se ohjaa yleiskaavan laatimista, ja yleiskaava on tarkoitus hyväksyä siten, että se mahdollistaa hankkeen toteutumisen. Alueelle laaditaan asemakaava siltä osin kuin rakentamisen ohjauksen tarve sitä edellyttää, jolloin Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava tulee ohjaamaan asemakaavoitusta.

Päävaihtoehtojen VE1, VE2 ja VE3 välillä ei ole merkittäviä eroja kaavoituksen muutostarpeiden näkökulmasta, sillä kaikki vaihtoehdot aiheuttavat kaavojen muutostarpeita. Kuitenkin, koska päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 maanpäällisiä toimintoja sijoitetaan hankealueen pohjoisosaan, voidaan joutua rakennuspaikkoja siirtämään enemmän kuin vaihtoehdossa VE1. Kaikissa vaihtoehdoissa voimassa olevassa osayleiskaavassa osoitetulle moottorikelkkauranyhteystarpeelle tulee osoittaa uusi sijainti. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 olemassa olevaa Kelukosken pato–Viiankijärvi -moottorikelkkareittiä tulisi siirtää siten, ettei se kulje kaivosta varten rakennettavien alueiden läpi. VE0 vaikutus poikkeaa muista vaihtoehdoista, koska se tarkoittaa, että maankäyttöön ei tule muutosta.

9.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Maankäyttöön kohdistuvien vaikutuksia arvioidaan tarkentuvan suunnittelun periaatteen mukaisesti hankkeen suunnitteluvaiheen aikana useissa eri prosesseissa, joista maankäyttöön kohdistuvien muutosten näkökulmasta tärkeimpiä ovat yleis- ja asemakaavoitus. Yleis- ja asemakaavaprosesseissa osallisten vaikuttamismahdollisuudet on turvattu maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa vuorovaikutusprosessissa. Lisäksi maanhankinnassa pyritään minimoimaan maanomistajiin kohdistuvia haitallisia vaikutuksia ensisijaisesti vapaaehtoisilla kaupoilla ja neuvottelukäytännöillä.

Toimintavaiheessa syntyy mahdollisesti häiriötä hankkeen kanssa ristiriitaisille maankäyttömuodoille. Näitä vaikutuksia tulee pyrkiä minimoimaan jo ennen toiminnan käynnistämistä osallistuvan suunnittelun keinoin sekä etsimällä ratkaisut mahdollisesti siirrettäville toiminnoille, joita ovat mahdollisesti voimassa olevassa yleiskaavassa esitetyt rakennuspaikat. Tällöin voidaan välttää maankäytön ristiriitatilanteet toiminnan aikana.

10 VAIKUTUKSET MAISEMAAN JA KULTTUURIYMPÄRISTÖÖN

10.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

10.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Maisemavaikutukset voivat kohdistua maisemarakenteeseen ja fyysiseen luonnonympäristöön sekä maisemakuvaan eli visuaaliseen maisemakokemukseen. *Kulttuuriympäristövaikutuksina* voidaan visuaalisten maisemavaikutusten ohella tunnistaa muun muassa seuraavia: välittömät, kulttuuriympäristöä muokkaavat fyysiset tai toiminnalliset toimenpiteet (ympäristön, toiminnallisten yhteyksien tai niiden kokemisen tuhoutuminen), välilliset muutokset kulttuuriympäristöön (kulkutapojen muutos, muuttuneet olosuhteet kulttuuriympäristön kehittämiselle, alkuperäisten toimintojen päättyminen) sekä vaikutukset alueen elämyksellisyyteen.

Kaivosalueen rakentaminen muuttaa maiseman muotoa, väriä sekä rakennetta. Rakentamisvaiheessa alueita raivataan puista ja pintamaasta. Infrastruktuuria, kuten rakennuksia ja rakenteita, sivukiven ja rikastushiekan sijoitusalueita sekä teitä ja voimajohtoja, rakennetaan alueelle. Nämä toimet aiheuttavat välittömiä ja näkyviä vaikutuksia maisemaan. Maisemaan ja sen kokemiseen vaikuttavia tekijöitä ovat myös alueen valaistus, savu sekä toimintojen aiheuttama pöly.

Toimintavaiheen aikana jotkut muutokset maisemassa sulautuvat osaksi ympäröivää luontoa istutettavan kasvillisuuden ansiosta. Kaivosinfrastruktuuri jää näkyväksi pitkäksi aikaa. Sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden koko kasvaa hiljalleen ja ne tulevat näkyvämmiksi maisemassa.

Viimeistään kaivoksen sulkemisvaiheessa suoritetaan maisemointi- ja jälkihoitotoimia kaivoksen sulkemissuunnitelman mukaisesti. Alueelta puretaan rakennukset, infra sekä varastoalueet ja -altaat. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan alueelle tulee jäämään ainoastaan matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalue, joka suljetaan ja maisemoidaan. Paluuta toimintaa edeltäneeseen maiseman tilaan ei tulla saavuttamaan, mutta maisemoinnin avulla etenkin kaukomaisemavaikutukset lievenevät huomattavasti.

Maisemavaikutukset ulottuvat kaikille niille alueille, joilla vaikutukset ovat näkyviä ja mahdollisella näkymisellä voi olla maisemakuvaa muuttavaa vaikutusta. Maisemavaikutusten arviointi ulottuu noin 15 km laajuiselle vyöhykkeelle kaivosalueelta. Suunniteltujen toimintojen näkyvyys ja ihmisten kyky erottaa kaivostoimintoihin liittyvät alueet luonnollisesta taustasta vähenevät merkittävästi välimatkan kasvaessa. Näkyvyys on riippuvainen vallitsevista sääolosuhteista, lumipeitteestä sekä metsästä. Lähietäisyydellä kasvillisuus ja pinnanmuodot voivat peittää näkyvyyden jopa alle sadan metrin päässä toiminnoista.

10.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vaikutukset maisemaan ja maisemakuvaan on arvioitu asiantuntija-arviona. Kaivoksen maisemavaikutuksia ja merkittävyyttä on tarkasteltu näkökulmista: miten ja kuinka paljon se muuttaa alueiden nykyistä luonnetta ja missä vaikutukset kohdistuvat maiseman, kulttuuriympäristön ja alueen käytön kannalta erityisen herkille alueille. Vaikutukset on arvioitu tilanteessa, jossa toiminta on ”laajimmillaan” eli näkyvät elementit on rakennettu ja mm. rikastushiekka-alue on lakikorkeudessaan.

Maisemavaikutusten arviointia varten hankealueesta ja sen lähiympäristöstä on laadittu maisemarakenteen ja maisemakuvan perusselvitys. Arviointimenetelminä on käytetty karttatarkasteluja, 3D-mallinnuksia, valokuvasovitteita ja maastokäyntejä. Kaivoshankkeen 110 kV

liityntävoimajohdon vaikutuksia on arvioitu erillisessä liityntävoimajohdon ympäristöselvityksessä. Voimajohdon ympäristövaikutuksia on käsitelty luvussa 0.

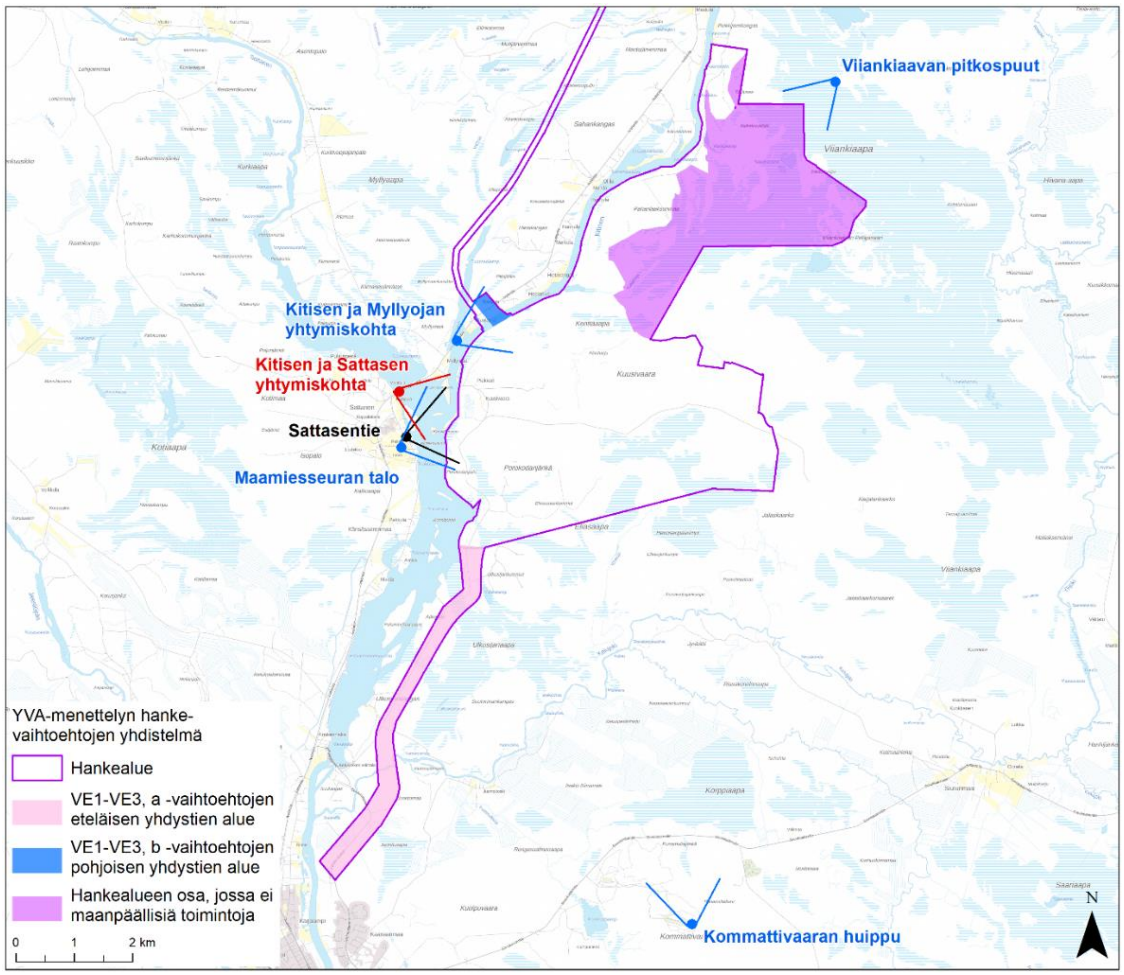
Valtakunnallisesti arvokkaiksi luokitellut maisema-alueet ja rakennetun kulttuuriympäristön kohteet on lueteltu Ympäristöministeriön ja Museoviraston verkkosivuilla olevissa kohdeluetteloissa (Museovirasto 2019a, 2019b). Maakunnallisesti arvokkaat maiseman ja kulttuuriympäristön alueet ilmenevät Pohjois-Lapin maakuntakaavasta ja sen liiteaineistosta. Paikallisia arvoalueita ja kohteita on osoitettu hankealueen ja sen ympäristön yleiskaavoissa. Hankkeeseen liittyen on tehty arkeologisia inventointeja useaan otteeseen ja ne on esitetty Nykytila -luvun (10.2.1) alla.

Virtuaalimalli

Rovjok on luonut interaktiivisen 3D-mallin hankealueesta ja tarkasteltavista vaihtoehdoista Maanmittauslaitoksen avoimen datan, AFRY Finland Oy:n ja AASM Oy:n toimittaman datan pohjalta.

Kuvasovitteet

Ramboll on laatinut kuvasovitteita, joiden valokuvat on otettu maisemaselvityksen maastokäyntien yhteydessä (Kuva 10-1). Kuvasovitteita varten alueesta on laadittu virtuaalimalli Maanmittauslaitoksen maastotietokannan, ortoilmakuvien ja korkeustietojen pohjalta (Novapoint Virtual Map).



Kuva 10-1 Havainnekuvien kuvauspaikat. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

10.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Maisemassa ajan mittaan tapahtuvat muutokset sekä esimerkiksi vuodenaikojen vaihtelusta aiheutuvat muutokset tekevät maisemavaikutusten arvioinnista haastavaa. Maiseman luonne ja näkymät saattavat muuttua nopeasti myös esimerkiksi metsien avohakkuiden myötä.

Maisemavaikutukset eivät ole mitattavissa olevia tai yksiselitteisiä. Suunniteltujen toimintojen aiheuttamien visuaalisten vaikutusten kokeminen on subjektiivista ja sen vuoksi muun muassa vaikutusten merkittävyyden ja vaikutustavan arvioiminen on haastavaa. Vaikutuksen kokemiseen vaikuttavat muun muassa henkilön suhde kyseiseen alueeseen, aiheeseen liittyvä tietämys ja mielenkiinto sekä henkilökohtaiset perusteet kyseisen alueen arvostamiseen.

Valokuviin sovitetut hankkeeseen suunnitellut toiminnot perustuvat paikkatietoaineistoihin. Toimintojen lopullinen muoto ja yksityiskohdat tai Kuusivaaran alueen puustoisuus eivät välttämättä ole täysin samanlaisia kuin kuvasovitteissa esitetty, mutta kuvasovitteet antavat tietoa ennen kaikkea vaikutuksen suuruusluokasta.

10.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutusten merkittävyyden arviointi muodostuu vastaanottavan kohteen herkkyyden (Taulukko 10-1) ja muutoksen suuruuden arvioinnista (Taulukko 10-2). Vaikutuksen merkittävyys tarkoittaa ympäristössä tapahtuvan muutoksen suuruutta, kun huomioidaan vaikutuskohteen herkkyys. Vaikutuksen merkittävyys saadaan ristiintaulukoimalla vaikutuskohteen herkkyys ja vaikutuksen suuruus

Taulukko 10-1 Maiseman ja kulttuuriympäristön osalta herkkyyden kriteerit.

Vähäinen	Alueella ei ole arvokkaaksi luokiteltuja tai koettuja maisema- tai kulttuuriympäristökohteita. Ympäristö, jossa on runsaasti teollista toimintaa, suuret liikennemäärät tai ennestään maisemavaurioita. Maisematyypin luonne on suurpiirteinen ja yhtenevä.
Kohtalainen	Alueella tai sen läheisyydessä on paikallisesti arvokas maisema- tai kulttuuriympäristökohde. Maisematyypin luonne on kumpuileva ja/tai maisematilat ja näkymät ovat rajautuvia, jolloin syntyy katvealueita. Vaikutusalueella on maisemallista arvoa paikallisille asukkaille.
Suuri	Alueella tai sen läheisyydessä on maakunnallisesti tai valtakunnallisesti arvokkaaksi luokiteltu maisema- tai kulttuuriympäristökohde. Maisematyypin luonne on pienipiirteinen, maisematiloiltaan vaihteleva mutta mahdollistaa pitkät näkymät. Vaikutusalueella on maisemallista arvoa luonto- ja/tai kulttuurimatkailulle.

Taulukko 10-2 Maiseman ja kulttuuriympäristön osalta muutoksen suuruuden kriteerit.

Suuri kielteinen	Muutos näkyy maisemassa laajalle alueelle ja/tai vaikuttaa oleellisella tavalla maiseman ja kulttuuriympäristön kannalta tärkeiden ominaispiirteiden säilymisen mahdollisuuksiin heikentävästi. Maiseman luonne muuttuu niin, että nykyinen myönteiseksi koettu käyttö estyy tai kokemus on negatiivinen.
Keskisuuri kielteinen	Muutos näkyy välitöntä lähiympäristöä laajemmin tai vaikuttaa maiseman/ kulttuuriympäristön kannalta tärkeiden ominaispiirteiden säilymisen mahdollisuuksiin jonkin verran heikentävästi. Maiseman luonne muuttuu osittain siten, että alueen käyttö ja kokemus alueesta muuttuvat kielteiseen suuntaan.
Pieni kielteinen	Muutos näkyy vain paikallisesti tai välittömään lähiympäristöön eikä vaikuta maiseman tai kulttuuriympäristön kannalta tärkeiden ominaispiirteiden säilymisen mahdollisuuksiin heikentävästi. Maiseman luonteeseen ei kohdistu mainittavia muutoksia. Vaikutus kohdistuu vähäiseen määrään ihmisiä.
Ei vaikutusta	Ei muutoksia maisemaan tai kulttuuriympäristöön
Pieni myönteinen	Hanke parantaa hieman vaikutusalueen maiseman/kulttuuriympäristön laatua ja tuo vähäisessä määrin lisää kiinnostavuutta maisemakuvaan.
Keskisuuri myönteinen	Hanke parantaa jonkin verran vaikutusalueen maiseman/kulttuuriympäristön laatua ja tuo jossain määrin lisää kiinnostavuutta maisemakuvaan.
Suuri myönteinen	Hanke parantaa huomattavasti vaikutusalueen maiseman/kulttuuriympäristön laatua ja tuo selvästi lisää kiinnostavuutta maisemakuvaan.

Maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuvien vaikutusten suuruutta on tässä vaikutusarviossa arvioitu vertaamalla muutosta nykytilaan ja arvioimalla muutoksen vaikutusta avautuviin tai sulkeutuviin näkymiin, maisemakuvaan, ympäristön tilalliseen hahmottumiseen, mittakaavaan sekä maiseman ja kulttuuriympäristön kannalta tärkeiden ominaispiirteiden säilymisen mahdollisuuksiin.

Maisemavaikutusten suuruuden määrittely perustuu kaivoshankkeen tietoihin, 3D-mallinnukseen ja valokuvasovitteisiin sekä maastokäynteihin ja karttatarkasteluihin.

10.2 Nykytila

10.2.1 Nykytilan kuvaus

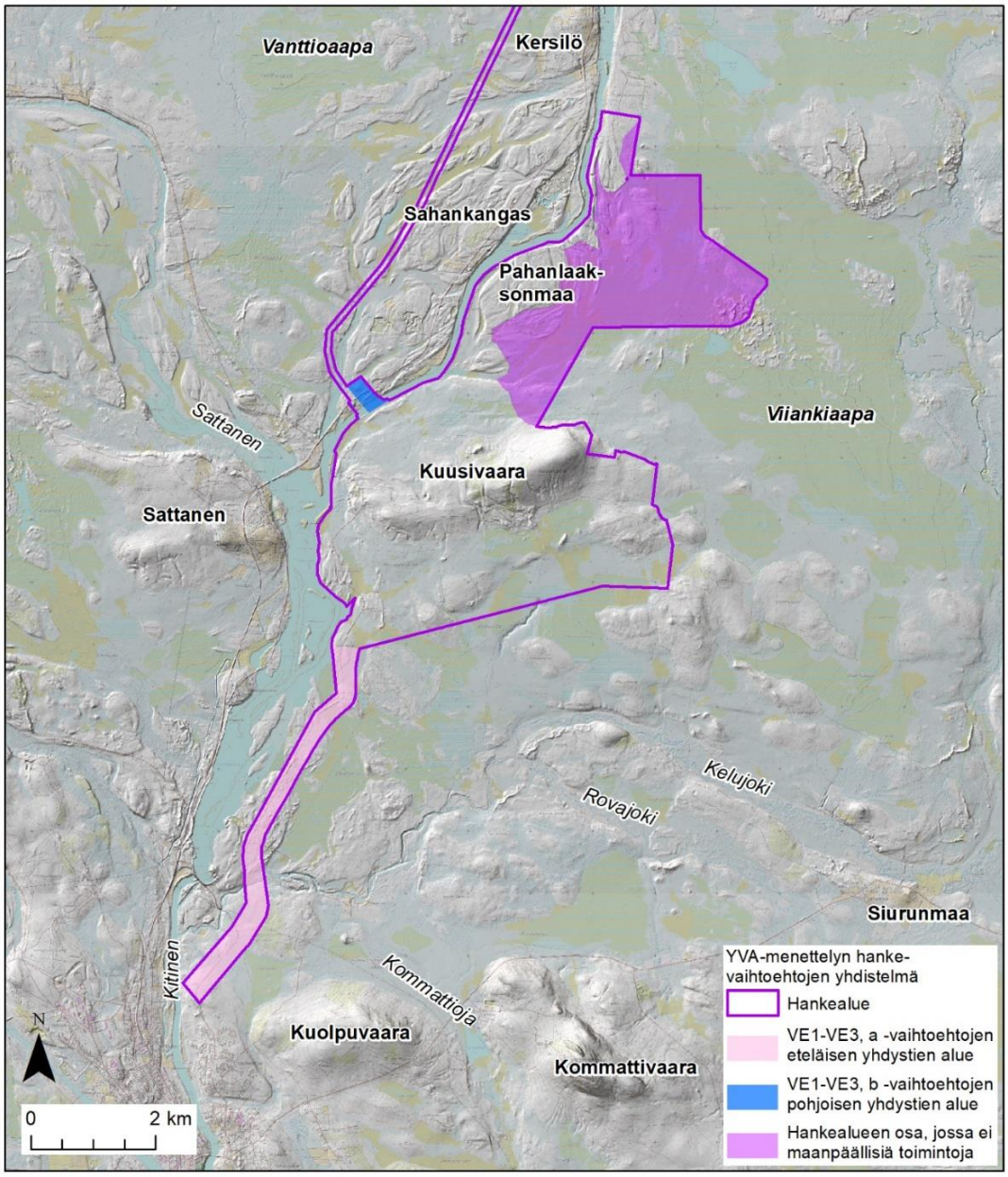
Sodankylän ympäristö sijoittuu maisemamaakuntajaossa Peräpohjola-Lapin maisemakuntaan ja edelleen Aapa-Lapin seutuun (Ympäristöministeriö 1992). Maisemamaakuntajakoa on edelleen tarkennettu valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden päivitys- ja täydennysinventoinneissa 2011-2013 (Muhonen & Savolainen 2013). Niiden mukaan hankealue sijoittuu Kitisen-Luiron jokialueelle, jota luonnehtivat tasaiset jokilaaksot, avosuot ja kuusivaltaiset korpimetsät. Merkittävimmät joet ovat Kitinen, jonka itäpuolelle hanke sijoittuu, ja sen sivujoki Luiro.

Muita Kitisen sivujokia ovat muun muassa Sattanen ja Jeesiöjoki sekä Kelujoki, joka sijoittuu hankealueen etelä- ja kaakkoispuolelle.

Tarkasteltava vaikutusalue kuuluu Sodankylään. Alue on maisemaltaan hyvin alavaa, soista ja tasaista mäntykangasta. Välittömästi hankealueen itäpuolella oleva Viiankiaapa (6 595 ha) on Sodankylän edustavimpia aapasoita (Kuva 10-2) kuuluen Natura 2000 -verkostoon ja Suomen soidensuojeluohjelmaan. Tarkasteltavaa aluetta halkoo pohjois-eteläsuunnassa virtaukseltaan voimakkaasti säännelty Kitinen, jonka läntiselle puolelle on keskittynyt kyläasutusta (mm. Kersilö, Sattanen, Petkula) sekä muutamia peltoaukeita. Kylät sijaitsevat Keski-Lapin alueelle tyypillisesti joen varressa löyhinä ryhminä tai nauhana metsän reunassa peltojen muodostamassa maisematilassa. Hankealueen läheisyydessä sijaitseva asutus on esitetty kuvassaKuva 24-5 (luku 24). Lännessä aluetta halkoo vt 4. Muilta osin alue on lähes asumatonta kairaa ja aapasuota, jota reunustavat matalat vaarat. Vaarat ovat moreenivaltaisia kallio-moreeniselänteitä. Selänteiden ulkopuolella maalaji on turvetta ja lajittuneita maalajeja, muun muassa soraa. Suhteellinen korkeusero jokilaakson ja ympäröivien vaarojen välillä on hieman yli 110 m.

Kuva 10-2 Viiankiaavan maisemaa Viiankiaavan Kersilön luontopolun lintutornilta. Kuusivaara sijoittuu kuvassa Sakattikummun metsäsaarekkeen taakse. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Hankealue ja sen ympäristö ovat pääosin peitteisiä ja maisematilaltaan sulkeutuneita. Avoimet näkymät keskittyvät puuttomille aapasoille, kyläalueiden niihin osiin, joilla on viljelyksiä ja vesialueille. Hankkeen ympäristössä noin 15 kilometrin säteellä olevat vaarat ovat pääosin lakialueitaan myöten metsäisiä. Hankealueen maanpäälliset toiminnot sijoittuvat Kitisen ja Viiankiaavan väliselle alueelle Kuusivaaran ympäristöön pääosin metsäiselle alueelle (Kuva 10-3). Osa Kuusivaaran eteläpuolisista toiminnoista sijoittuu puoliavoimelle ja paikoin avoimelle suoalueelle. Hanke sijoittuu seudulle, jonka suurmaisema on suurpiirteistä eikä näin ollen erityisen herkkää.



Kuva 10-3 Topografiaa ja maisemarakennetta hankealueen lähiympäristössä. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Lapissa asutus on harvaa, ja kylät sekä taajamat ovat keskittyneet vesireittien varrelle. Kitisen laaksoalueesta erottuu Sattasen kylän kohdalla joen molemmin puolin olevat vaarat, länsipuolella Isopalo ja itäpuolella Kuusivaara. Jokiranta on kuivaa. Rantoja ovat muokanneet voimalaitosrakentaminen ja siihen liittyvät rakenteet. Voimalaitosrakentamisen seurauksena Sattasen kylän pohjoispuolelle Kitisen reunamille on muodostunut kaksi lampea, Jerusaleminlampi ja Tuormuslampi. Muita maamerkkejä ovat joen ylittävät sillat, jotka näkyvät kauemmaksi ja joilta avautuu laajoja näkymiä. Sattasen kylä (Kuva 10-4) peltoaukeineen sijaitsee rinteessä, näkyen silloille ja vastarannalle. Kersilön kylä (Kuva 10-5) sijoittuu vajaat yhdeksän kilometriä Sattasesta koilliseen Kitisen länsirannalle.

Kuva 10-4 Sattasen kylä sijoittuu Kitisen ja Sattasjoen yhtymäkohtaan. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kuva 10-5 Kersilön kylä sijoittuu Kitisen länsirannalle. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Joen rantaa myötäilevä vt 4 on osittain patovallin takana, mikä estää näkymät joelle. Joen itäpuolella sijaitsee yksityisteitä. Kuusivaaran pohjoispuolella Kitinen virtaa Sahankankaan ja Viiankiaavan välillä (Kuva 10-6). Poikkeuskohtia vallitsevassa maisemassa ovat Hietakankaan soranottoalueet. Sahankankaalla ja Mantojärvenmaalla olevaa sorapohjaista aluetta on hyödynnetty maa-aineksenottoon ja näillä alueilla on maa-aineksenoton seurauksena laajoja sorakuoppia.

Kuva 10-6 Kitisen jokilaaksoa Viiankiaavan ja Sahankankaan välillä kuvattuna Sahankankaalta kohti lounasta. (Lähde: Ramboll Finland Oy 202d)

Pohjois-Lapin maakuntakaavan maisema- ja luontoselvityksessä maakuntakaavan alueelle on muodostettu uusia vyöhykkeitä, joille keskittyy yhtenäisiä maiseman ja kulttuuriympäristön ominais- ja erityispiirteitä. Hanke sijoittuu maisemaselvityksessä määritetyn ”Sodankylän eteläosan asutus- ja matkailumaisemien alueen” koillisosaan. Alueen teemoja ovat saamelainen ja suomalainen asutushistoria, uitto- ja savottahistoria, matkailu, metsätalous ja virkistys. Hanke sijoittuu myös matkailun akselille Luosto-Sodankylä-Saariselkä-Ivalo-Lemmenjoen kansallispuisto. Akselin teemoja ovat matkailu, yhteydet, saavutettavuus ja alueen imago. (Ramboll Finland Oy 2019a.)

Vuonna 2015 toteutetussa asukaskyselyssä (Pöyry Finland Oy 2015) Sakatin alueen tärkeimmiksi virkistyskäyttömuodoiksi arvioitiin ulkoiluharrastukset, kuten vaellus, retkeily tai hiihto. Alueella arvioitiin olevan myös maisemallista arvoa ja siellä käytiin tarkkailemassa luontoa sekä nauttimassa luonnon rauhasta. Luonnontuotteiden keräily (marjat ja sienet) joko omiin tarpeisiin tai myyntiin koettiin tärkeäksi. Muita merkittäviä virkistyskäyttömuotoja ovat metsästys, kalastus ja moottorikelkkailu (Pöyry Finland Oy 2018). Virkistyskohteita on esitetty kuvassaKuva 24-7 (luku 24).

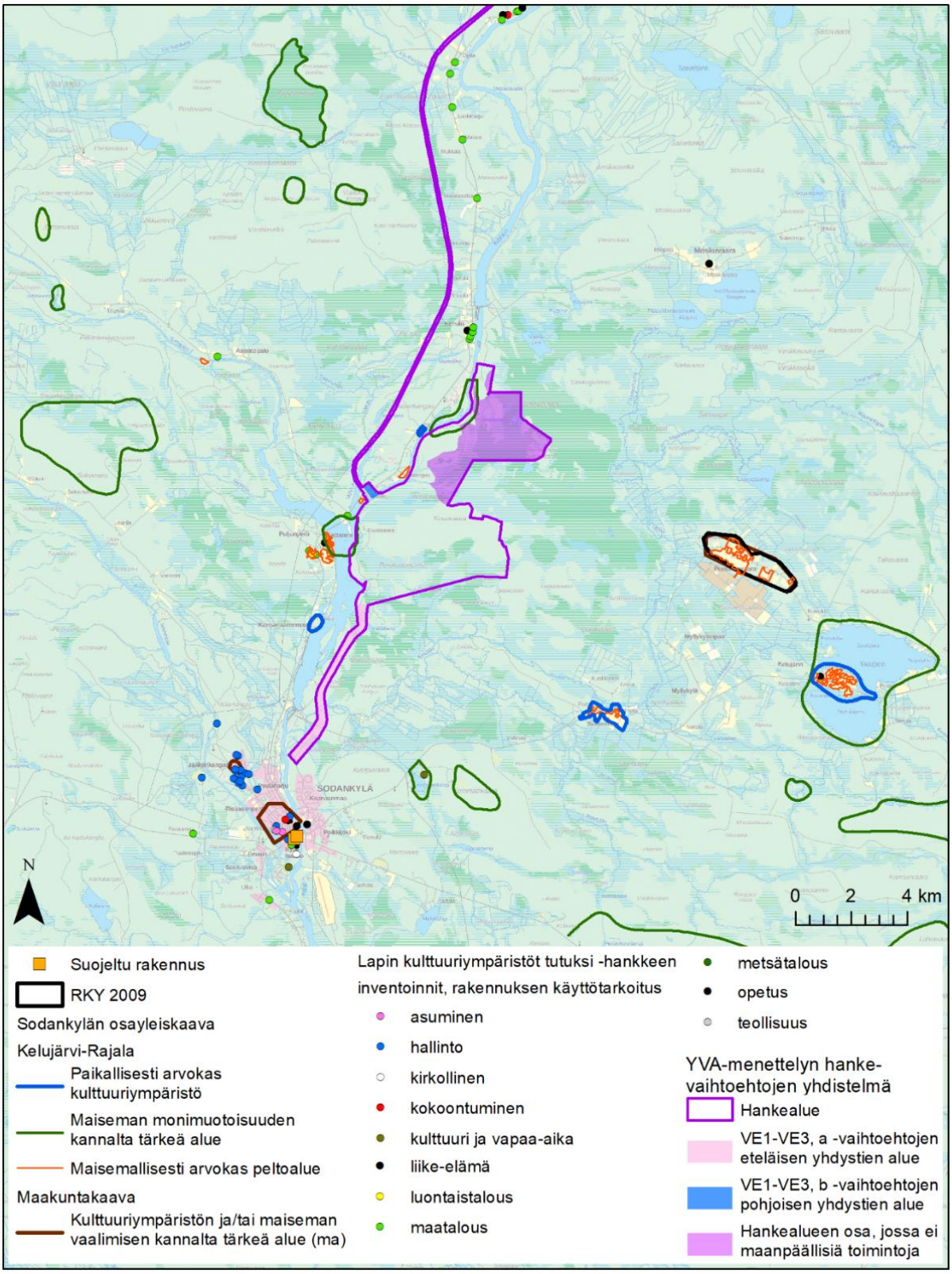
Hankealueen vaikutuspiiristä löytyvät seuraavat virkistysalueet/kohteet:

- Viiankiaapa on vähäisen käytön luontoretkeilykohde. Alueella on kaksi luontopolkua.
- Sodankylän kirkonkylällä on 2,5 km pituinen Pappilanniemen luontopolku.
- Hankealueen itäosan läpi kulkee Sodankylä-Saariselkä-moottorikelkkaura.
- Sodankylän kirkonkylällä on liikuntapaikkoja ja kirkonkylällä sekä varuskunta-alueella on useita hiihtolatuja.
- Kommattivaaralla on laskettelurinne, liikuntakeskus ja frisbeegolf-rata sekä Kommattivaaralla kiertelevät Kommatin hiihtoladut, jonne on latuyhteys Sodankylän kirkonkylältä.
- Pittiövaaralla on rotko, jota käytetään satunnaisesti virkistykseen. Alueella ei ole virallisia retkeilyreittejä tai -rakenteita.
- Vt 4, joka sijoittuu hankealueen länsipuolelle, on Rovaniemeltä ja edelleen Sodankylästä pohjoiseen suuntaavien matkailijoiden käytössä.

Arvokkaat maisema-alueet ja kulttuuriympäristöt

Valtakunnallisesti arvokkaat alueet

Hankealueen läheisyyteen ei sijoitu valtakunnallisesti arvokkaita rakennettuja kulttuuriympäristöjä eikä maisema-alueita. Kuva 10-7 on esitetty hankealueen ympäristöön sijoittuvat maiseman ja rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet ja inventoidut kohteet.



Kuva 10-7 Hankealueen ympäristöön sijoittuvat maiseman ja rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueet ja inventoidut kohteet. (Lähde: Ramboll 2020d)

Sodankylän taajaman **Sodankylän kirkkojen alue** ja **Sodankylän linja-autoasema** ovat valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä (Kuva 10-7). Kyseiset kirkot on suojeltu kirkkolailla.

Puolakkavaaran asutuskylä hankealueesta noin seitsemän kilometrin etäisyydellä idässä on valtakunnallisesti merkittävä rakennettu kulttuuriympäristö (RKY 2009). Puolakkavaara on myöhäisiä 1960-luvulla perustettuja asutuskyliä, jonka rakenne viivasuoran tien varressa sekä tyyppitaloihin perustuva rakennuskanta ovat hyvin säilyneitä. Rakennukset ovat yksikerroksisia ja ilmeeltään 1960-luvun arkkitehtuuri-ihanteita vastaavia.

Maakunnallisesti ja paikallisesti arvokkaat alueet ja kohteet

Voimassa olevassa Pohjois-Lapin maakuntakaavassa Sodankylän taajamaan on osoitettu kaksi kulttuuriympäristön ja/tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeää aluetta. Nämä ilmenevät kuvasta 10-7 ruskealla aluerajauksella.

Kelujärvi-Rajala osayleiskaavassa hankealueen ympäristössä on osoitettu valtakunnallisesti, maakunnallisesti ja paikallisesti arvokkaat kulttuuriympäristöt sekä maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeät alueet. Nämä ilmenevät kuvasta 10-7 omilla symboliväreillään.

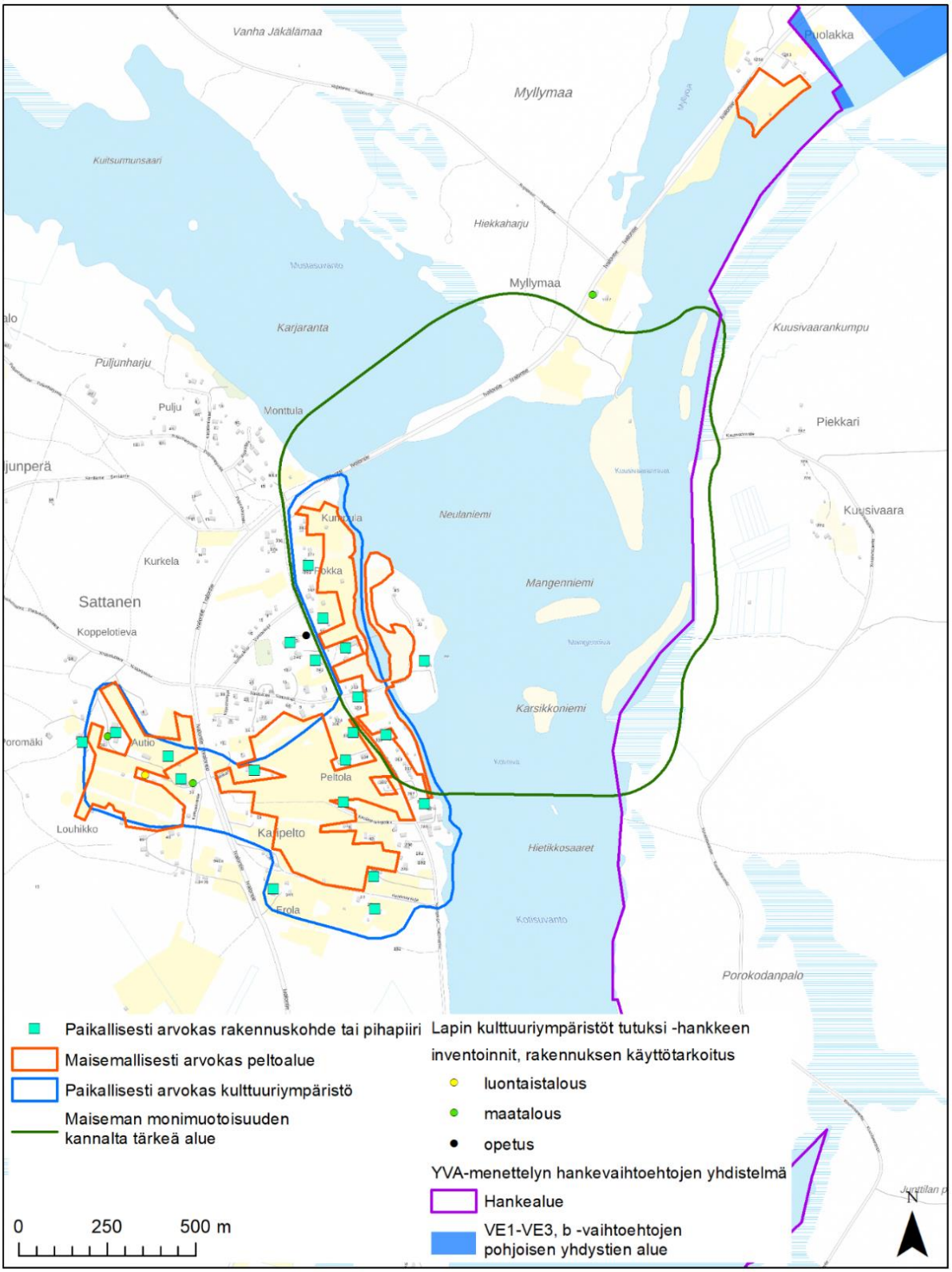
Hankealueen ympäristössä maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeitä alueita ovat Kitisen jokilaaksossa olevat kaksi aluetta (Sattasen edustalla ja Kersilön kylästä etelään joenmutkan alue) sekä Kommattivaara ja vaaran länsipuolelle sijoittuva Kommattilampi. Kommattilammen vanhaa rakennuskantaa edustavat länsirannalla olevat, 1920-luvulla valmistunut Mäkitalo ja 1950-luvulta peräisin oleva Kumpuniemi.

Etäämmällä maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeitä alueita sijoittuu Kelujärvelle, Sukuvaaran ja Vanttion Kotavaaran alueille.

Kitisen jokilaaksossa Nivala ja Mattilan alue joen länsirannalla ovat paikallisesti arvokkaita kulttuuriympäristöjä. Myös Siurunmaan alue hankealueesta noin seitsemän kilometriä kaakkoon on osoitettu paikallisesti arvokkaaksi kulttuuriympäristöksi.

Kelujärvi-Rajala -osayleiskaavassa on myös osoitettu maisemallisesti arvokkaita peltoalueita jokilaaksoon ja osoitetuille arvoalueille. Nämä ilmenevät kuvasta 10-7 oranssilla aluerajauksella. Kitisen jokilaaksossa on myös virkistyskäyttöön osoitettuja saaria, kuten Paikanmellankangas.

Hankealueen länsipuolella Kitisen länsirannalla Sattasen kylällä on voimassa Sattasen kyläalueen osayleiskaava. Kaavassa on osoitettu paikallisesti arvokkaat rakennuskohteet tai pihapiirit, maisemallisesti arvokas alue ja paikallisesti arvokkaat kulttuuriympäristöt sekä maisemallisesti arvokkaat peltoalueet (Kuva 10-8).



Kuva 10-8 Sattasen kyläalueen osayleiskaavassa osoitetut maisemaan ja rakennettuun kulttuuriympäristöön liittyvät merkinnät. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

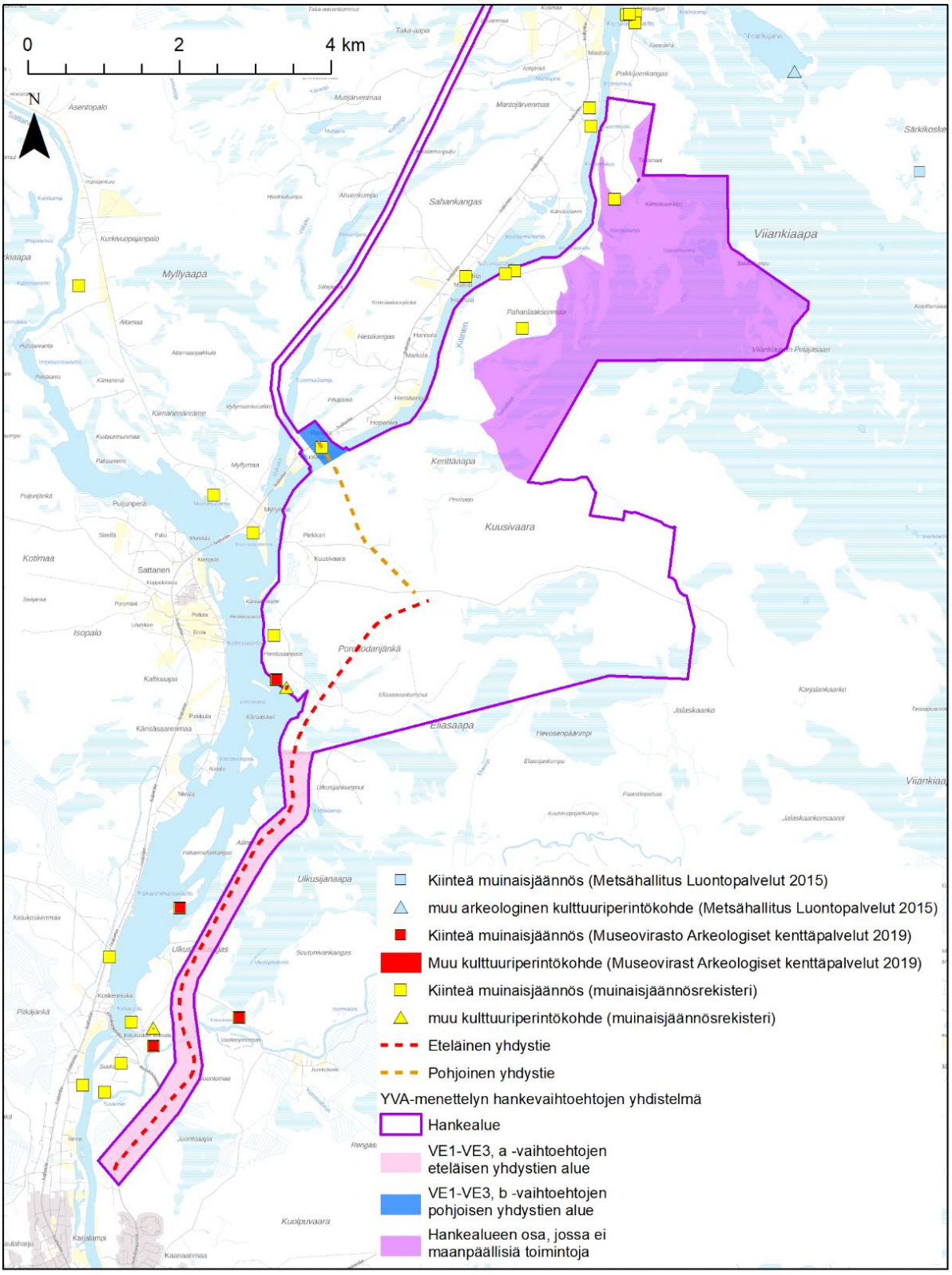
Lapin kulttuuriympäristöt tutuksi -hankkeessa inventoituja kohteita sijoittuu Sattasen jokivarteen Sattasen, Kersilön ja Petkulan kyliin sekä Sodankylän taajama-alueen ympäristöön (Kuva 10-7). Kohteet on inventoitu vuosien 2004 ja 2008 välillä, minkä vuoksi aineisto voi olla osin vanhentunutta.

Arkeologinen kulttuuriperintö

Hankealueen arkeologista kulttuuriperintöä on selvitetty useiden muinaisjäännösinventointien avulla. Alueelle on toteutettu seuraavat inventoinnit:

- Viiankiaavan kulttuuriperintöinventointi 2015. Metsähallitus, Luontopalvelut 2015
- Viiankiaavan ja ympäröivän alueen arkeologinen inventointi 2017. Museovirasto Arkeologiset kenttäpalvelut 2017
- Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava-alueet arkeologisen inventoinnin täydennys 2019. Museovirasto Arkeologiset kenttäpalvelut 2019
- Kuusivaara-Vajukoski voimajohtolinjan arkeologinen inventointi 2019. Mikroliitti Oy 2019

Muinaisjäännöksiä sijoittuu hankealueen länsiosaan Kitisen jokilaakson ympäristöön (Kuva 10-9).



Kuva 10-9 Hankealueelle ja sen läheisyyteen sijoittuvat kiinteät muinaisjäännökset laadittujen inventointien ja Museoviraston muinaisjäännösrekisterin perusteella. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

10.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys

Vaikutuskohteen herkkyystaso, toisin sanoen muutoksensietokyky maisemavaikutuksille ja kulttuuriympäristön säilymiselle, määräytyy alueen ominaispiirteiden, käyttötarkoituksen ja historian mukaan. Herkkyystasoon vaikuttavat myös ympäröivän rakennetun ympäristön laatu sekä sen ominaispiirteisiin aiemmin kohdistuneiden muutosvaikutusten määrä.

Hanke sijoittuu seudulle, jonka suurmaisema on suurpiirteistä. Maisema rakentuu elementeistä, jotka ovat maisemakuvaltaan selkeitä ja mittakaavaltaan laajoja metsä- ja suokokonaisuuksia. Valtaosaa seutua kuvaa peitteisyys ja maisematilojen sulkeutuneisuus. Suurmaisemasta poikkeavat esiin nousevat pienipiirteiset ja yksittäiset herkät kohteet, jotka on yksilöity ja niiden herkkyys määritetty seuraavassa:

- Hankkeen vaikutusalueen asuinympäristöjen herkkyys maisemamuutokselle määritellään lähiasutuksen osalta ***kohtalaiseksi***. Kyläalueilla on paikallisia arvoja, joista merkittävimmät sijoittuvat Sattasen kylälle.
- **Puolakkavaaran** herkkyys on määritelty ***suureksi*** johtuen sen valtakunnallisista kulttuuriympäristöarvoista.
- **Valtatietä 4** käyttävien matkailijoiden herkkyys maiseman muutoksille on arvioitu ***kohtalaiseksi***.
- **Viiankiaavan ja sen luontopolkujen** sekä alueen käyttäjien herkkyys maiseman muutoksille on arvioitu ***kohtalaiseksi.*** Alueen käyttäjämäärät ovat vähäisiä.
- **Kommattivaaran** laskettelu- ja liikuntakeskuksen herkkyys maisemavaikutuksille voidaan määritellä ***kohtalaiseksi***. Laskettelun ei katsota olevan erityisen herkkää maiseman muutoksille.
- Sodankylän kirkonkylän ja varuskunta-alueen ympäristön latujen ja liikuntapaikkojen herkkyys on arvioitu ***kohtalaiseksi*** ja käyttäjien herkkyys ***suureksi***.
- Hankealueen halki kulkevan **moottorikelkkailureitin** herkkyyden on arvioitu olevan ***vähäinen***.
- Hankkeen vaikutusalueen vaaramaisemien herkkyys maiseman muutoksille on arvioitu ***kohtalaiseksi***.
- Maakuntakaavassa ja yleiskaavoissa osoitettuja arvoalueita ja kohteita sijoittuu Kitisen jokilaakson ympäristöön ja etäämmälle hankealueesta. Ne arvoalueet ja kohteet, jotka sijoittuvat edellä mainituille alueille, käsitellään edellä määritetyn herkkyyden mukaan. Valtakunnallisten ja maakunnallisten arvoalueiden ja kohteiden herkkyys on määritetty ***suureksi*** ja paikallisten arvojen ***kohtalaisiksi***.
- Arkeologisen kulttuuriperinnön herkkyys muutoksille on määritetty ***suureksi***.

10.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

10.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Kaivosalueen rakentaminen muuttaa maiseman muotoa, väriä sekä rakennetta. Rakentamisvaiheessa alueita raivataan puista ja pintamaasta. Infrastruktuuria, kuten rakennuksia ja rakenteita, sivukiven ja rikastushiekan sijoitusalueita sekä teitä ja voimajohtoja, rakennetaan

alueelle. Nämä toimet aiheuttavat välittömiä ja näkyviä vaikutuksia maisemaan. Rambollin Maisema- ja kulttuuriympäristöselvityksessä rakentamisen aikaisia vaikutuksia ei ole sen tarkemmin arvioitu, sillä toiminnan aikana vaikutukset ovat näkyvämmät kuin rakentamisen aikana.

10.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

VE0

Vaihtoehdossa VE0 hanketta ei toteuteta. Vaihtoehdossa kaivoshankkeesta ei aiheudu vaikutuksia maisemaan, kulttuuriympäristöihin tai arkeologiseen kulttuuriperintöön.

VE1a

Sattasen kylä

Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuvan rikastamoalueen osien näkyminen aiheuttaa Sattasen kyläalueelle lievän maisemavaikutuksen.

Taustamaisemassa tapahtuva muutos näkyy varsin laajalle alueella mutta on vähäinen. Pimeän aikaan kaivoksen valaistus saattaa heijastua taivaalle ja pilviin, mikä muuttaa hämäräajan maisemaa. Rikastamoalueen savupiippujen valot näkyvät myös yksittäisinä valonlähteinä. Sattasen kylän paikallisesti arvokkaiden rakennuskohteiden pihapiireistä avautuvaan maisemaan aiheutuu vähäisiä muutoksia.

Kaivostoimintojen näkymisestä (Kuva 10-10 ja Kuva 10-11) aiheutuvat vaikutukset Sattasen kyläalueelle on arvioitu suuruudeltaan ***pieniksi.*** Kuvauspaikat on esitetty kuvassaKuva 10-1.

Kuva 10-10 Nykytilakuva Sattasen maamiesseuran talon edustalta kohti itää. Kuvasovitteet ovat laajemmassa koossa tämän selostuksen liitteenä olevassa Maisema- ja kulttuuriympäristöselvityksessä. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kuva 10-11 Havainnekuva Sattasen maamiesseuran talon edustalta vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b kohti itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Muut asuinalueet ja asutus

Osa rikastamoalueesta ja sen piipuista näkyy hieman metsänrajan yläpuolella Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa (Kuva 10-12 ja Kuva 10-13). Kuvauspaikat on esitetty kuvassa Kuva 10-1. Etäisyyttä näkyville rakenteille on lyhimmillään vajaat kolme kilometriä. Vaikutus on suuruudeltaan ***pieni.***

Kuva 10-12 Nykytilakuva vt 4:ltä Kitisen ja Sattasen yhtymiskohdalta kohti koillista ja itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kuva 10-13 Havainnekuva vt 4:ltä vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b Kitisen ja Sattasen yhtymiskohdalta kohti koillista ja itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Sattasen kylältä etelään päin siirryttäessä vaikutukset lieventyvät nopeasti kaivostoimintojen jäädessä etäämmälle koillisen suunnalle. Paikoitellen kaivostoimintoja voi olla nähtävissä, mutta vaikutukset jäävät suuruudeltaan ***pieniksi.*** Monin paikoin vaikutuksia ei ole lainkaan.

Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset asuinalueisiin ja asutukseen Sattasen kylää lukuun ottamatta vaihtelevat suuruudeltaan alueittain ***pienen*** ja ***ei vaikutusta välillä***.

Puolakkavaara

Valtakunnallisesti merkittävälle Puolakkavaaran asutuskylälle (Museovirasto RKY 2009) ei aiheudu vaikutuksia missään hankevaihtoehdossa.

Valtatie 4

Tiemaisemassa on Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa mahdollista nähdä osia rikastamoalueesta ja sen piipuista tarkkaan katsottaessa. Näkymisestä aiheutuva vaikutus tien käyttäjille on suuruudeltaan ***pieni.***

Viiankiaapa ja sen luontopolut

Viiankiaavan luontopoluista Kersilön luontopolun pitkospuuosuudelta avautuu näkymiä Kuusivaaralle kaivostoimintojen suunnalle (Kuva 10-14 ja Kuva 10-15). Kuvauspaikat on esitetty kuvassa Kuva 10-1. Nähtävissä on osia rikastushiekka-alueesta sekä osia rikastamoalueesta. Havainnekuvaan ei ole mallinnettu rikastushiekka-alueen itäosaan mahdollisesti rakennettavaa U-muotoista 6 m korkeaa meluvallia, jonka takana läjitys tehdään. Se yltänee Kuusivaaran laen korkeudelle. Näin Kuusivaaran laki ikään kuin laajenee tai pikemminkin sen viereen tulee toinen laki. Havainnekuvaetäisyydeltä muutosta ei huomaisi kovin selvästi. Lähemmältä etäisyydeltä katsottaessa meluvalli peittäisi taakseen nyt näkyvissä olevia rakenteita. Meluvalli rakennetaan alueella tarjolla olevista maa-aineksista ja ajan kuluessa se kasvittuu. Etäisyyttä näkyville rakenteille kertyy tarkastelupaikasta lyhimmillään noin 5,6 kilometriä. Maiseman mittakaava säilyy eikä alueen avoimuuteen kohdistu vaikutuksia. Toimintojen näkymisestä aiheutuvia vaikutuksia voidaan pitää suuruudeltaan ***pienenä***.

Kuva 10-14 Nykytilakuva Viiankiaavan pitkospuilta kohti lounasta. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kuva 10-15 Havainnekuva Viiankiaavan pitkospuilta vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b kohti lounasta. (Lähde: Ramboll Finland Oy 202d)

Kommattivaaran alue

Kommattivaaran lakialue ja osa laskettelurinteistä on osoitettu maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeäksi alueeksi. Kommattivaaran laskettelurinteiltä käsin kaivostoiminnot eivät ole nähtävissä. Alueen virkistysreitit sijoittuvat peitteiseen maastoon eikä niiltä ole näköyhteyttä kaivostoiminnoille. Kommattivaaran laelta jyrkänteen reunalta avautuu pohjoisen ja koillisen suuntaan esteetön näkymä (Kuva 10-16 ja Kuva 10-17). Kuvauspaikat on esitetty kuvassa Kuva 10-1. Toiminnoista erottuvat selkeimmin rikastushiekka-alue, sivukivien sijoitusalueet ja altaat sekä rikastamoalue. Etäisyyttä on runsaat kahdeksan kilometriä. Havainnekuvaan ei ole mallinnettu rikastushiekka-alueen koillispuolelle mahdollisesti sijoittuvaa, alustavasti tarkasteltua U-muotoista 6 m korkeaa meluvallia. Se saattaisi vähäisessä määrin näkyä jyrkänteen reunalta, vaikka jääkin rikastushiekka-alueen taakse.

Toiminnoista aiheutuu selvä häiriö luontovoittoiseen maisemaan. Maisemakuvan ominaispiirteet kuitenkin säilyvät. Horisontissa siintävä siluetti tuntureineen ei myöskään muutu kaivostoimintojen jäädessä selvästi horisontin alapuolelle. Maisema kestää kaivostoiminnoista aiheutuvan muutoksen ja vaikutuksen suuruutta voidaan pitää kokonaisuudessaan ***kohtalaisena***.

Kuva 10-16 Nykytilakuva Kommattivaaran huipulta koilliseen avautuvalta jyrkänteeltä kohti pohjoista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kuva 10-17 Havainnekuva Kommattivaaran huipulta koilliseen avautuvalta jyrkänteeltä vaihtoehdossa VE1a kohti pohjoista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Vaikutusalueen vaarojen lakialueet

Kommattivaaran lisäksi hankkeen vaikutusalueelle sijoittuu muita korkeita vaaroja, tosin tätä etäämmäksi. Niiltä vaaroilta, joiden lakialueilta avautuu esteetön näkymä suunnitelluille

kaivostoiminnoille, kaukomaisemaan kohdistuvaa vaikutusta voidaan verrata Kommattivaaran laelle aiheutuvaan. Etäisyyden kasvaessa vaikutukset kuitenkin jonkin verran lieventyvät. Esimerkiksi Pittiövaaran itäosassa sijaitsevan rotkon reunalta kaivostoiminnot ovat havaittavissa mutta etäisyyttä on 13 kilometriä. Vaarojen lakialueilta avautuvaan maisemaan kohdistuvia vaikutuksia voidaan pitää suuruudeltaan ***kohtalaisena***.

Vaikutusalueen ladut, moottorikelkkailureitit ja liikuntapaikat

Laduilta ja liikuntapaikoilta ei ole näköyhteyttä kaivostoiminnoille.

Hankealueen itäosan läpi kulkevaa Sodankylä-Saariselkä-moottorikelkkauraa joudutaan siirtämään hankkeen toteutuessa. Moottorikelkkailu ei ole erityisen herkkää maisemamuutoksille. Näin ollen moottorikelkkailijoihin kohdistuvat maisemavaikutukset jäävät ***vähäisiksi***.

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvoalueet

Osa arvokohteista, kuten esimerkiksi Kitisen jokilaaksoon sijoittuvat arvoalueet ja kohteet sekä Siurunmaa, Kelujärvi ja Puolakkavaara, on arvioitu aiemmissa yhteyksissä.

Sodankylän taajama-alueelle sijoittuvilta arvoalueilta ja kohteilta ei avaudu näkymiä kaivostoiminnoille. Sama pätee myös Kommattilammen maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeään alueeseen.

Maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeät alueet, Sukuvaaran, Vanttion Kotavaaran ja Simppa-Juntin jäkälämaan alueet, sijoittuvat kaivostoiminnoista noin 10 kilometrin etäisyydelle länteen ja pohjoiseen. Mikäli kaivostoimintoja näkyy joihinkin kohtiin kyseisiä alueita, ovat ne verrattavissa kaivostoiminnoista Kommattivaaralle aiheutuviin vaikutuksiin ollen suuruudeltaan ***kohtalaisia***.

Arkeologinen kulttuuriperintö

Kaivoshankkeen maanpäälliset toiminnot eivät sijoitu tunnettujen kiinteiden muinaisjäännösten tai muiden arkeologisten kulttuuriperintökohteiden alueelle tai niiden läheisyyteen. Rakentamistoimista ***ei kohdistu vaikutuksia*** arkeologiseen kulttuuriperintöön.

Vaikutusalueen suurmaisema

Suurmaiseman muutoksenkestävyys on hankealueen lähistöllä lähtökohtaisesti suhteellisen hyvä. Maisemakuvaa hallitsevat metsä- ja suoalueet muodostavat selkeän ja laajan aluekokonaisuuden, jossa maisemakuva on varsin yhtenäinen. Vaihtelua maisemakuvaan tuovat muutamat loivapiirteiset vaarat, harjujaksot ja jokiuoman varsi, johon myös pienialaiset kulttuurimaisemat keskittyvät.

Hankkeen mittasuhteet ja ulottuvuudet ovat suuria, mutta niiden voidaan arvioida vertautuvan hankealueen suurmaiseman luontaiseen ja tyypilliseen mittakaavaan. Kaukomaisemassa sivukiven sijoitusalueiden ja rikastushiekka-alueiden koko ja korkeus vastaavat luonnon omia maastonmuotoja eivätkä ne häiritse suurmaiseman tunnusomaisten piirteiden hahmottamista, etäisyysvaikutelmaa tai eheyttä.

Kaivoshankekokonaisuuden vaikutus suurmaisemaan on ***pieni***. Vaikutus on sama kaikissa hankevaihtoehdoissa.

VE1b

Sattasen kylä

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Sattasen kyläalueelle ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1a (Kuva 10-10 ja Kuva 10-11). Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset Sattasen kyläalueelle on arvioitu suuruudeltaan ***pieniksi***.

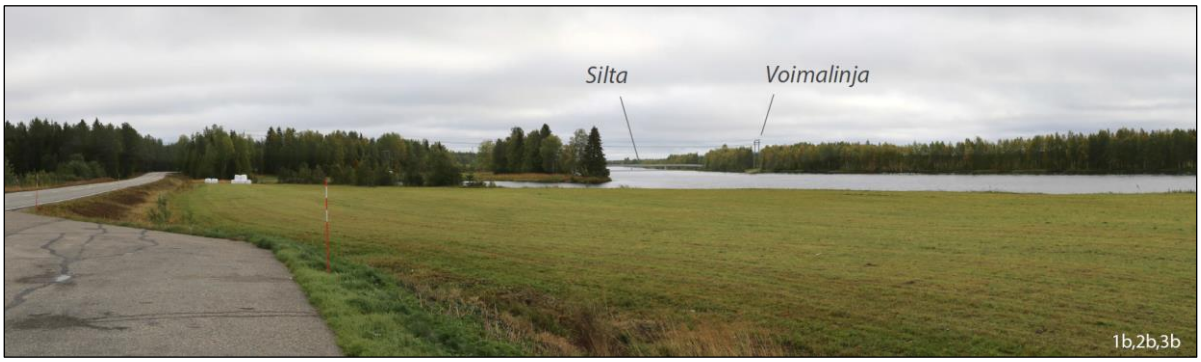
Muut asuinalueet ja asutus

Vaikutukset Sattasen kyläalueesta pohjoiseen ja etelään sijoittuvilla alueilla sekä muilla asutuilla alueille ovat pääosin vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1a (Kuva 10-12 ja Kuva 10-13). Vaihtoehto VE1b eroaa vaikutuksiltaan yhdystien osalta. Tieympäristöön kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu alla valtatien 4 kohdalla. Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset asuinalueisiin ja asutukseen Sattasen kylää lukuun ottamatta vaihtelevat suuruudeltaan alueittain ***pienen*** ja ***ei vaikutusta*** välillä.

Valtatie 4

Sakatin kaivoksen yhdystie toteutetaan pohjoisen kautta. Valtatieltä avautuvassa näkymässä Kitisen ylittävä silta näkyy koillisen suunnalla mutta näkyvät rakenteet eivät muodostu hallitseviksi (Kuva 10-18 ja Kuva 10-19). Kuvauspaikat on esitetty kuvassa 19-1. Vaikutusten suuruus tienkäyttäjien näkökulmasta jää ***pieneksi.***

Kuva 10-18 Nykytilakuva valtatieltä 4 vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b Kitisen ja Myllyojan yhtymiskohdalta kohti pohjoista ja koillista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)



Kuva 10-19 Havainnekuva valtatieltä 4 vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b Kitisen ja Myllyojan yhtymiskohdalta kohti pohjoista ja koillista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Viiankiaapa ja sen luontopolut

Viiankiaavan retkeilykäytössä oleville luontopoluille kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavanlaisia kuin vaihtoehdossa VE1a (Kuva 10-14 ja Kuva 10-15). Mainittakoon kuitenkin, että vaihtoehdossa VE1b ei ole tarvetta rakentaa meluvalleja tai -seiniä melun torjumiseksi. Toimintojen näkymisestä aiheutuvia vaikutuksia voidaan pitää suuruudeltaan ***pieninä***.

Kommattivaaran alue

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Kommattivaaran laelta avautuvaan maisemaan (Kuva 10-20) ovat vastaavanlaiset kuin vaihtoehdossa VE1a ollen suuruudeltaan ***pieniä.*** Vaihtoehdossa VE1b ei ole tarvetta rakentaa meluvalleja tai -seiniä. Kuvauspaikka on esitetty kuvassa Kuva 10-1.

Kuva 10-20 Havainnekuva Kommattivaaran huipulta koilliseen avautuvalta jyrkänteeltä vaihtoehdossa VE1b kohti pohjoista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Vaikutusalueen vaarojen lakialueet

Vaarojen lakialueille kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavia, suuruudeltaan ***kohtalaisia***, kuin vaihtoehdossa VE1a.

Vaikutusalueen ladut, moottorikelkkailureitit ja liikuntapaikat

Vaikutusalueen laduille, moottorikelkkailureiteille ja liikuntapaikoille aiheutuu vastaavanlaisia vaikutuksia kuin vaihtoehdossa VE1a. Nämä ovat suuruudeltaan ***pieniä***.

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvoalueet

Sodankylän taajama-alueen arvoalueisiin ja kohteisiin ei kohdistu vaikutuksia vaihtoehdon VE1a tapaan. Myöskään Kommattilammen alueelle ei kohdistu vaikutuksia. Sukuvaaralle, Vanttion Kotavaaralle ja Simppa-Juntin jäkälämaalle kohdistuvat vaikutukset ovat suuruudeltaan vastaavanlaisia kuin vaihtoehdossa VE1a eli ***kohtalaisia***.

Arkeologinen perintö

Pohjoinen yhdystie sijoittuu Kitisen länsirannalla Puolakan kiinteän muinaisjäännöksen (1000000496) alueelle. Mikäli kiinteä muinaisjäännös huomioidaan yhdystien tarkemmassa suunnittelussa ja jätetään rakennustöiden ulkopuolelle, kiinteään muinaisjäännökseen ei kohdistu vaikutuksia. Muut kaivoshankkeen maanpäälliset toiminnot eivät sijoitu tunnettujen kiinteiden muinaisjäännösten alueelle tai niiden läheisyyteen.

VE2a

Sattasen kylä

Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuvan rikastushiekka-alueen ja Pahanlaaksonmaalle sijoittuvan nostotornin näkyminen laajalle alueelle kylän etelärinnettä aiheuttavat Sattasen kyläalueelle selvän maisemavaikutuksen (Kuva 10-21). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa Kuva 10-1. Häiriövaikutus kohdentuu kylältä avautuvaan taustamaisemaan. Toimintojen näkyminen ei uhkaa kylän maisemakuvan mittakaavaa.

Kuva 10-21 Havainnekuva Sattasen maamiesseuran talon edustalta vaihtoehdossa VE2a kohti itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Paikallisesti arvokkaiden rakennuskohteiden pihapiireistä avautuvaan maisemaan kohdistuu muutoksia. Vaikutukset ovat voimakkaampia sellaisille ylempänä rinteessä oleville kohteille, joilta avautuu esteettömät näkymät koillisen ja idän suuntaan. Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset Sattasen kyläalueelle on arvioitu suuruudeltaan ***kohtalaisiksi***.

Muut asuinalueet ja asutus

Vaikutuksia aiheutuu Sattasen kyläalueesta etelään ja pohjoiseen sijoittuville alueille. Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa rikastushiekka-alue on nähtävissä (Kuva 10-22). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Alue sijoittuu tien suuntaisesta näkymästä sivuun. Näkymisestä aiheutuva vaikutus on suuruudeltaan ***pieni***.

Kuva 10-22 Havainnekuva valtatieltä 4 vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b Kitisen ja Sattasen yhtymiskohdalta kohti koillista ja itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Edelleen pohjoiseen siirryttäessä Kitiseltä tai jokeen työntyvältä arvokkaalta peltoalueelta ei avaudu pitkiä avoimia näkymiä kaivostoimintojen suuntaan ja maisemavaikutuksia ei aiheudu.

Suunniteltu nostotorni näkyy monin paikoin Kitisen länsirannalle Sahankankaan ympäristössä ja Kersilöstä etelään sijoittuvalle maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeälle joenmutkan alueelle. Myös pastalaitos tulee näkymään joen länsirannoilta tornin lähiympäristöstä. Sahankankaan ympäristöön sijoittuu Mattilan paikallisesti arvokas kulttuuriympäristö. Suunnitelluista rakenteista arvioidaan aiheutuvan suuruudeltaan ***kohtalaisia*** vaikutuksia joenmutkan alueeseen ja Mattilan kulttuuriympäristöön.

Kersilön kyläalueelta ja sen inventoiduilta rakennuksilta ei avaudu avoimia näkymiä hankealueen suuntaan. Matarakosken voimalaitoksen patoalueen tieltä nostotorni voi olla nähtävissä. Pitkän etäisyyden (noin viisi kilometriä) vuoksi vaikutus on suuruudeltaan ***pieni***. Petkulan kylään ei aiheudu vaikutuksia.

Sattasen kylältä kohti etelää siirryttäessä vaikutukset lieventyvät nopeasti kaivostoimintojen jäädessä etäämmälle koillisen suunnalle. Vaihtoehdon vaikutukset ovat kuitenkin vaihtoehtoja VE1a ja VE1b voimakkaampia, koska kaivostoiminnot sijoittuvat lähemmäs jokilaaksoa ja ovat selvemmin nähtävissä. Sattasen kylän eteläpuolisiin alueisiin kohdistuva vaikutus on kokonaisuutena suuruudeltaan ***pieni*** vaikutusten kohdistuessa vain rantaviivan tuntumaan.

Muihin asuinalueisiin ja asutukseen kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavia kuin vaihtoehdossa VE1a.

Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset asuinalueisiin ja asutukseen vaihtelevat suuruudeltaan ***kohtalaisen*** ja ***ei vaikutusta*** välillä.

Valtatie 4

Tiemaisemassa on Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa mahdollista nähdä rikastushiekka-alue. Alue sijoittuu tien suuntaisesta näkymästä sivuun. Näkymisestä aiheutuva vaikutus tien käyttäjille on suuruudeltaan ***pieni***. Etelän suuntaan ajettaessa näkymäsuunta Sattasen kylään Kitisen suuntaisesti säilyy muuttumattomana. Nostotorni voi näkyä paikoin rajoittuneesti valtatieltä nostotornin lähialueelta.

Viiankiaapa ja sen luontopolut

Pahanlaaksonmaalle sijoittuva nostotorni sijoittuu Viiankiaavan laidalle niin, että se on nähtävissä laajalle alueelle Viiankiaapaa (Kuva 10-23). Se näkyy myös Kersilön luontopolun lintutornista käsin. Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Nostotornin lähettyvillä olevan ilmanvaihtoaseman alustavasti tarkasteltuja melunsuojaustoimenpiteitä ei ole mallinnettu kuvaan. Mahdollinen toimenpide on esimerkiksi meluseinän rakentaminen. Meluseinä sijoittuisi ilmanvaihdon poisto-aukon kohdalle ja se ulottuisi 6 m korkeammalle poistoaukosta mitattuna. Ilmanvaihtoaseman korkeus nousee yhdeksästä metristä 15 metriin. Nostotornin 70 metrin korkeuteen verrattuna se on kuitenkin vaatimaton ja jäänee Viiankiaavan ja kaivosalueen väliin jäävän puustosuojavyöhykkeen taakse katveeseen. Kuusivaaran tehdasalueen toimintoja ei näy, sillä tehdasalueen sijoittelu on erilainen kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Nostotorni nousee taustamaiseman siluetissa yksittäisenä rakenteena selvästi esiin, mutta maiseman mittakaava säilyy ja alueen avoimuuteen ei kohdistu vaikutuksia. Vaikutukset jäävät suuruudeltaan ***pieniksi.***

Kuva 10-23 Havainnekuva Viiankiaavan pitkospuilta vaihtoehdossa VE2a kohti lounasta. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kommattivaaran alue

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Kommattivaaran laelta avautuvaan maisemaan (Kuva 10-24) ovat pääosin vastaavanlaiset kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Vaihtoehdossa VE2a kaivostoiminnot ovat tosin nähtävissä hieman leveämmällä sektorilla. Myös nostotorni on erotettavissa muita toimintoja kauempana. Vaikutukset ovat kokonaisuutena suuruudeltaan ***kohtalaisia***. Nostotornin lähettyvillä olevan ilmanvaihtoaseman alustavasti tarkasteltuja melunsuojaustoimenpiteitä ei ole mallinnettu kuvaan. Yksi mahdollinen toimenpide on meluseinän rakentaminen. Meluseinä sijoittuisi ilmanvaihdon poistoaukon kohdalle ja sen korkeus olisi 6 m poistoaukosta mitattuna. Meluseinän ei arvioida näkyvän Kommattivaaralle saakka.

Kuva 10-24 Havainnekuva Kommattivaaran huipulta koilliseen avautuvalta jyrkänteeltä vaihtoehdossa VE2a kohti pohjoista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Vaikutusalueen vaarojen lakialueet

Vaarojen lakialueille kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavia, suuruudeltaan ***pieniä***, kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b.

Vaikutusalueen ladut, moottorikelkkailureitit ja liikuntapaikat

Vaikutusalueen laduille, moottorikelkkailureiteille ja liikuntapaikoille aiheutuu vastaavanlaisia vaikutuksia kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Nämä ovat suuruudeltaan ***pieniä***.

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvoalueet

Kuten vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b, Sodankylän taajama-alueen arvoalueisiin ja kohteisiin eikä myöskään Kommattilammelle kohdistu vaikutuksia. Sukuvaaralle, Vanttion Kotavaaralle ja Simppa-Juntin jäkälämaalle kohdistuvat vaikutukset ovat suuruudeltaan vastaavanlaisia kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Mikäli kaivostoimintoja näkyy joihinkin kohtiin kyseisiä alueita, ovat vaikutukset verrattavissa Kommattivaaralle aiheutuviin vaikutuksiin ja ovat suuruudeltaan ***kohtalaisia.***

Arkeologinen kulttuuriperintö

Kaivoshankkeen maanpäälliset toiminnot eivät sijoitu tunnettujen kiinteiden muinaisjäännösten alueelle. Hankkeen rakentamisessa tulee huomioida seuraavat kiinteät munaisjäännökset: Pahanlaaksonmaa (1000031271), Sahasuvanto (1000000501) ja Sahasuvanto 2 (1000031270).

VE2b

Sattasen kylä

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Sattasen kyläalueelle ovat melko yhtenevät vaihtoehdon VE2a kanssa (Kuva 10-25). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Hieman lievemmät niistä tekee se seikka, että vaihtoehdossa VE2b ei rakenneta maanpäällistä nostotornia. Sattasen kyläalueeseen kohdistuvat vaikutukset ovat suuruudeltaan ***kohtalaisia.***

Kuva 10-25 Havainnekuva Sattasen maamiesseuran talon edustalta vaihtoehdossa VE2b kohti itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Muut asuinalueet ja asutus

Sattasen kyläalueesta pohjoiseen ja etelään sijoittuvilla alueilla sekä muilla asutuilla alueille vaikutukset ovat pääosin vastaavat kuin vaihtoehdossa VE2a. Yhdystien osalta vaikutukset ovat vastaavat kuin vaihtoehdossa VE1b.

Vaikutukset vaihtelevat suuruudeltaan ***pienen*** ja ***ei vaikutusta*** välillä.

Valtatie 4

Kaivoksen toteutumisesta aiheutuu Kuusivaaran ympäristöön valtatien 4 käyttäjille vastaavia maisemallisia vaikutuksia kuin vaihtoehdossa VE2a. Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa rikastushiekka-alue näkyy kaakon suunnalla. Vaikutukset jäävät **pieniksi,** sillä rikastushiekka-alue näkyy tien suuntaisesta näkymästä sivussa. Tähän liittyvä havainnekuva on

esitetty aiemmin vaihtoehtoa VE2a käsittelevän tekstin yhteydessä (Kuva 10-22). Etelän suuntaan ajaessa näkymäsuunta Sattasen kylään Kitisen suuntaisesti säilyy muuttumattomana.

Pohjoisen yhdystien rakentaminen aiheuttaa vastaavanlaisia, suuruudeltaan **pieniä** vaikutuksia, kuin vaihtoehto VE1b.

Viiankiaapa ja sen luontopolut

Viiankiaavan Siurunmaan luontopolun lintutornilta ei avaudu näkymiä Kuusivaaralle. Näin ollen kaivostoiminnat eivät näy sinne.

Viiankiaavan Kersilön luontopolun pitkospuuosuudelta avautuu näkymiä Kuusivaaralle. Kersilön luontopolulta tehdyssä havainnekuvassa vaihtoehdossa VE2b ei ole kuitenkaan nähtävissä kaivostoimintoja (Kuva 10-26). Kaivostoimintojen osia voi olla osittain nähtävissä toisesta tarkastelupisteestä. Mainittavaa maisemavaikutusta ei aiheudu. Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1.

Kuva 10-26 Havainnekuva Viiankiaavan pitkospuilta vaihtoehdossa VE2b kohti lounasta. Ei näkyviä rakenteita. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Hankevaihtoehdossa VE2b on tarkasteltu samoja meluntorjuntatoimenpiteitä kuin vaihtoehdossa VE2a. Alustavasti suunnitellun meluseinän ei oleteta näkyvän Viiankiaavalle, vaan se jää puustosuojavyöhykkeen taakse.

Kommattivaaran alue

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Kommattivaaran laelta avautuvaan maisemaan (Kuva 10-27) ovat vastaavanlaiset kuin vaihtoehdossa VE2a. Vaihtoehdossa VE2b nostotornia ei rakenneta. Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset Kommattivaaran laen jyrkänteeltä avautuvaan maisemaan on arvioitu kokonaisuutena suuruudeltaan ***kohtalaisiksi***. Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1.

Suunnitellun meluseinän ei oleteta näkyvän Kommattivaaralle vaan se jää puustosuojavyöhykkeen taakse.

Kuva 10-27 Havainnekuva Kommattivaaran huipulta koilliseen avautuvalta jyrkänteeltä vaihtoehdossa VE2b kohti pohjoista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Vaikutusalueen vaarojen lakialueet

Vaarojen lakialueille kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavia, suuruudeltaan ***kohtalaisia***, kuin vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE2a.

Vaikutusalueen ladut, moottorikelkkailureitit ja liikuntapaikat

Vaikutusalueen laduille, moottorikelkkailureiteille ja liikuntapaikoille aiheutuu vastaavanlaisia vaikutuksia kuin vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE2a. Kaivoksen toteuttamisella ja moottorikelkkauran siirrolla voidaan katsoa olevan ***pieniä*** maisemallisia vaikutuksia moottorikelkkailijoille.

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvoalueet

Vaihtoehtojen VE1a, VE1b ja VE2a tapaan, Sodankylän taajama-alueen arvoalueisiin ja kohteisiin eikä myöskään Kommattilammelle kohdistu vaikutuksia. Sukuvaaralle, Vanttion Kotavaaralle ja Simppa-Juntin jäkälämaalle kohdistuvat vaikutukset ovat suuruudeltaan vastaavanlaisia kuin vaihtoehdoissa VE1a, VE1b ja VE2a. Mikäli kaivostoimintoja näkyy joihinkin kohtiin kyseisiä alueita, ovat niistä aiheutuvat vaikutukset vastaavanlaisia kuin Kommattivaaraan kohdistuvat vaikutukset ja niiden suuruus on **kohtalainen.**

Arkeologinen kulttuuriperintö

Vaihtoehdossa VE2b pohjoinen yhdystie sijoittuu Kitisen länsirannalla Puolakan kiinteän muinaisjäännöksen (1000000496) alueelle. Yhdystien tarkemmassa suunnittelussa on olennaista huomioida kyseinen kiinteä muinaisjäännös ja jättää se rakennustöiden ulkopuolelle, jotta kiinteään muinaisjäännökseen ei kohdistuisi vaikutuksia.

Muut kaivoshankkeen maanpäälliset toiminnot eivät sijoitu tunnettujen kiinteiden muinaisjäännösten alueelle. Hankkeen rakentamisessa tulee huomioida seuraavat kiinteät muinaisjäännökset: Sahasuvanto (1000000501) ja Sahasuvanto 2 (1000031270).

VE3a

Sattasen kylä

Kaivoksen toiminnot ovat nähtävissä Sattasen kyläalueen avoimilta peltoalueilta. Maanpäälliset kaivostoiminnot sijoittuvat kylältä katsottuna Kitisen itäpuolelle, joen töyrään taakse Kuusivaaran

laen länsipuolelle vaaramuodostumalle. Sattasen maamiesseuran talon pihalle kaivostoiminnoista on nähtävissä rikastushiekka-aluetta, joka sijoittuu lyhimmillään noin kahden kilometrin päähän (Kuva 10-28). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Rikastushiekka-alue jää Kuusivaaran laen metsänrajan alapuolelle. Näkymässä erottuu myös nostotorni, joka sijoittuu tarkastelupaikasta runsaan kuuden kilometrin etäisyydelle koilliseen.

Myös alempaa Sattasentieltä laaditussa kuvasovitteessa rikastushiekka-alue on nähtävissä Kuusivaaran muodostumalla. Kaivostoiminnoille ei kuitenkaan avaudu näkymiä Sattasen koulun ympäristöstä, valtatien 4 länsipuoliselta Puljunperän alueelta eikä Poromäen alueelta. Mainittakoon, että Sattasen koulu ei ole enää opetuskäytössä.

Sattasen kyläalueelle kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset ovat vaihtoehtoon VE2a tapaan suuruudeltaan **kohtalaisia**, vaikka toimintojen sijoittuminen poikkeaakin.

Kuva 10-28 Havainnekuva Sattasen maamiesseuran talon edustalta vaihtoehdossa VE3a kohti itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Muut asuinalueet ja asutus

Vaikutuksia aiheutuu Kitisen länsirannalla myös Sattasen kyläalueesta etelään ja pohjoiseen sijoittuville alueille. Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeällä alueella tienäkymässä näkyy rikastushiekka-alue idän suunnalla (Kuva 10-29). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Rikastushiekka-alue sijoittuu tien suuntaisen näkymäsektorin laidalle. Näkymisestä aiheutuva vaikutus on suuruudeltaan ***kohtalainen***.

Kuva 10-29 Havainnekuva valtatieltä 4 vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b Kitisen ja Sattasen yhtymiskohdalta kohti koillista ja itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Edelleen pohjoiseen siirryttäessä Kitiseltä tai joella olevalta arvokkaalta peltoalueelta ei avaudu pitkiä avoimia näkymiä kaivostoimintojen suuntaan. Maisemavaikutukset niille paikoin, joilta avautuu näkymä kaivostoiminnoille, ovat suuruudeltaan ***kohtalaisia.***

Kuten vaihtoehdossa VE2a, pastalaitos ja nostotorni tulevat näkymään joen länsirannoilta kuilun lähiympäristössä Sahankankaan alueella Kitisen itärannan metsänrajan yläpuolella, joskin pastalaitos sijoittuu vaihtoehdossa VE3a hieman pohjoisemmaksi kuin vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b. Suunnitelluista rakenteista arvioidaan aiheutuvan suuruudeltaan **kohtalaisia** vaikutuksia maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeälle joenmutkan alueelle ja Mattilan kulttuuriympäristöön. Joenmutkan alueelle kohdistuu **kohtalaisia** vaikutuksia vaihtoehdossa VE3a myös hihnakuljettimesta, huoltotiestä ja putkilinjasta. Mikäli näiden ja joen väliin ei jää suojapuustoa, jokilaaksomaisemaan ilmestyy uusi horisontaalinen elementti joen itärannalle.

Kersilön kyläalueelta ja sen inventoiduilta rakennuksilta ei avaudu avoimia näkymiä hankealueen suuntaan. Matarakosken voimalaitoksen padon tieltä nostotorni voi olla nähtävissä. Pitkän etäisyyden (noin 5 km) vuoksi vaikutus on suuruudeltaan **pieni.** Petkulan kylään ei aiheudu vaikutuksia.

Sattasen kylältä kohti etelää siirryttäessä vaikutukset lieventyvät nopeasti kaivostoimintojen jäädessä etäämmälle koillisen suunnalle. Vaikutukset ovat vaihtoehdon VE2a tapaan **pieniä.** Muihin asuinalueisiin ja asutukseen kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavia kuin vaihtoehdossa VE1a.

Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset asuinalueisiin ja asutukseen vaihtelevat suuruudeltaan **kohtalaisen** ja **ei vaikutusta välillä.**

Valtatie 4

Tiemaisemassa on Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa mahdollista nähdä rikastushiekka-alue. Se näkyy tasaisena alueena sijoittuen tien suuntaisen näkymäsektorin laidalle. Näkymisestä aiheutuva vaikutus tien käyttäjille on suuruudeltaan ***kohtalainen***. Etelän suuntaan ajettaessa näkymäsuunta Sattasen kylään Kitisen suuntaisesti säilyy muuttumattomana. Nostotorni saattaa näkyä paikoin valtatieltä tornin lähialueilta.

Viiankiaapa ja sen luontopolut

Viiankiaavan Siurunmaan luontopolun lintutornilta ei avaudu näkymiä Kuusivaaralle. Näin ollen kaivostoiminnat eivät näy sinne.

Viiankiaavan Kersilön luontopolun lintutornilta avautuva näkymä Kuusivaaraan on rajoitettu. Lintutornin ja Kuusivaaran väliin jää Sakattikummun metsäsaareke, joka katkaisee esteettömät näkymät. Nostotorni on nähtävissä. Kersilön luontopolulta on nähtävissä osia rikastamoalueesta ja rikastushiekka-alueesta (Kuva 10-30). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Vaihtoehdolle VE3a tarkasteltuja vaihtoehtoisia melunsuojaustoimenpiteitä ei ole huomioitu havainnekuvassa. Joitakin rakenteita, kuten ilmanvaihtoasema, on meluselvityksessä ehdotettu siirrettäväksi kauemmaksi suojelualueen rajasta. Melunsuojausrakenteet puolestaan voivat olla esimerkiksi korkeudeltaan noin 6-9 m olevia meluseiniä, niiden sijoittuessa ilmanvaihtoaseman ympärille ja rikastamorakennuksen katolle. Lisäksi melunsuojausrakenteita on mahdollisesti tulossa paikoin pitkällekin matkalle esimerkiksi hihnakuljettimen vierelle (6 m korkea meluseinä) sekä matalarikkisen sivukiven sijoitusalueelle (4 m korkea meluvalli). Melunsuojausrakenteiden ei kuitenkaan oleteta näkyvän luontopolulle saakka. Etäisyyttä rikastamo- ja rikastushiekka-alueille kertyy tarkastelupaikasta lyhimmillään noin 5,9 km ja tornille 3,7 km. Maiseman mittakaava säilyy eikä alueen avoimuuteen

kohdistu vaikutuksia. Vaikutukset jäävät suuruudeltaan ***pieniksi.*** Nostotorni sijoittuu Pahanlaaksonmaalle Viiankiaavan laidalle niin, että se on näkyvissä laajalle alueelle Viiankiaapaa.

Kuva 10-30 Havainnekuva Viiankiaavan pitkospuilta vaihtoehdossa VE3a kohti lounasta. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kommattivaaran alue

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Kommattivaaran laelta avautuvaan maisemaan ovat pääosin vastaavanlaiset kuin vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b eli kokonaisuutena suuruudeltaan **kohtalaiset.** Vaihtoehdolle VE3a tarkasteltujen vaihtoehtoisten melunsuojausrakenteiden ei arvioida näkyvän Kommattivaaralle saakka.

Vaikutusalueen vaarojen lakialueet

Vaarojen lakialueille kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavia, suuruudeltaan ***pieniä***, kuin vaihtoehdoissa VE1a-VE2b.

Vaikutusalueen ladut, moottorikelkkailureitit ja liikuntapaikat

Vaikutusalueen laduille, moottorikelkkailureiteille ja liikuntapaikoille aiheutuu vastaavanlaisia vaikutuksia kuin vaihtoehdoissa VE1a-VE2b. Nämä ovat suuruudeltaan **pieniä**.

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvoalueet

Vaikutuksia ei kohdistu Sodankylän taajama-alueen arvoalueisiin eikä kohteisiin eikä myöskään Kommattilammelle. Sukuvaaralle, Vanttion Kotavaaralle ja Simppa-Juntin jäkälämaalle kohdistuvat vaikutukset ovat suuruudeltaan vastaavanlaisia kuin vaihtoehdoissa VE1a-VE2b. Mikäli kaivostoimintoja näkyy joihinkin kohtiin kyseisiä alueita, vertautuvat ne Kommattivaaralle aiheutuviin vaikutuksiin ollen suuruudeltaan ***kohtalaisia.***

Arkeologinen kulttuuriperintö

Kaivoshankkeen maanpäälliset toiminnot eivät sijoitu tunnettujen kiinteiden muinaisjäännösten alueelle. Hankkeen rakentamisessa tulee huomioida Kärväslampi (1000029392) -niminen kiinteä muinaisjäännös.

VE3b

Sattasen kylä

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Sattasen kyläalueelle ovat muulta osin vastaavat kuin vaihtoehdossa VE3a paitsi, että vaihtoehdossa VE3b ei rakenneta kuilunostinta eikä tällöin myöskään maanpäällistä nostotornia, mikä hieman lieventää vaikutuksia (Kuva 10-31). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Vaikutukset ovat suuruudeltaan ***kohtalaisia.***

Kuva 10-31 Havainnekuva Sattasesta Sattasentieltä vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b kohti itää. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Muut asuinalueet ja asutus

Vaikutukset Sattasen kyläalueesta pohjoiseen ja etelään sijoittuville alueille sekä muille asutuille alueille ovat pääosin vastaavanlaiset kuin vaihtoehdossa VE3a ja yhdystien osalta vastaavanlaiset kuin vaihtoehdossa VE1b. Vaihtoehdossa VE3b ei toteuteta nostotornia, joten vaihtoehdon VE3a kaltaisia vaikutuksia Sahankankaan ympäristöön ei aiheudu.

Joenmutkan alueelle Kersilöstä etelään kohdistuu pääosin vastaavanlaisia vaikutuksia kuin vaihtoehdossa VE3a, vain aavistuksen lievempiä johtuen siitä, ettei nostotornia toteuteta. Vaikutukset ovat suuruusluokaltaan ***kohtalaisia.***

Kaivostoimintojen näkymisestä aiheutuvat vaikutukset asuinalueisiin ja asutukseen vaihtelevat suuruudeltaan ***kohtalaisen*** ja ***ei vaikutusta*** välillä.

Valtatie 4

Sattasen kylän pohjoispuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa näkyy tienäkymässä koillisen suuntaan rikastushiekka-alue idän suunnalla. Rikastushiekka-alueen näkymisestä aiheutuva vaikutus tien käyttäjille on suuruudeltaan ***kohtalainen***. Etelän suuntaan ajettaessa näkymäsuunta Sattasen kylään Kitisen suuntaisesti säilyy muuttumattomana.

Pohjoisen yhdystien rakentaminen aiheuttaa vastaavanlaisia, suuruudeltaan pieniä vaikutuksia, kuin vaihtoehto VE1b ja VE2b.

Viiankiaapa ja sen luontopolut

Viiankiaavan Siurunmaan luontopolun lintutornilta ei avaudu näkymiä Kuusivaaralle. Näin ollen kaivostoiminnat eivät näy sinne.

Viiankiaavan Kersilön luontopolulta on nähtävissä osia rikastamoalueesta ja rikastushiekka-alueesta (Kuva 10-32). Kuvauspaikka on esitetty kuvassa 10-1. Etäisyyttä näkyville rakenteille kertyy tarkastelupaikasta lyhimmillään noin 5,9 km. Maiseman mittakaava säilyy ja alueen avoimuuteen ei kohdistu vaikutuksia. Toimintojen näkymisestä aiheutuvia vaikutuksia voidaan pitää suuruudeltaan ***pienenä***. Vaihtoehdolle VE3b tarkasteltuja vaihtoehtoisia melunsuojaustoimenpiteitä (ilmanvaihtoaseman 9 m korkea meluseinä, hihnakuljettimen itäpuolen 6 m meluseinä, matalarikkisen sivukiven sijoitusalueen 4 m meluseinä ja rikastamorakennuksen ilmanvaihtoaukoista laskettuna 6 m meluseinä) ei ole mallinnettu kuvaan, mutta niiden ei arvioida näkyvän luontopolulle saakka.

Kuva 10-32 Havainnekuva Viiankiaavan pitkospuilta vaihtoehdossa VE3b kohti lounasta. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Kommattivaaran alue

Kaivoksesta aiheutuvat vaikutukset Kommattivaaran laelta avautuvaan maisemaan ovat pääosin vastaavanlaiset kuin vaihtoehdossa VE3a. Tosin nostotornia ei toteuteta ja näin ollen maisemassa on yksi elementti vähemmän. Vaikutukset ovat kokonaisuutena suuruudeltaan ***kohtalaisia***. Vaihtoehdolle VE3b alustavasti tarkasteltujen meluntorjuntarakenteiden ei arvioida näkyvän Kommattivaaralle.

Vaikutusalueen vaarojen lakialueet

Vaarojen lakialueille kohdistuvat vaikutukset ovat vastaavia, suuruudeltaan ***kohtalaisia***, kuin vaihtoehdoissa VE1a-VE3a.

Vaikutusalueen ladut, moottorikelkkailureitit ja liikuntapaikat

Vaikutusalueen laduille, moottorikelkkailureiteille ja liikuntapaikoille aiheutuu vastaavanlaisia, suurusluokaltaan ***pieniä,*** vaikutuksia kuin vaihtoehdoissa VE1a-VE3a.

Kulttuuriympäristön ja maiseman arvoalueet

Kuten vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a, VE2b ja VE3a, Sodankylän taajama-alueen arvoalueisiin ja kohteisiin eikä myöskään Kommattilammelle kohdistu vaikutuksia. Sukuvaaralle, Vanttion Kotavaaralle ja Simppa-Juntin jäkälämaalle kohdistuvat vaikutukset ovat suuruudeltaan vastaavanlaisia kuin vaihtoehdoissa VE1a-VE3a. Mikäli kaivostoimintoja näkyy joihinkin kohtiin kyseisiä alueita, vertautuvat ne Kommattivaaralle aiheutuviin vaikutuksiin ollen suuruudeltaan ***kohtalaisia***.

Arkeologinen kulttuuriperintö

Pohjoinen yhdystie sijoittuu Kitisen länsirannalla Puolakan kiinteän muinaisjäännöksen (1000000496) alueelle. Yhdystien tarkemmassa suunnittelussa on olennaista huomioida kiinteä muinaisjäännös ja jättää se rakennustöiden ulkopuolelle, näin vältytään kyseiseen muinaisjäännökseen kohdistuvista vaikutuksista.

Muut kaivoshankkeen maanpäälliset toiminnot eivät sijoitu tunnettujen kiinteiden muinaisjäännösten alueelle. Hankkeen rakentamisessa tulee myös huomioida välittömästi maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin aidatun alueen eteläpuolelle sijoittuva Kärväslampi (1000029392) – niminen kiinteä muinaisjäännös.

Valaistuksen aiheuttamat vaikutukset

Kaivoshankkeen valaistus aiheuttaa vaikutuksia öiseen maisemaan ja kaamoksen aikana. Nykyisellään suunniteltujen kaivostoimintojen lähiympäristö on lähes valaisematon.

Kaivoshankkeen valaistussuunnitelman mukaan muun muassa kaivoksen rikastamoalue ja maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin alue valaistaan 36 metriä korkeilla mastoilla. Rikastamoalueen savupiippuihin asennetaan punaiset valot. Korkeimpien rakennusten seiniin asennetaan valoja, ja tulevat pysäköintialueet varustetaan 15 metriä korkeilla valopylväillä. Valaistusta tarvitaan myös niillä kohdin kaivosta, joilla tapahtuu läjitystä. Hankevaihtoehdoissa VE2a-VE3b valaistu alue laajenee pohjoisen suuntaan maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ympäristöön. Lisäksi vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a nostotorni tulee varustaa punaisin varoitusvaloin.

Valaistus vaikuttaa varsinaisen kaivosalueen sekä sen välittömän lähiympäristön lisäksi muutoksena kaukomaisemassa pimeään aikaan. Niiltä alueilta, joilta avautuu suora näkymä valolähteisiin, hankkeen valaistus näkyy uusina valopisteinä muutoin melko pimeässä maisemassa. Pilvisenä, pimeänä ajankohtana valaistuksen voi havaita myös hohteena ilmakehässä, jos näkyvyys on kohtalainen.

Tähtitaivaan tai revontulien katselu ei merkittävästi häiriinny kaivostoimintojen valaistuksesta, jos ollaan kaivosalueen ulkopuolella. Vaikka suoraa näkymää tarkastelupaikasta ei avautuisi valonlähteisiin, pilvisellä säällä valoista aiheutuva valosaaste voi olla hyvin näkyvä.

Kaivoksen valaistuksesta aiheutuvat vaikutukset Sattasen kylältä avautuvaan öiseen maisemaan on arvioitu kokonaisuutena ***pieneksi.*** Niillä Kitisen jokilaakson alueilla, joilla alueen oma valaistus on vähäistä, kaivoksen valaistuksesta aiheutuvat vaikutukset on arvioitu ***kohtalaiseksi***.

Valtatien 4 käyttäjille kaivoksen valaistus näkyy yöaikaan paikoitellen tiellä liikuttaessa idän suunnalla. Valaistuksella on arvioitu olevan suuruudeltaan ***pieni*** vaikutus, joka kohdistuu tien käyttäjien kokemukseen seudusta.

Valaistuksesta aiheutuvat vaikutukset muutoin valottomaksi totutun Viiankiaavan alueelta avautuvaan maisemaan on arvioitu suon retkeilykäyttäjille ***kohtalaiseksi***.

Vaarojen lakialueilta avautuvaan öiseen maisemaan kohdistuvia vaikutuksia voidaan pitää suuruudeltaan ***pieninä***, sillä lakialueilla on vähän käyttäjiä pimeään aikaan.

10.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset

Sulkemisvaiheessa hankealue maisemoidaan muistuttamaan mahdollisimman paljon kaivostoimintaa edeltänyttä tilaansa. Alue suljetaan ja maisemoidaan sulkemissuunnitelman mukaisesti. Kuivaläjitysvaihtoehdossa rikastushiekka-alueelle annetaan ajan myötä muodostua

vaihteleva, luonnonmukainen kasvillisuus. Lakialueelle ja rinteille tehdään soveltuvin osin myös paikoittaisia louhepintaisia alueita, jotka muistuttavat seudun vaarojen rinteille tyypillisiä rakkakivikkoja.. Märkäläjitysvaihtoehdossa rikastushiekka-alue muotoillaan joko kuperaksi tai toiselle sivulle viettäväksi tai vaihtoehtoisesti koveraksi vedenjohtamisrakenteella. Patojen luiskaosat muotoillaan.

Suurin osa kaivosalueen kielteisistä maisemavaikutuksista lieventyy sulkemisvaiheessa, vaikkei alue tulekaan kokonaan palautumaan kaivosta edeltäneeseen tilaan. Erityisesti kaukomaisemien kannalta alueen maisemointi sulauttaa toiminnot osaksi alueen suurmaisemaa.

10.3.4 Vaikutusten merkittävyys

Suurimmat muutokset maisemaan aiheutuvat kaivosalueen rakentamis- ja toimintavaiheen aikana. Vaikutukset ovat suurimmillaan toimintavaiheen loppuvaiheessa. Vaikutusten arviointi kuvaa vaihetta, jolloin kaivos on laajimmillaan. Maiseman muutokset ulottuvat laajalle alueelle, vaikka hankkeen näkyvyys maisemassa onkin hyvin paikoittainen. Kaukomaisemavaikutuksia aiheutuu niille vaikutusalueen korkeimpien vaarojen lakialueille, joilta avautuu esteetön näkymä kaivostoiminnoille. Hankkeen lähialueilla vaikutuksia aiheutuu etenkin Sattasen kylälle ja paikoin muuallekin Kitisen jokilaaksoon. Viiankiaavan suoalueen retkeilykäyttäjille aiheutuu myös paikoitellen vaikutuksia.

Maisemaan kohdistuvat muutokset ovat pitkäkestoisia, mutta esimerkiksi matkailijat altistuvat niille vain hetkellisesti. Vuodenajat muuttavat merkittävästi hankkeen aiheuttamia maisemavaikutuksia ja näkyvyyttä. Talvella rikastushiekka-alue ja sivukivien sijoitusalueet ovat enimmäkseen lumen peittämiä ja erottuvat hyvin useimmiten tummemmassa metsämaisemassa. Toisaalta edellä mainitut vertautuvat ympäröivän alueen laajoihin puuttomiin lumen peittämiin aapasuoalueisiin.

Valaistuksen maisemavaikutus kohdistuu voimakkaimmin kaivosalueen lähiympäristöön Kitisen jokilaaksoon niille kohdin, jolla ei ole omaa valaistusta ja toisaalta Viiankiaavan valottomaan maisemaan. Hankkeella ei ole vaikutuksia valtakunnallisesti merkittäviin maiseman eikä rakennetun kulttuuriympäristön arvoalueisiin eikä kohteisiin.

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 10-3) on koottu eri vaikutuskohteille aiheutuva vaikutuksen merkittävyys hankevaihtoehdoittain, joka perustuu vaikutuskohteen herkkyyteen ja vaikutuksen suuruuteen. Vaikutuskohteille, jotka ovat herkkiä valaistuksesta aiheutuville vaikutuksille, on myös määritetty erikseen kaivoksen valaistuksesta pimeään ajankohtaan kohdistuva vaikutuksen merkittävyys. Taulukkoon 10-4 on koottu vaikutusten merkittävyys vaihtoehdoittain

Taulukko 10-3 Maisema- ja kulttuuriympäristövaikutusten merkittävyys vaikutuskohteiden mukaan. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020d)

Vaikutuskohde	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutuksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
Sattasen kyläalue	Kohtalainen	Pieni (VE1a-VE1b)	Vähäinen (VE1a-VE1b)
		Kohtalainen (VE2a-VE3b)	Kohtalainen (VE2a-VE3b)
		Pieni (valaistus)	Vähäinen (valaistus)
Lähialueen asuinalueet (pl. Sattanen)	Kohtalainen	Pieni (VE1a ja VE1b)	Vähäinen (VE1a ja VE1b)
		Kohtalainen (VE2a-VE3b)	Kohtalainen (VE2a-VE3b)
		Kohtalainen (valaistus)	Kohtalainen (valaistus)
Puolakkavaaran asutuskylä	Suuri	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Valtatien 4 matkailukäyttö	Kohtalainen	Pieni (VE1a-VE2b)	Vähäinen (VE1a-VE2b)
		Kohtalainen (VE3a ja VE3b)	Kohtalainen (VE3a ja VE3b)
		Pieni (valaistus)	Vähäinen (valaistus)
Viiankiaapa ja sen luontopolut	Kohtalainen	Pieni (VE1a, VE1b, VE2a, VE3a, VE3b)	Vähäinen (VE1a, VE1b, VE2a, VE3a, VE3b)
		Ei vaikutusta (VE2b)	Ei vaikutusta (VE2b)
		Kohtalainen (valaistus)	Kohtalainen (valaistus)
Kommattivaaran alue	Kohtalainen	Kohtalainen (VE1a-VE3b)	Kohtalainen (VE1a-VE3b)
		Pieni (valaistus)	Vähäinen (valaistus)
Vaikutusalueen ladut ja liikuntapaikat	Kohtalainen	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Vaikutusalueen latujen ja liikuntapaikkojen käyttäjät	Suuri	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Lähialueen moottorikelkkareitit	Vähäinen	Pieni	Vähäinen
Vaikutusalueen vaarojen lakialueet	Kohtalainen	Kohtalainen (VE1a-VE3b)	Kohtalainen
		Pieni (valaistus)	Vähäinen (valaistus)
Vanttion Kotavaaran ja Simppa-Juntin jäkälämaan arvoalueet	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen
Arkeologinen kulttuuriperintö	Suuri	Ei vaikutusta (VE1a, VE2a ja VE3a)	Ei vaikutusta (VE1a, VE2a ja VE3a)
		Suuri, muinaisjäännös jää rakentamisen alle (VE1b, VE2b ja VE3b)	Suuri (VE1b, VE2b ja VE3b)
		Ei vaikutusta, muinaisjäännös huomioidaan tarkemmassa suunnittelussa (VE1b, VE2b ja VE3b)	Ei vaikutusta (VE1b, VE2b ja VE3b)
Suurmaisema	Kohtalainen	Pieni	Vähäinen

Taulukko 10-4 Maisema- ja kulttuuriympäristövaikutusten merkittävyys vaihtoehdoittain.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys	Suuruus: Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys		VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE1a, VE1b	VE0			
Suuri herkkyys							

10.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Pohjoisen yhdystien ja liityntävoimajohdon suunnittelussa tulee huomioida Kitisen länsirannalla sijaitseva Puolakan kiinteä muinaisjäännös siten, että pyyntikuopat jäävät rakennustöiden ulkopuolelle.

Kitisen itärannan ja kaivostoimintojen väliin tulisi jättää puustoista suojavyöhykettä, mikä vähentäisi Kitisen länsirannalle aiheutuvia maisemavaikutuksia sekä Sattasen kylälle, että muualle jokilaaksoon.

11 VAIKUTUKSET MAA- JA KALLIOPERÄÄN

11.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

11.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Kaivoksen rakentamisvaiheessa maa- ja kallioperään kohdistuu vaikutuksia lähinnä pintamaiden ja muiden maakerrosten poiston, teiden, rakennusten ja toimintaan liittyvien muiden rakenteiden rakentamisen sekä kaivoksen tunneliverkoston ja tarvekiven louhinnan johdosta. Poistettavat pintamaat sijoitetaan kaivoksen toiminta-ajaksi rikastushiekka-alueen läheisyyteen. Pintamaita hyödynnetään maarakenteissa siltä osin kuin niiden tekniset ominaisuudet sen sallivat. Joidenkin metallien korkeat taustapitoisuudet voivat vaikuttaa hyödyntämiskelpoisuuteen.

Toimintavaiheessa maaperään voi kohdistua vaikutuksia lähinnä sivukivistä ja rikastushiekasta (suotovedet, pöly) sekä altaissa varastoitavista jätevesistä vuotojen ja onnettomuuksien yhteydessä. Sivukivien ja rikastushiekan ominaisuuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 4. Kallioperään kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat toiminnan aikana maanalaisen kaivoksen louhinnasta (malmin ja sivukiven louhinnat).

Sulkemisvaiheessa vaikutukset kohdistuvat maaperään maisemointitöiden ja rakenteiden purkamisen yhteydessä. Rakentamisvaiheessa alueelta poistetut, rakenteisiin kelpaamattomat pintamaat hyödynnetään maisemoinnissa ja uutta maa-ainesta tuodaan alueen ulkopuolelta vain tarvittaessa. Kallioperään ei kohdistu vaikutuksia sulkemisvaiheessa.

Kaikissa hankevaihtoehdoissa suurimmat vaikutukset maaperään kohdistuvat Kuusivaaran alueelle, jonne tehdasalue ja kaivosjätteiden sijoitusalueet sekä vesialtaat tulevat sijoittumaan. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b vaikutuksia tulee kohdistumaan myös Pahanlaaksonmaalle. Kallioperään kohdistuvat vaikutukset keskittyvät tarvekivilouhoksen alueelle Kuusivaaraan ja vinotunnelivaihtoehdosta riippuen joko Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan väliselle alueelle tai pelkästään Pahanlaaksonmaalle. Louhittavan esiintymän sijainti on sama kaikissa hankevaihtoehdoissa ja sen osalta vaikutukset kohdistuvat Pahanlaaksonmaalle ja Viiankiaavan länsiosaan. Vaikutusten arvioinnissa on käytetty tarkastelualueena hankealueiden mukaista rajausta.

11.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Maa- ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset on arvioitu asiantuntijatyönä maa- ja kallioperägeologian koulutuksen hankkineen sekä rakennusgeologiaan erikoistuneen asiantuntijan toimesta.

Arviointi nojautuu pääosin aikaisempiin aihetta koskeviin aineistoihin, joihin ennen muuta kuuluvat Helsingin yliopiston geologian yksikön suorittamat ympäristögeologiset tutkimukset ja opinnäytetyöt vuosina 2015-2020 sekä monipuoliset Geologian tutkimuskeskuksen toteuttamat kartoitukset ja kohdetutkimukset sekä muut tieteelliset tutkimukset (listaus tausta-aineistosta on esitetty jäljempänä tässä luvussa). Kallioperän osalta tärkeimmät lähderaportit ovat suunniteltujen kaivostilojen louhintaan ja niistä tapahtuvaan vedenpoistoon liittyvät mallinnukset (SRK Consulting Ltd 2019a ja Stantec Consulting Ltd 2020). Lähtöaineistoon sisältyvät myös AASM Oy:n toteuttamat kairaus- ja maaperänäyteaineistot sekä kaivoksen esisuunnitteluasiakirjat. Olennaisimmat tutkimustulokset on kiteytetty kahteen yhteenvetoraporttiin (Salonen 2019 ja Salonen 2020). Vertailuaineistona on käytetty valtakunnallisia geologisten muodostumien inventointiaineistoja.

1. Salonen, V-P 2019: Viiankiaavan ympäristön maaperän kehitys ja sen erityispiirteet, Ympäristögeologinen maaperäselvitys Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin taustaaineistoksi. Salonen Environment.
2. SRK Consulting Ltd 2019a: A hydrological impact assessment study for the Sakatti Cu-Ni-PGE-Au deposit, Northern Finland.
3. Stantec Consulting Ltd 2020: Groundwater Modeling Assessment of the Proposed Underground Mine at the Sakatti Cu-PGE-Au Deposit, Northern Finland.
4. Salonen, V-P 2020: Viiankiaavan hydrologiaan vaikuttavista tekijöistä. Yhteenvetoraportti. AA Sakatti Mining Oy. Salonen Environment.

Julkaisujen ja raporttien ohella on hyödynnetty muita, numeeristen karttapalvelimien jakamia julkisia paikkatietoaineistoja. Tärkeimmät rajapinnat ovat Maanmittauslaitoksen ylläpitämä Paikkatietoikkuna (https:// www.paikkatietoikkuna.fi) sekä Geologian tutkimuskeskuksen Maankamara-palvelu (http://gtkdata.gtk.fi/ Maankamara/index.html).

Konsultit ovat tutustuneet kohteeseen myös maastokäynnin yhteydessä.

Kaivannaisjätteiden sijoitusalueiden vaikutuksia arvioitiin myös niiden mahdollisesti aiheuttaman pilaantumisriskin kannalta. Lähtötietoina käytettiin GTK:n taustapitoisuusaineistoja, läjitettävien materiaalien geokemiallisia ominaisuustietoja sekä alueelle suunniteltujen rakenteiden suunnitteluasiakirjoja. Arvioinnissa hyödynnettiin myös valtioneuvoston asetuksessa Vna 214/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista esitettyjä kynnys- ja ohjearvoja, vaikka niiden varsinainen käyttötarkoitus on ihmistoiminnan aiheuttaman pilaantumisen arviointi. Kynnys- ja ohjearvot perustuvat haitta-aineiden aiheuttamiin ekologisiin ja terveysriskeihin, joten niiden soveltaminen yleisen kuvan saamiseksi eri alkuaineiden pitoisuustasojen merkittävyydestä on siten hyväksyttävissä. Varsinainen pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi perustuu yleisesti kohdekohtaiseen riskinarviointiin, jossa huomioidaan mm. alueelliset taustapitoisuudet.

Sakatin kaivoshankkeeseen liittyvää kirjallisuutta

Julkaisut

Brownscombe, W., Ihlenfeld, C., Coppard, J., Hartshorne, C., Klatt, S., Siikaluoma, J. K. & Herrington, R. J. 2015: Chapter 3.7 - The Sakatti Cu-Ni-PGE Sulfide Deposit in Northern Finland. In O'Brien, W. D. M. L. (ed.): Mineral Deposits of Finland, 211-252 pp. Elsevier.

Darmody, R.G., Thorn, C.E., Seppälä, M., Campbell, S.W., Li, Y.K., Harbor, J., 2008. Age and weathering status of granite tors in Arctic Finland (~68° N). Geomorphology 94, 10–23.

Eriksson, B. 2005. Interglasiaali- ja interstadiaalivaiheet. s. 105 – 115 teoksessa Johansson, P. ja Kujansuu, R. 2005. Pohjois-Suomen maaperä: maaperäkarttojen 1:400 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 236 s.

Golder Associates 2012. Viiankiaapa – Preliminary Hydrological and Hydrogeological Characterisation. Report number 11514150081.500/B.0, 25 s., 10 taulukkoa, 8 kuvaa ja 5 liitettä. AA Sakatti Oy 2012

Golder Associates 2013. Kallionäytekairausten kairareikien vaikutus Viiankiaapaan. Report, 22 s. AA Sakatti Mining Oy 2013

Golder Associates 2015. Viiankiaapa pinta- ja pohjavesiolosuhteet ja kairareikien ympäristövaikutukset. Report, 32 s. AA Sakatti Mining Oy 2015

Johansson, P. 1995. The deglaciation in the eastern part of the Weichselian ice divide in Finnish Lapland. Geological Survey of Finland, Bulletin 383. 72 s.

Johansson, P. ja Kujansuu, R. 1995. Observations on three subglacial drainage systems (eskers) of different ages in Savukoski, eastern Finnish Lapland. Geological Survey of Finland, Special Paper 20, 83-93, 1995

Johansson, P. ja Kujansuu, R. 2005. Pohjois- Suomen maaperä: maaperäkarttojen 1:400 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 236 s.

Johansson, P., Lunkka, J.P., Sarala, P. 2011: Glaciation of Finland. In: Ehlers, J., Gibbard, P. L. & Hughes, P. D. (Eds.), Quaternary glaciations – extent and chronology, a closer look, 105–116. Developments in Quaternary Science 15, Elsevier, Amsterdam.

Hall A.M., Sarala P. & Ebert K. 2015. Late Cenozoic deep weathering patterns on the Fennoscandian shield in northern Finland: A window on ice sheet bed conditions at the onset of Northern Hemisphere glaciation. Geomorphology 246: 472-488.

Hirvas, H. 1991. Pleistocene stratigraphy of Finnish Lapland, Geological Survey of Finland, Bulletin 354, 123 s., 2 liitettä.

Hirvas, H., Alfthan, A., Pulkkinen, E., Puranen, R and Tynni, R. 1977. Raportti malminetsintääapalvele-vasta maaperätutkimuksesta Pohjois-Suomessa vuosina 1972 - 1976. Summary: A report on glacial drift investigations for ore prospecting purposes in northern Finland 1972 - 1976. Geological Survey of Finland, Report of Investigation 19

Hirvas, H., Saarnisto, M., Hakala, P., Huhta, P., Johansson, P. & Pulkkinen, E. 1994. Maaperän kerrosjärj-estys ja geokemia Keivitsassa. Geological Survey of Finland, unpublished report, P 23.4.014. 44 p.

Hjelt, A. ja Pääkkö, E. 2006. Viiankiaavan hoito- ja käyttösuunnitelma. Metsähallituksen luonnonsuojelu-julkaisuja. Sarja C 11, 51 s.

Hyyppä, J. 1977. Kaoliinia Sodankylän Siurunmaassa. Geologi 29 (4–5), 52–56.

Hyyppä, J. 1983. Suomen kallioperän preglasiaalisesta rapautumisesta. Summary: Preglacial weathering of precambrian rocks in Finland. Papers of the Engineering-Geological Society of Finland 15 (2), 1–17.

Islam, M.R., Peuraniemi, V., Aario, R., Rojstaczer, S., 2002. Geochemistry and mineralogy of saprolite in Finnish Lapland. Appl. Geochem. 17, 885–902.

Johansson, P. 1995: The deglaciation in the eastern part of the Weichselian ice divide in Finnish Lapland. Bulletin - Geological Survey of Finland 383, 72.

Johansson, P. ja Kujansuu, R. 2005. Pohjois- Suomen maaperä: maaperäkarttojen 1:400 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 236 s.

Johansson, P., Lunkka, J.P., Sarala, P. 2011: Glaciation of Finland. In: Ehlers, J., Gibbard, P. L. & Hughes, P. D. (Eds.), Quaternary glaciations – extent and chronology, a closer look, 105–116. Developments in Quaternary Science 15, Elsevier, Amsterdam.

Karhu, J.A., Salonen, V-P. ja Korkka-Niemi, K. (2020). Hapen ja vedyn isotooppikoostumus Viiankiaavan ja sen ympäristön pinta- ja pohjavesissä. Raportti AA Sakatti Miningille.

Kleman, J., Hättestrand, C., Borgström, I., & Stroeven, A. (1997). Fennoscandian palaeoglaciology reconstructed using a glacial geological inversion model. Journal of glaciology, 43(144), 283-299.

Koljonen, T. 1992 (toim.). Suomen Geokemian Atlas, osa 2: Moreeni. The Geochemical Atlas of Finland, part 2: Till. Geologian tutkimuskeskus. 218 s.

Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. Suomen Geokemian Atlas, osa 3: Ympäris-tögeokemia – purovedet ja sedimentit. The Geochemical Atlas of Finland, Part 3. Environmental geoche-mistry – stream waters and sediments. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 149 s.

Lappalainen, E. 1970. Über die spätquartäre Entwicklung der Flussufermoore MittelLapplands. Bulletin de la Commission géologique de Finlande, 244, 1-79.

Lappalainen, E. ja Pajunen, H. 1980. Lapin turvevarat. Geologinen tutkimuslaitos maaperäosasto, raportti P 13.6/80/20, 158–159.

Lunkka, J. P., Sarala, P. & Gibbard, P. L. 2015: The Rautuvaara section, western Finnish Lapland, revisited: new age constraints indicate a complex Scandinavian Ice Sheet history in northern Fennoscandia during the Weichselian Stage. Boreas 44, 68-80.

Maijanen H., Salonen V.-P. & Heikkinen P. 2008. Maaperän paksuus FIRE-linjoilla Lapissa. Geologi 60: 157–160.

Manninen, T., Hyvönen, E., Johansson, P., Kontio, M., Pänttäjä, M., Väisänen, U. 1996. Keivitsan alueen geologia. 28 s., 27 liites. K/21.42/96/1. GTK raportti.

Muurinen, T. 2015. Soiden kartoitus. s. 27-35 teoksessa: Sarala, P. (toim) Lapin geologiset luonnonvarat 2010. ACTA LAPPONICA FENNIAE 25 1-141

Mäkilä, M., Säävuori, H., Kuznetsov, O. & Grundström, A. 2013. Soiden ikä ja kehitys Suomessa. Geolo-gian tutkimuskeskus. Turvetutkimusraportti 443, 41 sivua, 49 kuvaa ja 5 liitettä.

Patrikainen, P. 1966. Keski-Lapin moreeneista. Pro-gradututkielma. Julkaisematon. Helsingin yliopisto, Geologian ja paleontologian laitos, 1966.

Peuraniemi, V. 1989. Till stratigraphy and ice movement directions in the Kittilä area, Finnish Lapland. Boreas 18 (2), 145–157.

Rask, M., Lintinen, P., 2001. Kaoliinitutkimukset Sodankylän Siurunmaalla vuosina 1978–1988. Geol. Surv. Finland 13 (M19/3713/2001/1/82).

Rossi, Seppo:1991. Rapakallion kuparianomalian malmitutkimukset Maaselässä Sodankylän kunnan poh-joisosassa vuosina 1977 - 1983. 48 s., 8 liites. s 64M19/3741/-84/1/10

Räisänen, J., 2014: Sodankylän alueen maaperäkartoitus 2013–2014 (Väliraportti). Geological Survey of Finland, Archive Report 52/2014, 22 p.

Salminen, Reijo (toim.) 1995. Alueellinen geokemiallinen kartoitus Suomessa vuosina 1982-1994. Summa-ry: Regional Geochemical Mapping in Finland in 1982-1994. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 130. 47 s.

Salonen, V.-P., Moreau, J., Hyttinen, O. & Eskola, K. O. 2014: Mid-Weichselian interstadial in Kolari, western Finnish Lapland. Boreas 43, 627-638.

Sarala, P., Räisänen, J., Johansson P., & Eskola, K.O. 2015. Aerial LiDAR analysis in geomorphological mapping and geochronological determination of surficial deposits in the Sodankylä region, northern Finland, GFF, 137:4, 293-303.

Sutinen, R. 1992. Glacial deposits, their electrical properties and surveying by image interpretation and ground penetrating radar. Geological Survey of Finland, Bulletin 359. 123 s.

Väisänen, U. & Maunu, M. 2004. Maaperäkartan selitys 1:20 000 - Expl. to Maps of Quaternary deposits, Karttalehti: 371407, Sattanen.

Helsingin yliopiston tutkimusryhmän raportit

Salonen, V.-P., Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Åberg, A. & Åberg, S. 2014. Recent geological history of Sakatti area, Sodankylä and its hydro-environmental implications– a baseline study on existing surveys, AA Sakatti Mining Oy Report, Helsinki, 10.12.2014. 26 pp.

Salonen, V.-P, Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Koivisto, E., Åberg, A., Åberg, S. Laakso, J.,Lahtinen, T. & Suonperä, E. 2016. Sakatti geoenvironments. A baseline study on Quaternary sediments, hydrogeological conditions and groundwater – surface water interactions in Kersilö area, Sodankylä. AA Sakatti Mines OY Report. Helsinki, 101 pp.

Salonen, V.-P., Valkama, M., Kultti, S., Åberg, A. & Koivisto, E. 2018. Assessing basecase TMF-sites around Kuusivaara, Sodankylä. Unpublished report to AA Sakatti Mining Oy, Jan 19. 2018, Salonen Environment. 28 p.

Korkka-Niemi, K. (ed), Salonen, V.-P., Rautio, A., Bigler, P., Åberg, A. & Åberg, S. 2016. Characterization of geo-hydro-ecological factors possibly controlling the distribution of endangered species (Hamatocaulis vernicosus, Saxifraca hirculus etc) of Viiankiaapa mire. AA Sakatti Mining Oy Progress Report, Helsinki, 31.12.2016

Korkka-Niemi, K. (ed.), Rautio, A., Åberg, S., Åberg, A., Bigler P. and Salonen, V-P. 2017. Hydro- and environment geological studies during the years 2016-2017 around Sakatti exploration target. Final report: Characterization of geo-hydro-ecological factors possibly controlling the distribution of endangered species of Viiankiaapa mire. AA Sakatti Mining Oy 31.12. 2017. University of Helsinki. Division of Geology and Geochemistry

Korkka-Niemi, K. ja Turtiainen, H. (2019a). Hydraulic properties of peat and hydrogeochemical characteristics of groundwater and porewater in Viiankiaapa mire. Progress report for AA Sakatti Mining Oy. University of Helsinki Department of Geosciences and geography.

Korkka-Niemi, K., Koskimaa, K. ja Karhu, J. (2019b). The hydrogeology of Sakatti exploration target area: the dating of groundwater. Report: 7th October 2019 (Draft1) for AA Sakatti Mining Oy. University of Helsinki Department of Geosciences and geography. 40 s.

Sakatin ympäristögeologiaa käsittelevät Helsingin yliopiston tutkimusryhmän julkaisut

Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Bigler, P. & Åberg, S. 2017. Characterization of Geo-Hydro- Ecological Factors Affecting the Distribution of Endangered Species in Viiankiaapa Mire, an Ore Prospecting Site. In 13th International Mine Water Association Congress 25−30.6. 2017, Rauha, Lappeenranta. (Extended abstract).

Åberg, A., Salonen, V-P., Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Koivisto, E. & Åberg, S. 2017. A conceptual 3D sedimentary model in visualizing complex glacial deposition within the ice divide zone, Finnish Lapland. Boreal Env. Res., 22, 277–298.

Åberg, S., Åberg, A., Korkka-Niemi, K. & Salonen, V-P. 2017b. Hydrostratigraphy and 3D Modelling of a Bank Storage Affected Aquifer in a mineral exploration area in Sodankylä, Northern Finland. In 13th International Mine Water Association Congress 25−30.6. 2017, Rauha, Lappeenranta. (Extended abstract)

Åberg, A., Salonen, V-P., Kaakinen, A., Kultti, S., Korkka-Niemi, K. & Eskola, K.O. 2019. Weichselian history of sedimentation within the Kitinen basin in Sodankylä – Kärväsniemi: a new late Pleistocene reference section for Central Lapland. Geological Society of Finland, Bulletin, Submitted.

Åberg, S., Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Salonen, V-P. & Åberg, A. 2019. Groundwater recharge and discharge patterns in a sedimentary aquifer along the River Kitinen in Sodankylä, Northern Finland., Boreal Env. Res., 24, 155-187.

Åberg, A.K., Susanne Charlotta Åberg, S.C. ja Korkka-Niemi, K. (2020, submitted). 3D hydrostratigraphical models and groundwater flow in complex Quaternary deposits and
weathered/fractured bedrock – testing increasing model complexity. Hydrogeology journal, in review.

Sakatin ympäristögeologiaa käsittelevät geologian alan opinnäytteet

Bigler, Paula. 2018. Hydrogeology and hydrogeochemistry of western margin of Viiankiaapa mire in Sodankylä – Factors affecting the distribution of endangered species. MSc thesis, University of Helsinki, Geology. 78 pp.

Lahtinen, Tatu. 2017. Hydrogeochemical characterization of the Sakatti mine prospecting area, Sodankylä, Finnish Lapland. MSc-thesis. Universty of Helsinki, Helsinki. http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2017121155634

Suonperä, Enni. 2016. Holocene paleohydrology of Viiankiaapa mire, Sodankylä, Finnish Lapland. MSc-thesis. Universty of Helsinki, Helsinki. http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2017112251590

Valkama, Markus. 2018. Suitability of Kuusivaara, Sodankylä, central Finnish Lapland for hosting mining infrastructure based on its stratigraphy. MSc thesis, University of Helsinki, Geology. 52 pp.

11.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Hankealueella on tehty maaperätutkimuksia laajalti. Varsinaisia rakentamiseen liittyviä ja sen vaatimia suunnitelmia, selvityksiä tai tutkimuksia ei kuitenkaan ole vielä toteutettu. Niiden myötä maaperäolosuhteet tarkentuvat etenkin Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan alueilla. Poistettavien maamassojen määrä tarkentuu näiden tulosten perusteella. Kallioperän osalta vaikutusten arviointiin liittyvä suurin epävarmuustekijä on louhittavan tarvekiven määrä. Todellinen määrä tarkentuu osin vasta rakentamisen aikana.

Edellä mainittujen epävarmuustekijöiden johdosta ei kuitenkaan ole odotettavissa olennaisia muutoksia tehtyihin vaikutusarvioinnin johtopäätöksiin.

Rikastushiekan ja sivukivien hapontuotto-ominaisuuksia on tutkittu erityyppisillä testeillä. Mahdollisesti syntyvät happamat suotovedet voivat aiheuttaa maaperän pilaantumista, mikäli käytettävät riskinhallintakeinot eivät ole riittävät. Tutkittujen näytteiden määrä on etenkin rikastushiekan osalta pieni, mistä aiheutuu epävarmuutta todellisen tilanteen arviointiin. Lisäksi sivukivien testauksessa käytettyjen, eri sivukivilajeista otettujen näytteiden edustavuuden määrittäminen on vaikeaa ennen kaivoksen yksityiskohtaisen louhintasuunnitelman valmistumista.

11.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Maa- ja kallioperän herkkyyden arviointi pohjautuu pitkälti kahteen päätekijään: geologisesti arvokkaiden kohteiden esiintymiseen sekä alueen maisemalliseen arvoon ja luonnontilaan (Taulukko 11-3). Näistä luonnontilan ja maisemallisen arvon vaikutus on vähäinen, sillä maa- ja kallioperässä tapahtuvat muutokset ilmenevät pitkälti muiden vaikutustyyppien kautta (esim. luonto, maisema, pohjavesi), ja siten ne huomioidaan asianomaisissa kohdissa. Herkkyyden arviointikriteerien asettamisessa määräävänä tekijänä on siten yhteiskunnallinen merkitys.

Taulukko 11-1 Vaikutuskohteen herkkyys; Maa- ja kallioperä.

Vähäinen	Alueella ei ole arvokkaaksi luokiteltuja tai koettuja geologisia kohteita Alueen maa- ja/tai kallioperää on muokattu
Kohtalainen	Alueella on paikallisesti arvokkaaksi luokiteltu geologinen kohde Alueella on laajoja yhtenäisiä kalliomuodostumia Alueen maa- ja kallioperä on osittain muokattu ja osittain luonnontilassa
Suuri	Alueella on maakunnallisesti tai valtakunnallisesti arvokkaaksi luokiteltu geologinen kohde Alueen maa- ja kallioperä on luonnontilainen ja alueella on laajoja yhtenäisiä kalliomuodostumia

Maa- ja kallioperän osalta ei ole mielekästä määrittää muutoksen suuruutta pelkästään kaivettavan tai louhittavan aineksen tilavuuden mukaan silloin, kun sivukivien ja tarvekiven suhteen kyseessä ei ole geologisesti erikoinen tai harvinainen materiaali. Sen sijaan muutoksen suuruutta voidaan määritellä myös muokattavan alueen pinta-alan mukaan (alueellinen laajuus). Tällöin huomioidaan myös läjitettävien massojen ja kaivosjätteiden alle jäävä maa-ala. Tämän lisäksi muutoksen pysyvyys otetaan huomioon.

Taulukossa Taulukko 11-2 on esitetty muutoksen voimakkuuden ja suunnan arviointikriteerit maa- ja kallioperän osalta.

Taulukko 11-2 Muutoksen voimakkuus ja suunta; Maa- ja kallioperä.

Suuri kielteinen	Käsiteltävät massamäärät ja muokattavan alueen laajuus ovat suuria Toiminnasta aiheutuu huomattavaa maaperän pilaantumisvaaraa Geologinen arvokohde tuhoutuu suurelta osin tai kokonaan
Keskisuuri kielteinen	Käsiteltävät massamäärät ja muokattavan alueen laajuus ovat kohtalaisen suuria Toiminnasta aiheutuu maaperän pilaantumisvaaraa Geologisen arvokohteen luonne muuttuu olennaisesti ja pysyvästi
Pieni kielteinen	Käsiteltävät massamäärät ovat pieniä ja muokattavan alueen laajuus on pieni Toiminnasta aiheutuu vain vähäistä maaperän pilaantumisvaaraa Geologiseen arvokohteeseen kohdistuu vähäisiä ja tilapäisiä haitallisia vaikutuksia
Ei vaikutusta	Ei juurikaan muutoksia maa- ja kallioperään
Pieni myönteinen	Hankkeen toteuttaminen ehostaa tai kunnostaa lievästi ennestään muuttunutta maa- tai kallioperää
Keskisuuri myönteinen	Hankkeen toteuttaminen ehostaa tai kunnostaa kohtalaisesti ennestään muuttunutta maa- tai kallioperää
Suuri myönteinen	Hankkeen toteuttaminen ehostaa tai kunnostaa huomattavasti ennestään muuttunutta maa- tai kallioperää

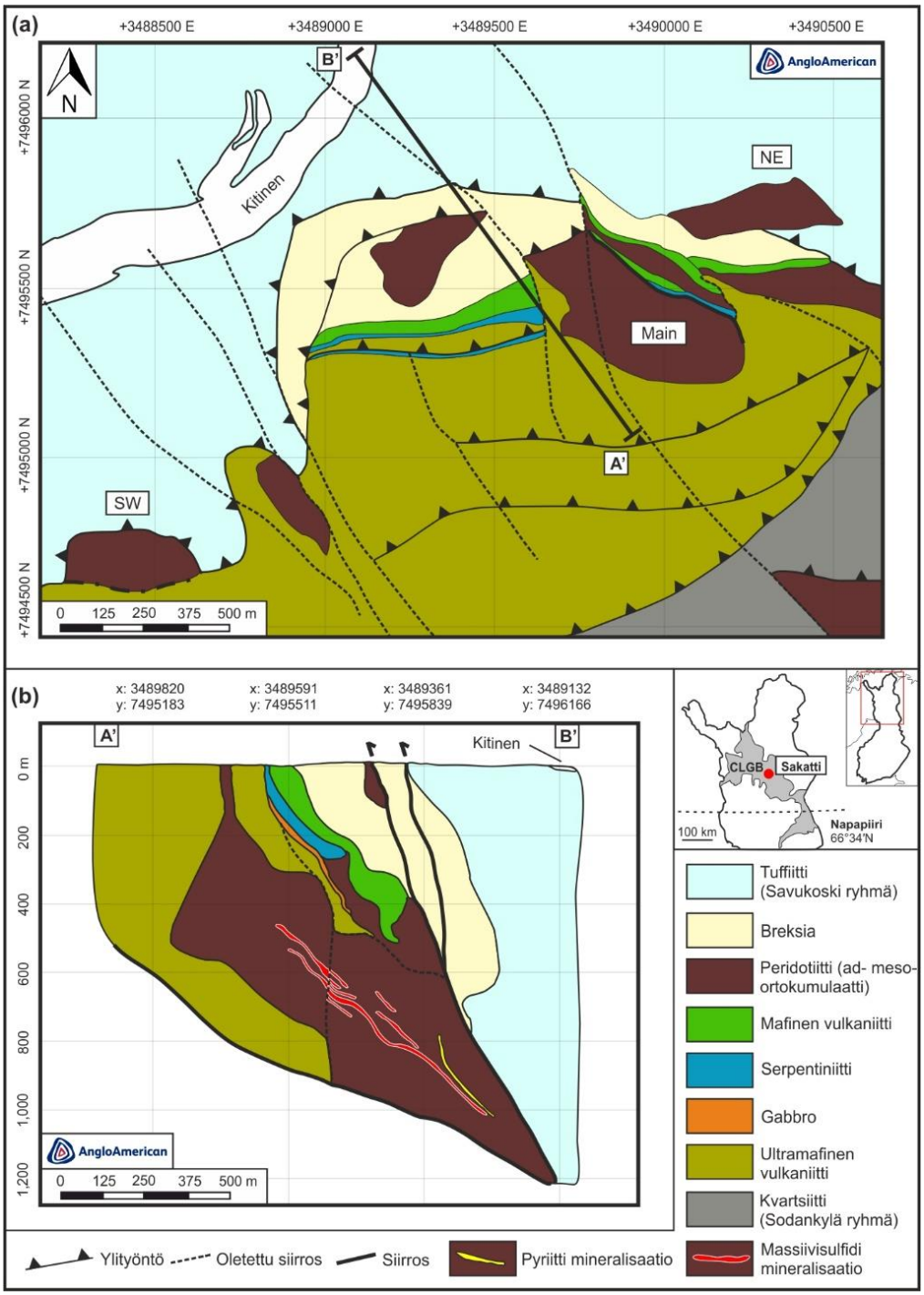
11.2 Nykytila

11.2.1 Nykytilan kuvaus

Kallioperä

Sakatin esiintymä koostuu kolmesta erillisestä mineralisoituneesta ultraemäksisestä muodostumasta (Sakatin pääesiintymä, koillinen (NE) satelliittiesiintymä ja lounainen (SW) satelliittiesiintymä) (Kuva 11-1 a). SW-satelliittiesiintymä ei sisälly Sakatin monimetallikaivoshankkeen YVA:n. Geologinen informaatio pääesiintymän ja pienempien satelliittiesiintymien (NE ja SW) välillä on rajallista ja tämänhetkisen geologisen tulkinnan mukaan satelliittiesiintymät ovat erillisiä, pienempiä mineralisoituneita osia. Geologialtaan satelliittiesiintymät ovat pääesiintymän kaltaisia ja niiden geologia koostuu samoista kivilajeista kuin Sakatin pääesiintymä. Suurin osa Sakatin alueen mineralisaatioista sijaitsee Sakatin pääesiintymässä, jolla on tähänastisten tutkimusten perusteella pituutta noin 1 600 m ja leveyttä 750 m. Pääesiintymä on lähimpänä maanpintaa noin 350 m syvyydessä Sakatin alueen itäosissa, josta esiintymä kaatuu 30-40 asteen kaltevuudella kohti

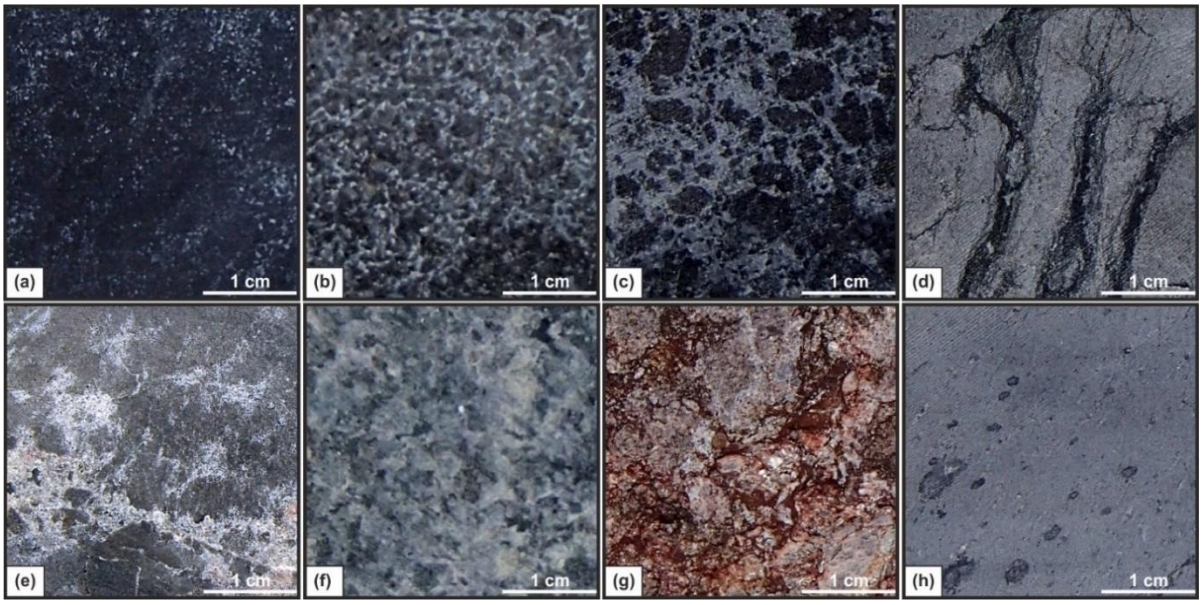
pohjoista ja koillista. Pääesiintymän ultraemäksisten kivilajien kokonaispaksuus vaihtelee ollen paksuimmillaan noin 300 m. Timanttikairausten perusteella Sakatin pääesiintymän kivilajeja ja mineralisaatiota on tavattu vielä yli 1 200 m syvyydessä. Vuosien 2006 ja 2019 välisenä aikana tehtyjen malminetsintätöiden perusteella esiintymien rajoja ei ole pystytty määrittämään, vaan ne ovat auki useampaan suuntaan, myös syvyyssuuntaan.



Kuva 11-1 (a) Sakatin alueen geologinen kartta perustuen rakennegeologiseen tulkintaan sekä 3D geologiseen mallinnukseen (main = pääesiintymä). (b) Leikkauskuva (A'-B') Sakatin pääesiintymästä.

Alueellisesti Sakatin esiintymät sijaitsevat Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeellä, joka voidaan jakaa viiteen stratigrafiseen eli iänmukaiseen ryhmään. Ryhmät poikkeavat toisistaan iän mutta myös niissä esiintyvien kivilajien osalta. Sakatin esiintymän eteläpuolella tavattavat kivet ovat pääasiassa kvartsiitteja, jotka kuuluvat alueen vanhimpaan stratigrafiaan eli ns. Sodankylän ryhmään (≥ 2,2 miljardia vuotta). Sakatin esiintymä ja sen pohjoispuoliset alueet ovat nuoremman Savukosken ryhmän (~2,06 miljardia vuotta) ultraemäksisiä vulkaniitteja ja metasedimenttejä. Sakatin esiintymän on tulkittu sijaitsevan Savukosken ryhmän alimmissa tektonisoituneissa (siirrostuneissa ja ruhjoutuneissa) osissa. Sakatin timanttikairauksissa on lävistetty molempien edellä mainittujen ryhmien kivilajeja sekä Sodankylän ja Savukosken ryhmien mahdollinen tektonisoitunut kontakti.

Sakatin esiintymä on magmaattista alkuperää ja esiintymän pääkivilajeina tavataan koostumukseltaan peridotiittisia oliviinikumulaatteja, joiden rakenne ja koostumus vaihtelevat ortokumulaateista meso- ja adkumulaatteihin (Kuva 11-2 a-c). Esiintymän pääkivilajin mineraalit koostuvat pääasiassa oliviinista ja pyrokseeneista sekä satunnaisena tavattavasta kromiitista. Päämineraalien muuttumisen seurauksena tavataan myös serpentiiniä, talkkia, tremoliittia ja karbonaattia. Muuttuneisuudesta huolimatta kivilajien perusrakenne on yleisesti hyvin havaittavissa. Rakenteiden sisäinen koostumusvaihtelu sekä mahdolliset ultraemäksisten kivien eri kerrokset ovat tunnistettavissa geokemiallisen ja petrologisen aineiston avulla.



Kuva 11-2 Sakatin esiintymän pääkivilajit (a) Peridotiittinen adkumulaatti (b) mesokumulaatti (c) ortokumulaatti (d) Ultraemäksinen vulkaniitti, jossa on breksiarakennetta (e) Emäksinen vulkaniitti (f) Gabro (g) Voimakkaasti muuttunut breksia (h) Emäksinen tuffiitti.

Ultraemäksisiä vulkaniitteja esiintyy pääasiassa Sakatin pääesiintymän eteläisissä osissa (Kuva 11-1 a, b). Tämän alueen ultraemäksiset vulkaaniset kivet ovat koostumukseltaan pääasiassa komatiittisia laavoja. Kyseiset kivilajit ovat enimmäkseen hienorakeisia ja niissä tavataan mm. breksiarakenteita (Kuva 11-2 d). Edellä mainittujen kivilajien lisäksi Sakatin esiintymässä tavataan vaihtelevasti emäksisiä vulkaanisia kiviä (Kuva 11-2 e), pyrokseniitteja sekä gabroja (Kuva 11-2 f). Gabrojen on tulkittu esiintyvän nuorempina, leikkaavina juonina ja pyrokseniittien ohuina kerroksina tai sulkeumina. Kumulaattien kattopuolen muodostavat pääasiassa heterogeeniset karbonaattirikkaat breksiat, joiden paksuus vaihtelee 100-300 m välillä ja joita luonnehtii voimakas hematiitti-dolomiitti-

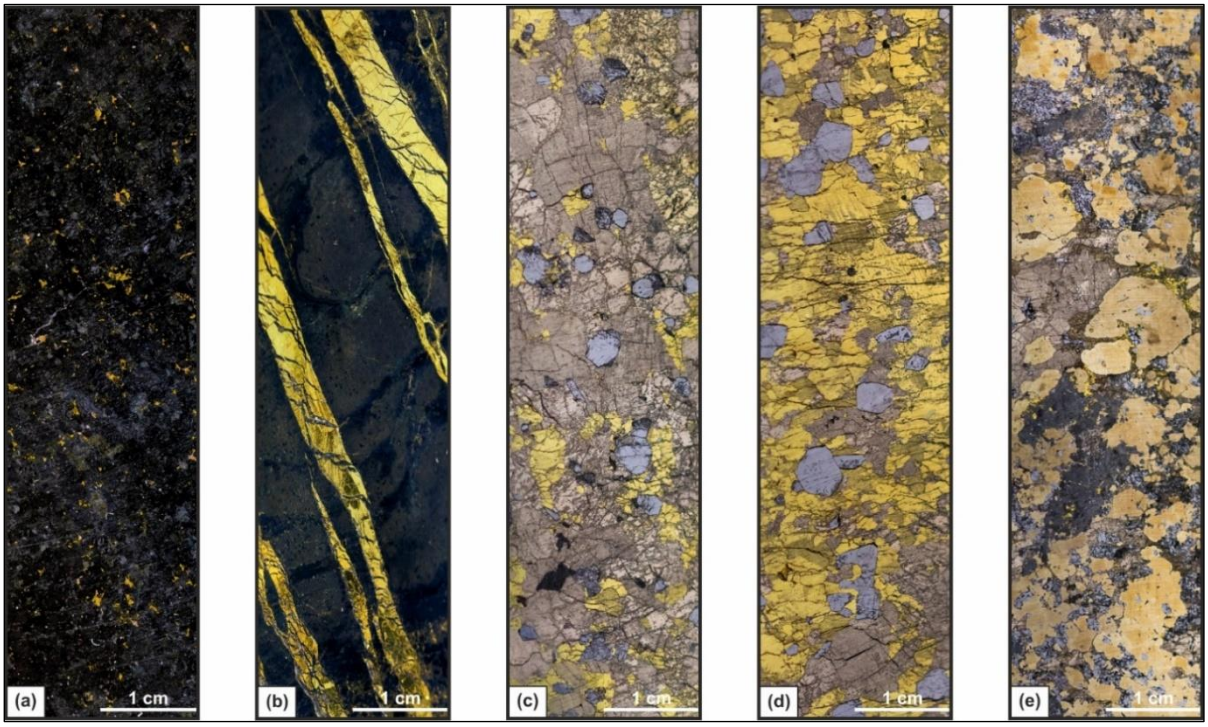
albiitti-talkki muuttuminen (Kuva 11-2 g). Kyseisen yksikön kattopuolen kivet muodostavat paksun (jopa 600 m) vulkanoklastisten kivien yksikön. Tämän yksikön kivet ovat pääasiassa tuffiitteja ja fylliittejä sekä dolomiitteja (Kuva 11-2 h).

Sakatin pääesiintymän kumulaattien jalkapuolella esiintyy paksu ruhjevyöhyke (Kuva 11-1 b), joka tavataan melkein kaikissa Sakatin pääesiintymän timattikairarei'issä. Ruhjevyöhykkeen paksuus vaihtelee muutamasta metristä jopa 35 metrin paksuuteen. Kyseinen ruhjevyöhyke erottaa Sakatin esiintymän ultraemäksiset kumulaatit ja vulkaniitit esiintymän alapuolella tavattavista metasedimenteistä. Kumulaattien ja ruhjevyöhykkeen alapuoliset metasedimentit on tulkittu kuuluvan Sodankylän ryhmän kivilajeihin, ja ovat pääasiassa kvartsiitteja ja kiilleliuskeita. Kumulaattien alapuolisen ruhjevyöhykkeen on tulkittu edustavan Savukosken ja Sodankylän ryhmien välistä tektonista kontaktia.

Sakatin esiintymän rakennegeologinen kehitys voidaan sitoa alueellisiin rakennegeologisiin tapahtumiin. Ensimmäisessä vaiheessa pohjois–etelä suuntainen puristus on aiheuttanut itä–länsi suuntaisia ylityöntöpintoja. Toisessa vaiheessa muodostuneet kaakko–luode suuntaiset hauraat siirrokset leikkaavat vanhempia piirteitä.

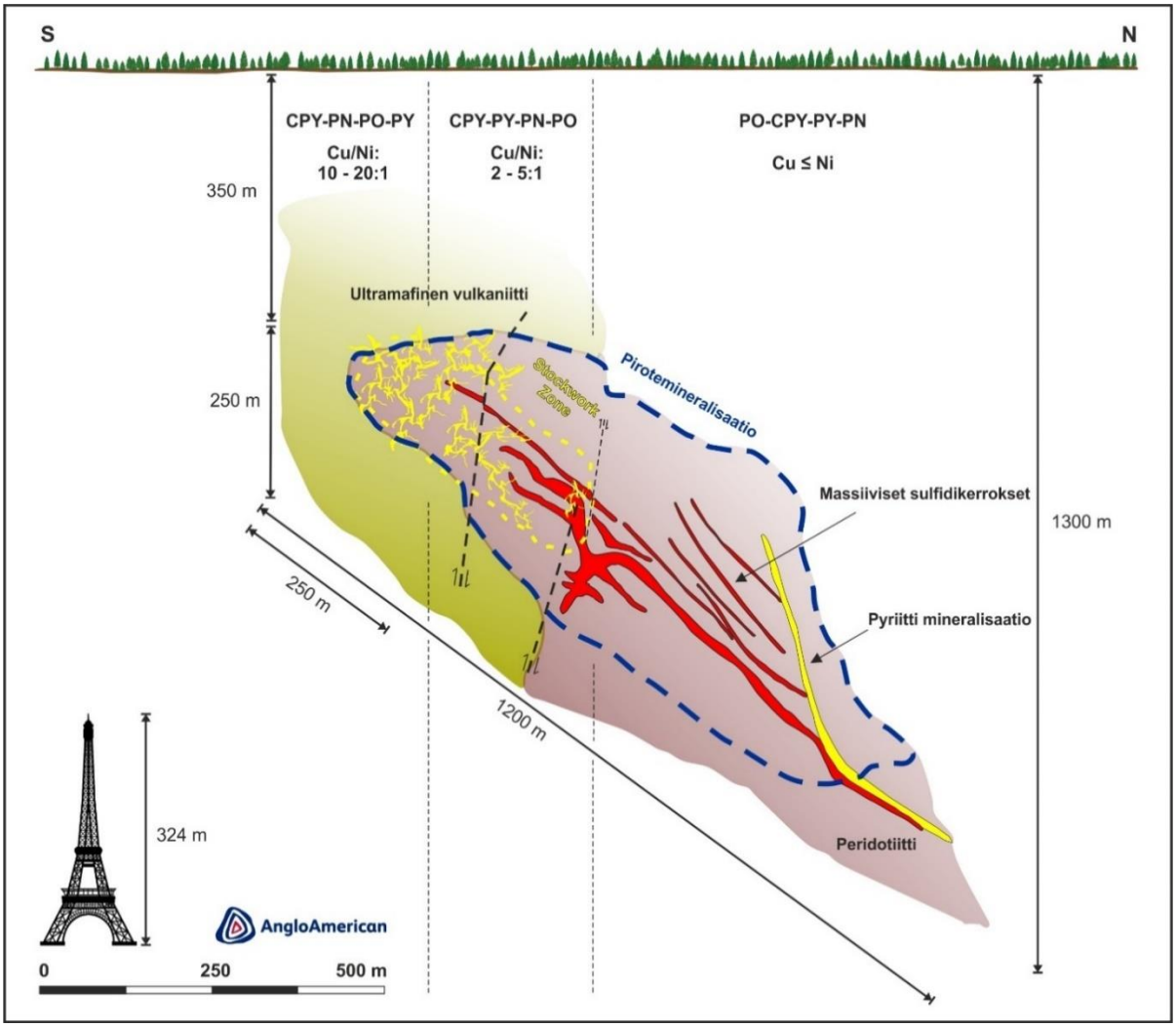
Sakatin Ni-Cu-PGE esiintymä

Sakatin pääesiintymä voidaan jakaa kolmeen mineralisaatiotyyppiin; kuparikiisuvaltainen pirote (Kuva 11-3 a), kuparikiisuvaltainen juoniverkosto (Kuva 11-3 b) ja massiiviset/semimassiiviset sulfidikerrokset ja linssit (Kuva 11-3 c, d). Korkeimmat metallipitoisuudet tavataan massiivisissa sulfidikerroksissa ja linsseissä.



Kuva 11-3 Sakatin esiintymän mineralisaatiotyypit (a) Kuparikiisuvaltainen pirote (b) Kuparikiisuvaltainen juoniverkko/juonia (c) Magneettikiisu-pentlandiittivaltainen massiivisulfidi (d) Kuparikiisuvaltainen massiivisulfidi (e) NE-esiintymän karkearakeinen pyriittimineralisaatio.

Kuparirikasta juoniverkostoa ja kuparikiisuvaltaisia juonia tavataan pääasiassa Sakatin pääesiintymän itäisessä ja lähimpänä maanpintaa olevissa osissa. Tämä esiintymän osa on pääasiassa kuparivaltainen. Sakatin esiintymän itäosista länteen ja syvemmälle siirryttäessä mineralisaatiotyyppi vaihtuu kuparivaltaisesta juoniverkostosta nikkelirikkaisiin massiivisiin ja semimassiivisiin sulfideihin (Kuva 11-4). Mineralisaatiotyypin vaihtuessa myös sulfidimineralogia vaihtuu kuparikiisuvaltaisesta magneettikiisu- ja pentlandiittivaltaiseen mineralisaatioon. Massiiviset ja semimassiiviset osat ovat myös hyvin kuparirikkaita sekä sisältävät korkeita kobolttі-, platina- ja palladiumpitoisuuksia. Sakatin pääesiintymän keskiosissa tavataan ainakin kuusi erillistä massiivista sulfidikerrosta, joiden paksuus vaihtelee 0,5 metristä aina 40 metriin. Nykyisen kairaustiedon perusteella massiivisten sulfidikerrosten jatkuvuuden on havaittu olevan jopa 1 000 m. Nämä kerrokset kallistuvat kohti koillista noin 35 asteen kulmalla. Kuparivaltaista juoniverkostoa sekä nikkelirikkaita massiivisia sulfidikerroksia ympäröi kuparivaltainen pirotemineralisaatio. Sakatin pääesiintymässä voidaan havaita selkeä fraktioituminen syvempien osien nikkelirikkaiden osien vaihtumisesta esiintymän matalampien osien kuparivaltaisiin osiin.



Kuva 11-4 Yksinkertaistettu N-S suuntainen poikkileikkaus Sakatin pääesiintymän mineralisaatiotyypeistä.

Massiivisia sulfideja tavataan pääasiassa oliviinikumulaattien yhteydessä mutta myös ultraemäksisten ja emäksisten vulkaniittien yhteydessä.

Sakatin esiintymien malmimineralogia noudattelee tyypillisesti magmaattisten sulfidiesiintymien malmimineralogiaa. Sakatin sulfidimineraaliseurue koostuu pääasiassa neljästä sulfidimineraalista; magneettikiisu (FeS), pentlandiitti ($(Fe,Ni)_9S_8$), kuparikiisu ($CuFeS_2$) ja pyriitti (FeS_2, suomen kielessä yleisemmin mineraalista käytetään nimeä rikkikiisu, mutta projektissa on omaksuttu nimi pyriitti, jota käytetään tässä raportissa kauttaaltaan) ja rautaoksidista eli magnetiitista (Fe_3O_4). Kuparikiisu on käytännössä ainoa kuparimineraali ja pentlandiitti pääasiallinen nikkeli- ja kobolttimineraali. Myös pyriitti sisältää huomattavia määriä kobolttia. Magnetiittia esiintyy yleisesti massiivisulfidien yhteydessä ja muodostaa jopa 10 % massiivisulfidien mineraalien määrästä. Pyriittiä tavataan etenkin massiivisulfidien yhteydessä mutta yleisesti magneettikiisun määrä on suurempi kuin pyriitin. Platina- ja palladium esiintyvät hyvin pienirakeisina platina- ja palladiumsulfideina. Kulta esiintyy pääasiassa hyvin hierorakeisena natiivina kultana (Au).

Sakatin satelliittiesiintymien (NE ja SW) mineralisaatio rajoittuu pääasiassa piroitteisiin sekä massiivisulfidiosiin. Sakatin NE-satelliittiesiintymän massiivisulfidit ovat pääasiassa pyriittivaltaisia (Kuva 11-3 e). SW-satelliittiesiintymän mineralisaatio on nikkelivaltainen (SW-satelliittiesiintymä ei sisälly Sakatin monimetallikaivoshankkeen YVA:an). Mineralisaatio on voimakkaasti muuttunut sekä hapettunut johtuen osittain mineralisaation sijainnista rapakallion ylemmissä osissa.

Sulfidimalmista otetuista näytteistä on tutkittu myös asbestimineraalien esiintymistä yhteensä neljästä näytteestä. Tulosten perusteella näytteissä esiintyi tremoliitti-aktinoliittia (amfiboli, joka esiintyy yleisesti asbestimaisena) kahdessa näytteessä ja krysotiilia (serpentiinin muoto, joka esiintyy yleisesti asbestimaisesti) kolmessa näytteessä. Todetut määrät olivat hyvin pieniä.

Massiivisulfidimalmista otetuille näytteille on tehty liukenevuustesteistä ABA-testi (2 näytettä), NAG-testi (2 näytettä), NAG-suodoksen analyysi (1 näyte), monielementtianalyysi (2 näytettä) sekä kaksivaiheinen liukoisuustesti (1 näyte) ja HC-testi (1 näyte). Sekä ABA-, NAG- että HC-testien tulosten perusteella massiivisulfidimalmi on potentiaalisesti happoatuottavaa (NAF).

Kallioperän rakenteet

Sakatin alueen kallioperässä on useita geologisia rakenteita (käsitteellinen malli, ks. luku 16.3), jotka ovat muodostuneet malmin syntyhistorian jälkeen. Suurin osa tällaisista siirroksista on pystyasentoisia ja ne läpäisevät malmin luode-kaakko –suunnassa. Näiden siirrosten lisäksi alueella on pohjasiirrokseksi kutsuttu, malmiesiintymän alapuolella sijaitseva, pohjoiseen ja länteen kallistuva työntösiirros. Rakennegeologian kannalta pohjasiirros on merkittävin rakenne alueella. Sen paksuus on ohuimmillaan malmiesiintymän alapuolella ollen vain muutamia metrejä. Malmiesiintymän eteläpuolella siirroksen paksuus on 80-90 m.

Rapakallio

Keski-Lapin kallioperän erityispiirre on sen pintaosan rapautunut vyöhyke, ns. rapakallio. Kovan kallion rapautumisessa voidaan erottaa kaksi päätyyppiä, joista kumpaakin tavataan yleisesti Lapissa. Mekaaninen eli fysikaalinen rapautuminen tapahtuu painovoiman ja lämpötilaerojen yhteisvaikutuksesta. Tuloksena syntyy teräväsärmäistä rakkaa, joka on tyypillistä tunturien rinteillä ja lakialueilla. Nämä vaikeakulkuiset louhikot ovat geologisesti melko nuoria, sillä ne ovat pääosin jääkauden jälkeen syntyneitä.

Toinen pääasiallinen rapautumistapa on kemiallinen rapautuminen. Sen edetessä kovan kallioperän syvällä maankuoressa kiteytyneet mineraalit muuttuvat kemiallisesti liukenemisen, hapettumisen tai

veteen yhtymisen vaikutuksesta. Tuloksena syntyy uusia mineraaleja, saostumia ja kalliosavia, jotka ovat mekaanisesti heikkoja mutta kemiallisesti kestäviä. Osa mineraaleista liukenee vesien mukana pois jättäen jälkeensä tyhjiä huokostiloja. Kemialliseen rapautumiseen kuuluu myös biologinen toiminta ja maannostuminen. Tämän tuloksena, kun aikaa on tarpeeksi, kehittyy kovaan kiveen rapautumiskuori eli saproliittikerros, joka vuosimiljoonien aikana vahventuu kymmenien metrien paksuiseksi muuttumisvyöhykkeeksi. (Salonen 2019.)

Kuva 11-5 on esimerkki saproliitista.

Kuva 11-5 Saprolittia moreenikerroksen alla Kuusivaaran rinteellä. (Lähde: Salonen 2019)

Suomessa tilanne on yleensä se, että jääkautinen kulutus on höylännyt esiin kovan kiteisen kallioperän ja poistanut siitä kokonaisuudessaan heikon ja pehmeän rapautuneen pintaosan. Lapissa, etenkin Keski-Lapissa, johon Sodankylä kuuluu, asia ei ole näin. Vaikka jääkausivaiheita on kvartäärikaudella, eli viimeisten 2,6 miljoonan vuoden aikana ollut kymmeniä, eivät jäätiköt sittenkään ole pystyneet kaikkialta poistamaan vanhaa rapautunutta pinta-ainesta. Keski-Lappia kutsutaankin heikon jäätikkökulutuksen alueeksi. Siellä on säilynyt yleisesti kvartäärikauden jääkausiaikaa edeltäneen ajan rapakalliota, jopa hyvin paksuina kerroksina. (Salonen 2019.)

Ennen nykyistä jääkausiaikaa eli kvartäärikauden alussa Lapin maankamaraa peitti todennäköisesti varsin yhtenäinen rapautumiskuori, joka oli ehkä keskimäärin 50 m paksuinen. Saproliittikerros eli rapakallio oli kehittynyt edellisen geologisen kauden, neogeenin aikana. Sodankylä sijaitsee keskellä tätä vanhan rapakallion esiintymisaluetta ja alueella tehdyt lukuisat maaperäkairaukset ja geokemialliset näytteenotto-ohjelmat ovat osoittaneet, että moreenikerrosten alta löytyvä rapakallio on pikemminkin sääntö kuin poikkeus. (Salonen 2019.)

Rapakallio on keskimäärin 10-20 m paksua, paikallisesti yli 50 m. Rapakallio on paksuimmillaan ruhjeisessa metasedimentissä ja vihreäkivessä. Rapautumavyöhykkeitä voi olla myös syvemmällä, terveen pintakiven alapuolella. Niitä on kairauksissa tavattu hyvinkin syvältä, kuten Sakatin esiintymän alla, 900 m syvyydessä oleva pohjaruhje osoittaa.

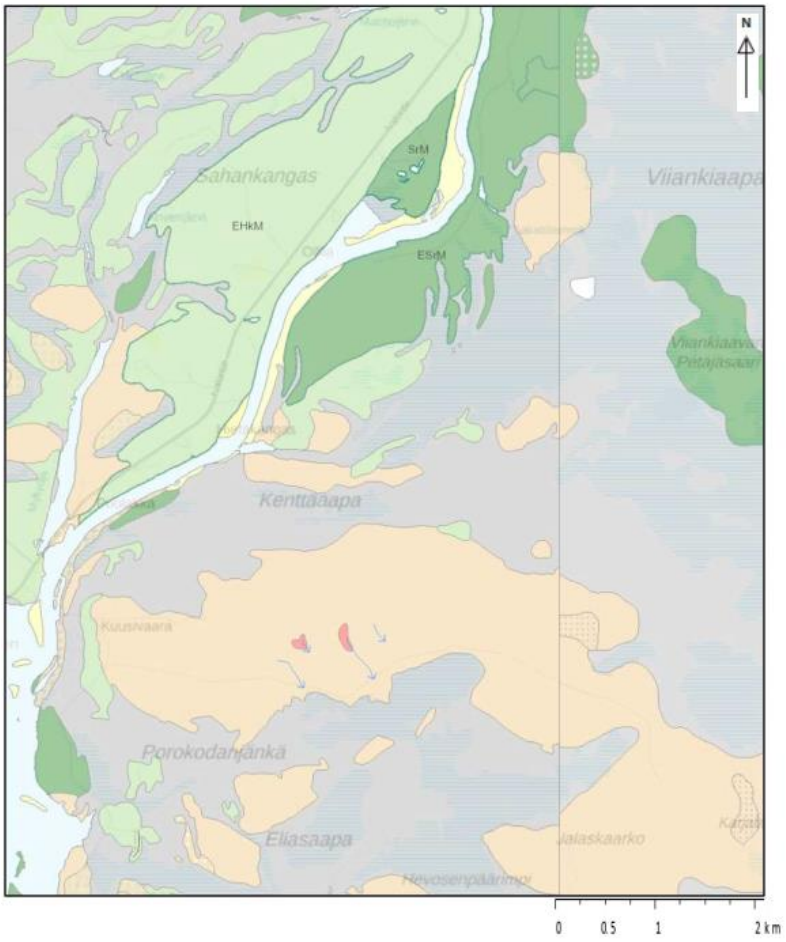
Sakatin hankealueella kallion pintaosan rapautuneen vyöhykkeen paksuus vaihtelee huomattavasti ja se on paksuimmillaan siirrosvyöhykkeiden kohdilla. Pääesiintymän kohdalla rapakallion paksuus on tyypillisesti 18…25 m.

Maaperä

Geologian tutkimuskeskus on suorittanut hankealueen maaperän peruskartoituksen useassa eri otteessa (Väisänen ja Maunu 2004, Räsänen 2014). Tämä perusaineisto on saatavana karttapalvelimilta (esim. Hakku). Sen lisäksi on hankealueelta ja sen ympäristöstä vuosikymmenten aikana suoritettujen maaperägeologisten ja geokemiallisten tutkimusten yhteydessä kerätty suuri määrä maaperää koskevaa havaintoaineistoa, jota viimeaikaiset Sakatin malmiaiheeseen liittyvät kohteelliset tutkimukset ja luotaukset ovat täydentäneet. Tämä laaja, tuhansia havaintopisteitä käsittävä aineisto on yhdistetty paikkatietokannaksi, josta on edelleen voitu muokata kolmiulotteisia maaperämalleja (Salonen ja muut 2016, Korkka-Niemi ja muut 2017, Åberg ja muut 2017, Åberg ja muut 2019). Maaperämallin avulla on mahdollista havainnollistaa jääkausiajan geologisen kehityksen aikaansaannoksia ja tarkastella monimutkaisia kerrosrakenteita, niiden yhteyksiä toisiinsa ja alueellista ulottuvaisuutta. 3D-mallit myös auttavat ymmärtämään pohjavesivarastojen ominaisuuksia.

Sakatin esiintymän ympäristölle on tyypillistä kallioperän voimakas korkeusvaihtelu, josta syvimpinä kohtina erottuvat pohjois-etelä -suuntainen Kitisen uoma ja sitä leikkaava syvä, Sahankankaan eteläosassa hyvin matalalle tasolle painuva laaksomainen painauma. Alimmillaan kallion pinta on jopa 60 metriä maanpinnan alapuolella. Ohuimmillaan maapeite on Kersilön kylän tienoilla sekä Kiimakuusikon ja Pahanlaaksonmaan moreenivaltaisilla alueilla. Kitisen uoman itäreunassa on monin paikoin hyvin paksuja jokisedimentti–moreenikerrostumia. (Salonen 2019.)

Kartta maaperän pintamaalajeista kohdealueelta on esitetty kuvassa Kuva 11-6. Harmaalla merkitty turve kattaa laajat aapasoiden pintaosat Viiankiaavalla, Kenttäaavalla, Porokodanjängällä kuten laajalti muuallakin Keski-Lapin alavilla jokivarsilla. Vihreät värit merkitsevät hiekkaisia ja soraisia maaperän pintaosia. Niitä tavataan Kitisen laaksossa joen molemmin puolin. Hiekat ja sorat ovat jääkauden loppuvaiheen suistomaan tai sitä seuranneen Kitisen alkuvaiheen kerrostumia. Ne ovat tavallisesti ohuita pintamaita. Myös tuulen kerrostamat dyynihiekat on merkitty vihreällä. Ruskea on moreenia. Se on laajalti pintamaalajina Kuusivaaralla ja Kiimakuusikossa, mutta näkyy monin paikoin muuallakin.



Kuva 11-6 Maaperäkartta. Harmaa väri = turve, vaaleanruskea = moreeni, vihreä = sora, vaaleanvihreä = hiekka, punainen = kallio. (Kartta: (c)MML, Esri Finland, @GTK)

Moreenikerrostuma voidaan yleisesti jakaa kahteen eri kerrokseen, joista alempi on tiivistä suhteellisen silttipitoista ja vähän savea sisältävää. Ylempi kerros on löyhää, hyvin hiekkaista ja vain vähän silttiä ja savea sisältävää. Moreenikerrostuman kokonaispaksuus on keskimäärin 3,8 m.

Sulamisvesien ja jokitoiminnan kerrostamat maalajiyksiköt ovat hyvin lajittuneita ja vain vähän hienoainesta sisältäviä. Ne esiintyvät sekä moreenikerrostuman päällä että paikoitellen moreenikerrosten välissä.

Kuusivaaran eteläpuolen turvekerrostumat ovat paksuudeltaan keskimäärin 2,3 m, todetun maksimipaksuuden ollessa 5,7 m.

Viiankiaavan alueella on 3 960 ha yli 1 m paksuista turvekerrosta (Lappalainen ja Pajunen 1980). Viiankiaapa on kehittynyt nykyiselleen koko jääkauden jälkeisen ajan muutosten ohjaamana.

Sodankylän vanhimmat suot ovat lähes 10 500 vuoden ikäisiä – vanhin ajoitettu pohjaturpeen ikä on Postoaavalta saatu 10 350 vuotta (Mäkilä ja muut 2013). Viiankiaapa kuuluu tähän joukkoon, sillä sen pohjalta saatu radiohiili-ikä on pyörein luvuin 10 000 vuotta (Suonperä 2016). Vanhimmat suot syntyivät primaarisesti, eli siten, että suokasvillisuus peitti maan heti sen vapauduttua veden alta tai

jäätikön peitosta. Viiankiaavan alkuvaiheeseen liittyy myös monia erillisiä pieniä järvialtaita, jotka ovat sittemmin kasvaneet umpeen.

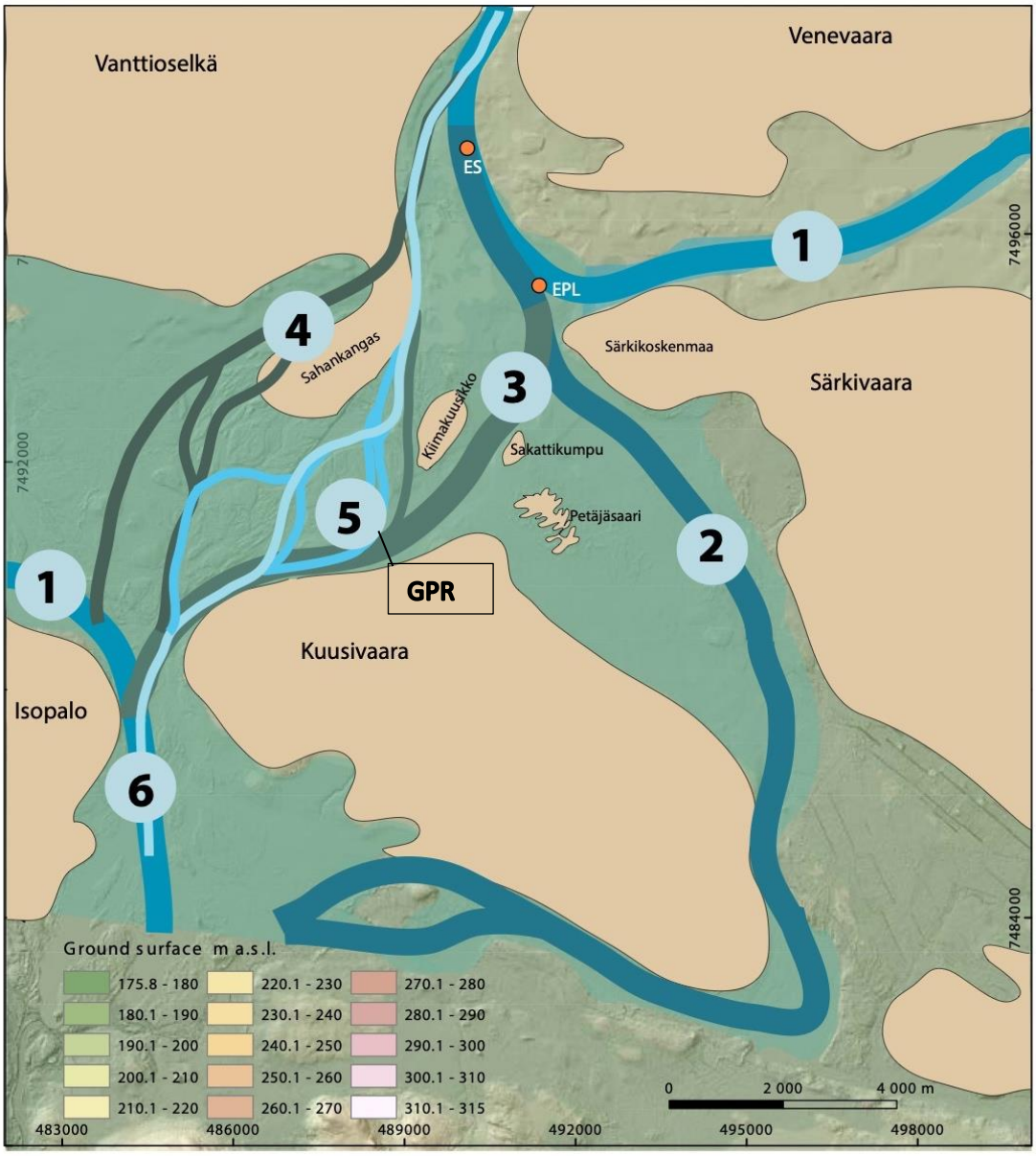
Viiankiaavan kehitys liittyy kiinteästi Moskujärven jääjärveen kerrostuneen hiekkaisen suistomaan tapahtumiin. Ancylusjärven pinnan laskiessa ja vetäytyessä etelään kulkeutui myös Kitisen mukanaan kuljettama sedimenttikuorma edemmäksi ja joki alkoi muokata kuiville nousevia suistokerrostumiaan. Jääkauden jäljiltä järjestäytymättömään ja tuoreeseen maisemaan muodostui lukemattomien sivu-uomien palmikoiva verkosto, jossa vuodenajoittain vaihtelevat virtaamat uursivat aina uusia kanavia sulamisvesikerrostumien lävitse ja kasasivat uomien reunoille hiekkasärkkiä. Korkean veden aikaan joki levitti laajasti hiekkoja tulvatasanteelleen. (Salonen 2019.)

Vaihtuvat uomat halkoivat jäästä vapautunutta maisemaa ja kuivemmilla mailla tuulet lennättivät lentohiekkaa harjanteiksi tai peittohiekkakinoksiksi. Lentohiekkaa kerrostui myös vesialtaiden pohjille. Tuulen kerrostamat dyynit ovat yleisiä etenkin Viiankiaavan keskellä olevilla metsäsaarekkeilla kuten Särkikoskenmaalla (Kuva 11-7) ja Petäjäsaaressa.

Kuva 11-7 Särkikoskenmaan dyynimaisemaa Viiankiaavan keskellä (Salonen 2019).

Pääuoma vaihtoi paikkaansa ja siirtyi vasta vähitellen nykyiseen asemaansa (Kuva 11-8). Vanhin uoma (1) syntyi, kun sulamisvedet virtasivat Moskujärven kautta Luiron laaksoon. Tämän vanhimman väylän jäänteet ovat jäljitettävissä lähes kilometrin levyisenä uomana, suon pohjahiekkoina ja veden kuluttamana louhikkona turpeiden alla Viiankijärven ja Särkikoskenmaan välissä. (Salonen 2019.)

Uoma 2 kuvaa tilannetta, jossa muinais-Kitisen uoma kiersi Kuusivaaran ja yhtyi nykyiseen Kelujoen uomaan ennen laskuaan Orajärvellä Ancylusjärveen Hirviäkurun rotkon kautta. Uomien 1 ja 2 aikana Moskujärven jääjärvi peitti nykyisen Viiankiaavan aluetta ja korkeimmalla olevat jokisuistokerrostumat Kersilönkankaalla, Poikkijoenkankaalla ja Sahankankaalla syntyivät.



Kuva 11-8 Viiankiaavan turvekerrosten peittämien muinaisten jokiuomien kulku (Salonen 2020). Värit kuvaavat maanpinnan korkeutta; tumman vihreä 175,8-180,0 m ja vaalean ruskea 240,1-250 m mpy.

Uoma 3 sijaitsee Viiankiaavan länsilaidalla turvekerrosten alla. Sen alueella ovat paksuimmat turvekerrokset ja se edelleenkin kerää ja johtaa turpeen alaisia matalan pohjavesivyöhykkeen suovesiä. Uoma 4 on Kitisen vanha reitti, joka yhtyy Sahankankaan länsipuolitse Sattaseen. Se on soistunut ja kynnystaso on niin alhaalla, että joen ollessa luonnontilassa tulvavedet kiersivät ajoittain sitä kautta vielä 1900-luvulle asti. Uomasto 5:n kynnys on myös vain muutaman metrin korkeudella nykyisestä Kitisen pinnasta. Se on ollut todennäköisesti toiminnassa ainakin tulva-aikoina vielä historiallisina aikoina.

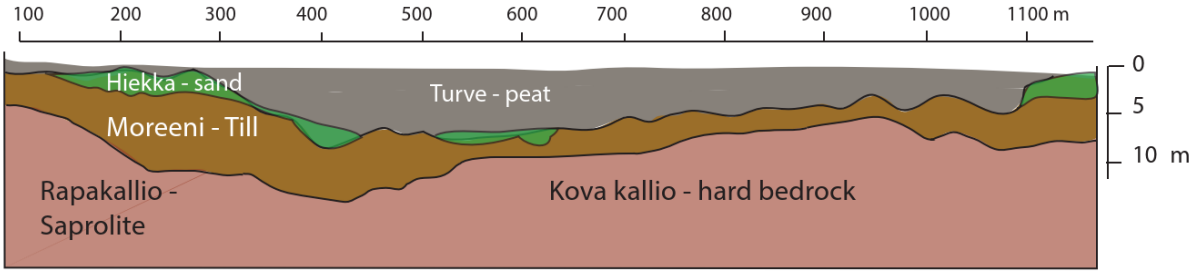
Tämän jälkeen Kitinen alkoi kovertaa Sahankankaan kylkiä ja hakeutui vähitellen nykyiseen uomaansa, jonka se hiekkakerrosten, moreenien ja rapakallion läpi kulutti aina ehjää kalliota myöten kuten esimerkiksi Kärväskoskella (Salonen 2019).

Kuva 11-9 Sulavan jäätikön reuna Moskujärven jääjärven laskettua Ancylusjärveen (ei mittakaavassa). Kuusivaaran alue sijaitsee suunnilleen kuvan keskiosassa. (Salonen 2019)

Viiankiaavan turpeen paksuutta sekä turpeen ja suon pohjamaan laatua on selvitetty kahdessa Geologian tutkimuskeskuksen suorittamassa inventoinnissa, jotka tehtiin vuosina 1965 ja 1975 (Lappalainen ja Pajunen 1980). Näitä tutkimuksia on sittemmin täydennetty maatutkaluotauksilla (Salonen ja muut 2016). Tutkimusten perusteella on saatu selville joitakin tärkeitä piirteitä, jotka liittyvät alueen pohjavesiolosuhteisiin.

Ensinnäkin turpeen paksuus, eli suon syvyys vaihtelee hyvin paljon. Turvetta saattaa olla paikoin jopa 5-6 metrin paksuisena kerroksena tai sitä on vain noin yhden metrin luokkaa tai vieläkin ohuemmalta. Suon nykyinen tasainen pinta kätkee siis alleen varsin vaihtelevia pinnanmuotoja. Toinen tärkeä havainto on, että muinaiset altaat ja niitä yhdistäneet 500-1000 metriä leveät joen pääuomat ovat suon kehityksen alkuvaiheissa kuluttaneet Viiankiaavan alle uomaston, joka on paljastanut moreenin lohkareisen pinnan, ja johon liittyy jokien tuomien hiekkojen kerrostumista. Nämä hiekkakerrokset ja niihin liittyvät uomat toimivat edelleen suon pohjavettä varastoivina ja kuljettavina johteina. (Salonen 2019, 2020.)

Kuvassa Kuva 11-10 on esitetty maatutkaluotaukseen perustuva poikkileikkaus Kuusivaaran pohjoispuolelta, jossa näkyy hyvin Kitisen vanha pääuoma ja nykyiset maalajit.



Kuva 11-10 Maatutkaluotaukseen perustuva poikkileikkaus Pahanlaaksonmaan eteläpuolelta. Kuvassa näkyy Kitisen vanhan pääuoman synnyttämä painanne (uoma nro 3 kuvassa 12- , leikkauksen sijainti on merkitty kuvaan tunnuksella GPR). Nykyisin ko. kohdalla virtaa vähäinen Sakattioja. (Salonen 2019)

Maaperän geokemialliset tausta-arvot

Keski-Lapin vihreäkivivyöhyke erottuu valtakunnallisissa geokemiallisissa kartoissa selkeästi poikkeavana, anomaalisena alueena. Koljosen (1992) toimittamassa moreenigeokemiallisessa atlaksessa se erotettiin omaksi geokemialliseksi provinssikseen, jossa on poikkeavan korkeat magnesium-, kalsium-, koboltti, kromi, kupari-, rauta, nikkeli- ja vanadiinipitoisuudet. Toisia alkuaineita, kuten vaikkapa kaliumia ja skandiumia on vähemmän kuin maamme moreeneissa keskimäärin. Geokemialliset piirteet heijastavat alla olevaa kallioperää ja mafisten-ultramafisten kivien runsautta.

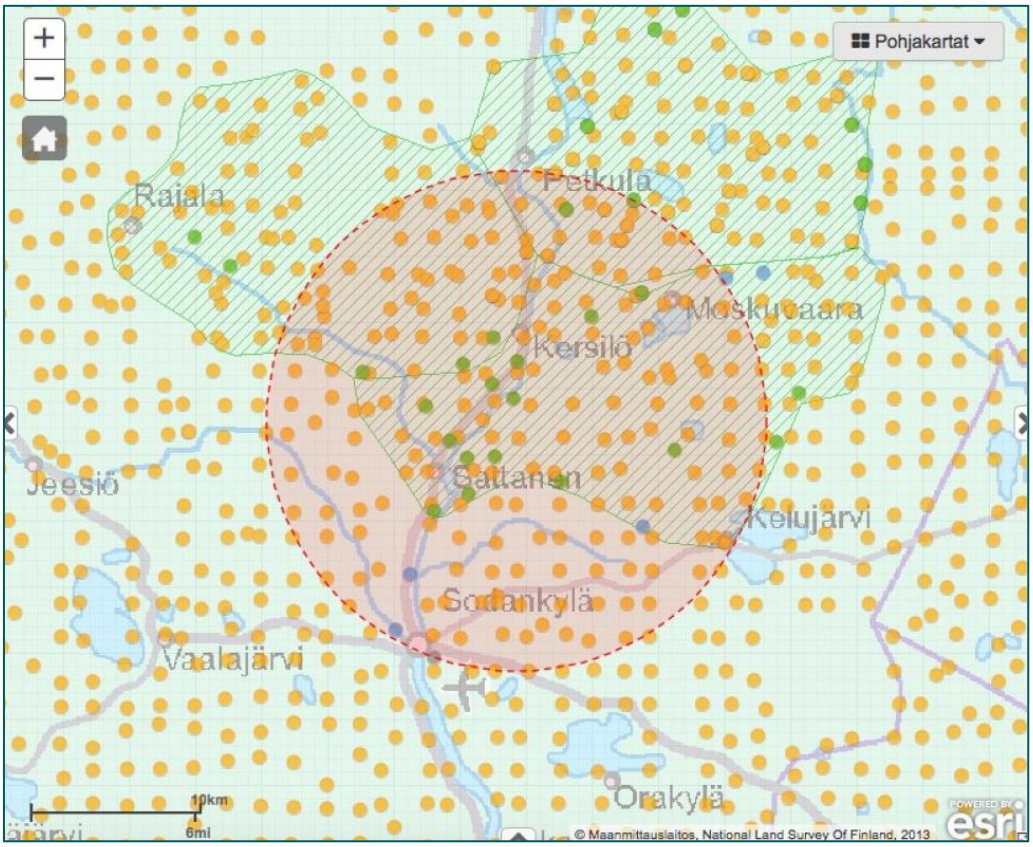
Moreenin uraanipitoisuus alueella on 2,4-2,6 ppm, mikä vastaa maankuoren keskimääräistä uraanipitoisuutta (Lahermo ja muut 1996). Myös puroveden (<0,06 µg/l) ja purosedimentin (<2,5 mg/kg) U-pitoisuudet ovat hyvin alhaisia. Toriumin pitoisuus on Koljosen (1992) kartoituksen perusteella <8,0 mg/kg, purosedimentissä sitä on <3,0 mg/kg. Tutkimusalueella toriumin taustapitoisuus on moreenissa 5-7 ppm, vastaten hyvin alhaista tasoa.

Sittemmin geokemiallinen analyysiaineisto on kasvanut hyvin kattavaksi ja monipuoliseksi ja aineisto palvelee myös pilaantuneen maaperän tutkimusta ja muita ympäristön tilaa kartoittavia tarpeita. GTK:n taustapitoisuusrekisteristä (http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/) voidaan poimia valittua aluetta koskien maaperästä analysoitujen alkuaineiden taustapitoisuuksia ja verrata niitä valtakunnallisiin pilaantuneen maaperän kynnys- ja ohjearvoihin.

Kuvassa Kuva 11-11 näkyy 211 näytteen otanta Sakatin esiintymän ympäriltä. Näytteet edustavat luonnollista maaperää, näytteiden ollessa pääasiassa moreeniainesta. Tulokset on esitetty taulukossa Taulukko 11-3. Niistä ilmenee, että alueellinen taustapitoisuus ylittää valtakunnallisen kynnysarvon (Valtioneuvoston asetus 214/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista) jonkin verran koboltin osalta ja selvästi kromin ja nikkelin osalta. Myös kuparin ja vanadiinin taustapitoisuudet ovat lähellä kynnysarvotasoja jääden kuitenkin niiden alle. Toisin sanoen em. alkuaineiden luonnollinen taustapitoisuus maaperässä Sakatin alueella on suurempi kuin keskimäärin koko Suomessa. Tämä johtuu ultramafisten ja mafisten kivien runsaudesta kallioperässä.

Kynnysarvo on maaperän haitta-aineen pitoisuusarvo, jonka ylittyessä (edustavaan näytteenottoon perustuen) maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava. Jos maaperän alueellinen taustapitoisuus ylittää kynnysarvon, arviointikynnyksenä käytetään taustapitoisuutta. Taustapitoisuudella puolestaan tarkoitetaan haitallisten aineiden luontaisesti tavanomaisia pitoisuuksia maaperässä.

Kohdealue ei kuulu ns. Kittilän arseeniprovinssiin, jonka alueella arseenipitoisuudet ovat muuta Suomea selvästi korkeammat. Sakatin alueen arseenipitoisuuden mediaani on 1,73 mg/kg, kun koko Suomen alueella mediaani on 1 mg/kg.



Kuva 11-11 GTK:n Tapir-palvelun laskemat geokemialliset taustapitoisuudet Sakatin esiintymän ympäristöstä koostuvat 211 luonnontilaisesta maaperänäytteestä. Moreeninäytteet on esitetty keltaisella, vihreä väri tarkoittaa soraa, hiekkaa tai karkeaa hietaa ja sininen väri savea, hiesua, hienoa hietaa tai silttiä.

Taulukko 11-3 Sakatin ympäristön maaperän luontaiset taustapitoisuusarvot ja kynnysarvot alkuaineille, jotka ovat terveydelle tai luonnolle haitallisia. N=näytteiden lukumäärä, SSTP=Geologian tutkimuskeskuksen ylläpitämässä taustapitoisuusrekisterissä taustapitoisuuden viitearvoksi laskettu suurin suositeltu taustapitoisuusarvo, jota voidaan käyttää alueellisen taustapitoisuuden vertailuarvona, kynnysarvo= Vna 214/2007 mukainen maaperän pilaantumisen arviointitarpeen määrittelyssä käytettävä pitoisuus, kynnysarvon ylitykset merkitty oranssilla. Kaikki pitoisuudet ovat mg/kg.

Alkuaine	N	Keskiarvo	Mediaani	Maksimi	SSTP	Kynnysarvo
Antimoni	46	0,07	0,06	0,21	0,13	2
Arseeni	45	2,04	1,73	5,65	3,6	5
Elohopea	46	0,01	0,01	0,05	0,028	0,5
Kadmium	46	0,03	0,02	0,08	0,044	1
Koboltti	211	15,33	14,95	35,9	27	20
Kromi	194	142,8	123,1	645	260	100
Kupari	210	36,36	35,29	100,2	78	100
Lyijy	45	2,22	2,16	4,14	3,8	60
Nikkeli	198	68,16	55,91	383	140	50
Sinkki	211	28,06	26	99,46	53	200
Vanadiini	210	62,49	60,34	124,17	97	100

Tutkimusaineiston perusteella on todettavissa, että kynnysarvotaso ylittyy luontaisen maaperän taustapitoisuuksissa kromin ja nikkelin keskiarvopitoisuuden ja mediaanin osalta. Lisäksi arseenin, koboltin, kuparin ja vanadiinin todetut maksimipitoisuudet ylittävät kynnysarvotason.

11.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys

Yleensä kallio on näkyvissä vain muutamassa kohdin pienialaisina paljastumina. Alueen kallioperä on luonnontilaista lukuun ottamatta kairausten jäljiltä jääneitä reikiä, joista osa on tukittu betonilla (kaikki reiät tukitaan ennen kaivostoiminnan aloittamista). Maaperää on paikoitellen muokattu metsäautoteiden rakentamisen ja metsähoitotoimenpiteiden yhteydessä. Alueella on myös tehty pienimuotoista maa-aineksen ottoa. Hankealueiden herkkyyden maa- ja kallioperään kohdistuville muutoksille arvioidaan olevan **vähäinen**.

11.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

Kaikki hankevaihtoehdot toteutetaan maanalaisena kaivoksena. Tehdasalue sijaitsee kaikissa vaihtoehdoissa Kuusivaarassa, kaksi päävaihtoehtoa Kuusivaaran eteläpuolella ja yksi päävaihtoehto Kuusivaaran pohjoispuolella. Alueen sisäisten toimintojen paikat vaihtelevat eri vaihtoehdoissa. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b maanpäällisiä toimintoja sijoittuu lisäksi Pahanlaaksonmaalle.

Maa- ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset ovat samoja kaikissa vaihtoehdoissa, joten vaikutuksia ei ole seuraavassa eritelty vaihtoehtokohtaisesti.

Hankealueen tuntumassa on kolme Lapin Poski-projektissa (Kupila ja muut 2020) arvokkaaksi luokiteltua kohdetta. Sakattipahta on luokiteltu valtakunnalliseksi merkittäväksi kalliokohteeksi (Husa ja Teeriaho 2015). Se on Kitisen itärannalla sijaitseva komatiittinen metavulkaniitti, jonka arvo ei hankkeen vuoksi vaarannu, sillä se sijaitsee kaukana suunnitelluista toiminnoista.

Maaperässä olevista paikallisesti arvokkaiksi kohteiksi on Poski-aineistossa (Kupila ja muut 2020) määritetty kaksi harjukohdetta: toinen on hiekkainen kenttä Myllymaan eteläkärjessä, jossa on myös pyyntikuoppia. Toinen merkittäväksi osoitettu harjukohde on Kersilönkangas. Myllymaalla olevan kohteen arvo ei heikenny suunniteltujen rakenteiden vuoksi, sillä kohde on jo nyt vilkkaan 4-tien tuntumassa. Kersilönkankaan luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaaksi luokiteltu harjualue sijoittuu lähelle vaihtoehtojen VE3a ja VE3b rakenteita, mikä on otettava huomioon tarkemmassa kohdesuunnittelussa.

11.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Kallioperään kohdistuu rakentamisvaiheessa sekä maan pinnalla näkyviä toimenpiteitä että maanalaisia toimenpiteitä. Jälkimmäiseen lukeutuu maanalaisen kaivoksen tunneliverkoston ja tilojen poraus/louhinta. Maan pinnalla puolestaan kallioperän muutokset rajoittuvat pääsääntöisesti tarvekivilouhoksen alueelle. Tarvekivi louhitaan avolouhintana, louhintasyvyyden ollessa matala. Arvioitu tarvekiven louhintamäärä on enintään 3,8 Mm^3. Koska tunnelien rakentamiseen ja tarvekiven louhintaan liittyvät louhintamäärät ovat erittäin suuret, arvioidaan kallioperään kohdistuvien vaikutusten olevan kohteen olosuhteet huomioiden suuruusluokaltaan suuria. Louhinnan vaikutukset kohdistuvat välillisesti pinta- ja pohjavesiolosuhteisiin, maisemakuvaan sekä kasvillisuuteen ja eläimistöön. Louhinnassa käytettävien räjähdysaineiden typpipäästöjen vaikutukset maa- ja kallioperään arvioidaan vähäisiksi. Käytettäviä räjähdysaineita ja niistä aiheutuvia vaikutuksia on tarkemmin käsitelty luvussa 4.8.2.

Maaperään kohdistuu rakentamisaikana näkyvyydeltään laaja-alaisia toimenpiteitä. Tehdasalueen maanrakennustöiden yhteydessä kuoritaan pintamaakerrokset kaikkien tulevien rakenteiden ja rakennusten aloilta. Tämän lisäksi aluetta tasataan tarvittavilta osin. Myös painuvat savi- ja turvekerrokset poistetaan rakenteiden alueilta. Maa-aineksia hyödynnetään soveltuvin osin rakenteissa. Pintamaakerrosten humuspitoinen materiaali läjitetään tilapäiselle pintamaiden sijoitusalueelle hyödynnettäväksi kaivoksen sulkemisvaiheessa.

Maaperään kohdistuu tehdasalueen ulkopuolella vaikutuksia lähinnä maansiirtotöistä johtuen rakennettavien teiden, siltojen ja 110 kV voimajohdon sekä päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 lisäksi Pahanlaaksonmaan ja Kuusivaaran välille rakennettavan hihnakuljettimen, huoltotien ja voimajohdon linjauksilla. Lisäksi päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 Pahanlaaksonmaalle tulee myös tuotantoon liittyviä toimintoja, joihin liittyy maansiirtotöitä.

Maaperä voi pilaantua mahdollisten onnettomuustilanteiden seurauksena (lähinnä polttoainevuodot). Onnettomuuksia estetään ja niiden vaikutuksia lievennetään haitallisten aineiden asianmukaisella varastoinnilla (suojarakenteet), varautumisella vuotoihin (esim. imeytysaineita saatavilla) sekä työturvallisuuteen liittyvien ohjeiden ja säännösten huolellisella noudattamisella. Onnettomuustilanteissa maaperään kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäiset. Mahdollinen pilaantunut maa-aines voidaan tarvittaessa kunnostaa.

Maaperän pilaantumista voi aiheutua myös tarvekivilouhinnan yhteydessä käytettävien räjähdysaineiden jäämistä, lähinnä typpiyhdisteiden osalta. Vaikutusten arvioidaan olevan vähäiset.

Kokonaisuudessaan kohteen olosuhteet huomioiden maarakennustöistä maaperään aiheutuvien vaikutusten arvioidaan olevan suuruusluokaltaan keskisuuria lähinnä rakennustöiden laaja-alaisuudesta johtuen.

Alueen rakentaminen muuttaa luonnontilaista maaperää, mutta suurimmat vaikutukset kohdistuvat joko suoraan tai välillisesti (esim. pölyämisen kautta) pinta- ja pohjavesiolosuhteisiin, kasvillisuuteen ja eläimistöön sekä maisemakuvaan.

Vaikutukset maankäyttöön

Kaivoksen maanpäälliset toiminnot sijoittuvat suurelta osin Kuusivaaran alueelle kaikissa hankevaihtoehdoissa. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b toimintoja sijoittuu myös Pahanlaaksonmaalle. Kaivoksen jalanjälki eli vaikutus maankäyttöön (käytetään myös englanninkielistä termiä landtake) on pyritty pitämään mahdollisimman pienenä huomioimalla jo suunnitteluvaiheessa toimintojen sijoittelu paitsi toiminnallisuuden myös tarvittavan maapinta-alan kannalta.

Suojelualueiden ulkopuolella on hankealueella vaihtoehdosta riippuen yhteensä 1 840 – 2 008 ha metsää, jossa on mahdollista harjoittaa metsätaloutta. Vaihtoehdosta riippuen näitä alueita on noin 61–66 % hankealueesta. Muut alueet kuuluvat luonnonsuojelualueisiin (vain maanalaisia toimintoja) tai ovat avoimia soita, vesialueita, peltoja tai rakennettuja alueita. Näillä alueilla metsätaloutta ei harjoiteta.

Kaivoksen ollessa toiminnassa vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a poistuu metsätalouskäytöstä runsaat 2 000 ha metsää. VE1b, VE2b ja VE3b vaihtoehdoissa metsätalouskäytöstä poistuu n. 1 800 ha metsää (Taulukko 11-4).

Taulukko 11-4 Metsätalousmaan menetykset kaivoksen toimintavaiheessa. (Lähde: Sosiaalisten vaikutusten arviointi, Liite 19)

	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
Metsäalan menetys (ha)	2 008	1 840	2 008	1 835	2 008	1 834
Hankealueen laajuus (ha)	3 056	3 014	3 056	2 866	3 053	2 862
Metsää hankealueesta (%)	66	61	66	64	66	64

Metsätalouteen kohdistuvien vaikutusten on arvioitu olevan kaikissa hankevaihtoehdoissa merkittävyydeltään kohtalainen kielteinen. Hankevaihtoehtojen välillä ei ole mainittavia eroja (Sosiaalisten vaikutusten arviointi, Liite 19).

11.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Olennaisin kallioperään kohdistuvista toimenpiteistä kaivoksen toimintavaiheessa on varsinaisen malmin louhinta. Louhinta tapahtuu maan alla. Koska louhittavat massamäärät ovat suuria ja ajallinen kesto pitkä, vaikutusten suuruusluokan arvioidaan olevan suuri. Muutokset ovat luonteeltaan pysyviä. Louhinta vaikuttaa suoraan paikallisiin hydrogeologisiin olosuhteisiin esimerkiksi muuttamalla pohjaveden virtausreittejä. Pohjavesivaikutuksia on tarkasteltu tarkemmin luvussa 0.

Maaperään kohdistuvien vaikutusten osalta suurin osa maanrakennustöistä toteutetaan rakennusvaiheessa. Ainoastaan rikastushiekka-alueen korotuksia tehdään eri vaiheissa myös toiminta-aikana. Fysikaalisia vaikutuksia on siten vähän verrattuna rakennusaikaan. Sen sijaan kemiallisia vaikutuksia voi ilmetä, lähinnä alueelle läjitettävän rikastushiekan pölyämiseen liittyen. Pöly sisältää mineraaleihin sitoutuneina metalleja, jotka leviävät ympäröivien alueiden pintamaakerroksiin. Pölyn aiheuttamia vaikutuksia on tarkemmin käsitelty luvussa 0.

Alueelle läjitettävät kaivannaisjätteet sijoitetaan huonosti vettäläpäiseville pohjille. Jätetyypistä riippuen rakennetaan tarvittaessa erilliset tiiviit rakennekerrokset sijoitusalueille. Suotovedet kerätään hallitusti käsittelyyn. Maaperän pilaantumista voi aiheutua, mikäli haitta-aineita sisältäviä vesiä pääsee tiivisterakenteiden läpi alapuoliseen maaperään. Riskinhallintakeinoina käytetään huolellista laadunvalvontaa tiivisterakenteiden rakentamisvaiheessa ja käyttämällä yhdistelmärakenteita. Haitallisimmat kaivannaisjätteet, korkearikkiset sivukivet ja rikastushiekka käytetään kaivoksen pastatäyttömateriaaleina ja niitä varastoidaan maan pinnalla vain toiminnan alkuvaiheissa. Kuten rakennusvaiheessa, myös toimintavaiheessa maaperä voi pilaantua kemikaali- tai polttoainevuotojen seurauksena. Riskienhallintakeinoja on tarkasteltu luvussa 0. Lisäksi tuotantovaiheessa varastoitavien kemikaalien määrät pyritään pitämään mahdollisimman pieninä.

Kemikaalien, rikasteen ja polttoaineiden kuljetuksiin liittyy onnettomuusriski. Onnettomuustapauksissa maaperä voi pilaantua nestemäisten kemikaalien ja polttoaineiden vaikutuksesta. Vaikutusalueen laajuus riippuu merkittävästi onnettomuuspaikan maaperän laadusta ja pinnanmuodoista. Rikasteesta ja kiinteässä muodossa kuljetettavista kemikaaleista ei aiheudu erityistä maaperän pilaantumisriskiä.

Maaperään kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan kaivoksen toimintavaiheessa suuruudeltaan pieniä.

11.3.3 Sulkemisen vaikutukset

Sulkemisvaiheessa puretaan maanpäälliset rakenteet ja rakennetaan sivukivi- ja rikastushiekka-alueille tiiviit pintarakenteet. Lisäksi alue maisemoidaan tarvittavilta osin. Toimenpiteistä ei aiheudu suoria vaikutuksia maa- tai kallioperään, sillä tarvittavat maa-ainekset on varastoitu jo toiminnan aikana odottamaan sulkemisvaihetta.

Sulkemisvaiheessa selvitetään tarvittaessa mahdollinen maaperän pilaantuneisuus. Jos maaperän todetaan olevan pilaantunut, tehdään riskinarviointi ja sen tulosten perusteella toteutetaan mahdollisesti tarvittavat kunnostustoimenpiteet.

Sulkemisen jälkeen maaperään voi kohdistua haitallisia vaikutuksia rikastushiekka- ja sivukivialueilta, mikäli niiltä pääsee ympäristöön haitta-ainepitoisia suotovesiä. Vesien laatua ja määrää tullaan kuitenkin seuraamaan viranomaisten hyväksymällä tavalla.

11.3.4 Vaikutusten merkittävyys

Kaikissa hankevaihtoehdoissa (VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) vaikutukset maa- ja kallioperään ovat toisiaan vastaavat. Toiminta-alueiden herkkyyden maa- ja kallioperään kohdistuville vaikutuksille on arvioitu olevan vähäinen. Alueilla ei ole erityisiä tai arvokkaita maaperä- tai kalliomuodostumia, joihin vaikutukset kohdistuvat, ja alueita on osin jo muokattu. Vaikutusten suuruus on arvioitu maaperän osalta rakentamisvaiheessa keskisuureksi toiminnan laajuuden ja käsiteltävien massamäärien johdosta ja toimintavaiheessa pieneksi. Lisäksi toiminnasta aiheutuu maaperä pilaantumisvaara. Kallioperän osalta vaikutusten suuruuden on arvioitu olevan suuri sekä rakentamis- että toimintavaiheessa louhintamäärien ja muutosten pysyvyyden johdosta. Rakentamisvaiheessa kielteisten vaikutusten merkittävyyden arvioidaan olevan **kohtalainen**. Myös toimintavaiheessa kielteisten vaikutusten merkittävyys on **kohtalainen** (Taulukko 11-5).

Taulukko 11-5 Rakentamis- ja toimintavaiheet, maa- ja kallioperäperävaikutusten merkittävyys eri vaihtoehdoissa

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b			VE0			
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys							

11.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kaivoksen suunnittelussa huomioidaan koko sen elinkaaren ajan (suunnitteluvaihe, rakentamis- ja tuotantovaihe, sulkemisvaihe) ympäristöä säästävät ratkaisut. Maaperän osalta se tarkoittaa mm. toimintojen sijoittelua siten, että pinta- ja irtomaan kaivuumäärät saadaan minimoitua. Kaivoksen louhinnan suunnittelun yhtenä tavoitteena on vastaavasti minimoida syntyvän sivukiven määrä. Toisaalta sivukiveä pystytään hyödyntämään maanpäällisissä rakenteissa, jolloin louhittavan tarvekiven määrä pienenee.

Kaikki varastoaltaisiin ja tarvittavilta osin myös toiminta-alueisiin liittyvät suojausrakenteet toteutetaan parasta käytössä olevaa tekniikkaa (BAT) käyttäen.

Käytettävän kaluston säännöllisellä huoltamisella ja rikkoutuneiden osien välittömällä korjaamisella vähennetään poltto- ja voiteluainevuodoista aiheutuvia maaperän pilaantumisriskejä. Kemikaalit ja polttoaineet varastoidaan asianmukaisesti suojatuissa tiloissa. Onnettomuustilanteisiin varaudutaan suojarakenteilla ja toimintaohjeilla.

Kaivoksen sulkemissuunnitelma kattaa koko kaivoksen elinkaaren. Suoritettavilla toimenpiteillä vähennetään maa- ja kallioperään mahdollisesti kohdistuvia haitallisia vaikutuksia.

12 MELUN VAIKUTUKSET

12.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

12.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Hankkeessa melua syntyy merkittävimmin louhinnasta, kiviaineksien siirroista, murskauksesta ja jauhamisesta, kaivoksen ja rikastamon ilmanvaihdosta, kaivannaisjätteiden läjityksestä sekä liikenteestä. Pääosin rakennusaikana louhitaan ja murskataan tarvekiveä maan pinnalla, mutta kaivoksen toiminnan aikainen louhinta ja murskauksen meluisin osa, esimurskaus, suoritetaan maanalaisessa kaivoksessa, josta maan pinnalle ei tule merkittäviä meluvaikutuksia. Toiminnan aikaisia melulähteitä ovat mm. malmin siirto ja jauhatus sekä rikastushiekan ja sivukiven läjitys, kaivoksen ja rikastamon ilmanvaihto sekä liikenne eri muodoissaan.

Tarkastelualueen laajuus asetettiin vähintään 2 km päähän uloimmista melulähteistä. Liikennemelun osalta tarkastelualue ulotettiin lännessä vt 4:n arvioidun 55 dB melualueen ulkopuolelle ja ulotettiin Sodankylän keskustan eteläpuolelle, jotta yhdysteiden ja eri reittivaihtoehtojen vaikutus saadaan selvitettyä. Meluarvioinnissa käytetään nimitystä *suojelualue* alueesta, joka kuuluu joko Viiankiaavan soidensuojelu tai Natura 2000 –alueeseen tai molempiin.

12.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Tieliikenne

Melulähteinä huomioitiin vt 4:n sekä vt 5:n nykyinen liikennemäärä (Taulukko 12-1), tästä ennustettu vuoden 2040 liikenne sekä siihen kaivoksen toimintojen aiheuttama liikennemäärien muutos. Liikennemelutarkastelussa kaivoksen yhdystiet mallinnettiin vaihtoehtojen VE1a ja VE1b mukaisesti. Lisäksi huomioitiin todennäköisin vt 5:n uusi linjaus sekä tämän toteutumisesta riippuen myös kaivokselle johtavan yhdystien vaihtoehdossa a (eteläinen yhdystie) rikastekuljetusten suuntautuminen joko vt 5:tä pitkin Kemijärven suuntaan tai vt 4:tä pitkin Rovaniemen suuntaan.

Laskennassa käytettävät tuntiliikennemäärät muodostettiin olettamalla, että päiväajan, eli klo 7-22, liikenne on 90 % keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä. Koska arvosteluperusteena säädöksissä on päivä- ja yöajan ekvivalenttiäänitaso (L_{Aeq}), ei liikennemäärän vaihtelu päivän sisällä vaikuta tulokseen. Siten päiväajan tuntiliikenne on 6 % keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä ja yöajan tuntiliikenne 1,11 %.

Taulukossa 12-1 on esitetty nykyisen tieverkon liikennemäärät sekä ajonopeudet. Viimeisessä sarakkeessa on vuosi, jolta liikennemäärätieto on peräisin.

Taulukko 12-1 Nykyiset liikennemäärät. (Lähde: Väylävirasto 2019)

Tie	Osuus	Nopeus (km/h)	KAVL	KAVL RAS	Vuosi
Vt 4	Mäkimutkan kohdalta Rajalantien risteykseen	100	1684	315	2018
Vt 4	Rajalantien risteyksestä Erolan kohdalle (Sattasentien 252 korkeudelle)	80	3074	390	2018
Vt 4	Erolan kohdalta Sahamellantie 9 korkeudelle	100	3074	390	2018
Vt 4	Sahamellantie 9 korkeudelta Seitatie 7 korkeudelle	60	4061	551	2017

Tie	Osuus	Nopeus (km/h)	KAVL	KAVL RAS	Vuosi
Vt 4	Seitatie 7 korkeudelta Jäämerentien pohjoisempaan liikenneympyrään	50	4061	551	2017
Vt 4	Jäämerentien pohjoisemmasta liikenneympyrästä vt 5 liikenneympyrään	50	3524	375	2015
Vt 4	Vt 5 liikenneympyrästä Kittiläntien risteykseen	50	6584	525	2018
Vt 4	Kittiläntien risteyksestä Emmauksentien risteyksen eteläpuolelle	50	3323	388	2018
Vt 4	Emauksentien risteyksen eteläpuolelta Rovaniementie 434 kohdalle	80	3323	388	2018
Vt 5	Vt 4 liikenneympyrästä Savukoskentien risteykseen	40	6700	210	2018
Vt 5	Savukoskentien risteyksestä uuden linjauksen risteykseen	40	2000*	200	2018
Vt 5	Uusi linjaus, joka haarautuu Kemijärventiestä pohjoiseen	60	1500*	119	2018
Vt 5	Olemassa oleva vt 5 uuden linjauksen risteyksestä itään	100	1951	119	2018
Jäämerentie		40	2000	120	2018

** Konsultin arvio*

Taulukossa 12-2 on esitetty vuodelle 2040 ennustetut liikennemäärät.

Taulukko 12-2 Vuodelle 2040 ennustettu liikenne.

Tie	Osuus	Nopeus (km/h)	KAVL	KAVL RAS
Vt 4	Mäkimutkan kohdalta Rajalantien risteykseen	100	2060	336
Vt 4	Rajalantien risteyksestä Erolan kohdalle (Sattasentien 252 korkeudelle)	80	3760	415
Vt 4	Erolan kohdalta Sahamellantie 9 korkeudelle	100	3760	415
Vt 4	Sahamellantie 9 korkeudelta Seitatie 7 korkeudelle	60	5013	589
Vt 4	Seitatie 7 korkeudelta Jäämerentien pohjoisempaan liikenneympyrään	50	5013	589
Vt 4	Jäämerentien pohjoisemmasta liikenneympyrästä vt 5 liikenneympyrään	50	4430	403
Vt 4	Vt 5 liikenneympyrästä Kittiläntien risteykseen	50	8053	559
Vt 4	Kittiläntien risteyksestä Emmauksentien risteyksen eteläpuolelle	50	4064	413
Vt 4	Emauksentien risteyksen eteläpuolelta Rovaniementie 434 kohdalle	80	4064	413
Vt 5	Vt 4 liikenneympyrästä Savukoskentien risteykseen	40	8195	224
Vt 5	Savukoskentien risteyksestä uuden linjauksen risteykseen	40	2446	213
Vt 5	Uusi linjaus, joka haarautuu Kemijärventiestä pohjoiseen	60	1835	127
Vt 5	Olemassa oleva vt 5 uuden linjauksen risteyksestä itään	100	2386	127
Jäämerentie		40	2446	128

Rakentamisaikainen tieliikenne

Rakennusvaiheessa kaivosalueella työskentelee 400−500 henkilöä kaivoksen oma henkilöstö ja urakoitsijat mukaan lukien, ja rakennusvaiheen raskas liikenne on korkeimmillaan 41 ajoneuvoa päivässä. Henkilömäärän perusteella arvioitiin kevyiden ajoneuvojen, eli henkilö- ja pakettiautojen liikennemäärän olevan korkeimmillaan 500 ajoneuvoa päivässä (klo 7-22).

Siten tuntiliikenteeksi arvioitiin:

- päivä: 33,3 kevyttä ja 2,7 raskasta ajoneuvoa
- yö: ei liikennettä

Kaivoksen henkilöliikenne, tuotantovaihe

Kaikki henkilöliikenne on mallinnettu kulkemaan Sodankylän linja-autoasemalle Sodankyläntiellä vt 4:tä pitkin kulkien. Liittyminen kaivoksen tehdasalueelta vt 4:n liikenteeseen tapahtuu kaivoksen tulotien vaihtoehdosta (a tai b) riippuen etelään tai pohjoiseen.

Henkilöautoliikenne arvioitiin pysäköintialueiden mukaan: 120 vuorotyöläisen ja 60 toimistohenkilön autopaikkaa olettaen kaikkien olevan käytössä. Vieraspaikkoja ei huomioitu niiden satunnaisen käytön vuoksi. Työvuorolaisia tulee 120 kaksi kertaa päivässä ja 60 toimistohenkilöä kerran päivässä. Siten henkilöautoliikenteen määrä on yhteensä 600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Lisäksi 5 bussia tekee päivittäin edestakaisen matkan. Siten raskas henkilöliikenne on 10 ajoneuvoa vuorokaudessa. Vuorotyöläiset ja toimistohenkilöt tulevat tehdasalueelle juuri ennen klo 7 eli yöaikaan. Vuorotyöläisten ja toimistohenkilöiden liikenteestä puolet tapahtuu yöaikaan ja puolet päiväaikaan.

Siten tuntiliikenteeksi arvioitiin:

- päivä: 20 kevyttä ja 0,33 raskasta ajoneuvoa
- yö: 33,3 kevyttä ja 0,55 raskasta ajoneuvoa

Mallinnuksessa vuorotyöläisten saapumisen ja lähtemisen liikenne otetaan huomioon keskimääräisenä tuntiliikenteenä päivä- ja yöaikaan. Keskimääräinen liikenne tarkoittaa, että kaikki yöaikana tapahtuva liikenne summataan ja jaetaan keskimääräiseksi liikenteeksi tuntia kohden. Esimerkiksi sillä ei ole väliä mallinnustulokseen, jos osa työntekijöistä saapuu kaivokselle klo 5.30 ja osa klo 6.30. Sen sijaan liikenteen jakautumisessa päivä- ja yöajan kesken on vaikutusta tulokseen. Se, että puolet työntekijöiden liikenteestä tapahtuu yöaikaan (aamuvuorolaiset tulevat, iltavuorolaiset lähtevät), on tässä tapauksessa liikennemelun kannalta suurin mahdollinen meluhaitta, sillä yöajan ohjearvot ovat päiväaikaa tiukemmat.

Kaivoksen raskas liikenne, tuotantovaihe

Rikastekuljetusten raskaiden ajoneuvojen liikennemäärän liukuva keskiarvo (12 kk) arvioitiin olevan korkeimmillaan 30 ajoneuvoa vuorokaudessa ja muun raskaan liikenteen 10 ajoneuvoa. Siten kaivos lisää teiden tuntiliikennettä sekä päivä että yöaikana 1,67 raskaalla ajoneuvolla yhdystien liittymästä alkaen. Liikenne on kussakin tutkitussa vaihtoehdossa lisätty vt 4:n ja/tai vt 5:n liikennemääriin ulottuen tarkastelualueen eteläpäähän.

Tarkastellut rikasteen kuljetusreitit ovat:

- VEaPS: Kaivoksen eteläisen yhdystievaihtoehdon mukaan kaivoksen tehdasalueelta etelään, Kitisen yli uuden vt 5:n linjauksen mukaisesti ja edelleen vt 4:ää pitkin Rovaniemen suuntaan.

- VEaKJ: Kaivoksen eteläisen yhdystievaihtoehdon mukaan kaivoksen tehdasalueelta etelään ja vt 5:ttä pitkin Kemijärven suuntaan.
- VEaPSKJ: Kuljetukset jakaantuvat 50 % / 50 % edellä mainituille reiteille.
- VEbPS: Kaivoksen pohjoisen yhdystievaihtoehdon mukaan kaivoksen tehdasalueelta luoteeseen, Kitisen yli ja vt 4:ää pitkin Rovaniemen suuntaan.
- VEbKJ: Kaivoksen pohjoisen yhdystievaihtoehdon mukaan kaivoksen tehdasalueelta luoteeseen, Kitisen yli ja vt 4:ää pitkin Sodankylän keskustan kautta nykyiselle vt 5:lle, jota pitkin Kemijärven suuntaan.
- VEbPSKJ: Kuljetukset jakaantuvat 50 % / 50 % edellä mainituille reiteille.

Rakentamisen ja toiminnan aikaiset melulähteet

Rakentamisen aikaiset melulähteet koostuvat tavanomaisesta louhinta- ja maansiirtokalustosta. Osa tästä kalustosta on käytössä myös kaivoksen toiminnan aikana, jolloin toteutusvaihtoehdosta riippuen on lisäksi hihnakuljettimia ym. kalustoa.

Rakentamisen aikainen melu on mallinnettu sijoittamalla melulähteet kussakin vaihtoehdossa epäedullisimpiin paikkoihinsa, eli paikkoihin, jotka toisaalta ovat lähinnä häiriintyviä kohteita ja tilanteeseen, jossa rakennettavat vallit, padot, rakennukset ym. eivät vielä toimi meluesteinä. Rakentamisessa oletettiin myös kaikkien meluavien toimintojen olevan käynnissä yhtäaikaisesti, vaikka käytännössä toiminta voi olla eriaikaistakin, jolloin keskiäänitaso jäisi hieman alemmalle tasolle.

Maanalaiselle kaivokselle rakennetaan vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a kaksi pystykuilua, toinen malmin nostoa ja toinen ilmanvaihtoa varten. Näiden louhinnan ei kuitenkaan oletettu olevan yhtäaikaista, joten vain yksi pystykuilu on huomioitu melulähteenä. Pystykuilujen sekä maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin louhinnasta on mallinnettu tilanne, jossa louhinta on vielä maan pinnalla ja melun eteneminen ympäristöön kaikkein voimakkainta.

Toiminnan aikana merkittäviä melulähteitä ovat sivukiven ja rikastushiekan kuljetuksen ja läjittämisen lisäksi myös kaivoksen ja rikastamon ilmanvaihdot, malmin jälkimurskaus ja jauhatus. Myös toiminnan aikainen kuljetus ja läjitys sijoitettiin häiriintyvien kohteiden suhteen epäedullisimpiin paikkoihinsa kussakin vaihtoehdossa. Rikastushiekan kuivaläjitystä tehdään vain päiväaikaan. Taulukossa 12-3 on yksilöity merkittävimmät melulähteet ominaisuuksineen. Pistelähde tarkoittaa, että se voidaan yksinkertaistaa olevan yksi piste, jonka äänitehotaso L_{WA} vastaa teoreettisen 1 m^2 pinta-alaisen pallon pinnalla olevaa äänitasoa. Viivalähde taas yksinkertaistettuna kuvaa joko liikkuvaa konetta, ajoneuvoa tai muuta viivamaista, kuten esimerkiksi kuljetushihnaa ja sen äänitehotaso L'_{WA} taas on teoreettisen sylinterimäisen kappaleen pinnalla olevaa äänitasoa. Pistelähteen ääni etenee palloaaltona vaimentuen vapaassa tilassa 6 dB etäisyyden kaksinkertaistuessa, kun taas viivalähteen ääni etenee sylinteriaaltona vaimentuen 3 dB etäisyyden kaksinkertaistuessa.

Taulukko 12-3 Rakentamisen ja kaivoksen toiminnan aikaiset melulähteet.

Tunnus	Nimi	Lähteen tyyppi	L_{WA} (dB)	L'_{WA} (dB)	nopeus (km/h)
p	kalliopora, poravaunu, maanpinnalla	piste	123		
r	rikotin (rammeri)	piste	107,7		
mm	mobiilimurskain tarve-kivilouhoksella toimin-nan aikana	piste	123,8		
em	esimurskain (tarvekivi-louhoksella rakennus-vaiheessa)	piste	123,5		
kk	kauhakuormaaja/kai-vinkone	piste	97,1		
pk	pyöräkuormaaja	piste	104,4		
k	kippaus	piste	106,5		
d	dumpperi, kaivos-kuorma-auto	viiva (liikkuva piste)	112		10
hk	hihnakuljetin, koteloitu	viiva		73	
ivk	iv-puhallin, kaivos	piste	115		
ivt	iv tai jäähdytys, rikas-tamo	piste	93		
pt	puskutraktori	viiva (liikkuva piste)	115,6		4
tj	täryjyrä	viiva (liikkuva piste)	103,1		4
jm	jälkimurskaus (murs-kain rikastamossa)	piste	115,8		
pl	pastalaitos	piste	80		

Kaivoksen toimiessa louhinnasta syntyvän melun oletetaan vaimenevan merkittävästi ennen maanpinnan tasoon tuloa ja siten sen merkitys on vähäinen. Malmin esimurskaus on murskauksen meluisin vaihe, ja sen on suunniteltu tapahtuvan kaivoksen maanalaisessa osassa. Kaikkia vähäisempiä melulähteitä ei ole huomioitu, sillä niiden merkitys peittyy täysin esitettyjen melulähteiden vaikutuksen alle. Toisaalta myös yksittäinen vähäinen melulähde vaikuttaa kokonaisuuteen, jos lähteitä on suuri määrä. Esimerkki tästä on ”ivt” eli ilmanvaihdon ja jäähdytyksen puhaltimet.

Taulukoissa 12-4, 12-5, Taulukko 12-6, 12-7, 12-8 ja 12-9 on kuvattu rakennus- ja tuotantovaiheiden melulähteiden määrät ja toiminta-ajat eri vaihtoehdoissa. Tunnus viittaa taulukossa

Taulukko 12-3 esitettyyn lähteen ominaisuuksiin, kpl on laskennassa oletettu laiteiden yhtä aikaa toiminnassa olevien lukumäärä ja sijainti kertoo, missä osassa kaivosaluetta ne sijaitsevat. Toiminta-aikojen rajaksi on oletettu Valtioneuvoston asetuksessa 800/2010 asetetut rajat, kun lähin häiriintyvä kohde on alle 500 m etäisyydellä. Lähin häiriintyvä kohde on Viiankiaavan Natura 2000 –alue ja soidensuojelualue. Lähimmät häiriintyvät asuinrakennukset/loma-asunnot sijaitsevat Kitisen itärannalla Kuusivaaran kohdalla, joihin etäisyys vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b on lyhimmillään noin 430 m tarvekivilouhoksesta. Käyttöaika % ilmoittaa, kuinka suuren osan toiminta-ajasta laite on mainitusta toiminta-ajasta toiminnassa. Todellinen käyttöaikaprosentti on yleensä aina hieman tätä alempi, etenkin käyttäjää vaativien koneiden osalta, koska tauot ja vuoronvaihdot pienentävät sitä. Kuitenkin vasta noin 20 %:n toiminta-ajan vähennys alentaa keskiäänitasoa 1 dB.

Melulähteet, joiden toiminta koostuu erillisistä tapahtumista, kuten ajo tiettyä reittiä pitkin ja kippaus, on mallinnettu erillisinä tapahtumina. Käyttöaikaprosentin sijaan on esitetty näiden tapahtumien lukumäärä tunnissa. Dumpperin, puskutraktorin ja täryjyrän toiminta on esitetty muodossa tapahtumaa tunnissa. Tällöin luku kertoo koneen liikennemäärän eli ohiajoa tunnissa. Esimerkiksi dumpperin osalta kaksi tapahtumaa tarkoittaa kuorman vientiä ja palaamista takaisin eli kaksi ohiajoa.

Taulukko 12-4 Vaihtoehdon VE1a, rakennusvaiheen melulähteet.

Tunnus	Kpl	Sijainti	Toiminta-aika		Käyttöaika %	Tapahtumaa/h	
			Päivä	Yö		Päivä	Yö
p	1	tarvekivilouhos	7-21	-	100 %		
r	2	tarvekivilouhos	8-18	-	100 %		
kk	2	tarvekivilouhos	7-22	-	100 %		
em	1	tarvekivilouhos	7-22	-	100 %		
pk	1	tarvekivilouhos	7-22	-	100 %		
d	1	tarvekivilouhos / rikastushiekka-alueen pato	7-22	-	100 %	30	
pk	1	rikastushiekka-alueen pato	7-22	-	100 %		
k	1	rikastushiekka-alueen pato	7-22	-		15	
p	1	kaivoksen sisäänkäynti	7-22	-	100 %		
r	1	kaivoksen sisäänkäynti	7-22	-	100 %		
em	1	kaivoksen sisäänkäynti	7-22	-	100 %		
kk	1	kaivoksen sisäänkäynti	7-22	-	100 %		
d	1	kaivoksen sisäänkäynti / sivukiven väliaikainen sijoitusalue	7-22	-	100 %	4	
pk	1	sivukiven väliaikainen sijoitusalue (matalarikkinen)	7-22	-	100 %		
k	1	sivukiven väliaikainen sijoitusalue (matalarikkinen)	7-22	-	100 %	4	
pk	1	sivukiven väliaikainen sijoitusalue (korkearikkinen)	7-22	-	100 %		
k	1	sivukiven väliaikainen sijoitusalue (korkearikkinen)	7-22	-	100 %	4	
pk	1	vesivarastoallas	7-22	-	100 %		
k	1	vesivarastoallas	7-22	-	100 %	15	

Taulukko 12-5 Vaihtoehdon VE1a tuotantovaiheen melulähteet.

Tunnus	Kpl	Sijainti	Toiminta-aika		Käyttöaika %	Tapahtumaa/h	
			Päivä	Yö		Päivä	Yö
pt	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	4,17	4,17
tj	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	4,17	4,17
d	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	8,33	8,33
k	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	4,17	4,17
kk	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %		
pk	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %		
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
ivk	2	kaivoksen sisäänkäynnin lähellä	koko ajan	koko ajan	100 %		
jm	1	tehdasalue	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	100	rikastamon ja ympäröivien rakennusten katto	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	huoltohalli, pesupaikka	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	2	toimistorakennus	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	vesienkäsittelylaitos	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	varasto	koko ajan	koko ajan	100 %		
hk	3	tehdasalue, kaivoksen sisäänkäynti, rikastushiekka-alue	koko ajan	koko ajan	100 %		

Vaihtoehdon VE1b tuotantovaihe poikkeaa vaihtoehdosta VE1a siten, että siinä ei ole melulähteitä rikastushiekka-alueella.

Taulukko 12-6 Vaihtoehdon VE1b tuotantovaiheen melulähteet.

Tunnus	Kpl	Sijainti	Toiminta-aika		Käyttöaika %	Tapahtumaa/h	
			Päivä	Yö		Päivä	Yö
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
ivk	2	kaivoksen sisäänkäynnin lähellä	koko ajan	koko ajan	100 %		
jm	1	tehdasalue	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	100	rikastamon ja ympäröivien rakennusten katto	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	huoltohalli, pesupaikka	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	2	toimistorakennus	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	vesienkäsittelylaitos	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	varasto	koko ajan	koko ajan	100 %		
hk	2	tehdasalue, kaivoksen sisäänkäynti	koko ajan	koko ajan	100 %		

Vaihtoehtojen VE2a ja VE3a rakennusvaiheen laitteet lukumäärineen ovat identtiset ja ero vaihtoehtojen välillä muodostuu laitteiden sijainneista. Vaihtoehdoissa VE2b ja VE3b ei ole erillistä kuilunostinta, joten niitä lukuun ottamatta laitteistot ovat samat sijainteja lukuun ottamatta.

Taulukko 12-7 Vaihtoehtojen VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakennusvaiheen melulähteet.

Tunnus	Kpl	Sijainti	Toiminta-aika		Käyttöaika %	Tapahtumaa/h	
			Päivä	**Yö**		**Päivä**	**Yö**
p	1	tarvekivilouhos	7-21	-	100 %		
r	2	tarvekivilouhos	8-18	-	100 %		
kk	2	tarvekivilouhos	7-22	-	100 %		
em	1	tarvekivilouhos	7-22	-	100 %		
pk	1	tarvekivilouhos	7-22	-	100 %		
d	1	tarvekivilouhos / rikastushiekka-alueen pato	7-22	-	100 %	30	
pk	1	rikastushiekka-alueen pato	7-22	-	100 %		
k	1	rikastushiekka-alueen pato	7-22	-		15	
p	1	kaivoksen sisäänkäynti	7-22	-	100 %		
kk	1	kaivoksen sisäänkäynti	7-22	-	100 %		
d	1	kaivoksen sisäänkäynti / sivukiven väliaik. sijoitusalue	7-22	-	100 %	4	
p	1	pystykuilu	7-22	-	100 %		
kk	1	pystykuilu	7-22	-	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik.sijoitusalue (matalarikk.)	7-22	-	100 %		

Tun-nus	Kpl	Sijainti	Toiminta-aika		Käyttöaika %	Tapahtumaa/h	
			Päivä	Yö		Päivä	Yö
k	1	sivukiven väliaik.sijoitusalue (matalarikk.)	7-22	-	100 %	4	
pk	1	sivukiven väliaik.sijoitusalue (korkearikk.)	7-22	-	100 %		
k	1	sivukiven väliaik.sijoitusalue (korkearikk.)	7-22	-	100 %	4	
pk	3	altaiden rakennus	7-22	-	100 %		
k	3	altaiden rakennus	7-22	-		15	

Taulukko 12-8 Vaihtoehtojen VE2a ja VE3a tuotantovaiheen melulähteet.

Tunnus	Kpl	Sijainti	Toiminta-aika		Käyttöaika %	Tapahtumaa/h	
			Päivä	Yö		Päivä	Yö
pt	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	4,17	4,17
tj	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	4,17	4,17
d	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	8,33	8,33
k	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %	4,17	4,17
kk	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %		
pk	1	rikastushiekka-alue	koko ajan	-	100 %		
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
ivk	2*	nostotornin lähellä *	koko ajan	koko ajan	100 %		
pl	1	nostotornin lähellä	koko ajan	koko ajan	100 %		
jm	1	tehdasalue	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	100	rikastamon ja ympäröivien rakennusten katto	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	huoltohalli, pesupaikka	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	2	toimistorakennus	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	vesienkäsittelylaitos	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	varasto	koko ajan	koko ajan	100 %		
hk	3	tehdasalue, kaivoksen sisäänkäynti, rikastus-hiekka-alue	koko ajan	koko ajan	100 %		

** VE3a:ssa on näiden lisäksi kaksi ilmanvaihdon melulähdettä kaivoksen sisäänkäynnin lähellä.*

Vaihtoehdot VE2b ja VE3b eroavat sijaintien ja laitteiston puolesta vaihtoehdoista VE2a ja VE3a, joten ne mallinnettiin erikseen. Rikastushiekka-alueella ei ole melulähteitä näissä vaihtoehdoissa.

Taulukko 12-9 Vaihtoehtojen VE2b ja VE3b tuotantovaiheen melulähteet.

Tunnus	Kpl	Sijainti	Toiminta-aika		Käyttöaika %	Tapahtumaa/h	
			Päivä	Yö		Päivä	Yö
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (matalarikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
k	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	koko ajan	koko ajan	100 %	4,17	4,17
kk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
pk	1	sivukiven väliaik. sijoitusalue (korkearikk.)	7-17, 19-22	22-05	100 %		
ivk	2	kaivoksen sisäänkäynnin alue	koko ajan	koko ajan	100 %		
pl	1	kaivosksen sisäänkäynnin alue	koko ajan	koko ajan	100 %		
jm	1	tehdasalue	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	100	rikastamon ja ympäröivien rakennusten katto	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	huoltohalli, pesupaikka	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	2	toimistorakennus	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	vesienkäsittelylaitos	koko ajan	koko ajan	100 %		
ivt	10	varasto	koko ajan	koko ajan	100 %		
hk	2	tehdasalue, kaivoksen sisäänkäynti	koko ajan	koko ajan	100 %		

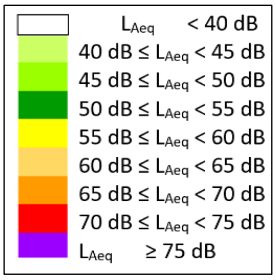
Sulkeminen ja toiminnan jälkeiset melulähteet

Kaivoksen sulkemistöiden aikaisten meluvaikutusten arvioidaan olevan tuotantovaiheen vaikutuksia pienemmät. Melu koostuu pääosiin liikenteestä ja purkutoiminnoista. Sulkemisen jälkeen merkittäviä melulähteitä ei ole.

Arviointimenetelmät

Melualuelaskennat tehtiin liikennemelun osalta käyttäen yhteispohjoismaista tieliikennemelun laskentamallia (Nielsen ym. 1996). Mallia käytetään Suomessa tie- ja kaavoitushankkeissa. Kaivoksen sekä rakentamisen toimintojen melu mallinnettiin yleisen teollisuusmelumallin, ISO9613-2, mukaisesti. Laskentaa varten muodostettiin tarkastelualueesta sekä sen lähiympäristöstä kolmiulotteinen pintamalli käyttäen Maanmittauslaitoksen laserkeilaukseen perustuvaa korkeusmallia, maastotietokantaa sekä kaivoksen suunnittelumateriaalia. Maanpinnan heijastukset huomioitiin maakertoimella (G), jonka arvo vesialueilla, ajoradoilla ja päällystetyillä pinnoilla oli G=0, taajaan asutulla alueella ja muulla tehdasalueella G=0,5 ja muualla G=1. Rakennukset mallinnettiin arvioituine korkeuksineen ja niiden oletettiin olevan ääntä heijastavia 1 dB vaimennuksella. Koska melun ohjearvo on eri päivä- ja yöajalle, tehtiin myös melualuelaskennat näille erikseen. Laskennat suoritettiin SoundPlan v8.1 –ohjelmistolla. Melualuelaskentojen tulokset esitetään melualuekartoilla,

joissa alueen keskiäänitaso (A-taajuuspainotettu ekvivalenttiäänitaso, $L_{Aeq,t}$) esitetään 5 dB:n portain kuvassa Kuva 12-1 esitetyin värein.



Kuva 12-1 Päiväajan keskiäänitasovyöhykkeet ($L_{Aeq, 7-22}$) [dB].

12.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Liikennemäärät ja koneiden määrät toiminta-aikoineen asetettiin mallinnuksissa vilkkaimman ajankohdan mukaisiksi. Melulähteiden sijainnit asetettiin herkkien kohteiden suuntaan suurimman melun tuottavaan asemaan. Kaivoksen toiminnan aikainen melu mallinnettiin päiväajan keskiäänitasoina. Vaikka toiminta on ympärivuorokautista, tehdään vaihtoehtoihin VE1a, VE2a ja VE3a sisältyvää kuivaläjitystä vain päiväaikaan. Siten yöaikaan niiden melualueet vastaavat läjityksen osalta lähinnä vaihtoehtojen VE1b, VE2b ja VE3b alueita, jotka ovat merkittävästi pienempiä. Mallinnus olettaa aina myötätuuliolosuhteen kaikkiin suuntiin. Siten todellisuudessa vastatuulen puolella melu voi olla huomattavasti mallinnettua vähäisempää. Melun mallinnukseen käytettävän menetelmän tarkkuus on noin kilometrin etäisyydelle noin 3 dB suuntaansa mutta suuremmilla etäisyyksillä melun etenemiseen aiheuttaa kulloinenkin säätila hyvin suurta vaihtelua myös myötätuuliolosuhteissa.

12.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Ympäristönsuojelulain perusteella annetun Valtioneuvoston päätöksen (993/1992) melutason ohjearvoista mukaan melutaso ei saa ylittää annettuja ohjearvoja. Ohjearvot on esitetty taulukossa 12-10.

Taulukko 12-10 Yleiset melutason ohjearvot ulkona (Vnp 993/1992).

Alue	L_{Aeq}, klo 7-22	L_{Aeq}, klo 22-7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45-50 dB [1) 2)]
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuoliset virkistys- ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB [3) 4)]

1) Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo kuitenkin 45 dB.
2) Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.
3) Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.
4) Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan kuitenkin soveltaa asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoja

Mikäli melu on kapeakaistaista tai iskumaista, on mittaus- tai laskentatulokseen lisättävä 5 dB ennen vertaamista ohjearvoon. Korjaus tehdään vain siltä ajalta kuin melu on iskumaista tai kapeakaistaista.

Lisäksi asumisterveysasetuksessa (545/2015) on annettu asuinhuoneisiin kantautuvalle melulle toimenpiderajat. Toimenpiderajat koskevat melutasoa yleensä, yöaikaista mahdollisia unihäiriöitä aiheuttavaa melua sekä erikseen matalataajuista melua. Mikäli äänitaso rakennuksen ulkopuolella ei ylitä yleisiä melutason ohjearvoja (Vnp 993/1992) eikä melu ole luonteeltaan matalataajuista, ei se yleensä sisälläkään ylitä melun toimenpiderajoja. Tämä pätee, vaikka rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyys ei täyttäisi asetuksen rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) annettuja vaatimuksia.

Melun mittaamisesta on Ympäristöministeriön ohje (1/1995) Ympäristömelun mittaaminen (Ympäristöministeriö 1995). Mainitun ohjeen kohdan 6.2 mukaan ohjearvo ylittyy, jos mittaustulos mittausepävarmuuden vähentämisen jälkeen on ohjearvoa korkeampi.

Valtioneuvoston asetuksessa (800/2010) kivenlouhimojen muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta on säädetty melua aiheuttavien työvaiheiden aikarajoista. Vaikka asetus ei koske rakentamis- eikä kaivostoimintaa, on sitä tässä sovellettu tarvekiven louhintaan.

Yleensä ympäristölupien melun raja-arvot annetaan ohjearvojen mukaisina, jolloin ne muuttuvat velvoittaviksi. Edellä kuvatut säädökset on annettu ensisijaisesti ihmisten terveyden turvaamiseksi. Eläimille ei ole melusäädöksissä annettu erikseen ohje- tai raja-arvoja. Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 luonnonsuojelualueen ohjearvon soveltamisessa on myös huomioitava alueen suojeluperusteena olevien eläinlajien herkkyys melulle alueen virkistyskäytön lisäksi.

Arviointi alueiden herkkyydestä muodostettiin taulukon Taulukko 12-11 mukaiseksi.

Taulukko 12-11 Alueiden herkkyys; melu.

	Yhteiskunnallinen merkitys	Alttius muutoksille
Vähäinen	Hyvin vähän tai ei lainkaan häiriintyviä kohteita kuten asutusta Ei herkkiä tai erityisen herkkiä kohteita Virkistys- tai luonnonsuojelualue, jota ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin.	Alue, jossa teollisuutta, tai muuta melua aiheuttavaa toimintaa, suuret liikennemäärät Korkea taustamelutaso (esim. yli 50 dB) tai alueen nykyinen melutaso alhainen, mutta alue ei ole luonteeltaan hiljainen luonnonäänien alue, ja runsaskaan melun lisäys ei saa ohjearvoja ylittymään.
Kohtalainen	Jonkin verran häiriintyviä kohteita, kuten asutusta, tai yksittäisiä herkkiä kohteita kuten loma-asuntoja, päiväkoteja tai kouluja. Ei erityisen herkkiä kohteita kuten sairaaloita Jonkin verran melusta häiriintyvää ympäristöä kuten virkistysalueita tai kulttuuriympäristökohteita. Ei luonnonsuojelualueita.	Alue, jossa jonkin verran teollista toimintaa tai muuta melua aiheuttavaa toimintaa ja/tai kohtalaiset liikennemäärät. Kohtalainen taustamelutaso (esim. 40–50 dB) tai melutaso lähtötilanteessa selvästi alle ohjearvojen.
Suuri	Paljon häiriintyviä kohteita, kuten asutusta, tai jonkin verran herkkiä kohteita kuten loma-asuntoja, päiväkoteja tai kouluja tai yksittäisiä erityisen herkkiä kohteita kuten sairaaloita. Melko paljon melusta häiriintyvää ympäristöä kuten virkistysalueita, luonnonsuojelu- tai kulttuuriympäristökohteita. Hiljaisten alueiden selvityksessä tunnistettu hiljainen alue (suojavyöhykkeineen), jota ei kuitenkaan koske kaavamääräykset.	Vähän teollista tai muuta melua aiheuttavaa toimintaa, vähän liikennettä, alhainen ihmisen toiminnoista johtuva taustamelutaso (esim. alle 40 dB), suhteellisen hiljaiseksi ja rauhalliseksi koettu äänimaisema tai melutaso on jo lähtötilanteessa ohjearvojen tuntumassa tai ylittää vähäisesti ohjearvot.

Hankkeen aiheuttaman melutason muutoksen vaikutuksia arvioitiin taulukon Taulukko 12-12 mukaisesti.

Taulukko 12-12 Muutosten arviointi.

Suuri kielteinen	Toiminnan aiheuttamat melutasot korkeita Hankkeen aiheuttama kielteinen muutos melutasossa on suuri: - melutaso nousee nykytilanteesta yli 5 dB - melun ohjearvot ylittyvät laajalti
Keskisuuri kielteinen	Toiminnan aiheuttamat melutasot kohtalaisia Hankkeen aiheuttama kielteinen muutos melutasossa on kohtalainen: - melutaso nousee nykytilanteesta alle 5 dB - melutasot ovat ohjearvojen tuntumassa
Pieni kielteinen	Toiminnan aiheuttamat melutasot alhaisia Hankkeen aiheuttama muutos melutasossa on pieni tai olematon: - melutaso nousee nykytilanteesta alle 3 dB - melutasot alhaisia eivätkä ylitä ohjearvoja
Ei vaikutusta	Toiminta ei juurikaan aiheuta muutosta melutasoon
Pieni myönteinen	Hankkeen aiheuttama myönteinen muutos melutasossa on pieni tai olematon: - melutaso laskee nykytilanteesta alle 3 dB
Keskisuuri myönteinen	Hankkeen aiheuttama myönteinen muutos melutasossa on kohtalainen: - melutaso laskee nykytilanteesta 3–5 dB
Suuri myönteinen	Hankkeen aiheuttama myönteinen muutos melutasossa on suuri: - melutaso laskee nykytilanteesta yli 5 dB

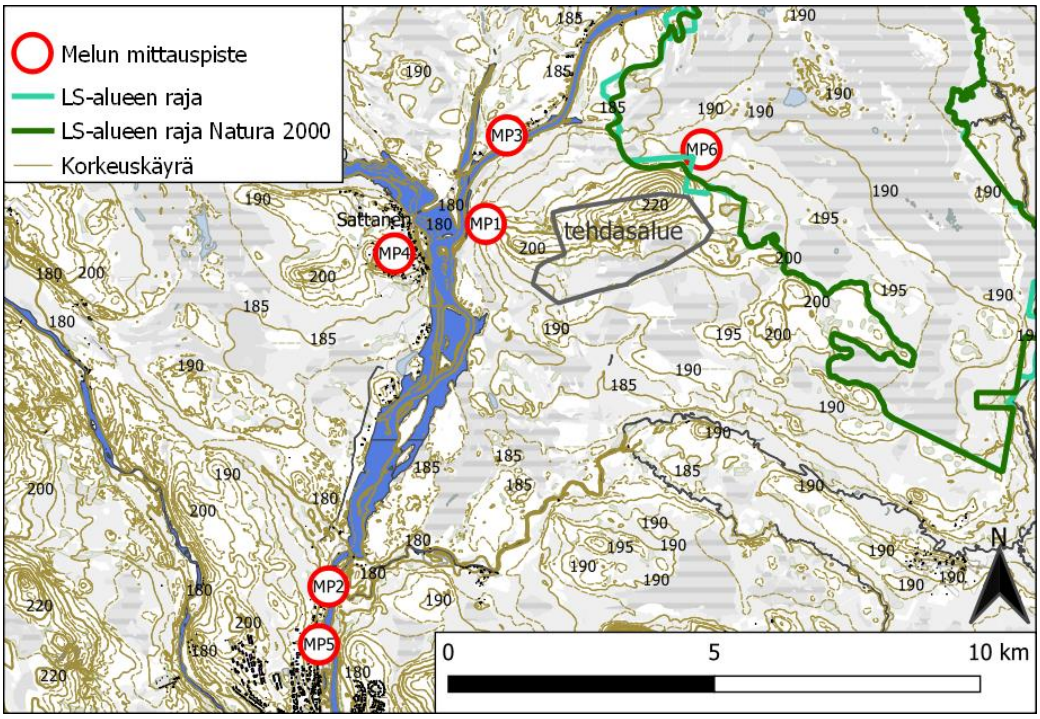
12.2 Nykytila

12.2.1 Nykytilan kuvaus

Hankealueella ja sen läheisyydessä nykyisellään tunnistettuja melulähteitä Viiankiaavan kohdalla ovat vt 4:ltä kantautuva tieliikennemelu sekä Kärväsniemellä sijaitsevan Sodankylän Sora Oy:n maanottotoiminnan aiheuttama melu. Suurin osa nykyisistä meluhaitoista kohdistuu vt 4 varrella sijaitsevaan asutukseen.

Nykytilan melumittaukset ja laskennallinen meluselvitys on esitetty erillisraportissa Sakatin kaivoshankkeen nykytilaselvitys (FCG Suunnittelu ja tekniikka 2019, liite 9). Melumittaukset tehtiin kahdessa jaksossa siten, että toinen mittauskerta ajoitettiin kesä- ja toinen talviaikaan.

Kuvassa Kuva 12-2 on esitetty melumittauspisteiden sijainnit ja kuvassa Kuva 12-3 käytetty mittauslaitteisto.



Kuva 12-2 Melumittauksen mittapisteiden sijainti. Tehdasalueen sijainti vaihtoehtojen VE1a ja VE1b mukaisesti.

Kuva 12-3 Mittauslaitteisto.

Melumittaukset suoritettiin viikon kestäneinä yhtäjaksoisina kampanjoina kuudessa eri pisteessä hankealueella ja sen läheisyydessä. Mittauksessa käytettiin tarkkuusluokan 1 tallentavia ja analysoivia melumittareita, joiden mikrofonit sijoitettiin pystyasentoon 1,5 m korkeudelle maan pinnasta. Pystyyn asennettuina ne pystyivät havaitsemaan kaikista suunnista tulevaa melua. Mikrofonien kompensointikäyräksi valittiin 90°, eli mikrofonin pystyasento ja äänen tulosuunta vaakatasossa. Ne mittaustulokset, joiden aikana sääolosuhteet eivät olleet vaatimusten mukaisia, poistettiin lopullisista

tuloksista. Yhteenvedot melumittausten tuloksista on esitetty taulukoissa Taulukko 12-13 – Taulukko 12-18.

Taulukko 12-13 Yhteenveto melumittauksen tuloksista mittauspisteellä MP1.

dB	L_{AFmax}	L_{A5p}	L_{A10p}	L_{A50p}	L_{A90p}	L_{Amin}	L_{Aeq}
Kesä 7-22	77	45	43	35	27	14	**50**
Kesä 22-7	51	41	39	32	20	11	**36**
Talvi 7-22	74	47	45	39	32	13	**47**
Talvi 22-7	56	47	44	32	17	10	**40**

Taulukko 12-14 Yhteenveto melumittauksen tuloksista mittauspisteellä MP2.

dB	L_{AFmax}	L_{A5p}	L_{A10p}	L_{A50p}	L_{A90p}	L_{Amin}	L_{Aeq}
Kesä 7-22	75	53	51	45	39	22	**48**
Kesä 22-7	58	50	48	38	25	16	**43**
Talvi 7-22	79	51	46	37	29	11	**52**
Talvi 22-7	67	40	38	25	15	11	**36**

Taulukko 12-15 Yhteenveto melumittauksen tuloksista mittauspisteellä MP3.

dB	L_{AFmax}	L_{A5p}	L_{A10p}	L_{A50p}	L_{A90p}	L_{Amin}	L_{Aeq}
Kesä 7-22	65	55	54	48	39	9	**50**
Kesä 22-7	64	54	53	49	18	9	**48**
Talvi 7-22	75	55	54	48	35	11	**50**
Talvi 22-7	69	53	51	32	16	11	**47**

Taulukko 12-16 Yhteenveto melumittauksen tuloksista mittauspisteellä MP4.

dB	L_{AFmax}	L_{A5p}	L_{A10p}	L_{A50p}	L_{A90p}	L_{Amin}	L_{Aeq}
Kesä 7-22	74	58	57	52	45	10	**54**
Kesä 22-7	61	54	52	37	19	10	**48**
Talvi 7-22	68	53	51	44	31	9	**48**
Talvi 22-7	70	47	44	21	9	9	**41**

Taulukko 12-17 Yhteenveto melumittauksen tuloksista mittauspisteellä MP5.

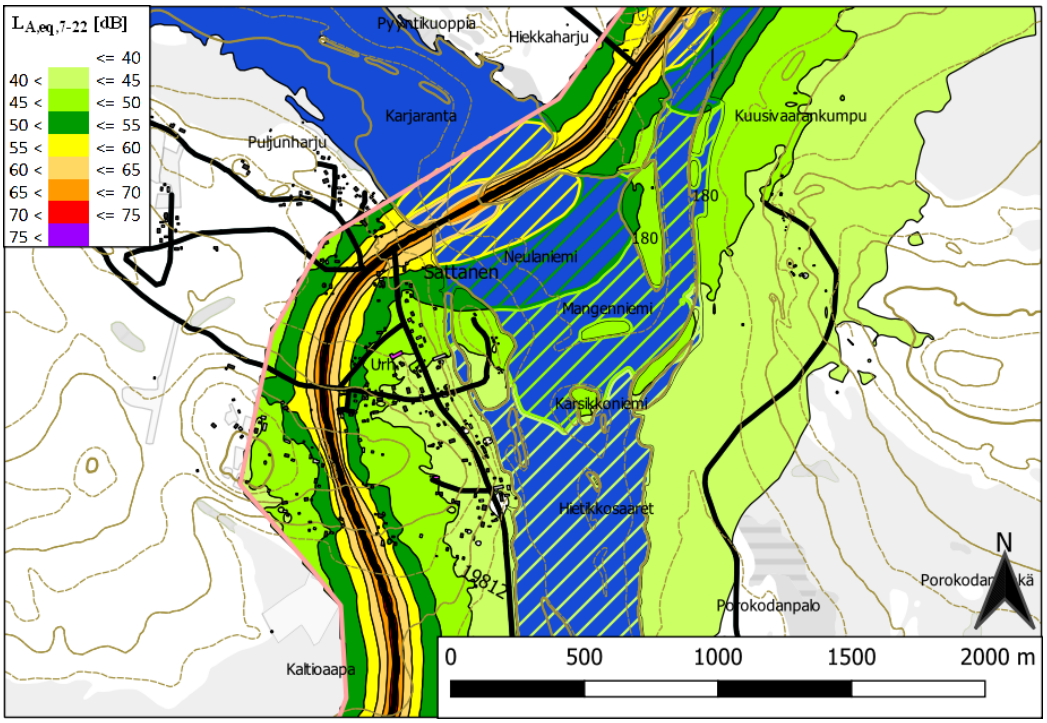
dB	L_{AFmax}	L_{A5p}	L_{A10p}	L_{A50p}	L_{A90p}	L_{Amin}	L_{Aeq}
Kesä 7-22	70	51	49	43	38	28	**47**
Kesä 22-7	64	46	44	35	29	25	**41**
Talvi 7-22	71	44	43	36	29	16	**42**
Talvi 22-7	61	38	36	28	20	10	**33**

Taulukko 12-18 Yhteenveto melumittauksen tuloksista mittauspisteellä MP6.

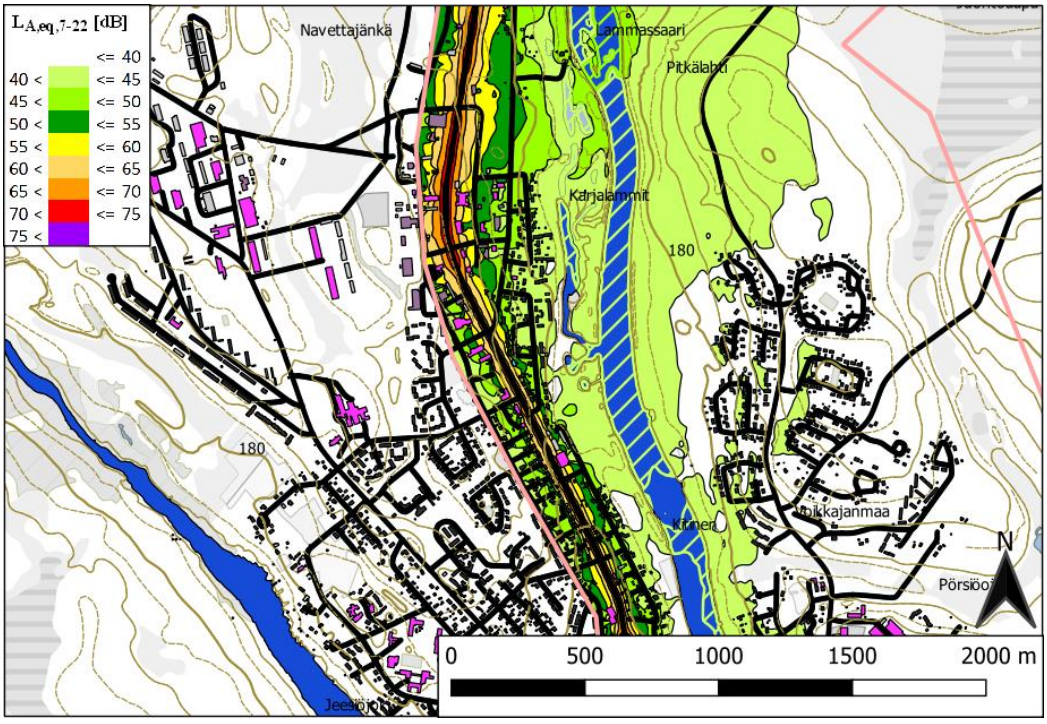
dB	L_{AFmax}	L_{A5p}	L_{A10p}	L_{A50p}	L_{A90p}	L_{Amin}	L_{Aeq}
Kesä 7-22	68	46	43	29	19	9	**41**
Kesä 22-7	57	38	36	23	9	9	**32**
Talvi 7-22	63	42	40	31	22	9	**36**
Talvi 22-7	58	44	40	29	18	9	**37**

Päiväkohtaisissa keskiäänitasoissa oli suurehkoa vaihtelua, minkä vuoksi mittausepävarmuus jäi osassa mittauspaikoista melko suureksi. Mittausepävarmuus mittauspaikasta riippuen oli 1−4 dB. Mittauspisteissä MP3 ja MP4 ylittyivät mittausten perusteella loma-asutuksen ohjearvot (LAeq, klo 7-22 45 dB, LAeq, klo 22-7 40 dB), mutta vakituisen asutuksen ohjearvorajoja ei ylitetty (LAeq, klo 7-22 55 dB, LAeq, klo 22-7 45-50 dB). Luonnonsuojelualueella (MP6) mitatuissa tuloksissa melun ohjearvot alittuivat (LAeq, klo 7-22 45 dB, LAeq, klo 22-7 40 dB).

Liikennemelualueet nykyisillä liikennemäärillä mallinnettiin päivä- ja yöajan keskiäänitasoina. Kuvassa Kuva 12-4 on päiväajan keskiäänitaso Sattasen kylän kohdalla ja kuvassa Kuva 12-5 Sodankylän keskustan pohjoisosassa. Liikennemelukartat ovat erillisraporttien Sakatin kaivoshankkeen melun nykytilaselvitys (FCG Suunnittelu ja tekniikka 2019, Liite 9) ja Sakatin kaivoshankkeen meluselvitys (FCG Suunnittelu ja tekniikka 2020, Liite 10) liitteinä.



Kuva 12-4 Nykytilan päiväajan liikennemelun melualueet.



Kuva 12-5 Nykytilan päiväajan liikennemelun melualueet.

12.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys

Valtateiden varsilla olevat asuinalueet luokiteltiin kohtalaisen herkiksi. Tien välittömässä läheisyydessä sijaitsevat melualueella olevat asuinkiinteistöt sekä Viiankiaavan suojelualue luokiteltiin suuren herkkyyden alueiksi. Kuusivaaran alue luokiteltiin herkkyydeltään pieneksi.

12.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

Hankkeen meluvaikutukset arvioitiin käytettävissä olleiden tietojen perusteella. Hankkeen meluvaikutuksia on esitetty yksityiskohtaisemmin erillisraporteissa Sakatin kaivoshankkeen melun nykytilaselvitys (FCG Suunnittelu ja tekniikka 2019) ja Sakatin kaivoshankkeen meluselvitys (FCG Suunnittelu ja tekniikka 2020).

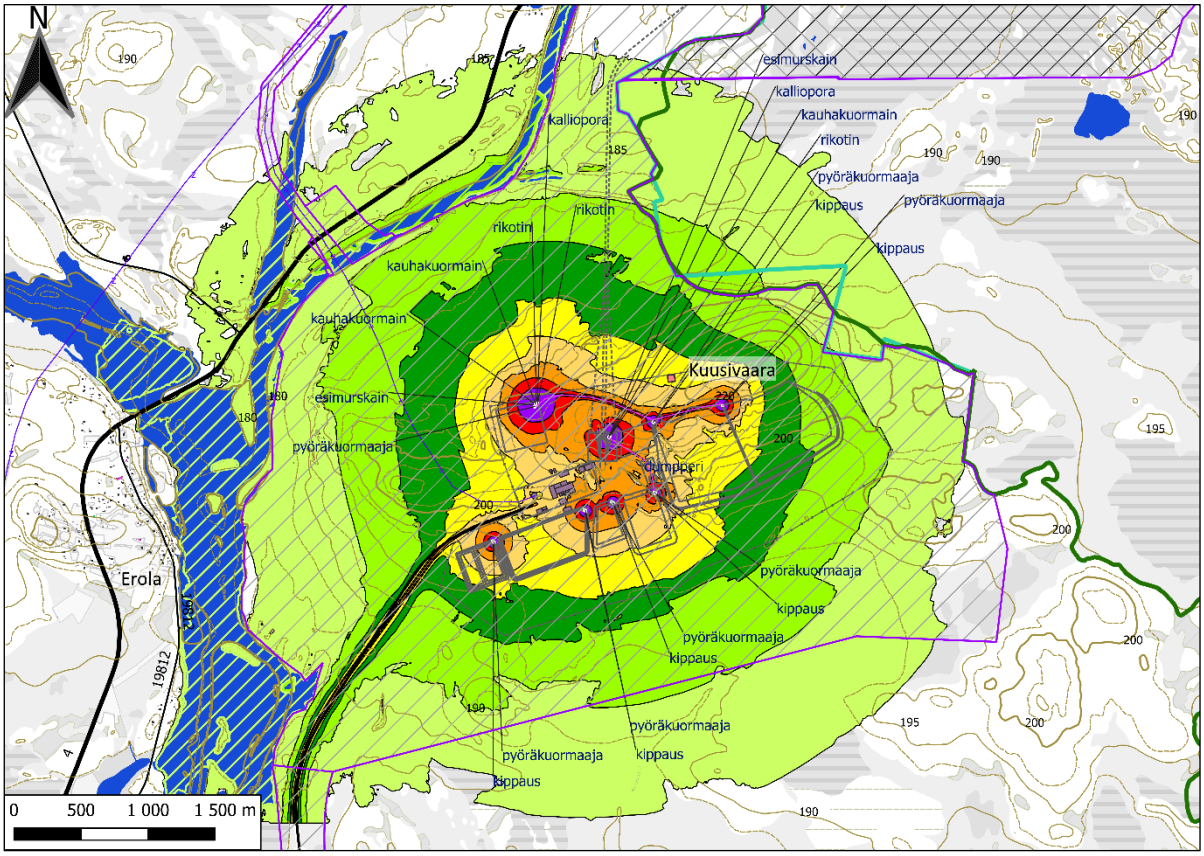
12.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen ajan vaikutukset arvioitiin ilman meluntorjuntatoimia ja lisäksi esittämällä meluntorjuntakeinoja vaihtoehdoille VE1a, VE2a, VE3a ja VE3b. Rakennusaikaisia meluntorjuntatoimia käsitellään luvussa 12.4.1. Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset koostuvat liikennemelusta sekä itse rakentamistoimien synnyttämästä melusta. Liikennemelun suhteen vaikutukset voidaan jakaa yhdystien sijainnin mukaisesti, jolloin kaikkien a-vaihtoehtojen (VE1a, VE2a ja VE3a) vaikutukset ovat keskenään samanlaiset ja toisaalta kaikkien b-vaihtoehtojen (VE1b, VE2b ja VE3b) keskenään samanlaiset. Rakentamisaikainen liikenne vastaa määrältään kaivoksen toiminnan aikaista. Siksi sitä ei ole mallinnettu erikseen ja arviointi perustuu toiminnan aikaisen liikennemelun arviointiin. Yhdystien linjaus tehdasalueella vaihtelee hieman vaihtoehdon mukaan, mutta herkille alueille kantautuvaan meluun sillä ei suuren etäisyyden vuoksi ole merkitystä.

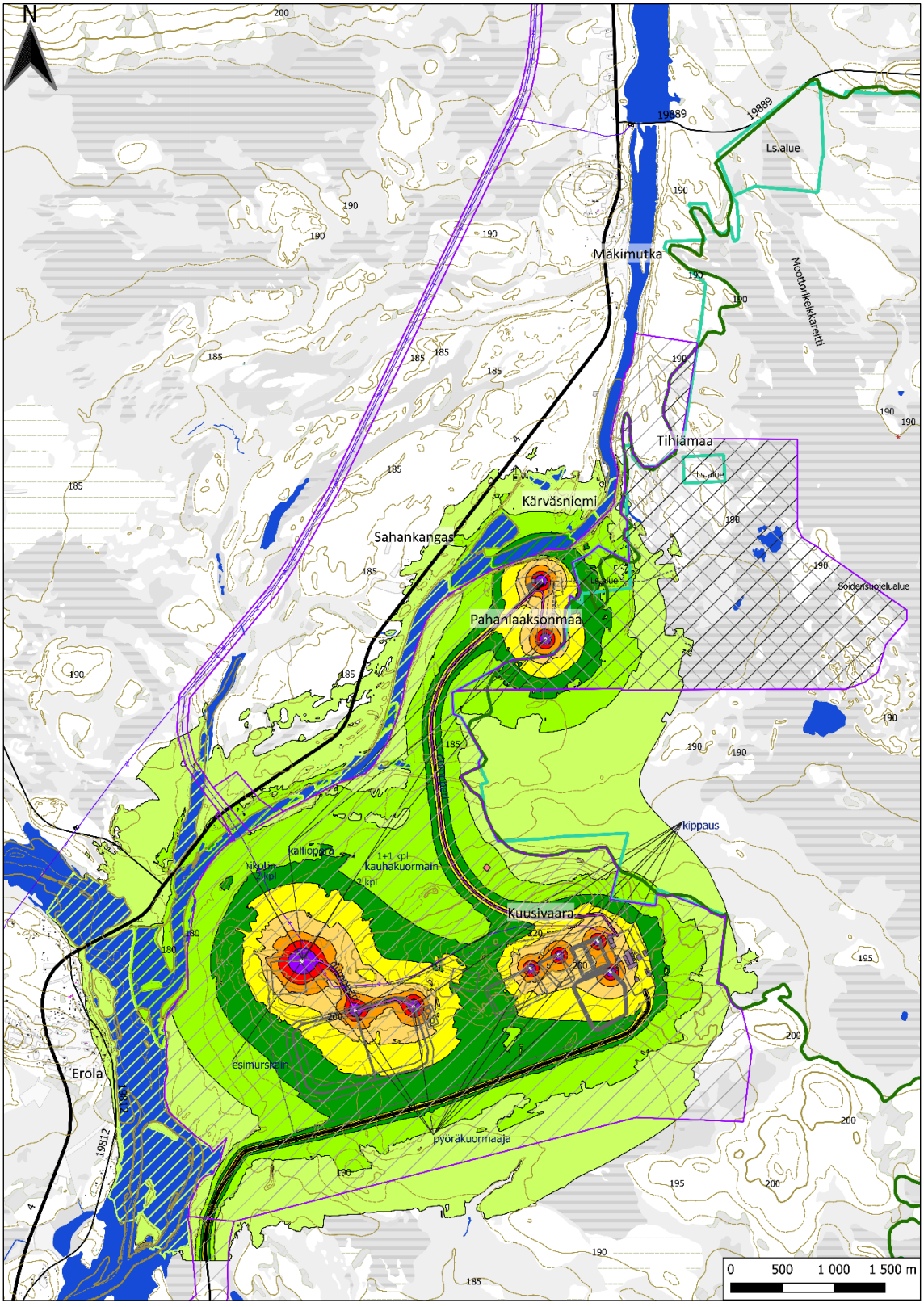
Rakentamistoimintojen meluvaikutukset riippuvat toimintojen sijainneista. Merkittävimpiä melulähteitä ovat tarvekivilouhinta, kaivoksen sisäänkäynnin ja pystykuilujen louhinta sekä sijoitusalueiden ja altaiden rakentaminen. Vinotunnelin ja pystykuilujen louhinnan tai porauksen edettyä maanpinnan tasosta jo muutamia metrejä alemmas vähenee siitä aiheutuvan melun eteneminen merkittävästi.

Kuvissa Kuva 12-6,Kuva 12-7 ja Kuva 12-8 on esitetty rakentamisen aikaiset melualueet vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a. Vaihtoehto VE1b eroaa VE1a:sta lähinnä vain yhdystien osalta, kuten myös VE2b VE2a:sta, eikä niitä ole mallinnettu erikseen. Vaihtoehdon VE3a rakentamisen aikaiset melualueet on esitetty kuvassa 12-8 ja vaihtoehdon VE3b kuvassa Kuva 12-9. Meluntorjuntatoimia ei ole sisällytetty tähän tarkasteluun.

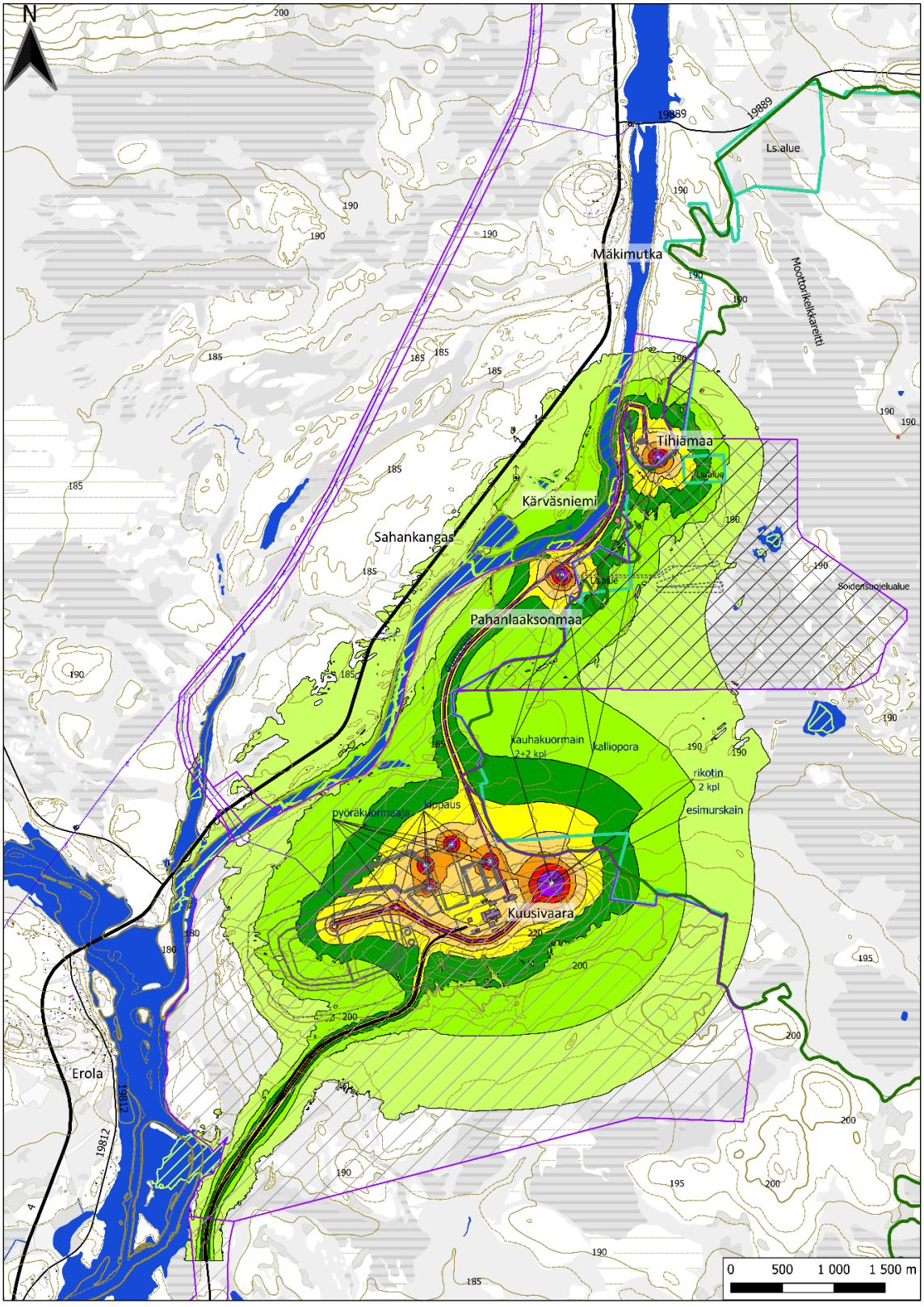
Melukartat ovat erillisraportin Sakatin kaivoshankkeen meluselvitys (FCG Suunnittelu ja tekniikka 2020, Liite 10) liitteinä.



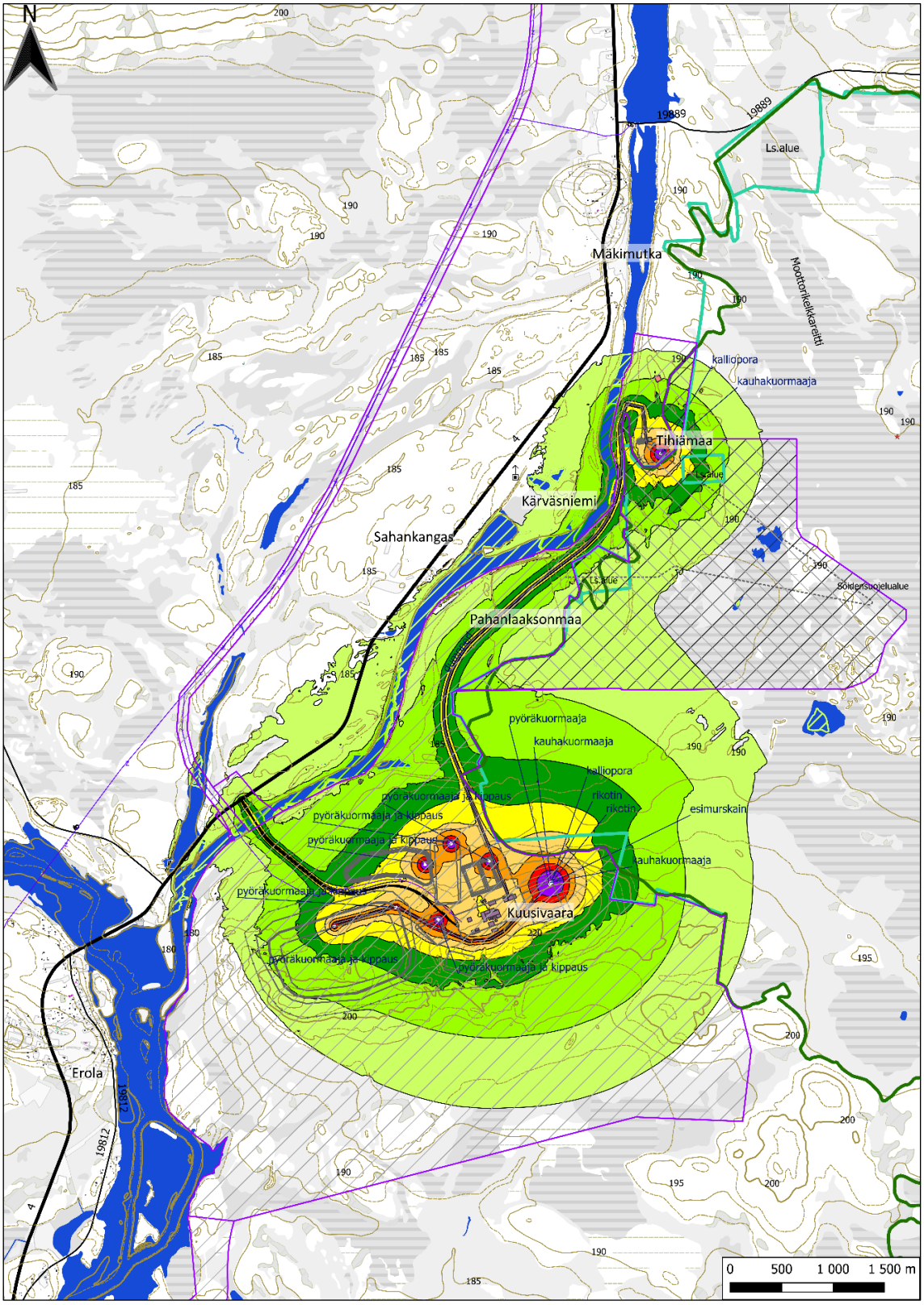
Kuva 12-6 Vaihtoehdon VE1a rakennusvaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU10).



Kuva 12-7 Vaihtoehdon VE2a rakennusvaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU15).



Kuva 12-8 Vaihtoehdon VE3a rakennusvaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU17).



Kuva 12-9 Vaihtoehdon VE3b rakennusvaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU30).

Yhdystien rakentamisesta aiheutuva melu on pitkäkestoisimmillaan sillan rakentamisen yhteydessä. Muilta osin melun lähde on niin etäällä häiriintyvistä kohteista, ettei melutaso niiden luona enää kohoa ohjearvojen tasolle.

Rakentamisen aikaiset meluvaikutukset kohdistuvat pääosin Viiankiaavan suojelualueelle. Taulukossa Taulukko 12-19 on esitetty eri vaihtoehtojen päiväajan keskiäänitasovyöhykkeiden pinta-alat hehtaareina suojelualueella.

Taulukko 12-19 Rakennusvaiheen päiväajan keskiäänitasovyöhykkeiden pinta-alat Viiankiaavan suojelualueella (ilman meluntorjuntatoimia).

Vaihtoehto	40-45 dB ha	45-50 dB ha	50-55 dB ha	55-60 dB ha	60-65 dB ha	yli 65 dB ha
VE1a/VE1b	202,8	28,9	0	0	0	0
VE2a/VE2b	346,4	104,4	40,9	14,8	3,1	0
VE3a	390,6	301,8	133,0	59,6	16,4	2,8
VE3b	436,7	228,8	115,6	50,0	14,4	1,9

Rakentamisen vaikutukset arvioidaan siten ilman meluntorjuntatoimia asutuksen suhteen vaihtoehdossa VE1a merkityksettömäksi ja vaihtoehdoissa VE1b pieniksi kielteisiksi. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b vaikutukset asutuksen suhteen arvioidaan Kuusivaaran kohdalla suuriksi kielteisiksi ja muualla kohtalaisen kielteisiksi. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b vaikutukset asutuksen suuntaan arvioidaan a kohtalaisen kielteisiksi. Suojelualueiden suhteen vaihtoehdot VE1a ja VE1b arvioidaan kohtalaisen kielteisiksi ja vaihtoehdot VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b suuriksi kielteisiksi.

12.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

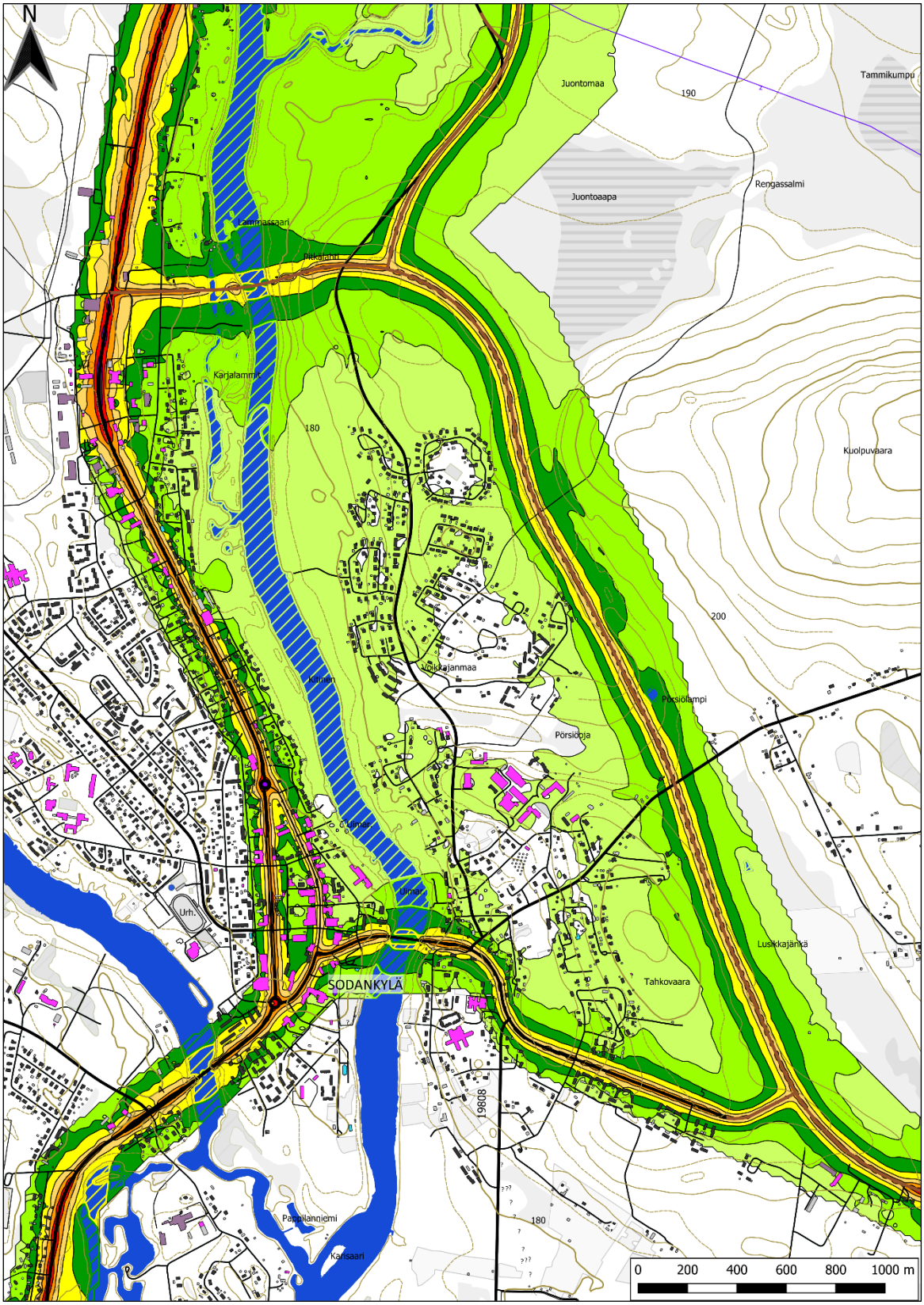
Liikennemelu

Tutkituissa vaihtoehdoissa on oletettu Kevitsan kaivoksen olevan toiminnassa yhtäaikaisesti Sakatin kanssa. Jos Kevitsan toiminta loppuu ennen Sakatin avaamista, vähenisi raskas liikenne noin 60 ajoneuvolla vuorokaudessa, mikä on esimerkiksi Sattasen kylän kohdalla noin 14 % raskaan liikenteen määrästä. Tämän vaikutus meluun on noin -0,7 dB. Vastaavasti Sakatin kaivoksen b-vaihtoehtojen raskaan liikenteen osuus Sattasen kylän kohdalla on alle 10 % raskaasta liikenteestä ja sen vaikutus meluun on noin +0,4 dB.

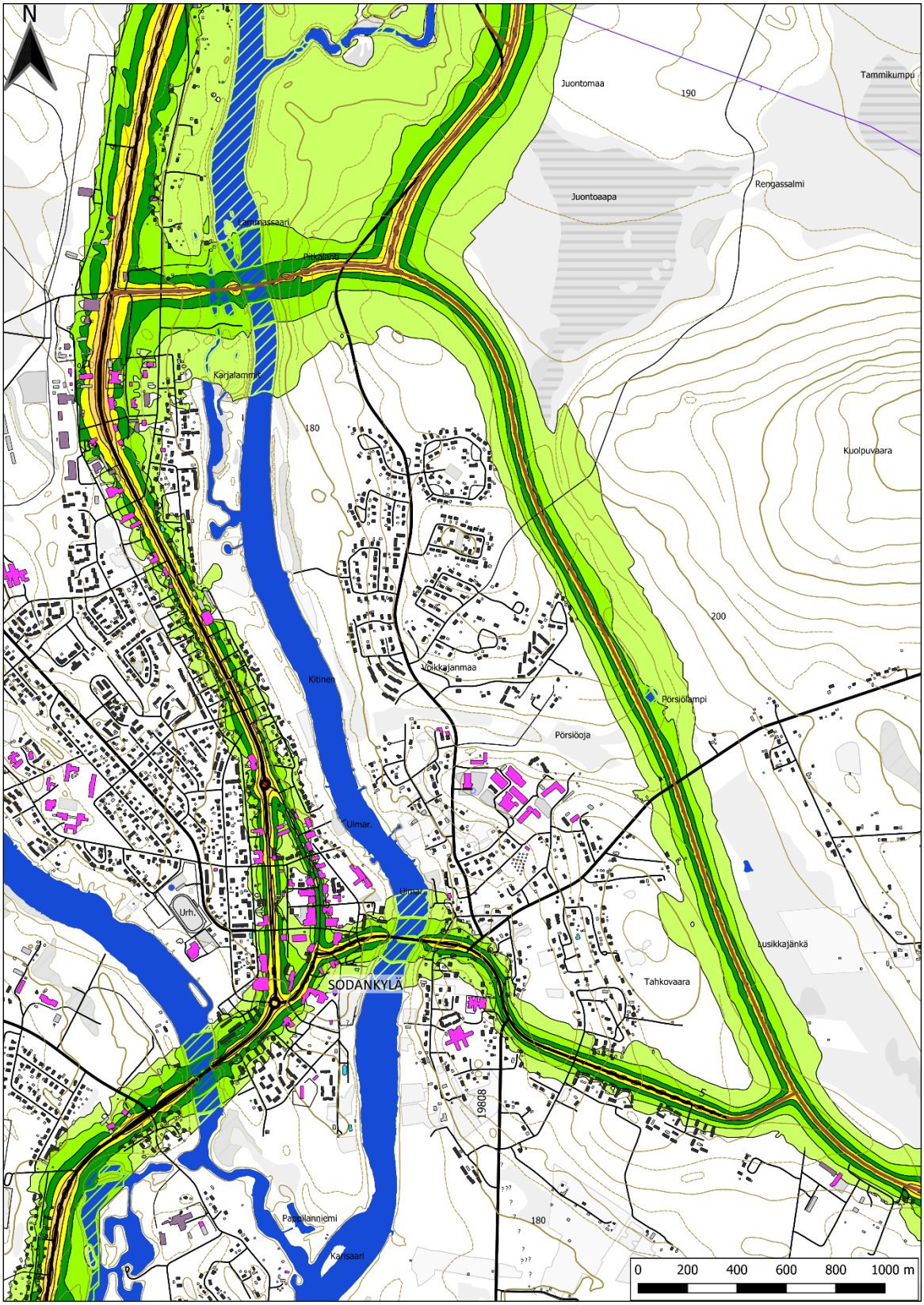
Eri toteutusvaihtoehtojen liikennemäärät eivät eroa toisistaan. Kaikissa päävaihtoehdoissa VE1, VE2 ja VE3 on yhdystien linjaus tehdasaluetta lukuun ottamatta joko vaihtoehdon VE1a tai VE1b mukainen. Tehdasalueen liikennemelun vaikutukset taas sisältyvät kunkin vaihtoehdon rakentamis- ja toiminta-aikaisiin melumallinnuksiin. Tästä syystä liikennemelun mallinnus on tehty vain päävaihtoehdon VE1 alavaihtoehdoille ja tulosten voidaan katsoa edustavan myös vaihtoehtoja VE2 ja VE3. Jatkossa eteläisen yhdystien reittivaihtoehtoihin viitataan VEa:na ja pohjoisen yhdystien VEb:nä. Vaihtoehdossa VEa voi rikasteen kuljetusreitti olla yhdystieltä joko Sodankylän keskustan kautta ja vt 4:ää pitkin Rovaniemen kautta Perämeren satamiin (VEaPS) tai Kitisen itäpuolitse vt 5:ttä pitkin Kemijärvelle junalastaukseen (VEaKJ). Vaihtoehdossa VEb yhdystie liittyy vt 4:ään Sattasen pohjoispuolella ja kuljetusreitti kulkee myös Sodankylän keskustan läpi jatkaen joko Rovaniemen suuntaan vt 4 pitkin (VEbPS) tai kääntyen nykyiselle vt 5:lle Kemijärven suuntaan (VEbKJ). Kummassakin yhdystievaihto-

ehdossa rikastekuljetukset voivat myös jakautua edellä mainittujen reittien kesken. Kuljetusten jakaantumisella kahden reitin kesken on merkityksetön vaikutus reitin liikennemeluun verrattuna mallinnettuihin tilanteisiin, joten näitä ei ole erikseen mallinnettu.

Seuraavissa kuvissa (Kuva 12-10 ja Kuva 12-11) on esitetty liikennemelualueet a-alavaihtoehtojen mukaisen yhdystien eteläpäässä päivä- ja yöajan keskiäänitasoina, kun kuljetukset tapahtuvat reittiä VEaPS.

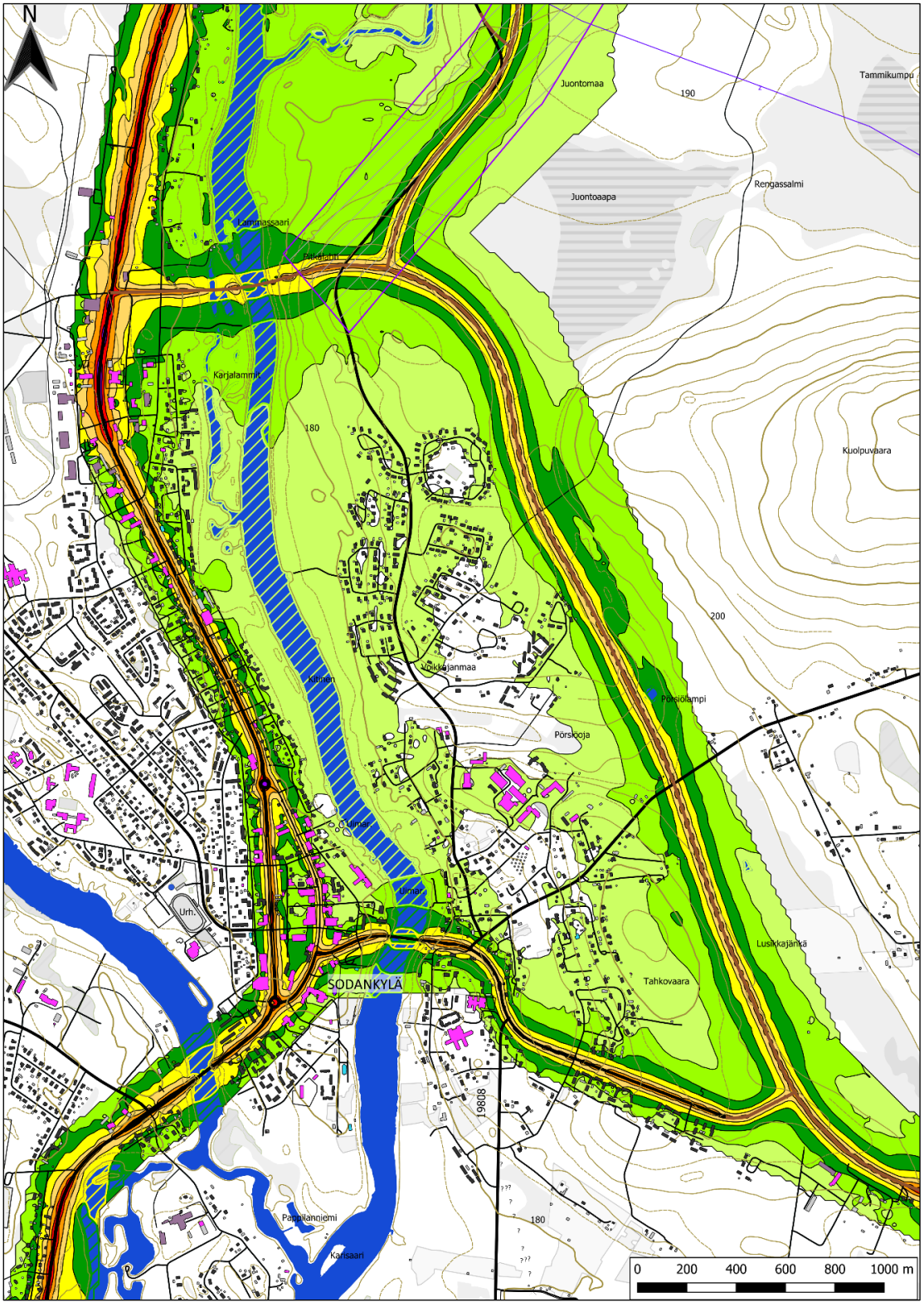


Kuva 12-10 Vaihtoehdon VEaPS päiväajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU03).

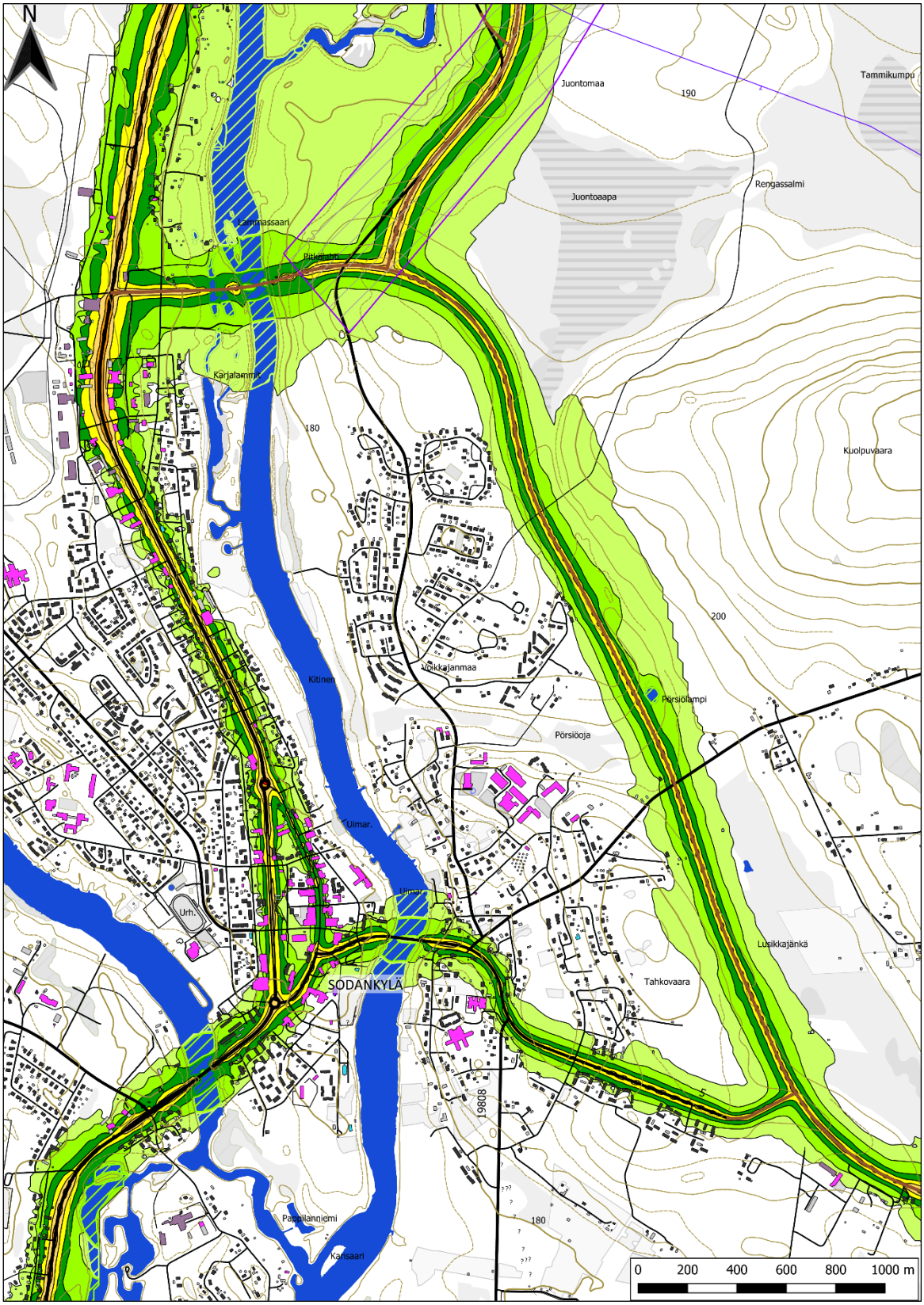


Kuva 12-11 Vaihtoehdon VEaPS yöajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU04).

Seuraavissa kuvissa (Kuva 12-12 ja Kuva 12-13) on vastaavasti esitetty kuljetus reitillä VEaKJ.

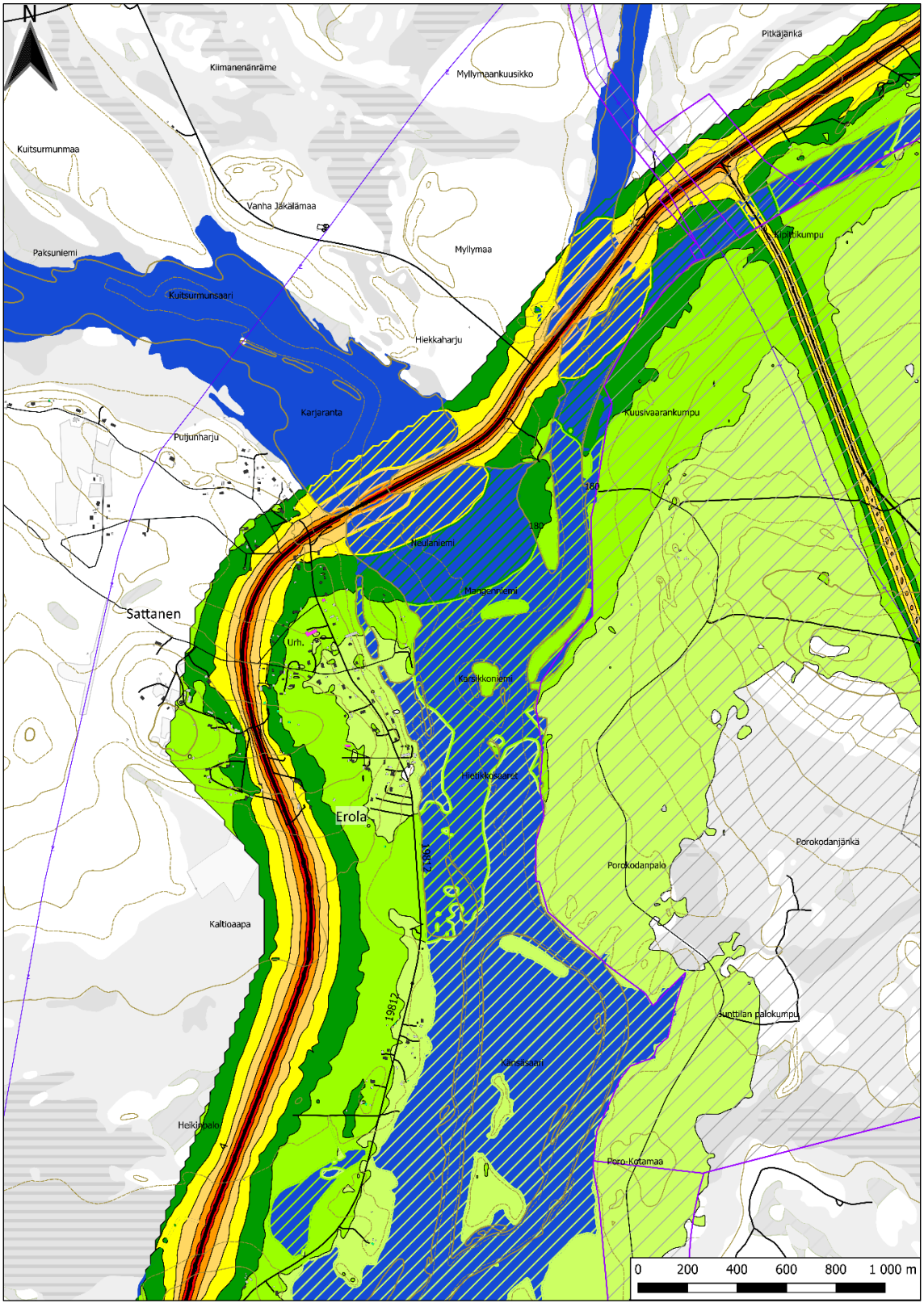


Kuva 12-12 Vaihtoehdon VEaKJ päiväajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU05).

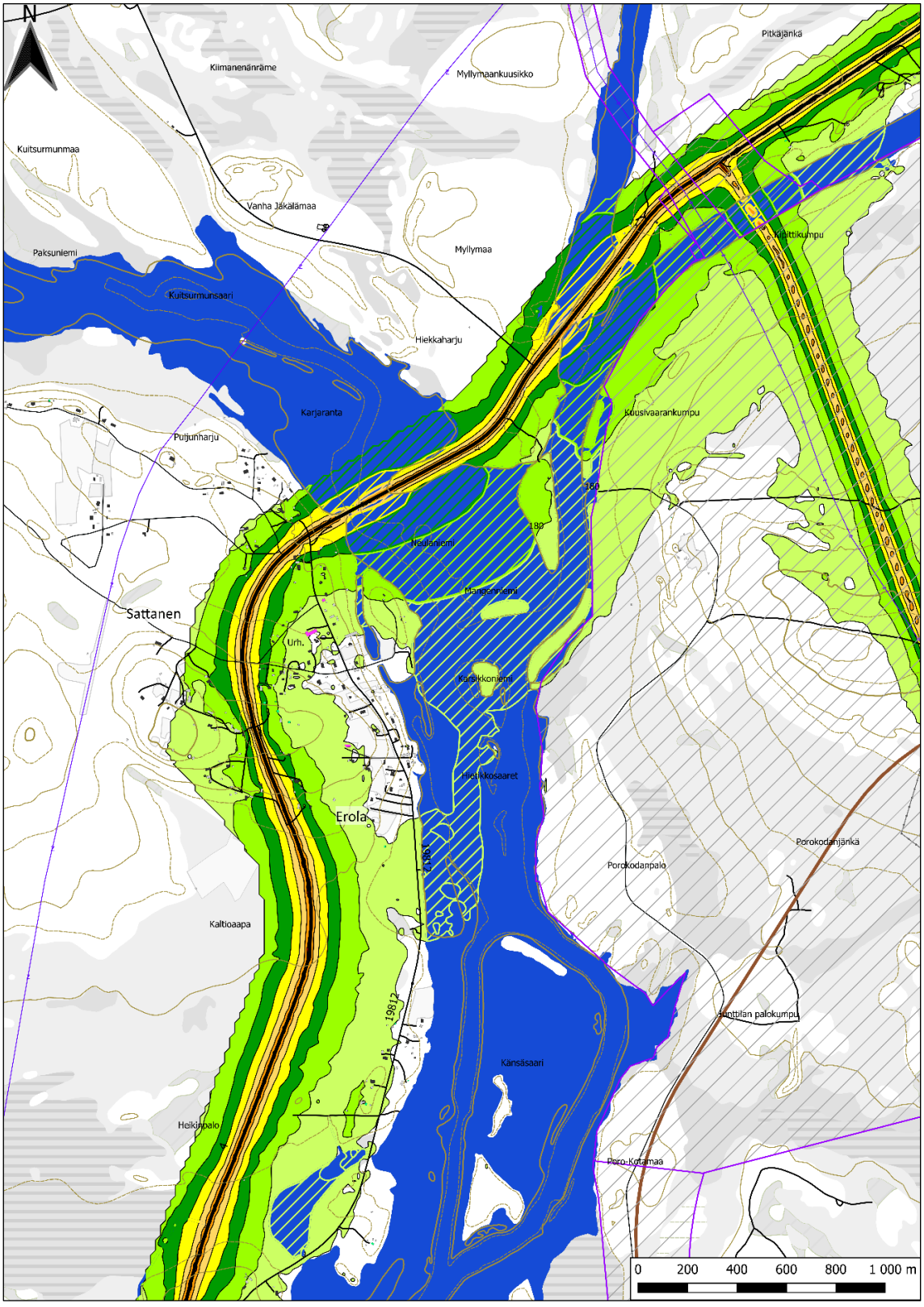


Kuva 12-13 Vaihtoehdon VEaKJ yöajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU06).

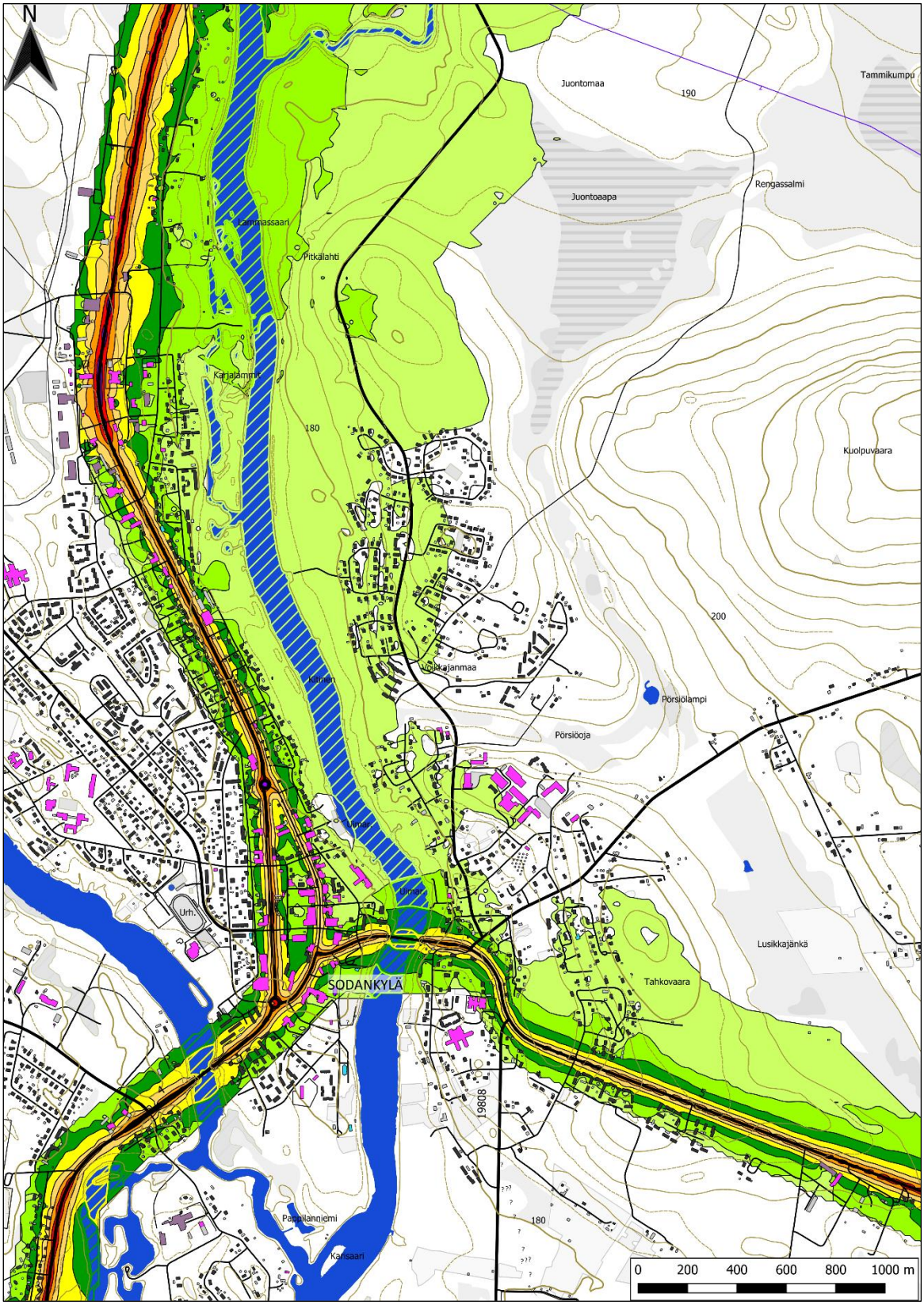
Kuva 12-14 ja Kuva 12-15 on esitetty vaihtoehdon VEb päivä- ja yöajan keskiäänitasot yhdystien ja vt 4 risteyksen kohdasta Sattasen kylän eteläpuolelle (tilanne kuvaa molempia kuljetusreittivaihtoehtoja VEbPS ja VEbKJ). Kuva 12-16 ja Kuva 12-17 on esitetty vastaavasti vaihtoehdon VEbPS Sodankylän keskustan kohdalla. Kuva 12-18 ja Kuva 12-19 on edelleen esitetty vaihtoehdon VEbKJ Sodankylän keskustan kohdalla.



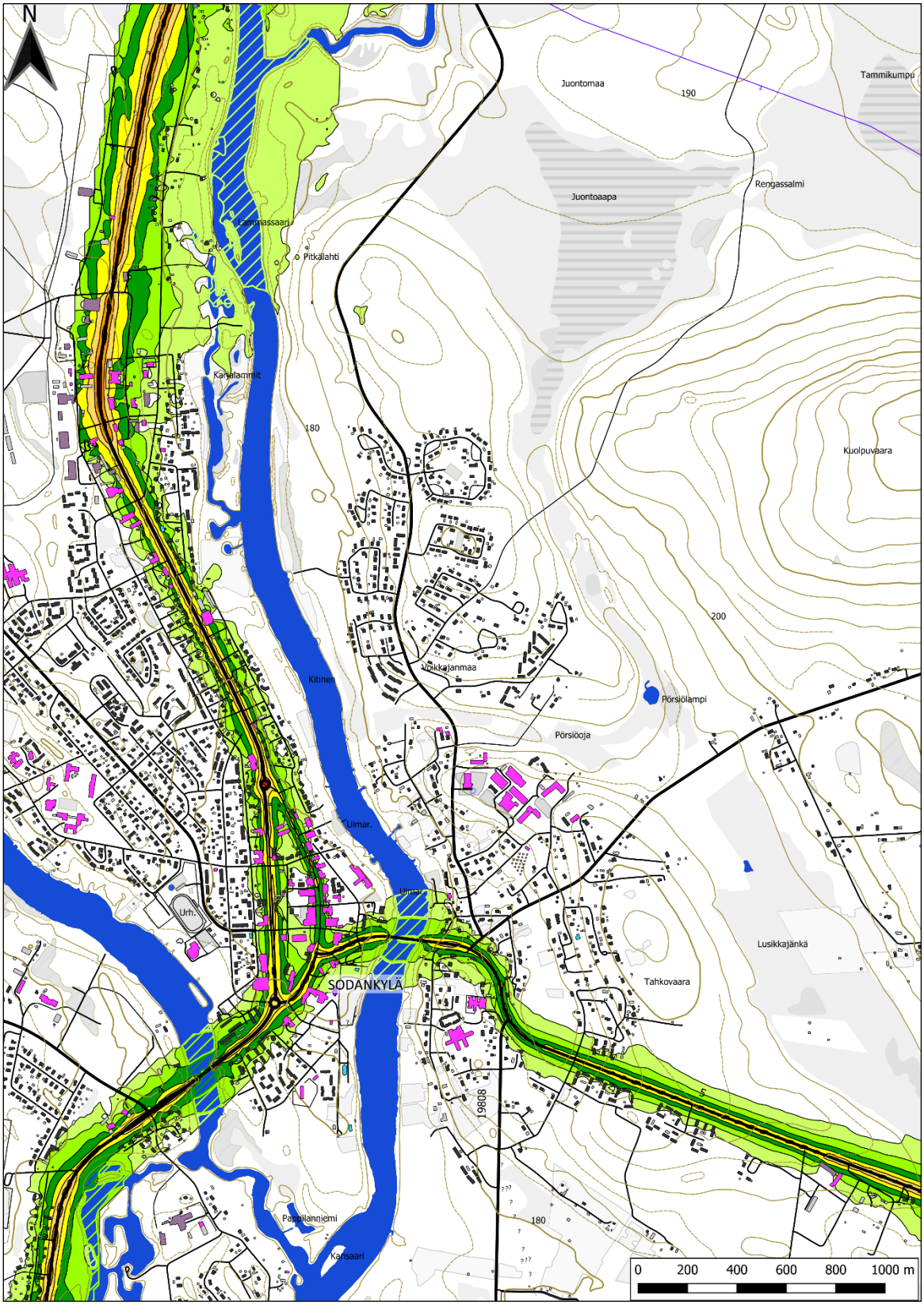
Kuva 12-14 Vaihtoehdon VEb päiväajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU07). Tilanne koskee molempia kuljetusreittivaihtoehtoja VEbPS ja VEbKJ.



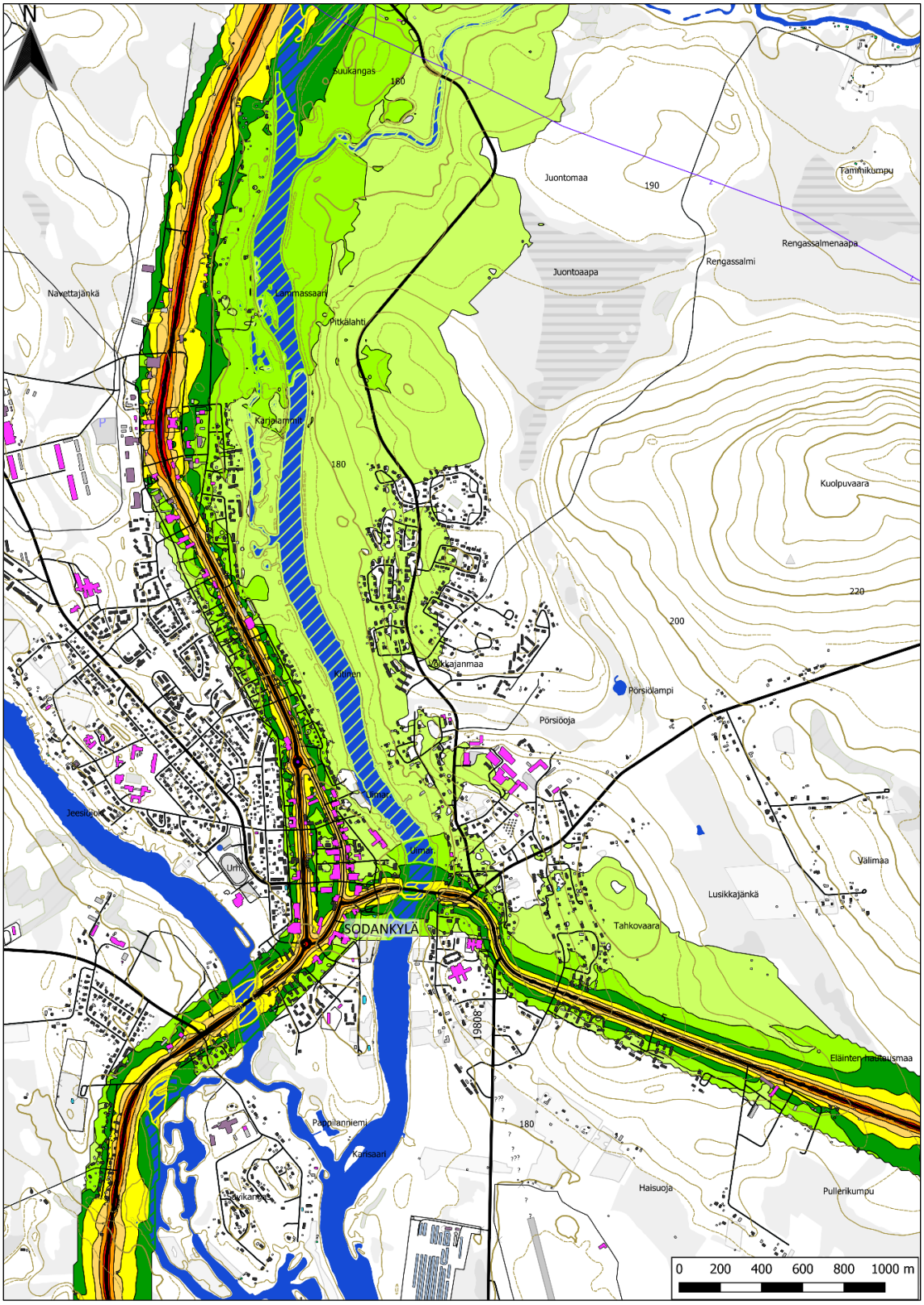
Kuva 12-15 Vaihtoehdon VEbPS yöajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU08). Tilanne koskee molempia kuljetusreittivaihtoehtoja VEbPS ja VEbKJ.



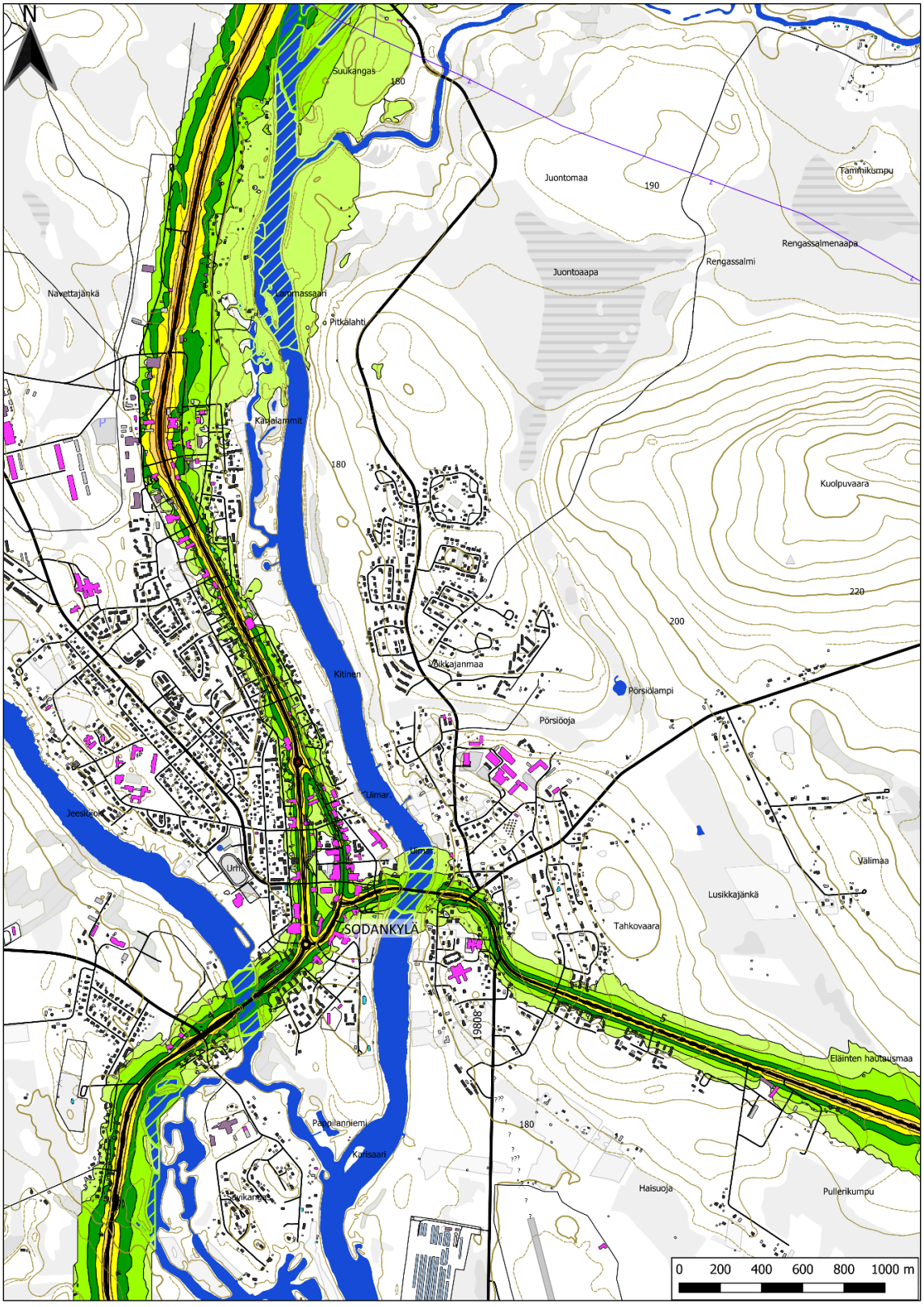
Kuva 12-16 Vaihtoehdon VEbPS päiväajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU07).



Kuva 12-17 Vaihtoehdon VEbPS yöajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU08).



Kuva 12-18 Vaihtoehdon VEbKJ päiväajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU35).



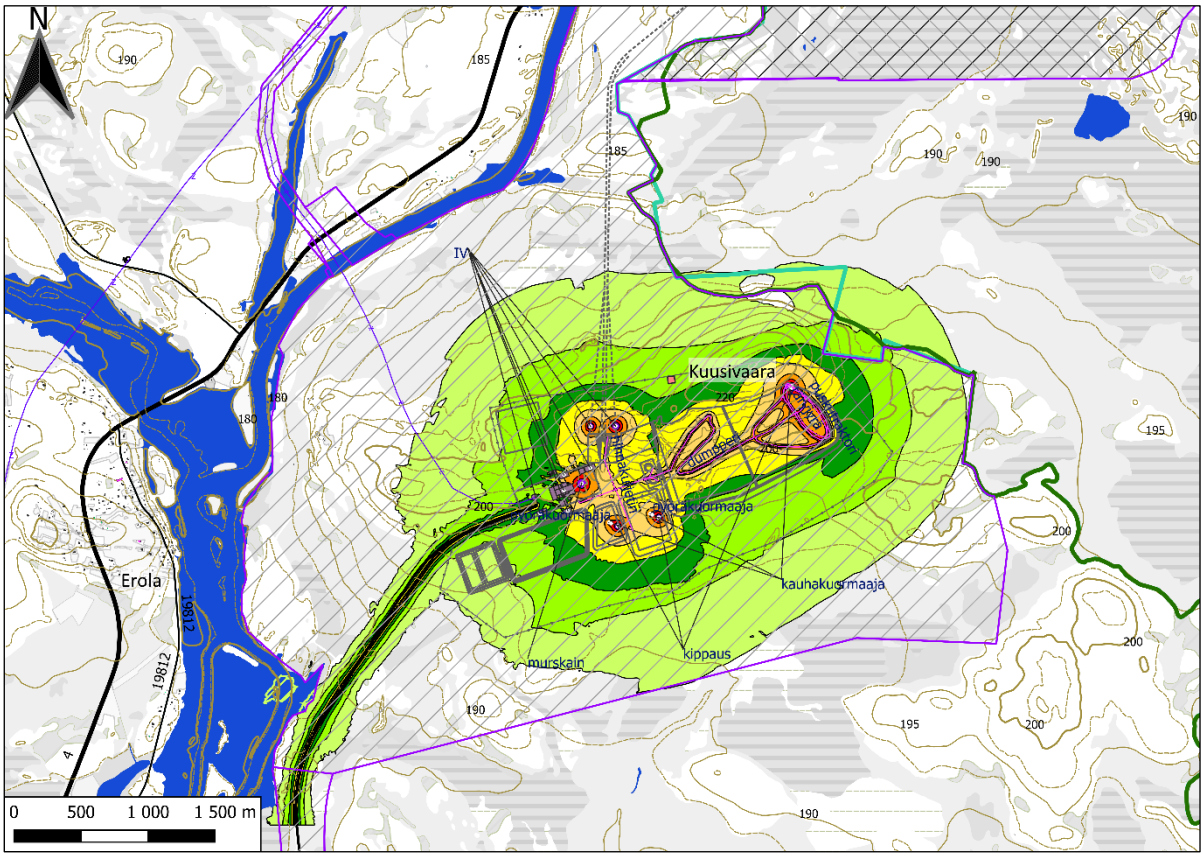
Kuva 12-19 Vaihtoehdon VEbKJ yöajan liikennemelualueet (ote meluselvityksen liitekartasta AKU36).

Liikenteen muutoksen meluvaikutukset ovat asutukselle pääosin merkityksettömiä, mutta b-alavaihtoehdoissa yhdystien ja vt 4 liittymän luona sillä on keskisuuri kielteinen vaikutus ja Sattasen kylän kohdalla pieni kielteinen vaikutus. Alavaihtoehdoissa VEaPS, eli vt 4:ää pitkin kulkevan reitin osalta, sillä on pieni kielteinen vaikutus yhdystien ja Kitisen uuden sillan lähellä, kun taas alavaihtoehdoissa VEaKJ, eli vt 5:ttä pitkin kulkevan reitin osalta vaikutukset jäävät merkityksettömiksi. Sodankylän keskustassa kaikkien vaihtoehtojen vaikutus on merkityksetön.

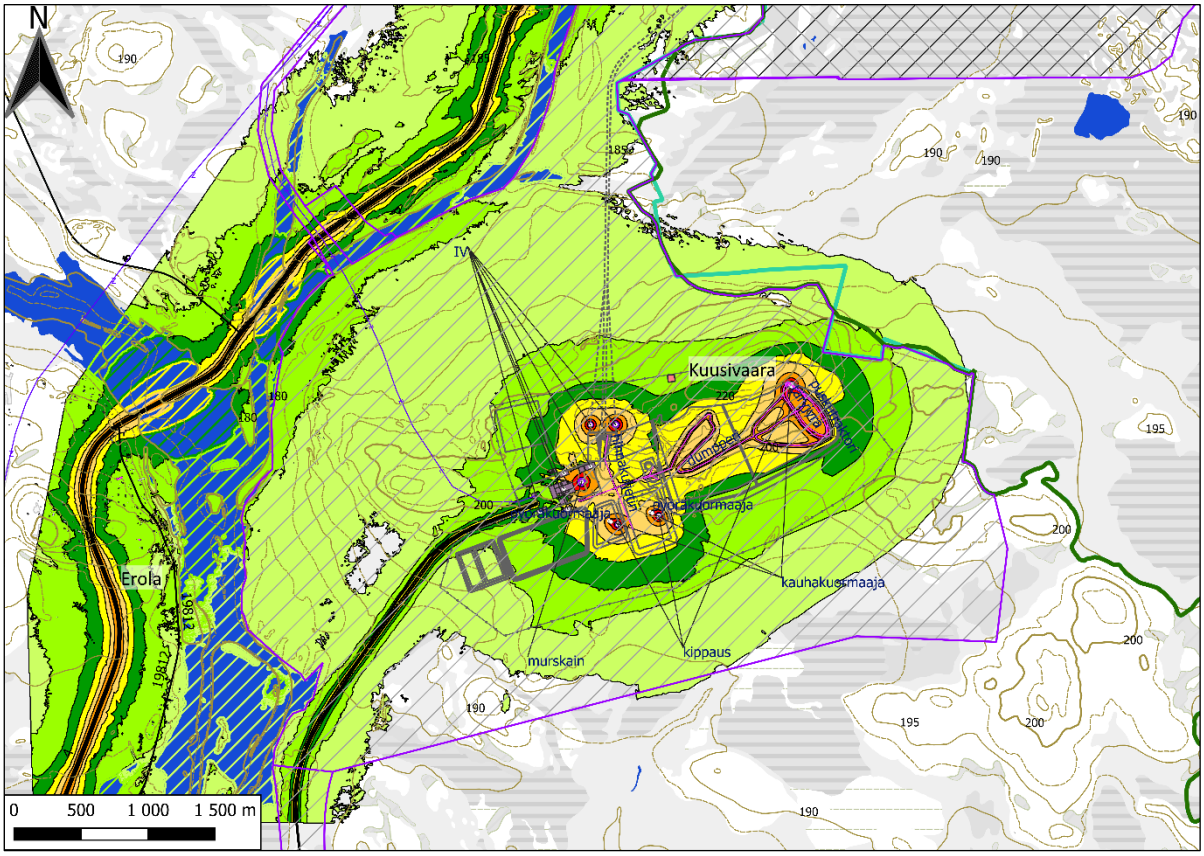
Kaivoksen toiminta

Kaivoksen toiminnan on oletettu olevan ympärivuorokautista ja siten yöajan keskiäänitaso ei ole merkittävästi päiväaikaa alempi. Tästä syystä melualuelaskennat on tehty eri vaihtoehdoille päiväajan keskiäänitasolle. Meluntorjuntatoimia ei ole sisällytetty tähän tarkasteluun vaan ne käsitellään luvussa 12.4.2

Vaihtoehdossa VE1a melulähteet sijaitsevat Kuusivaaran tuntumassa. Meluvaikutukset asuinalueilla ovat merkityksettömiä. Kaivoksen yhteisvaikutus vt 4:n meluun on merkityksetön. Jos kuivaläjitys ulottuu sille varatun alueen itäreunaan, on tällä keskisuuri kielteinen vaikutus suojelualueella noin 9 hehtaarin alalla. Vaihtoehdon VE1a melualueet on esitetty Kuva 12-20 ja yhteisvaikutus vt 4:n liikennemelun kanssa Kuva 12-21.

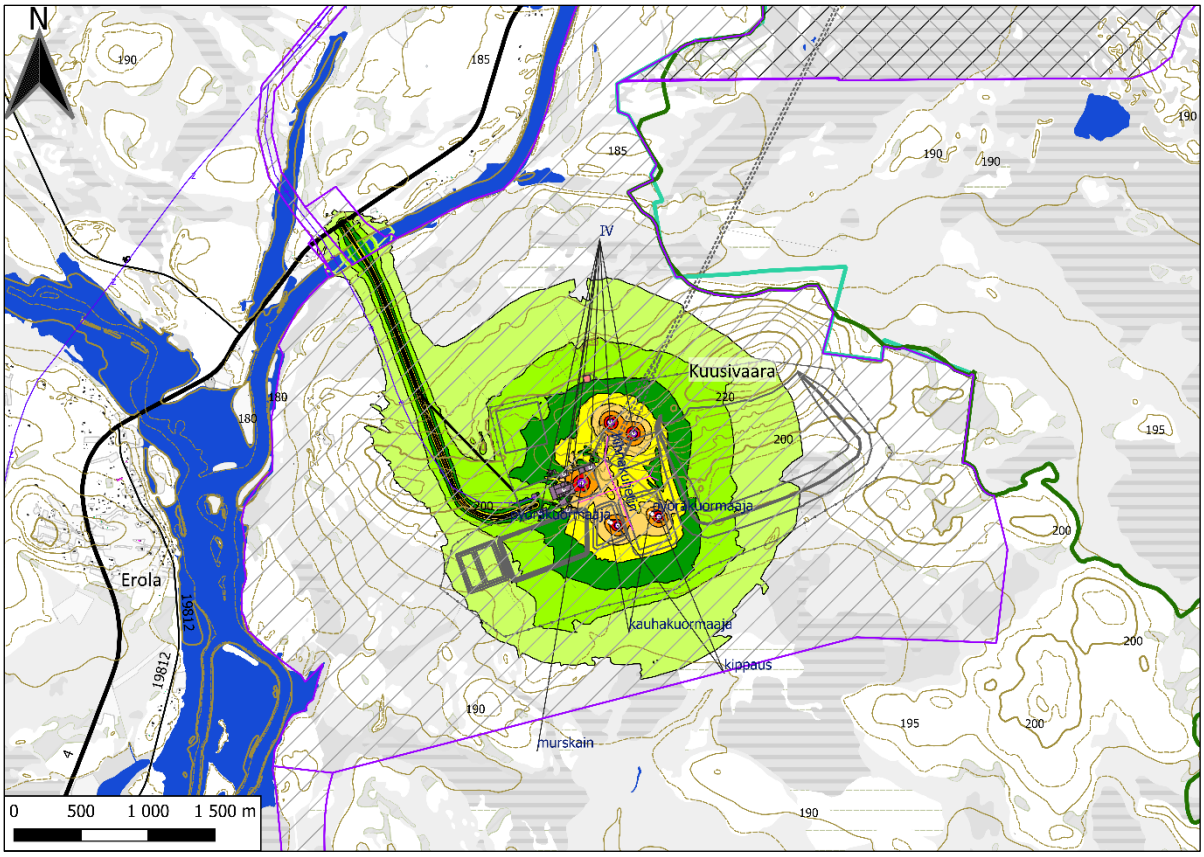


Kuva 12-20 Vaihtoehdon VE1a tuotantovaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU11).

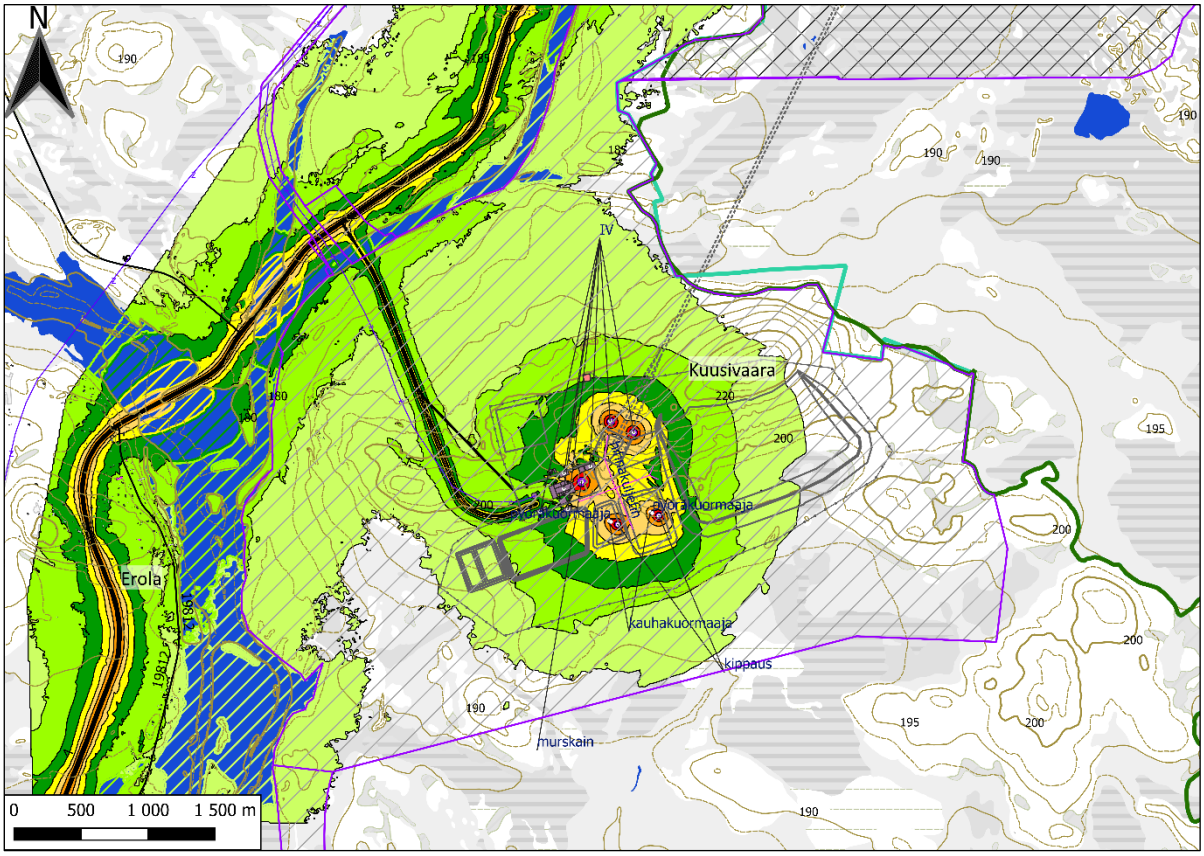


Kuva 12-21 Vaihtoehdon VE1a tuotantovaiheen ja vt 4:n melualueet, yhteisvaikutus ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU12).

Vastaavasti vaihtoehdon VE1b päiväajan keskiäänitaso on esitetty kuvassa 12-22 ja vt 4:n liikenteen kanssa kuvassa 12-23.

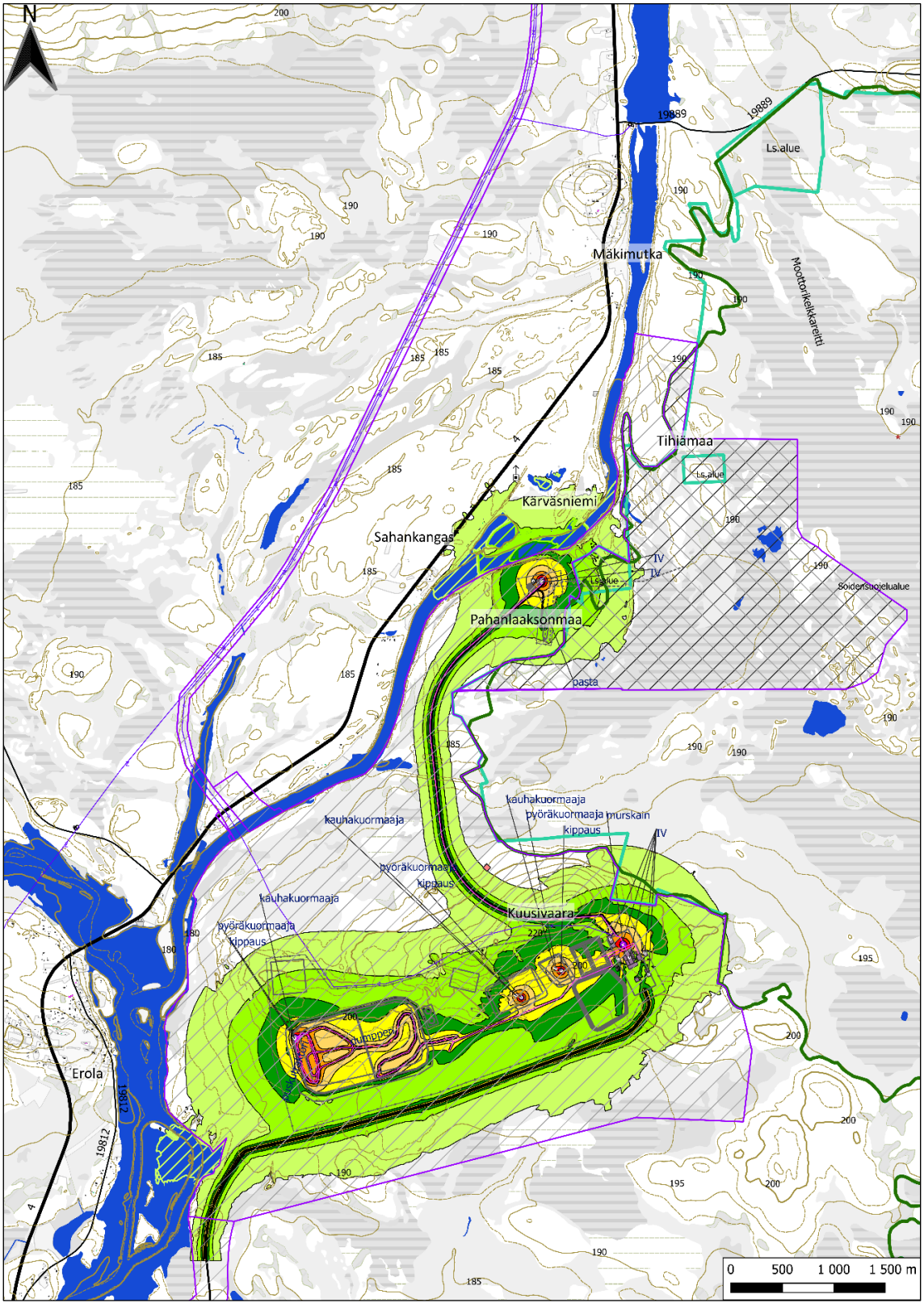


Kuva 12-22 Vaihtoehdon VE1b tuotantovaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU13).

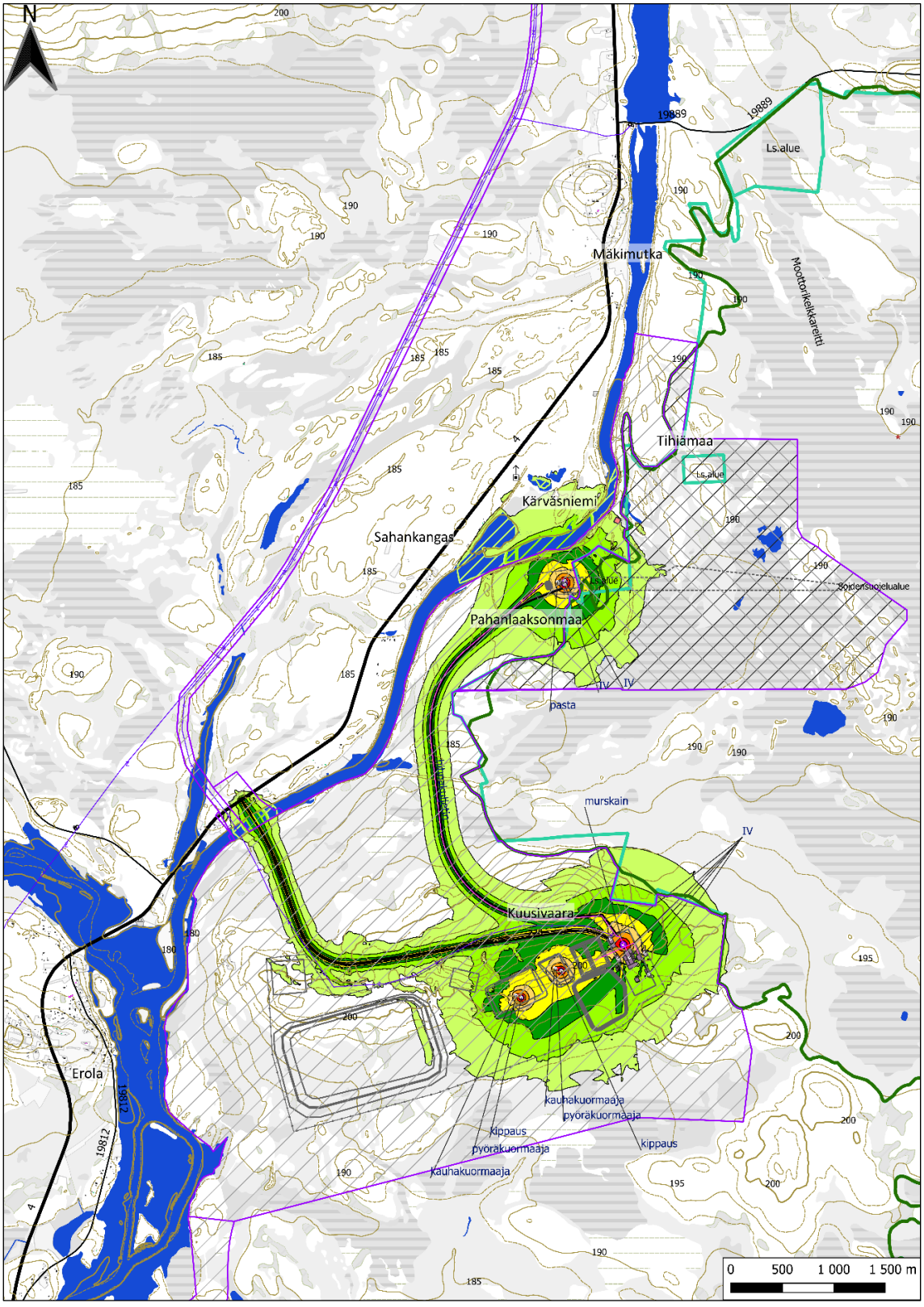


Kuva 12-23 Vaihtoehdon VE1b tuotantovaiheen ja vt 4:n melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU14).

Vaihtoehdon VE2a päiväajan keskiäänitaso on esitetty Kuva 12-24 ja vaihtoehdon VE2b Kuva 12-25.

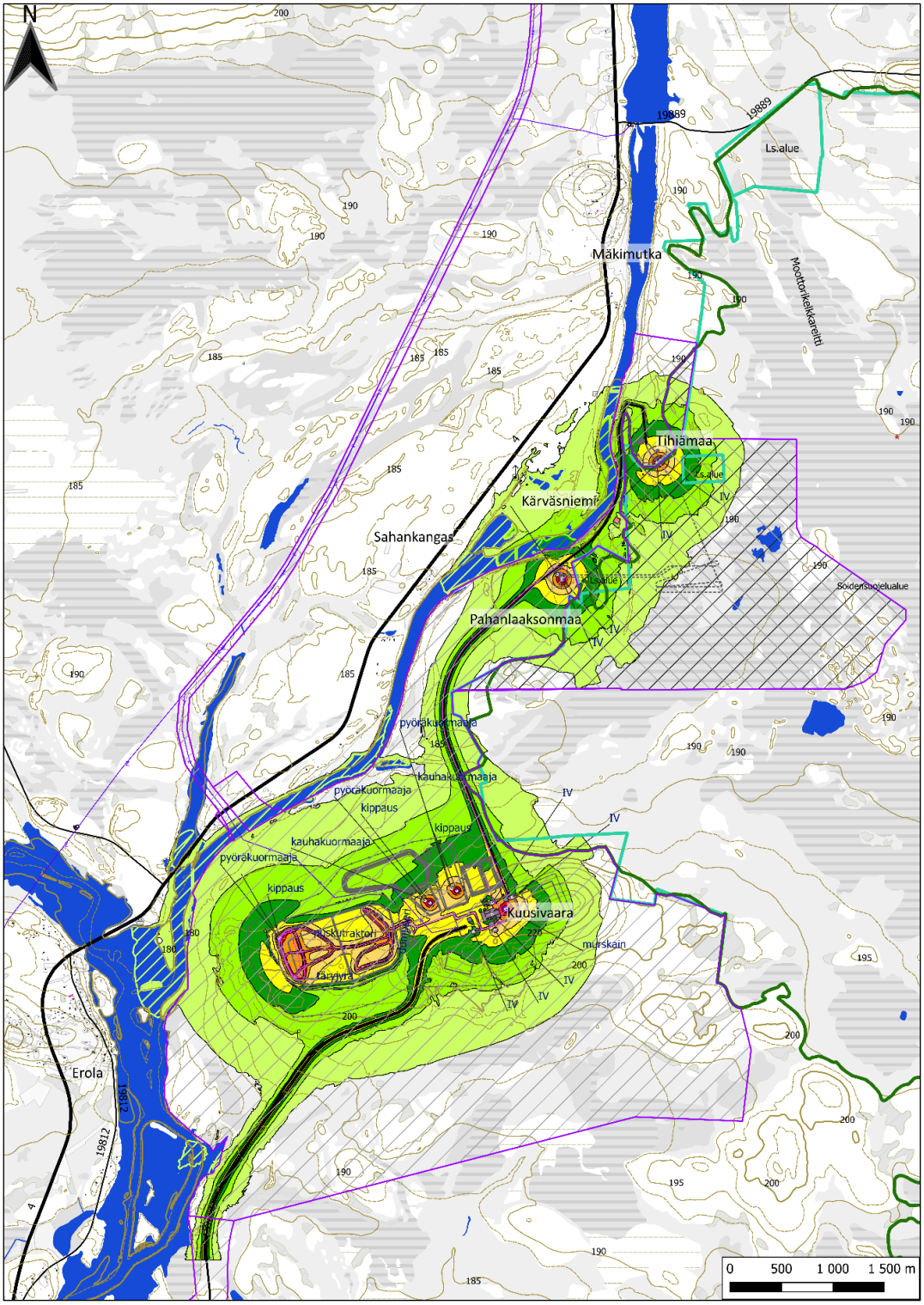


Kuva 12-24 Vaihtoehdon VE2a tuotantovaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU16).

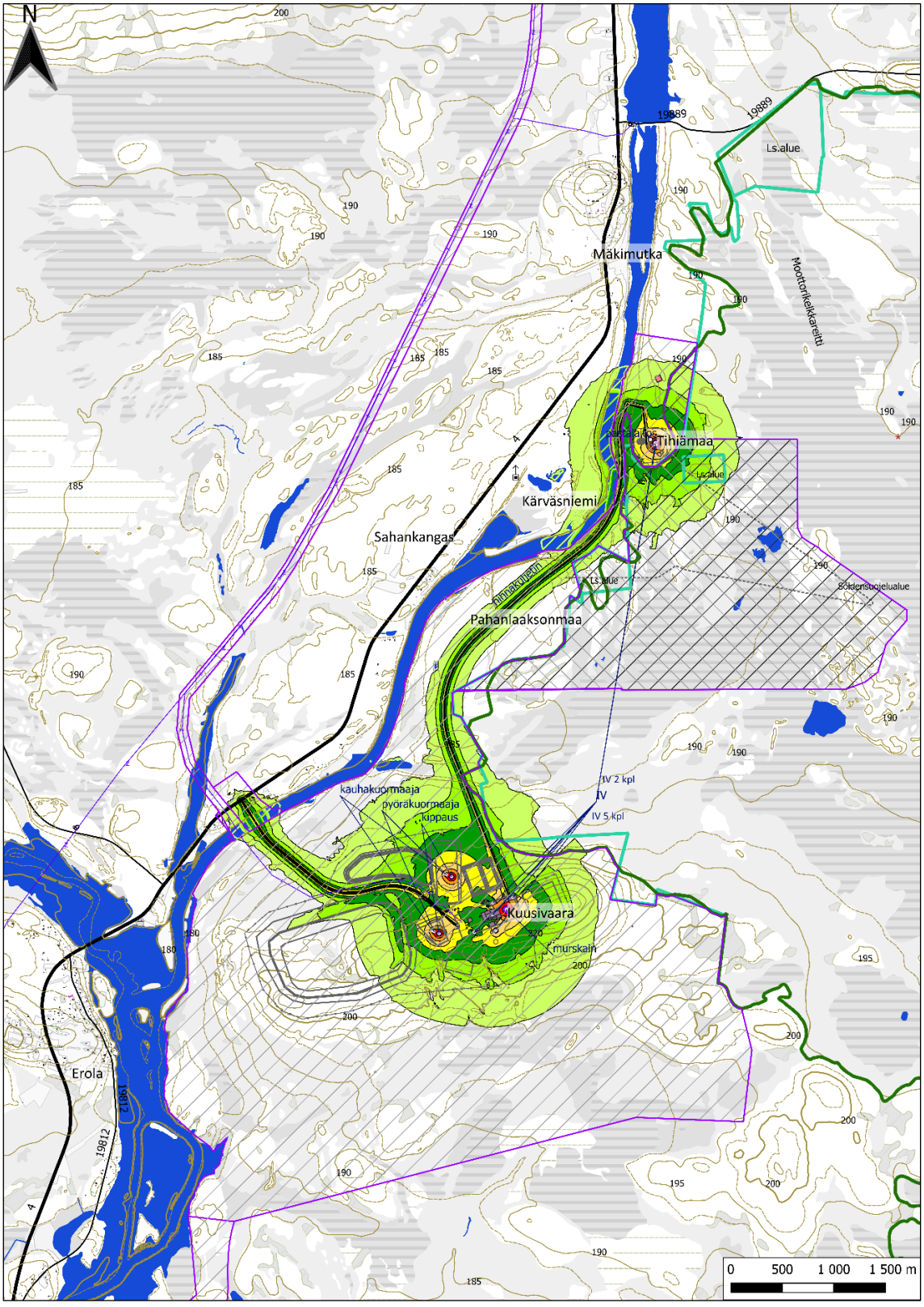


Kuva 12-25 Vaihtoehdon VE2b tuotantovaiheen melualueet ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU19).

Vaihtoehdon VE3a päiväajan keskiäänitaso on esitetty Kuva 12-26 ja vaihtoehdon VE3b Kuva 12-27.



Kuva 12-26 Vaihtoehdon VE3a tuotantovaiheen melualueista ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU18).



Kuva 12-27 Vaihtoehdon VE3b tuotantovaiheen melualueista ilman meluntorjuntatoimia (meluselvityksen liitekartta AKU20).

12.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset

Sulkemiseen liittyvien purkutoimintojen melun arvioidaan olevan selvästi kaivoksen toiminnan aikaista melua vähäisempää ja koostuvan pääosin liikenteestä, joka on oletettavasti sekin toiminnanaikaista vähäisempää. Sulkemisen jälkeen merkittäviä melulähteitä ei ole. Tieliikenteessä kaivoksen liikenteen poistumisen vaikutus on suurimmillaan alavaihtoehdoissa b Sattasen kylän kohdalla ollen noin -0,4 dB.

12.3.4 Vaikutusten merkittävyys

Meluvaikutusten merkittävyys arvioitiin erikseen liikennemelun ja muun kaivoksen toiminnan suhteen. Merkittävyys eri vaihtoehdoille on koottu taulukkoon Taulukko 12-20. Ilman meluntorjuntatoimia vaihtoehdon VE1b vaikutukset ovat selvästi muita pienemmät, kielteisten vaikutusten rajoittuessa vain yhdystien ja vt 4:n risteyksen tuntumaan. Vaihtoehdossa VE1a kuivaläjityksessä käytettävien dumppereiden äänet taas leviävät suojelualueelle, mutta asutuksen suuntaan se olisi hieman vaihtoehtoa VE1b parempi. Vaihtoehdot VE2a ja VE2b ovat jo selvästi huonompia suojelualueen suhteen. Vaihtoehdot VE3a sekä VE3b erittäin huonoja suojelualueen ja myös muita vaihtoehtoja huonompia Jerusaleminlammen tienoon asutuksen kannalta. Koska vaihtoehtoihin VE1a, VE2a ja VE3a sisältyvää kuivaläjitystä tehdään vain päiväaikaan, sen negatiiviset vaikutukset koskevat väin päiväaikaa.

Taulukko 12-20 Meluvaikutusten merkittävyys vaikutuskohteiden mukaan ilman meluntorjuntatoimia.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta **0**	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Vaikutuskohde	**Vaikutuskohteen herkkyys**	**Vaikutuksen suuruus**	**Vaikutuksen merkittävyys**	
			liikenne	toiminta
Kitisen länsirannan asutus Sattasesta pohjoiseen	Kohtalainen	VE1a liikenne 0, toiminta 0		
		VE1b liikenne 0, toiminta 0		
		VE2a liikenne 0, toiminta -		-
		VE2b liikenne 0, toiminta -		-
		VE3a liikenne 0, toiminta --		-
		VE3b liikenne 0, toiminta --		-
b-alavaihtoehtojen yhdystien lähitienoo Kitisen länsipuolella	Suuri	VE1a liikenne 0, toiminta 0		
		VE1b liikenne - -, toiminta 0	- - -	
		VE2a liikenne 0, toiminta 0		
		VE2b liikenne - -, toiminta 0	- - -	
		VE3a liikenne 0, toiminta -		- -
		VE3b liikenne - -, toiminta -	- - -	- -
Sattasen kylä	Suuri	VE1a liikenne 0, toiminta 0		
		VE1b liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE2a liikenne 0, toiminta 0		
		VE2b liikenne -, toiminta 0	- -	

Vaikutuskohde	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutuksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys	
			liikenne	toiminta
		VE3a liikenne 0, toiminta 0		
		VE3b liikenne -, toiminta 0	- -	
a-alavaihtoehtojen Kitisen ylittävän sillan lähitienoo	Suuri	VE1a liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE1b liikenne 0, toiminta 0		
		VE2a liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE2b liikenne 0, toiminta 0		
		VE3a liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE3b liikenne 0, toiminta 0		
Sodankylän keskusta	Kohtalainen	Kaikki vaihtoehdot: liikenne 0, toiminta 0		
Kitisen itäpuoli	Vähäinen	VE1a liikenne -, toiminta -	-	-
		VE1b liikenne 0, toiminta -		-
		VE2a liikenne -, toiminta -	-	-
		VE2b liikenne 0, toiminta -		-
		VE3a liikenne -, toiminta -	-	-
		VE3b liikenne 0, toiminta -		-
Viiankiaavan soiden-suojelu- ja Natura 2000 alueet	Suuri	VE1a liikenne 0, toiminta -		- -
		VE1b liikenne 0, toiminta 0		
		VE2a liikenne 0, toiminta --		- - -
		VE2b liikenne 0, toiminta --		- - -
		VE3a liikenne 0, toiminta - - -		- - -
		VE3b liikenne 0 ,toiminta - - -		- - -

12.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kaivoksen rakentamis- ja toimintavaiheiden aikana syntyvää melua voidaan vähentää usein eri keinoin. Suunnittelun edetessä laitteiden melupäästöä voidaan joissain tapauksissa pienentää tai muuttaa laitteiden sijoittelua. Tällä hetkellä käytettävissä olevin tiedoin tutkittiin melun etenemisen vähentämistä meluestein vaihtoehdoille VE1a, VE2a, VE3a ja VE3b. Samat periaatteet ovat sovellettavissa myös vaihtoehdoille VE1b ja VE2b.

Taulukossa 12-21 on esitetty kunkin vaihtoehdon rakennus- ja tuotantovaiheiden aikaiset päiväajan keskiäänitasovyöhykkeiden pinta-alat hehtaareina suojelualueilla ilman meluntorjuntatoimia ja taulukossa Taulukko 12-22 esitetyin meluntorjuntatoimin. Vaihtoehdossa VE1a päivä- ja yöaikainen melualueet eivät ole rinnastettavissa toisiinsa, koska vaihtoehdon VE1a suurin melulähde suojelualueen suuntaan muodostuu matalarikkisen rikastushiekka-alueen työkoneista. Melua ei synny yöaikaan, koska kuivaläjitystä tehdään vain päiväaikaan. Muissa vaihtoehdoissa sen sijaan yöaikainen melu suojelualueen suuntaan muodostuu muista toiminnoista, näin ollen päiväaikaiset melualueet ovat sovellettavissa suojelualueen suuntaan myös yöaikaan.

Taulukko 12-21 Melualueiden pinta-alat suojelualueilla päiväaikana ilman meluntorjuntatoimia.

Vaihtoehto	Vaihe	40-45 dB, ha	45-50 dB, ha	50-55 dB, ha	55-60 dB, ha	60-65 dB, ha	yli 65 dB, ha
VE1a/VE1b	Rakennus	202,8	28,9	0	0	0	0
VE1a	Tuotanto	53,8*	8,6*	0,1*	0	0	0
VE1b	Tuotanto	0	0	0	0	0	0
VE2a/VE2b	Rakennus	346,4	104,4	40,9	14,8	3,1	0
VE2a	Tuotanto	81,7	22,6	0,8	0	0	0
VE2b	Tuotanto	83,0	29,4	10,0	4,4	0,2	0
VE3a	Rakennus	390,6	301,8	133,0	59,6	16,4	2,8
VE3a	Tuotanto	177,5	66,7	29,4	10,1	2,5	1,2
VE3b	Rakennus	436,7	228,8	115,6	50,0	14,4	1,9
VE3b	Tuotanto	99,7	35,8	19,6	2,7	0	0

** Vain päiväaikana, yöllä 0 ha.*

Taulukko 12-22 Melualueiden pinta-alat suojelualueilla päiväaikana meluntorjuntatoimin.

Vaihtoehto / vaihe	Toimi	40-45 dB, ha	45-50 dB, ha	50-55 dB, ha	55-60 dB, ha	60-65 dB, ha	yli 65 dB, ha
VE1a / VE1b rakennus	Rikotus ja murskaus 6 m alempana	163,4	8,8	0	0	0	0
VE1a / VE1b rakennus	Ed. Lisäksi meluesteet 6 m ja 4 m	134,4	2,2	0	0	0	0
VE1a tuotanto	Melueste 6 m	15,3*	0	0	0	0	0
VE2a rakennus	Rikotus ja murskaus 6 m alempana	343,8	103,9	40,7	14,7	3,2	0
VE2a rakennus	Ed. Lisäksi meluesteet 6 m ja 4 m	214,8	7,3	0	0	0	0
VE2a tuotanto	Melueste 6 m	14,0	0	0	0	0	0
VE3a rakennus	Rikotus ja murskaus 6 m alempana	424,2	214,0	93,9	32,9	6,3	2,4
VE3a rakennus	Ed. Lisäksi meluesteet	260,8	54,5	1,4	0,0	0,1	0
VE3a tuotanto	Meluesteet	69,7	3,4	0	0	0	0
VE3b rakennus	Rikotus ja murskaus alempana ja meluesteet	227,7	25,6	1,1	<0,1	<0,1	<0,1
VE3b tuotanto	Meluesteet	51,2	7,1	4,3	<0,1	0	0

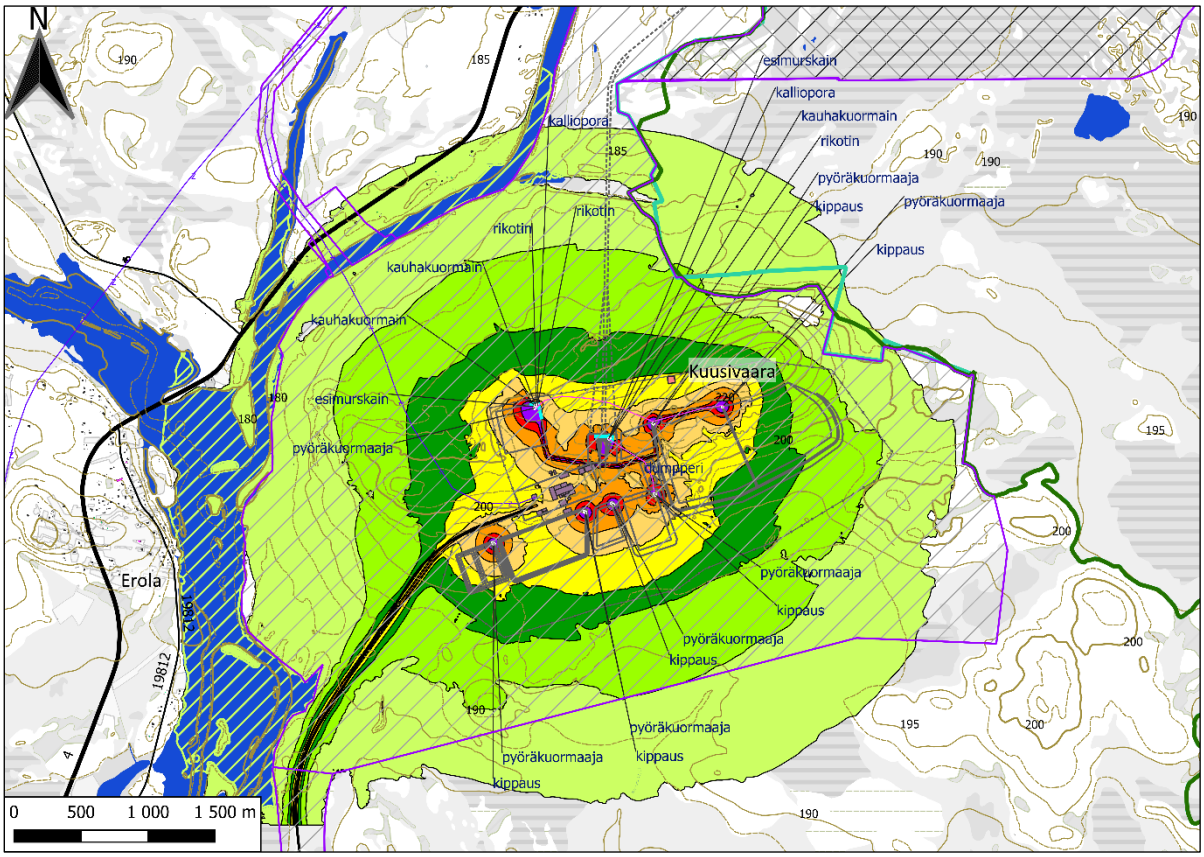
**Vain päiväaikana*

12.4.1 Rakentamisvaihe

Seuraavissa kappaleissa on esitetty rakentamisen aikaiset meluntorjuntatoimet vaihtoehdoille VE1a, VE2a. Esitettyjä ratkaisuja voidaan soveltaa myös vaihtoehdoille VE1b ja VE2b. Koska vaihtoehdot VE3a ja VE3b poikkeavat melun suhteen merkittävästi toisistaan, on niiden meluntorjuntatoimet esitetty erikseen.

Vaihtoehto VE1a

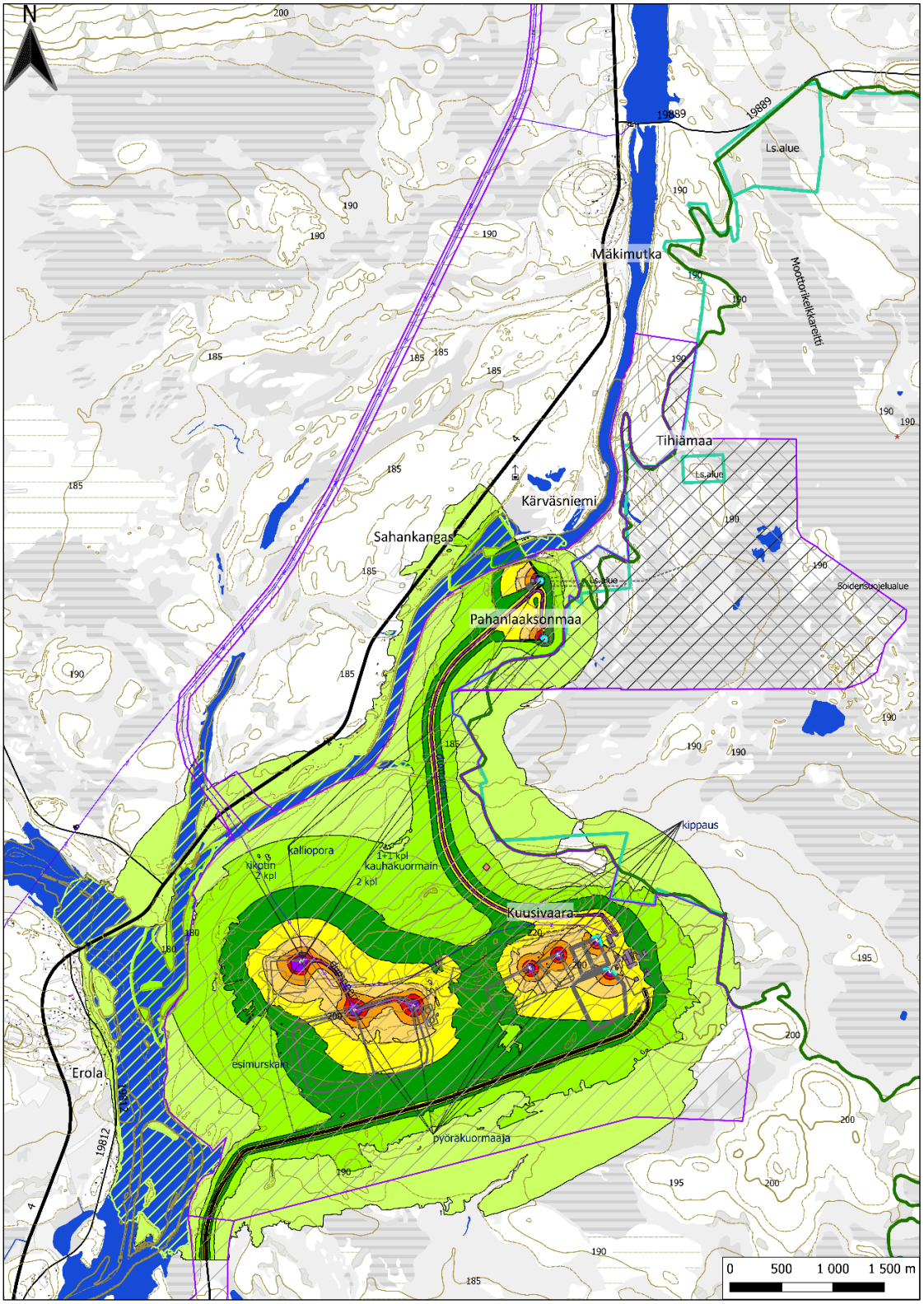
Vaihtoehdon VE1a yli 45 dB melualue ulottuu jonkin verran suojelualueelle. Merkittävimmät melulähteet ovat kaivoksen sisäänkäynnin louhinta sekä tarvekiven louhinta. Jos näissä louhitun kiven rikotus ja murskaus suoritetaan tarvekivilouhoksella tyypillisen louhintakerroksen pohjalla, noin 6 m alkuperäistä maanpintaa alemmalla tasolla, vähenee näiden aiheuttaman melun eteneminen rintauksen toimiessa meluesteenä. Jos rikotuksen ja murskauksen alemmalle tasolle siirtämisen lisäksi tarvekivilouhoksen koilliskulmaan kasataan maa-aineksista louhinnan ajaksi 6 m korkea L-muotoinen meluvalli ja kaivoksen sisäänkäynnin luo vastaavasti 4 m korkea, vähentävät nämä ensisijaisesti porauksen melun etenemistä suojelualueelle. Tämän on esitetty Kuva 12-28.



Kuva 12-28 Vaihtoehdon VE1a rakentamisvaiheen melualueet, kun murskaus ja rikotus on sijoitettu 6 m alemmas sekä meluesteet rakennettu (meluselvityksen liitekartta AKU22). Meluesteet on piirretty vaaleansinisellä.

Vaihtoehto VE2a

Vaihtoehdossa VE2a tarvekivilouhoksen yli 45 dB melualue ulottuu Kitisen länsirannalle. Sijoittamalla kiven rikotus ja murskaus louhitulle tasolle, joka on vähintään 6 m ympäröivän maan pintaa alempana, vähenee Kitisen länsirannalle kantautuva melu. Tämän lisäksi kaivoksen sisäänkäynnin sekä nosto- ja ilmanvaihtokuilujen louhinnan alkuvaiheen melun leviämistä suojelualueella voidaan vähentää 12 m korkein meluestein. Louheen murskausta ja rikotusta ei meluesteidenkään kanssa voida tehdä näillä louhintapaikoilla suojelualueen läheisyyden takia, vaan se joudutaan tekemään kauempana, esimerkiksi tarvekivilouhoksella. Myös tehdasalueen itäosaan rakennettavien altaiden rakentamisen aikaista melua torjutaan 6 m ja 4 m korkein meluestein. Meluesteet sekä niiden vaikutus on esitetty Kuva 12-29.

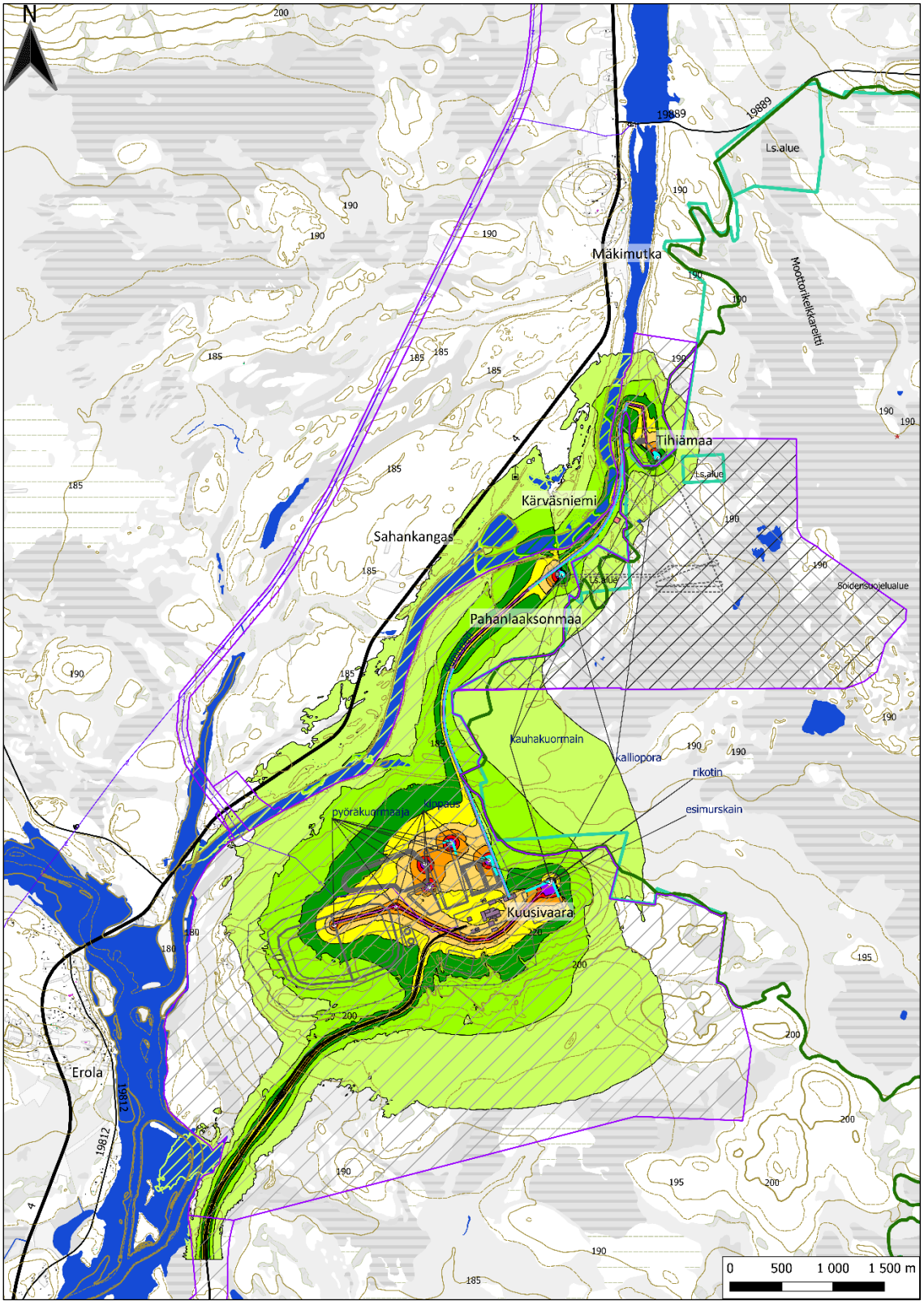


Kuva 12-29 Vaihtoehdon VE2a rakentamisvaiheen melualueet, kun murskaus ja rikotus on sijoitettu 6 m alemmas sekä meluesteet rakennettu (meluselvityksen liitekartta AKU27). Meluesteet on piirretty vaaleansinisellä.

Vaihtoehto VE3a

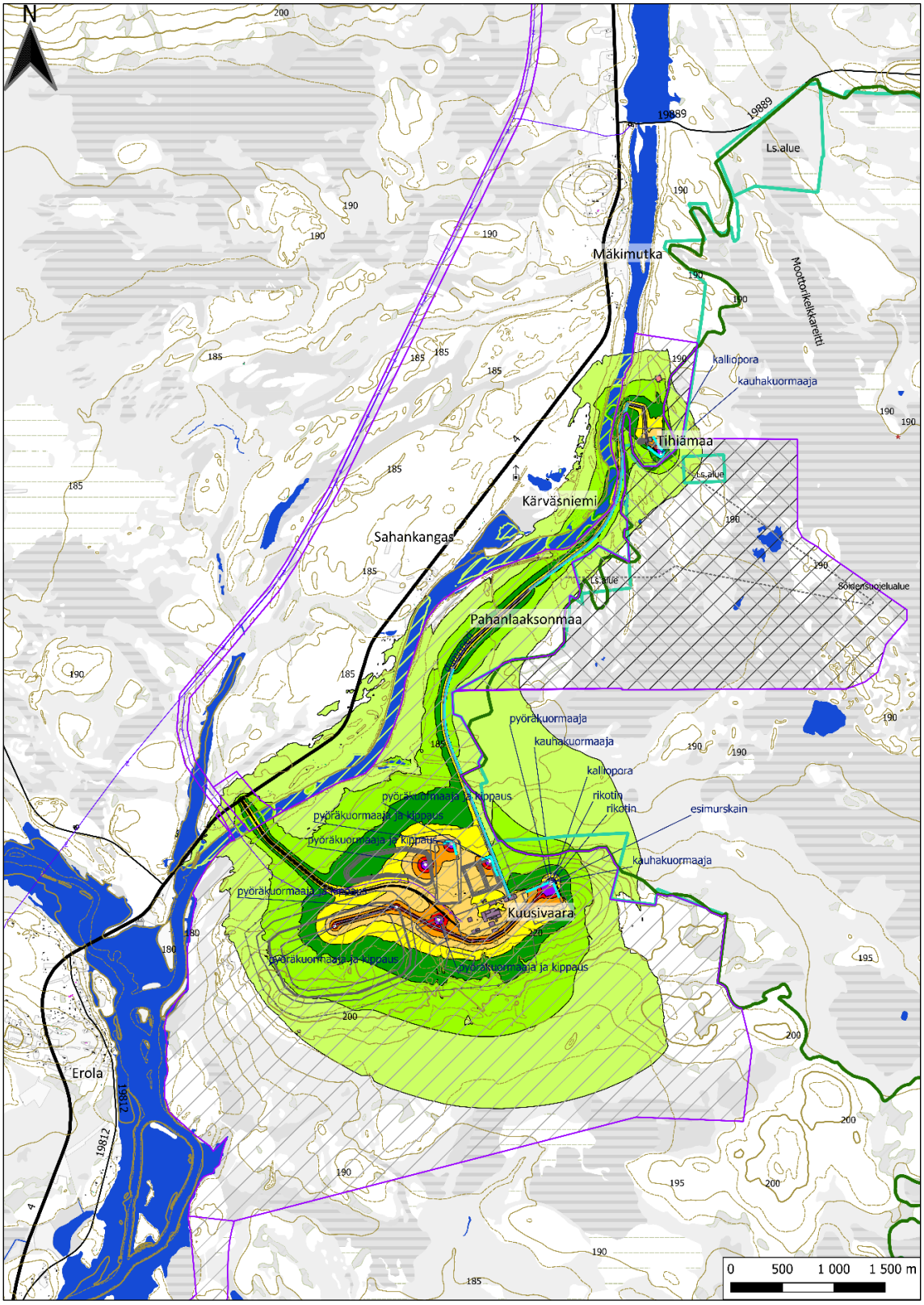
Vaihtoehdossa VE3a tarvekivilouhokselta kantautuva melu leviää voimakkaana suojelualueelle. Sijoittamalla kiven rikotus ja murskaus louhitulle tasolle, joka on vähintään 6 m ympäröivän maan pintaa alempana, vähenee suojelualueelle kantautuva melu mukaisesti, mutta melun päiväajan ohjearvo ylittyy edelleen laajalla alueella.

Tarvekivilouhoksen koilliskulmaan tehtävä 15 m korkea melueste sekä altaiden ja kaivannaisjätealueiden koilliskulmiin sijoitettavat 4 m, 7 m/4 m korkeat meluesteet vähentävät melun etenemistä suojelualueelle. Koska louheen kuljetus vinotunnelin ja pystykuiluilta huoltotietä pitkin aiheuttaa myös melua, mallinnettiin huoltotien varteen eteläosaan 8 m ja pohjoisosaan 4 m korkeat meluesteet. Meluesteet eivät mahdu hankealueen sisälle, vaan esitetyillä linjauksilla ulottuisivat suojelualueen puolelle. Siksi hihnakuljettimen sekä huoltotien linjausta on meluesteiden lisäksi siirrettävä etäämmälle, jotta kaikki rakenteet ja meluesteet mahtuisivat suojelualueen ulkopuolelle. Lisäksi kaivoksen vinotunnelin sekä ilmanvaihto- ja nostokuilujen louhinnan alkuvaiheen melun leviämistä voidaan vähentää 12 m korkein meluestein. Louheen murskausta ja rikotusta ei meluesteidenkään kanssa voida tehdä näillä louhintapaikoilla suojelualueen läheisyyden takia, vaan se joudutaan tekemään kauempana, esimerkiksi tarvekivilouhoksella. Varsin mittavista meluesteistä huolimatta melu ylittää suojelualueella lievästi ohjearvon ($L_{Aeq,7\text{-}22}$ 45 dB) melko laajalla alueella. Meluesteet sekä niiden vaikutus on esitetty Kuva 12-30.



Kuva 12-30 Vaihtoehdon VE3a rakentamisvaiheen melualueet, kun murskaus ja rikotus on sijoitettu 6 m alemmas sekä meluesteet rakennettu (meluselvityksen liitekartta AKU29). Meluesteet on piirretty vaaleansinisellä.

Vaihtoehdossa VE3b tarvekiven murskaus sijoitettiin muiden vaihtoehtojen tapaan 6 m alemmalle tasolle ja lisäksi Pahanlaaksonmaan pohjoisosaan maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin luo lisättiin maasta mitattuna 12 m korkea meluvalli, huoltotien/hihnakuljettimen itäpuolelle 4 m korkea meluvalli, joka nousee Kuusivaaran pohjoisrinteellä 8 m korkeaksi ja vielä erikseen tarvekivilouhoksen pohjois- ja itäreunalle 15 m korkea meluvalli, vesienkäsittelysakan sijoitusaltaan pohjoiskulmaan 7 m ja matalarikkisen sivukiven sijoitusalueen koilliskulmaan 4 m korkeat vallit. Meluesteet ja melukartta on esitetty Kuva 12-31.



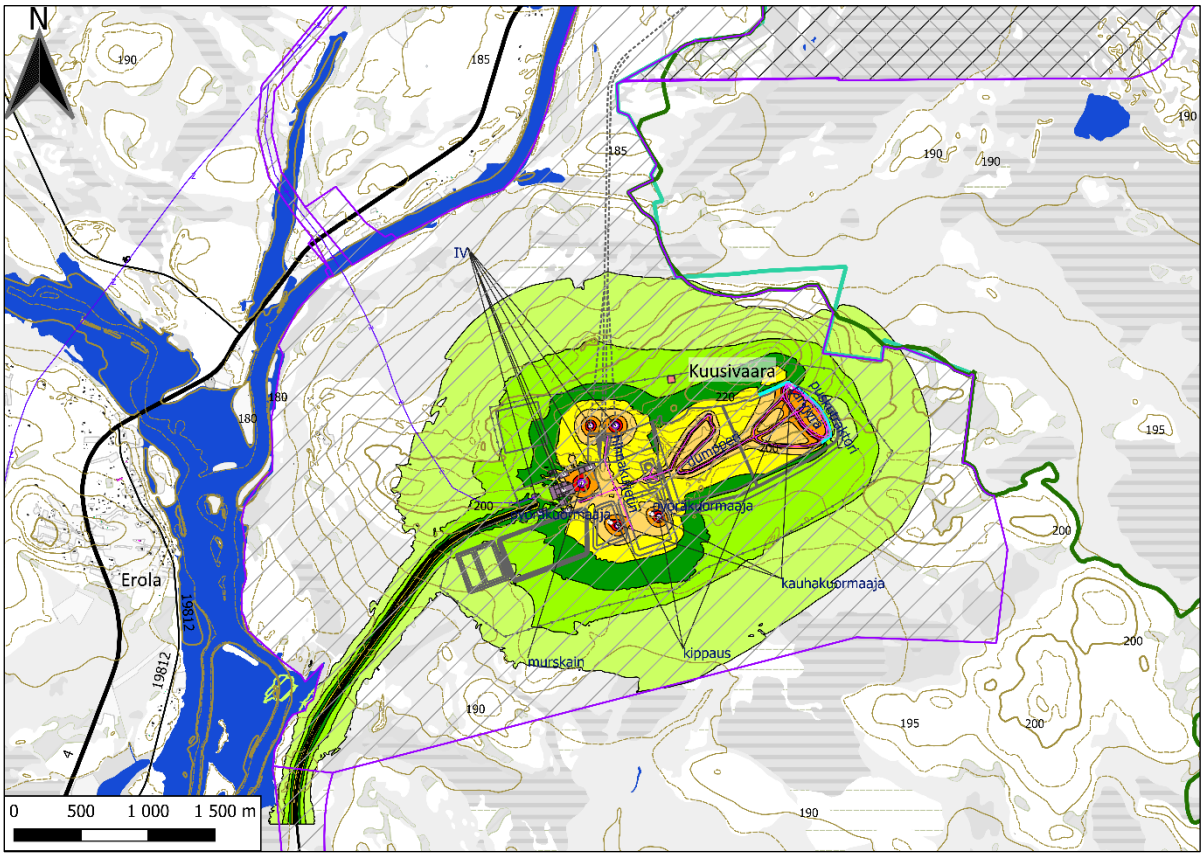
Kuva 12-31 Vaihtoehdon VE3b rakennusvaiheen melualueet, kun murskaus ja rikotus on sijoitettu 6 m alemmas sekä meluesteet rakennettu (meluselvityksen liitekartta AKU31). Meluesteet on piirretty vaaleansinisellä.

12.4.2 Tuotantovaihe

Seuraavissa kappaleissa on esitetty meluntorjuntatoimet vaihtoehdoille VE1a, VE2a ja VE3a. Näissä rikastushiekan läjitys tehdään kuivaläjityksenä, mikä aiheuttaa enemmän melua kuin vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b käytetty märkäläjitys. Siten esitettyjä toimia voidaan soveltaa myös vaihtoehdolle VE2b, joten sitä ei ole erikseen mallinnettu. Vaihtoehto VE3b eroaa myös muilta osin vaihtoehdosta VE3a, joten sille esitetään toimet erikseen. Vaihtoehto VE1b ei tarvitse meluntorjuntatoimia tehdasalueella. Liikennemelua yhdystien häiriintyvissä kohteissa voidaan tarvittaessa tehokkaasti vaimentaa tavanomaisin meluestein.

Vaihtoehto VE1a

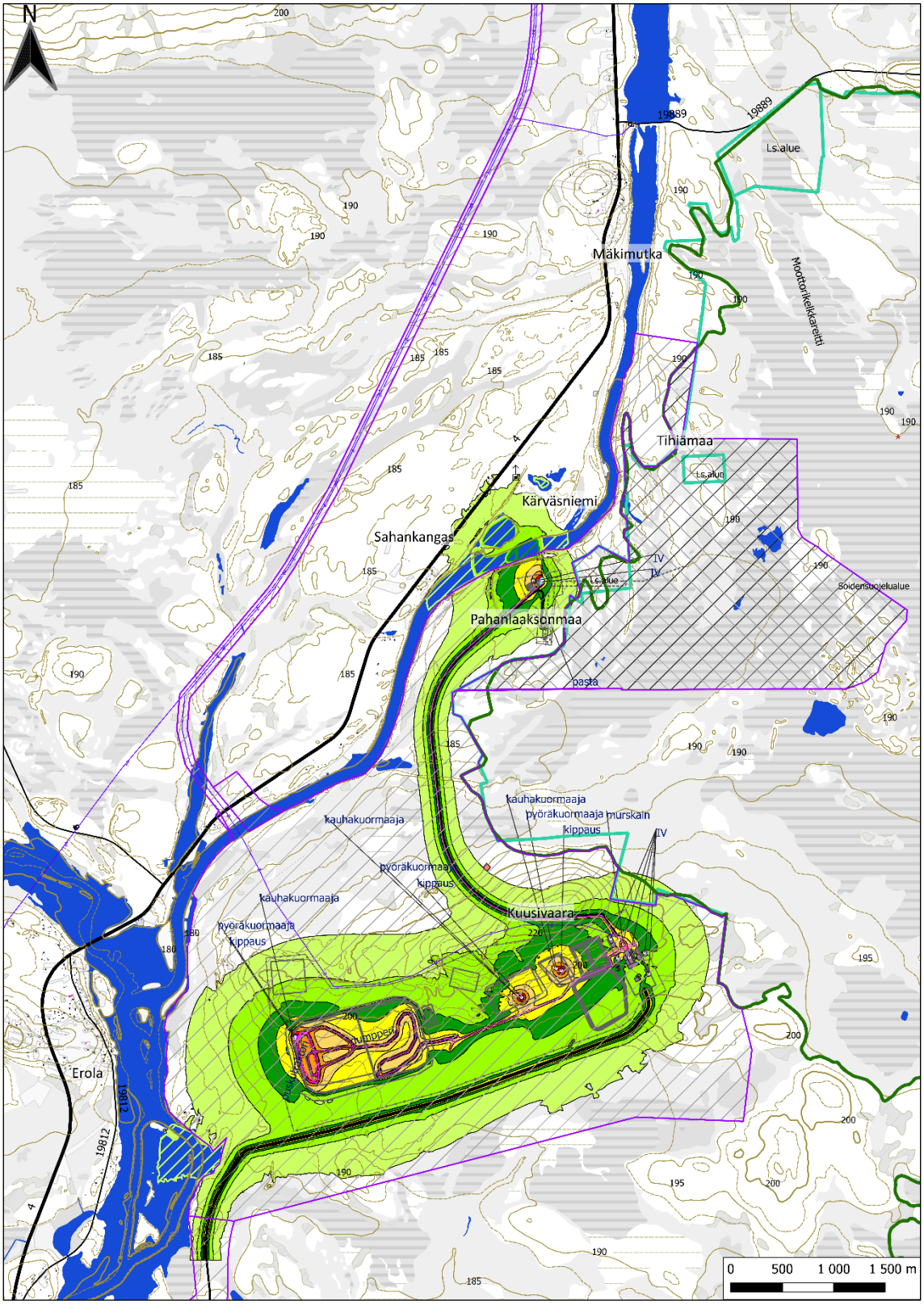
Vaihtoehdon VE1a tuotannon aikainen melu voi edetä jonkin verran suojelualueelle pääasiassa sitä lähimpänä olevasta kuivaläjityksestä. Kun läjitys etenee alueen itäosaan, voidaan melua vaimentaa kasaamalla maa-aineksista U-muotoinen 6 m korkea valli, jonka takana läjitys tehdään. Päiväajan keskiäänitasot on esitetty Kuva 12-32. Koska kuivaläjitystä tehdään vain päiväaikaan, muistuttaa yöajan tilanne siltä osin vaihtoehdon VE1b päiväajan tilannetta ja suojelualueella yöajan keskiäänitaso jää alle 40 dB.



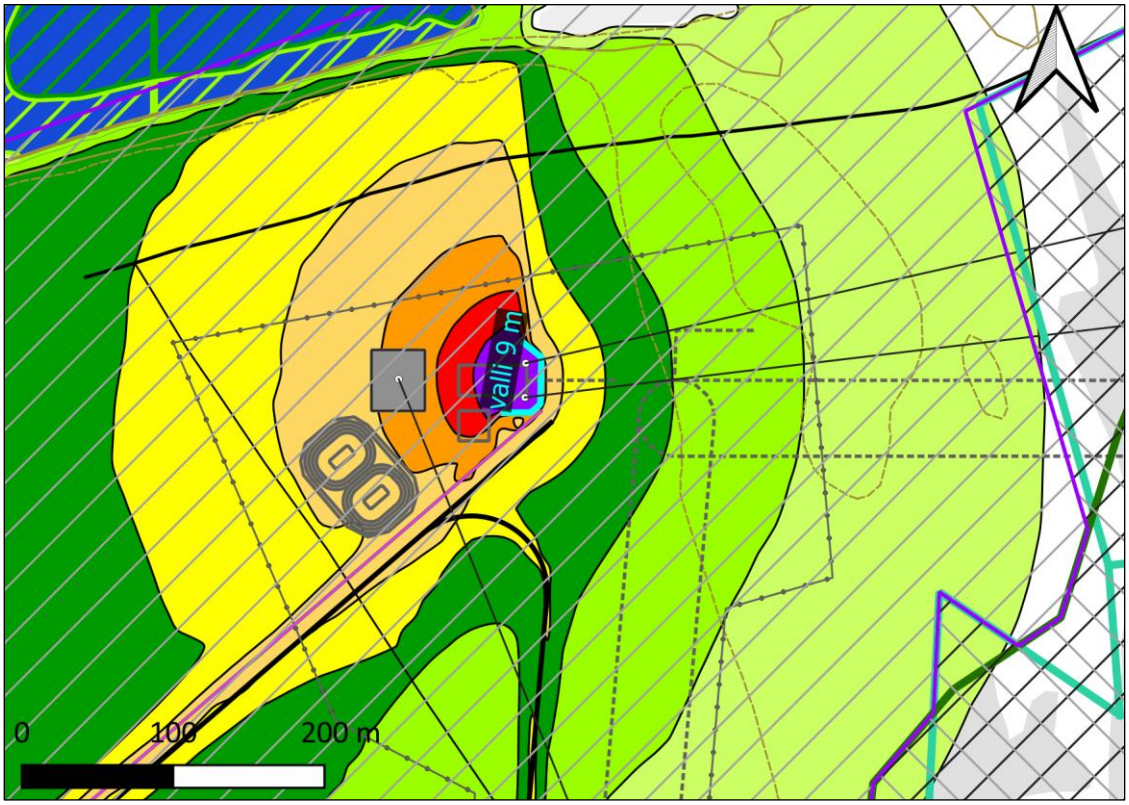
Kuva 12-32 Vaihtoehdon VE1a tuotantovaiheen melualueet meluestein (meluselvityksen liitekartta AKU23). Melueste on piirretty vaaleansinisellä.

Vaihtoehto VE2a

Vaihtoehdossa VE2a pohjoisessa oleva kaivoksen ilmanvaihtoasema aiheuttaa ohjearvon ylittävää melua suojelualueelle. Tätä voidaan vaimentaa esimerkiksi sijoittamalla ilmanvaihtoaseman ja poistoilmareittien luo meluesteet. Melua voidaan myös jonkin verran vaimentaa kehittämällä ilmavirran hajottimia. Tehdasalueelta suojelualueelle melu leviää pahiten jälkimurskaimesta. Sijoittamalla murskain umpinaiseen rakennukseen aikaansaadaan esimerkiksi normaaleilla sandwich-seinäelementeillä riittävä ääneneristys. Samalla on kuitenkin huolehdittava, ettei rakennuksen sisällä melutaso kasva liiaksi avoimeen tilaan verrattuna. Melutason vähentäminen voidaan tehdä teollisuuskäyttöön tarkoitetuilla absorptiomateriaaleilla. Mallinnuksen tulos on esitetty Kuva 12-33. Meluesteen sijainti on esitetty vaaleansinisellä viivalla Kuva 12-34. Mallinnuksessa maanalaisen kaivoksen ilmanvaihdon luona oli poistoaukosta mitattuna 6 m korkeammalle ulottuva absorboiva meluseinä ja rakennuksen ääneneristävyydeksi arvioitiin 24 dB ja sen sisällä äänitason nousuksi 12 dB vapaaseen tilaan verrattuna.



Kuva 12-33 Vaihtoehdon VE2a melualueet kuvatuin meluntorjuntatoimin, tuotantovaihe (meluselvityksen liitekartta AKU24).

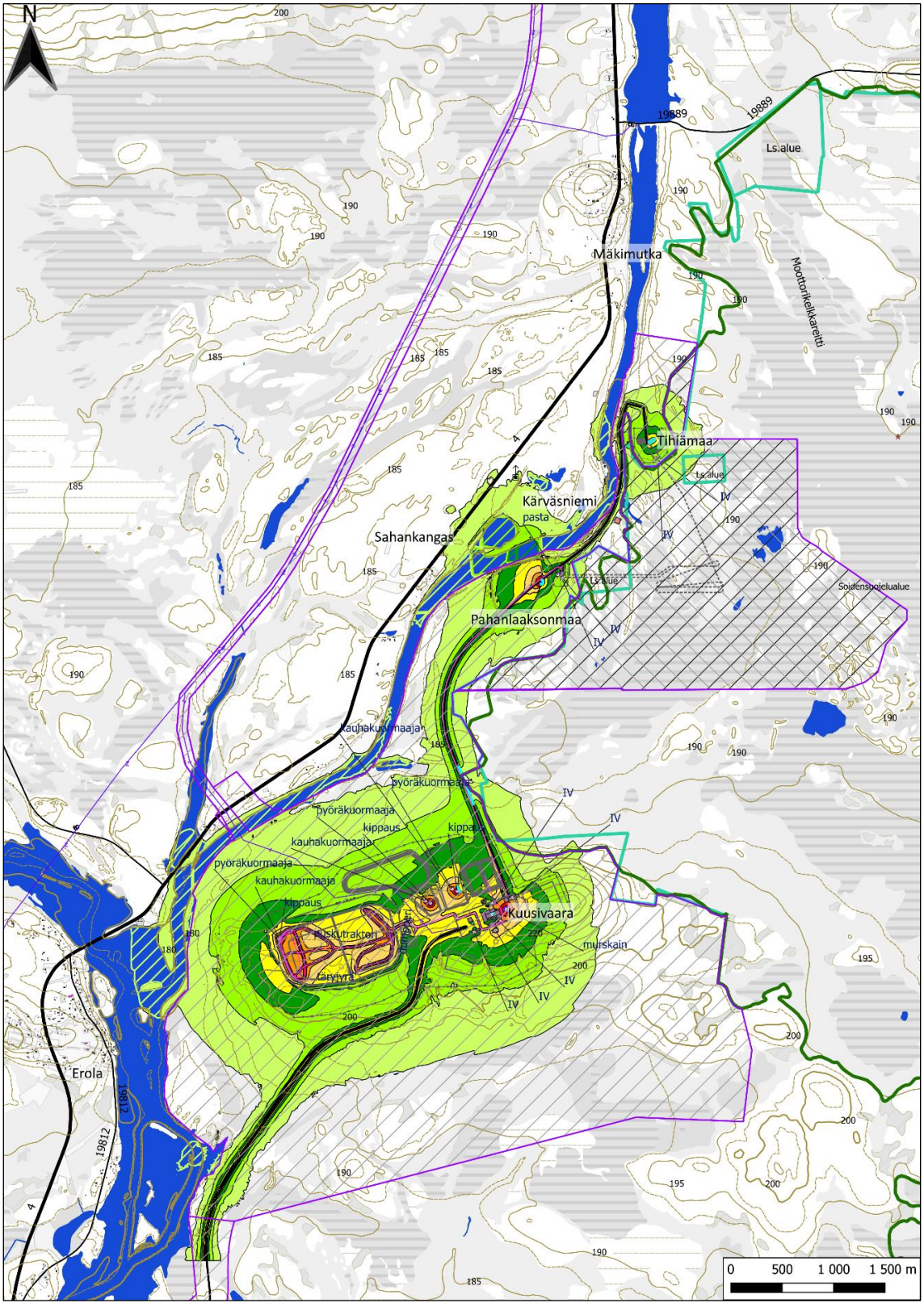


Kuva 12-34 Vaihtoehdon VE2a melueste Pahanlaaksonmaalla.

Vaihtoehto VE3a

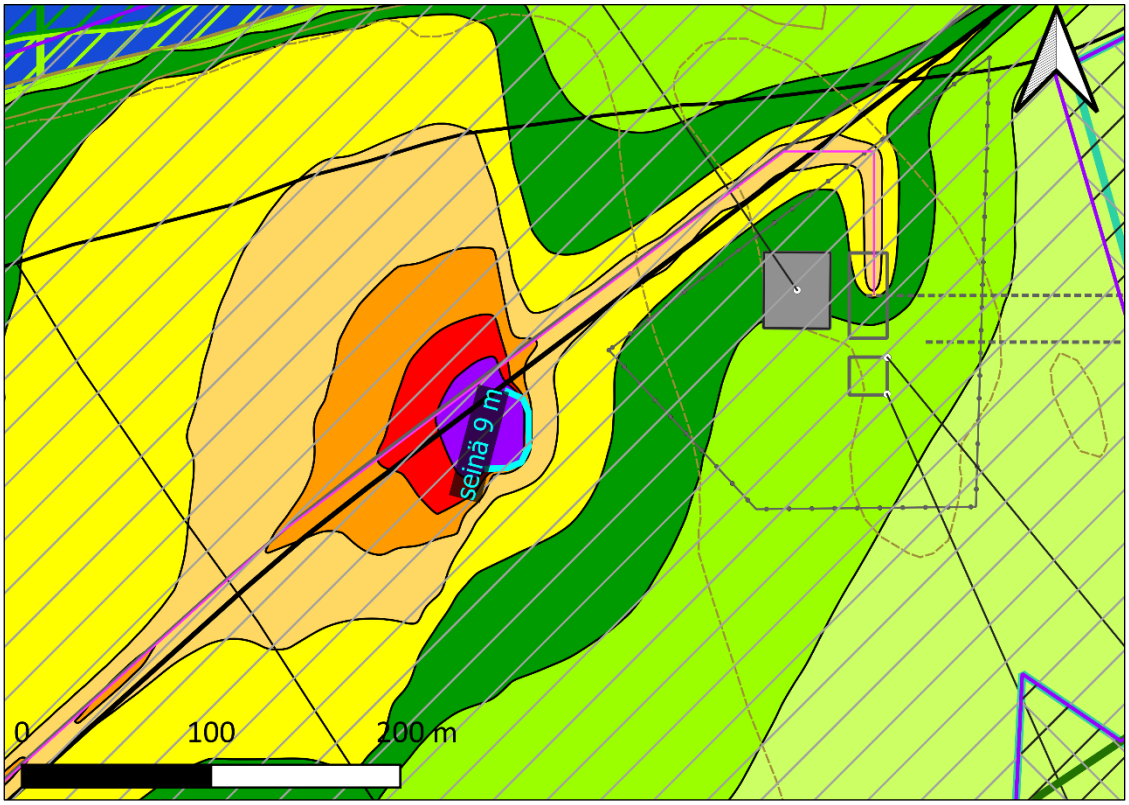
Vaihtoehdossa VE3a voidaan käyttää vastaavanlaisia keinoja kuin vaihtoehdossa VE2a:ssa. Lisäksi huoltotie ja hihnakuljetin kulkevat niin lähellä suojelualueen rajaa, että lähinnä suojelualueen rajaa olevalle osalle tarvitaan melueste. Meluesteet eivät mahdu hankealueen sisälle, vaan esitetyillä linjauksilla ulottuisivat suojelualueen puolelle. Siksi kuljettimen sekä huoltotien linjausta on meluesteiden lisäksi siirrettävä etäämmälle, jotta kaikki rakenteet ja meluesteet mahtuisivat suojelualueen ulkopuolelle. Melueste voi olla tilan salliessa meluvalli tai muussa tapauksessa meluseinä. Näiden lisäksi myös Kuusivaaran tehdasalueelta kantautuu ääntä suojelualueelle. Matalarikkisen sivukiven sijoitusalueen läjityksen melua voidaan vaimentaa meluesteellä sijoituspaikan itäpuolella, jälkimurskain sijoittaa umpinaiseen rakennukseen ja rikastamorakennuksen katolla olevat ilmanvaihtoaukot suojata meluestein.

Kuva 12-35 on esitetty tilanne seuraavin meluntorjuntatoimin: Kaivoksen sisäänkäynnin ilmanvaihtoaseman otto- ja poistoaukot on siirretty noin 200 m luoteeseen. Kaivoksen sisäänkäynnin kahden ilmanvaihdon otto- ja poistoaukon ympärillä 10 m päässä on 8 m korkea ja sisäpinnasta 8 dB absorboiva meluseinä, eli noin 20 x 20 m laatikko kummankin ympärillä. Vastaavasti nostokuilun ilmanvaihtoaseman otto- ja poistoaukot on siirretty 200 m länteen ja noin 30 m etelään. Näiden luona on meluseinä 9 m melulähdettä korkeammalla ja 8 dB absorboivana. Hihnakuljettimen vieressä (17 m etäisyydellä) on 2 m kuljetinta korkeammalle nouseva meluseinä (6 m korkea). Tämän ei tarvitse olla absorboiva ja voidaan yhtä hyvin toteuttaa vallina, jos tila sallii. Matalarikkisen sivukiven sijoitusalueella meluvalli kippauspisteen lähellä (20 m päässä) on 4 m korkea. Rikastamorakennuksen katolla ilmanvaihtoaukkojen luona on 6 m korkea meluseinä. Meluesteet on lähemmin esitetty kuvissa Kuva 12-36, Kuva 12-37, Kuva 12-38 ja Kuva 12-39.

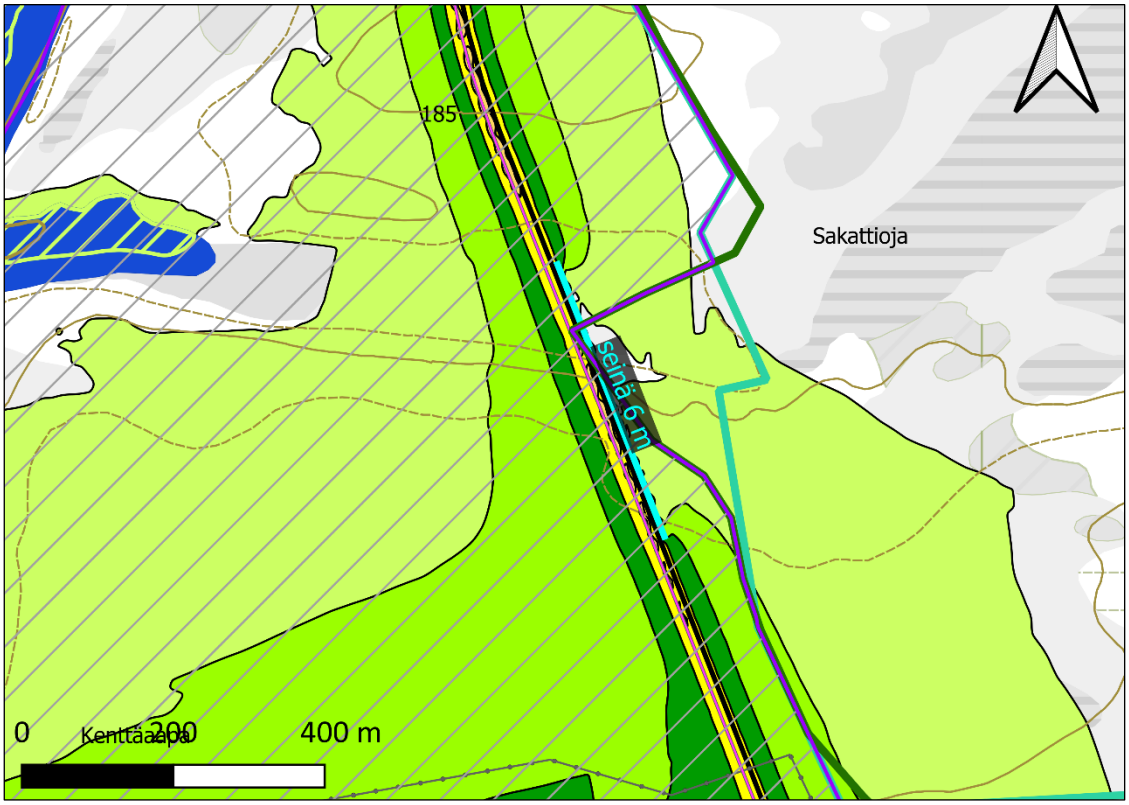


Kuva 12-35 Vaihtoehdon VE3a tuotantovaiheen melualueet meluntorjuntatoimin (meluselvityksen liitekartta AKU25).

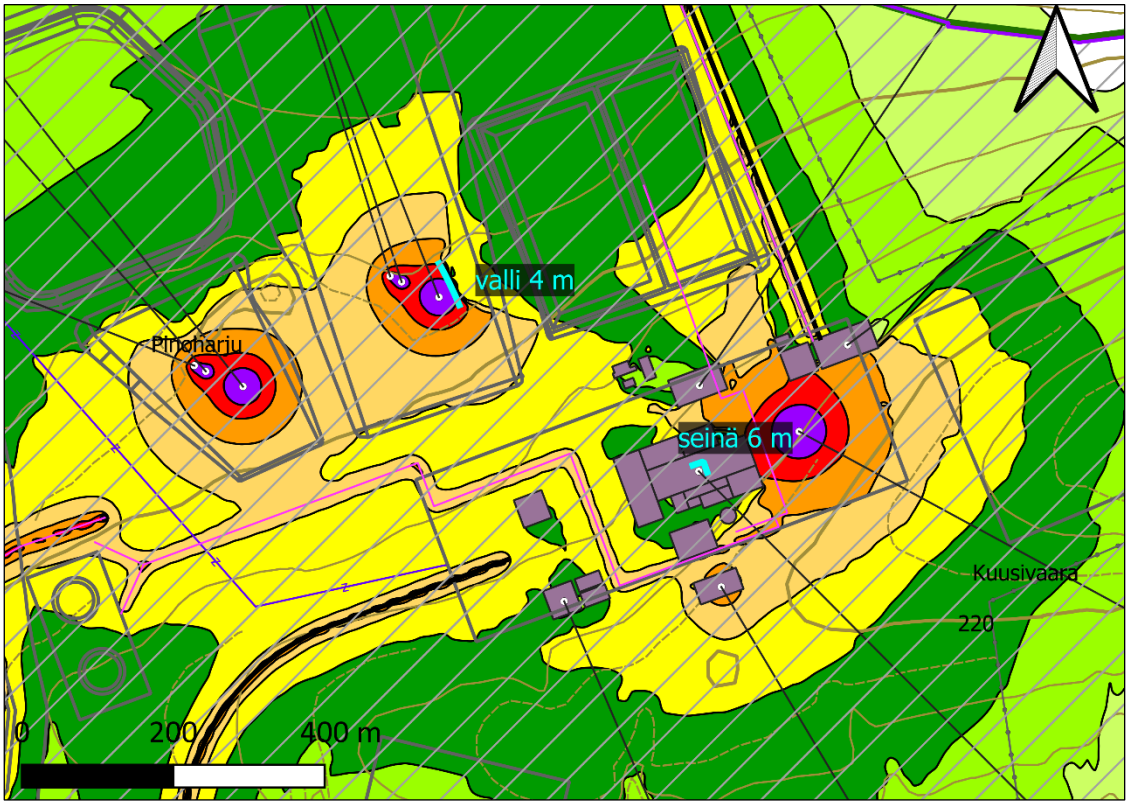
Kuva 12-36 Vaihtoehdon VE3a meluesteet Tihiämaalla.



Kuva 12-37 Vaihtoehdon VE3a melueste Pahanlaaksonmaalla.



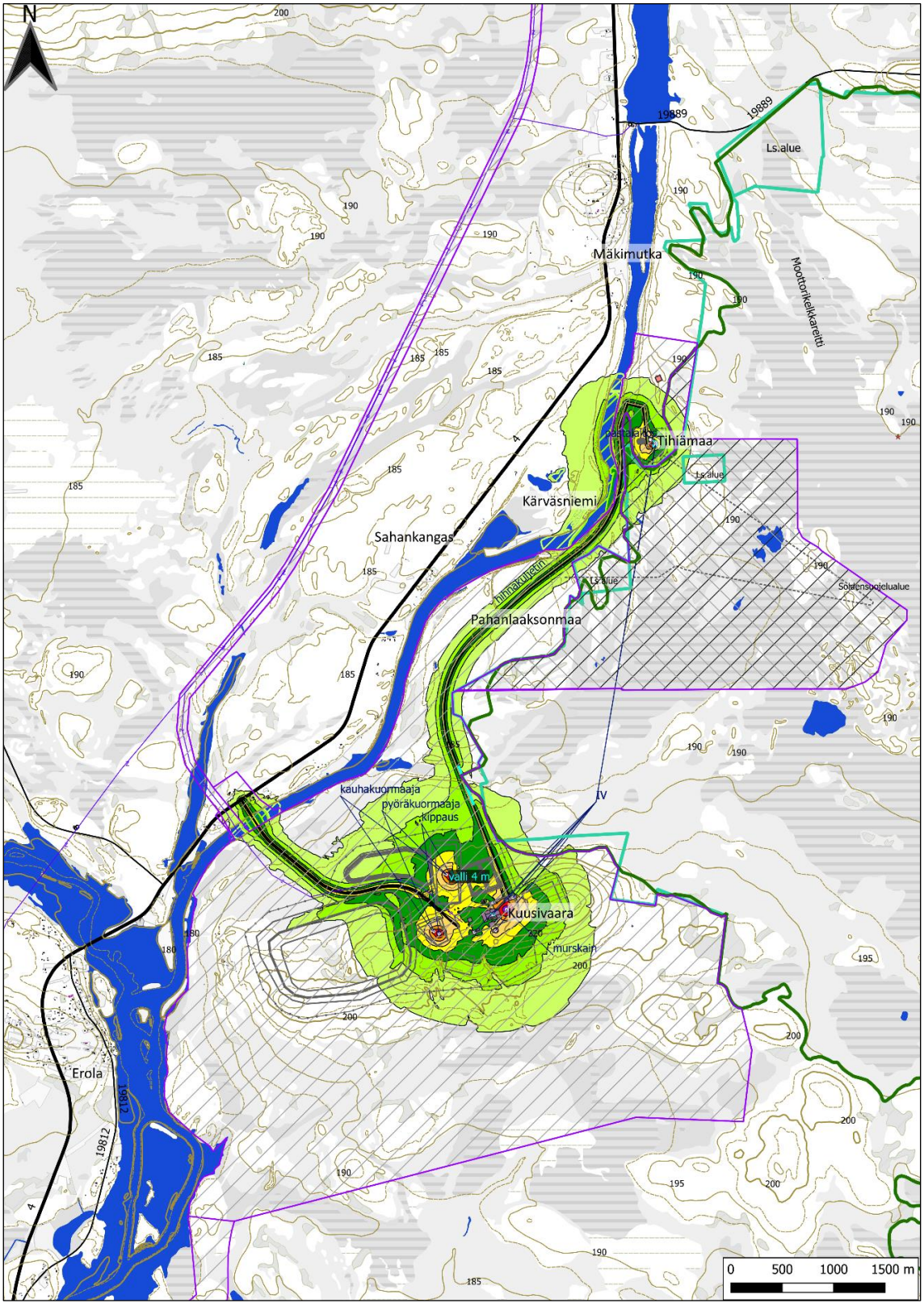
Kuva 12-38 Vaihtoehdon VE3a melueste huoltotien/hihnakuljettimen varrella.



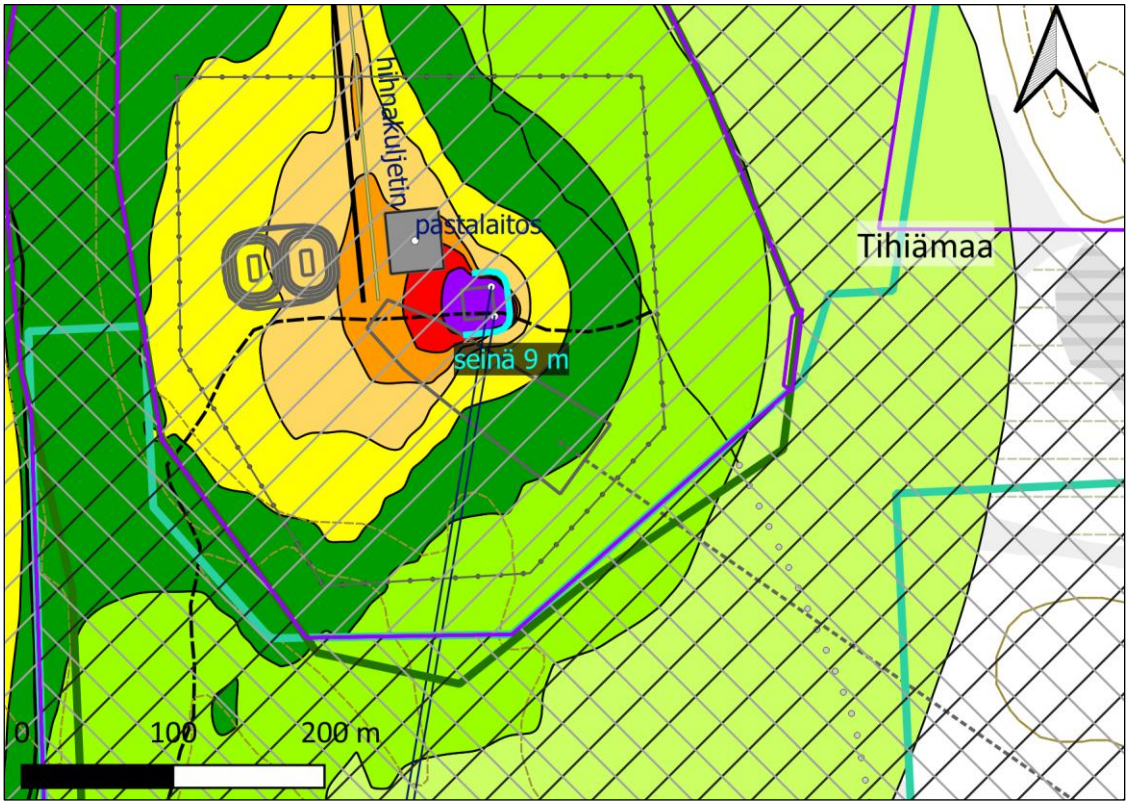
Kuva 12-39 Vaihtoehdon VE3a meluesteet tehdasalueella.

Vaihtoehto VE3b

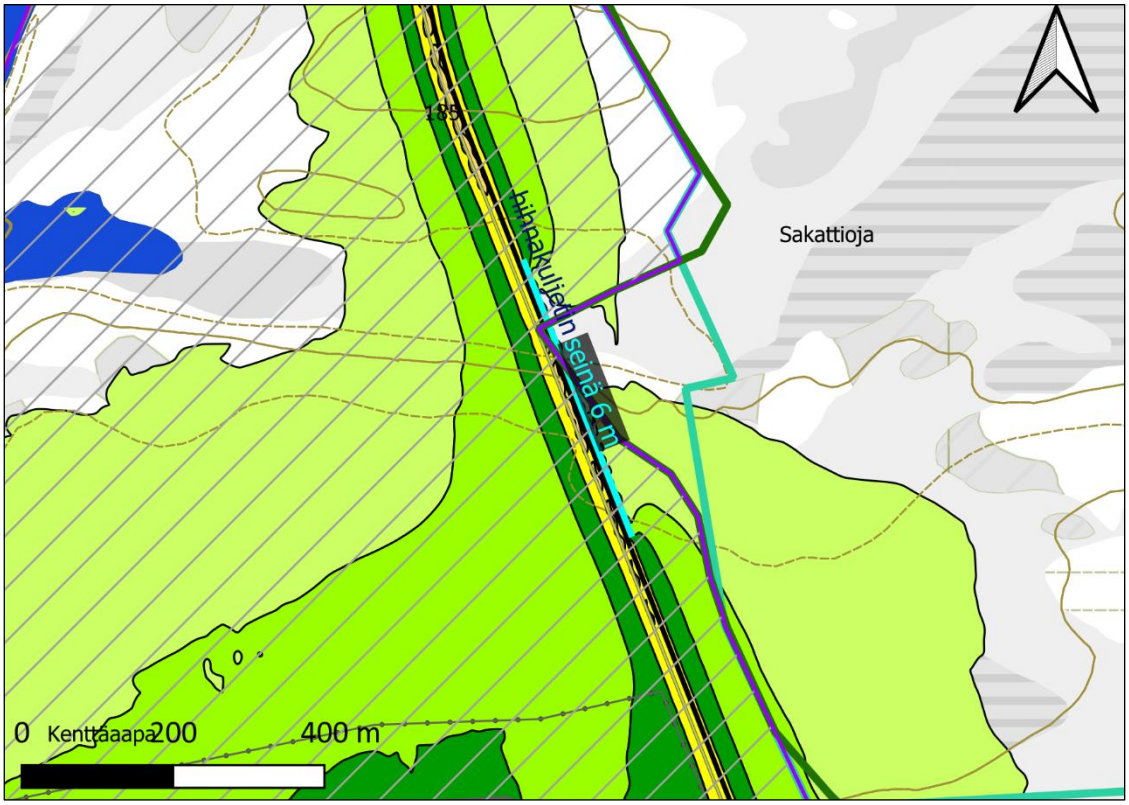
Vaihtoehdossa VE3b on ilmanvaihtoaseman otto- ja poistoaukoista laskettuna 9 m korkea U-muotoinen melueste itään päin sekä hihnakuljettimen/huoltotien itäpuolella 6 m korkea meluseinä kohdassa, jossa se sijaitsee lähimpänä suojelualueen rajaa. Lisäksi matalarikkisen sivukiven sijoitusalueen itäreunalla on 4 m korkea meluvalli ja rikastamorakennuksen ilmanvaihtoaukoista laskettuna 6 m korkea meluseinä itään ja pohjoiseen. Melualueet meluesteiden kanssa on esitetty Kuva 12-40. Meluesteet on esitetty vaaleansinisin viivoin lähemmin kuvissa Kuva 12-41, Kuva 12-42 ja Kuva 12-43.



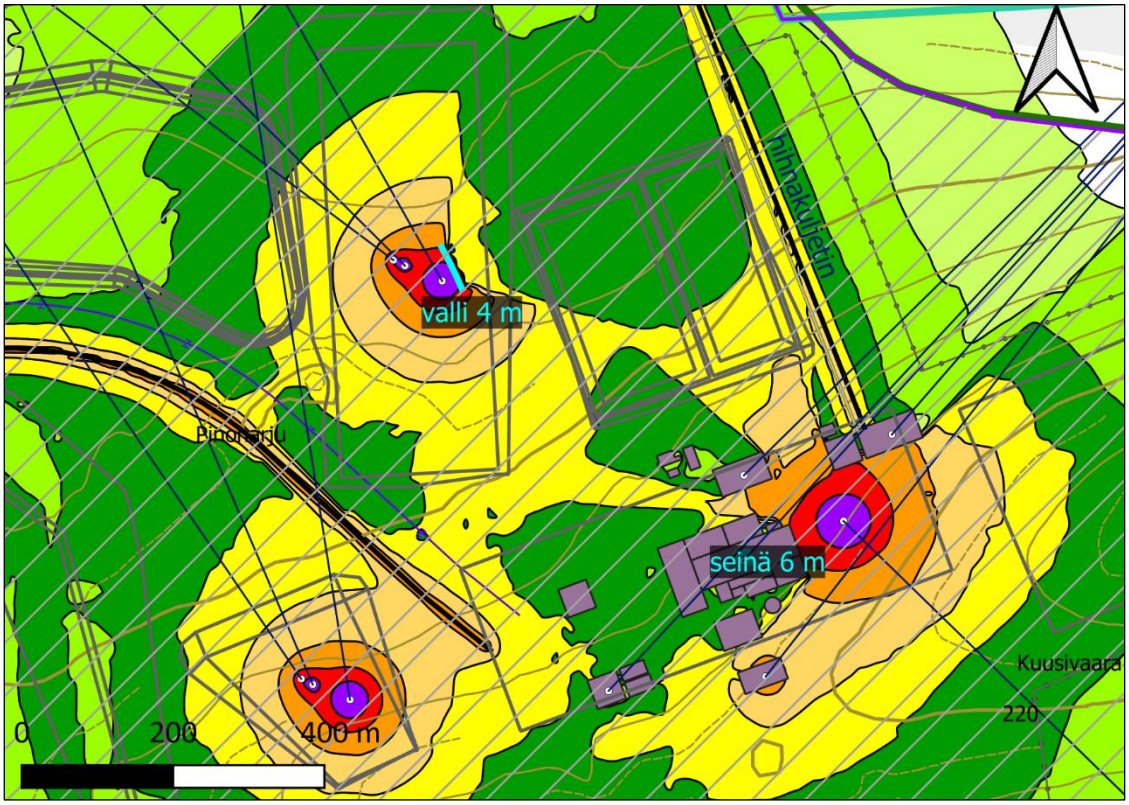
Kuva 12-40 Vaihtoehdon VE3b tuotantovaiheen melualueet meluntorjuntatoimin (meluselvityksen liitekartta AKU32). Melueste on piirretty vaaleansinisellä.



Kuva 12-41 Vaihtoehdon VE3b melueste Tihiämaalla.



Kuva 12-42 Vaihtoehdon VE3b melueste huoltotien/hihnakuljettimen varrella.



Kuva 12-43 Vaihtoehdon VE3b meluesteet tehdasalueella.

12.4.3 Yhteenveto

Esitetyin meluntorjuntatoimien esimerkein voidaan tehokkaasti estää melun etenemistä sekä asutuksen että Viiankiaavan Natura 2000 alueen ja soidensuojelualueen suuntaan. Näistä huolimatta päävaihtoehto VE3 erottuu selvästi muita huonompana vaihtoehtona. Vaihtoehdoista parhaat ovat VE1b, joka ei tarvitse meluntorjuntatoimia ja toisaalta VE1a, jonka meluntorjunta on muihin vaihtoehtoihin verrattuna yksinkertaista. Koska VE1a kuivaläjitystä tehdään vain päiväaikaan, suojelualueen suuntaan kohdistuva melu vastaa yöllä VE1b melualuetta. Jatkosuunnittelussa on kuitenkin mahdollista käyttää esimerkiksi laiteteknisiä ratkaisuja tai erityisen meluavien toimintojen siirtoa kauemmaksi suojelualueen rajasta, jolloin tilanne voidaan mahdollisesti saada tässä esitettyä paremmaksi.

Taulukko 12-23 Meluvaikutusten merkittävyys vaikutuskohteiden mukaan esitetyin meluntorjuntatoimin.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta 0	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Vaikutuskohde	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutuksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys	
			liikenne	toiminta
Kitisen länsirannan asutus Sattasesta pohjoiseen	Kohtalainen	VE1a liikenne 0, toiminta 0		
		VE1b liikenne 0, toiminta 0		
		VE2a liikenne 0, toiminta -		-
		VE2b liikenne 0, toiminta -		-
		VE3a liikenne 0, toiminta -		-
		VE3b liikenne 0, toiminta -		-
b-alavaihtoehtojen yhdystien lähitienoo Kitisen länsipuolella	Suuri	VE1a liikenne 0, toiminta 0		
		VE1b liikenne - -, toiminta 0	- - -	
		VE2a liikenne 0, toiminta 0		
		VE2b liikenne - -, toiminta 0	- - -	
		VE3a liikenne 0, toiminta -		- -
		VE3b liikenne - -, toiminta -	- - -	- -
Sattasen kylä	Suuri	VE1a liikenne 0, toiminta 0		
		VE1b liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE2a liikenne 0, toiminta 0		
		VE2b liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE3a liikenne 0, toiminta 0		
		VE3b liikenne -, toiminta 0	- -	
a-alavaihtoehtojen Kitisen ylittävän sillan lähitienoo	Suuri	VE1a liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE1b liikenne 0, toiminta 0		
		VE2a liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE2b liikenne 0, toiminta 0		
		VE3a liikenne -, toiminta 0	- -	
		VE3b liikenne 0, toiminta 0		
Sodankylän keskusta	Kohtalainen	Kaikki vaihtoehdot: liikenne 0, toiminta 0		
Kitisen itäpuoli	Vähäinen	VE1a liikenne -, toiminta -	-	-
		VE1b liikenne 0, toiminta -		-
		VE2a liikenne -, toiminta -	-	-
		VE2b liikenne 0, toiminta -		-
		VE3a liikenne -, toiminta -	-	-
		VE3b liikenne 0, toiminta -		-
Viiankiaavan soidensuojelu- ja Natura 2000 alueet	Suuri	VE1a liikenne 0, toiminta 0		
		VE1b liikenne 0, toiminta 0		
		VE2a liikenne 0, toiminta -		- -
		VE2b liikenne 0, toiminta -		- -
		VE3a liikenne 0, toiminta - - -		- - -
		VE3b liikenne 0, toiminta - - -		- - -

13 TÄRINÄN VAIKUTUKSET

Tässä luvussa käsitellään Sakatin kaivoshankkeesta aiheutuvia rakentamis-, tuotanto ja sulkemisvaiheen tärinävaikutuksia. Tärinän vaikutuksia linnustoon on käsitelty luvussa 0, vaikutuksia eläimiin luvussa 0 ja ihmisten viihtyvyyteen luvussa 24.

13.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

13.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Raskas liikenne, suuret pyörivät tai värisevät koneet sekä louhinta synnyttävät tärinää. Tärinän vaikutukset koostuvat sen aiheuttamasta viihtyvyyshaitasta sekä rakennusten ja muiden rakenteiden vaurioriskistä. Raskas liikenne synnyttää etenkin pehmeikköalueilla havaittavaa tärinää. Luonteeltaan jatkuvampi liikennetärinä voi jo hyvin vähäisenäkin aiheuttaa viihtyvyyshaittaa, kun vaurioriski taas syntyy vasta kertaluokkia suuremmasta voimakkuudesta. Louhintatärinä koostuu yksittäisistä ja usein myös ennustettavista tapahtumista ja tällöin se koetaan viihtyvyyttä haittaavaksi vasta kertaluokkaa suuremmalla voimakkuudella verrattuna ohiajavan ajoneuvon aiheuttamaan tärinään. Koska räjäytystärinä kestää kerrallaan vain hyvin lyhyen ajan, myös sen rakenteille aiheuttama vaurioriski vaatii kertaluokkia suuremman voimakkuuden verrattuna pitkäkestoiseen liikennetärinään.

Tärinän etenemistä maaperässä on vaikea ennustaa tarkasti. Leviämiseen vaikuttavat maaperän eri maalajikerrokset, niiden paksuus ja vaihtelu. Tärinän välittymiseen maaperästä rakennukseen taas vaikuttavat rakennuksen perustamistapa sekä rakennuksen ominaisuudet.

Liikennetärinän tarkastelualue käsittää kaivoksen yhdystiet sekä liikennevaikutusten luvussa (luku 14) esitetyt rikastekuljetusten reitit Sodankylän keskustan eteläpuolelle asti.

Kaivoksen rakentamisvaiheen louhintatärinän sekä maanalaisen kaivoksen toiminnan aikaisen tärinän tarkastelualueet ulottuvat selvästi alueen, jolla värähtelyn liikenopeus on 1 millimetriä sekunnissa, ulkopuolelle.

13.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Tärinäarviointi tehdään erikseen vaurioriskin ja viihtyvyyshaitan suhteen. Viihtyvyyshaittaa koetaan jo huomattavan alhaisilla tärinätasoilla verrattuna vaurioriskiin. Koska tärinän kesto vaikuttaa sekä viihtyvyyteen että vaurioriskiin, arvioidaan jatkuvaluonteinen ja kertaluonteinen tärinä erikseen. Tärinälle ei ole suoriin viranomaismääräyksiin perustuvia raja-arvoja, vaan ohjeeksi ovat muodostuneet jäljempänä esitetyt suositukset.

Liikennetärinä

Liikenteen aiheuttama tärinä on jatkuvaluonteista ja tässä arvioinnissa siihen on rinnastettu myös hankealueen sisällä tapahtuvat tärinät, jotka aiheutuvat louheen ja malmin siirrosta.

Liikennetärinän arviointi suoritettiin VTT:n tiedotteen 2569 *Ohjeita liikennetärinän arviointiin* (VTT 2011) mukaisin menetelmin. Tärinän tarkastelualueen laajuus määräytyy tien rakenteiden, ajoneuvojen massan ja nopeuden sekä väylän alla olevan pehmeimmän maalajin mukaan (Taulukko 13-1). Arviointi on tehty tieliikenteessä asetuksen 31/2019 (VNA ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta) mukaisten suurimpien akseli- (11,5/10 t) ja kokonaismassojen (76 t) mukaan sekä kuorma-autoille ja raskaille ajoneuvoyhdistelmille suurimman sallitun ajonopeuden 80 km/h mukaan. Liikennemäärä ei vaikuta tärinän voimakkuuteen. Ajoneuvon ohiajon synnyttämä tärinä kasvaa ajoneuvon massan mukaan, joten taulukkoon on päivitetty nykyisin sallittujen massojen

mukaan lasketut etäisyydet. Jos maanvaraisesti perustetun rakennuksen etäisyys tiestä on taulukossa ilmoitettua arvoa suurempi, voidaan olettaa, ettei viihtyvyyshaittaa ilmene. Etäisyys voidaan puolittaa, jos kyseessä on yksikerroksinen tai vähintään viisikerroksinen rakennus, jonka lattioiden ominaistaajuus on vähintään 18 Hz.

Arviointi tehtiin Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperätietojen perusteella käyttäen taulukossaTaulukko 13-1 esitettyjä enimmäisetäisyyksiä tien kohdalla ja sivuilla olevan maaperän mukaan.

Taulukko 13-1 Liikennetärinän tarkastelualueen arviointi.

Etäisyys tiestä	Liikennetyyppi ja tie	Ajonopeus km/h	Maalaji
125 m	Raskas maantieliikenne, sileä tie	100	Pehmeä maa
125 m	Raskas liikenne, hidastetöyssyt	40	Pehmeä maa
65 m	Raskas katuliikenne, sileä katu	50	Pehmeä maa
20 m	Raskas liikenne, ml töyssyt	40–80	Kova maa

Nyky- ja ennustetilanne liikennetärinän osalta poikkeavat siten toisistaan vain uusien teiden varrella. Nykytilan arviointiin sisältyi myös tärinämittaus kahdessa eri kohteessa VTT:n tiedotteen 2278: *Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta* (VTT 2004) mukaisin menetelmin. Mittaus suoritettiin viikon kestävänä. Mittausaikana havaituista tärinätapahtumista huomioitiin 15 voimakkainta, joista laskettiin taajuuspainotettu tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ (mm/s) sekä suurin heilahdusnopeus $v_{max,95}$ (mm/s). Taajuuspainotettua tunnuslukua käytetään liikennetärinän viihtyvyyshaitan arvioinnissa taulukonTaulukko 13-2 mukaan ja suurinta heilahdusnopeutta liikennetärinän vaurioriskin arvioinnissa taulukonTaulukko 13-3 mukaan.

Taulukko 13-2 Värähtelyluokitus ihmisille aiheutuvan haitan mukaan. (Lähde: VTT tiedote 2278, NS8176:1999)

Värähtely-luokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$V_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet *Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä.*	≤ 0,10
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet *Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä.*	≤ 0,15
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa *Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.*	≤ 0,30
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. *Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.*	≤ 0,60

Taulukko 13-3 Vaurioriskin määräytyminen maaperän suurimman heilahdusnopeuden mukaan. (Lähde: VTT-R-04703-14)

v_{max} [mm/s]				
	Pehmeät maalajit		**Kovat maalajit**	
Maalaji	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/m2	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyssä hallitseva taajuus, Hz	< 10	10…20	20…50	>50
V-alue	3	4,2	6	7,2
H-alue	1…3	1,4…4,2	2…6	2,4…7,2
E-alue	<1	<1,4	<2	<2,4

Louhintatärinä

Louhintatärinä muodostuu erillisistä ja usein myös ennakoitavista lyhytaikaisista tapahtumista, ja tunnusluvun asemesta arviointi tehdään heilahdusnopeuden suhteen. Samoin menetellään myös satunnaisten kallioperässä tapahtuvien jännitysten purkautumisista aiheutuvien värähtelyjen kanssa.

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja vinotunnelit louhitaan perinteisellä poraus-/räjäytysmenetelmällä. Vaikka vinotunnelit toteutettaisiin tunneliporalla (VE1a ja VE1b), vinotunnelien alku louhitaan poraus-/räjäytysmenetelmällä. Maanalaisen kaivoksen osalta tärinäarviointi perustuu SRK Consulting (South Africa Pty) Ltd (SRK 2018a) tekemään arviointiin. Mainittu arviointi on tehty kallioperän ominaisuudet huomioivilla kolmiulotteisilla mallinnuksilla, jotka sisältävät sekä kaivoksen rakentamisen että tuotannon aikaiset toiminnat. Lisäksi siinä on käsitelty maanalaisen kaivoksen vinotunnelin tekoon mahdollisesti käytettävää tunneliporaa vaihtoehdon VE1a osalta. Tämän lisäksi tunneliporaa voidaan hyödyntää vinotunnelin tekoon hankevaihtoehdossa VE1b

Tunneliporan osalta arvioidaan sen aiheuttamaa runkoääntä rakennuksissa ja maan pinnalla VTT tiedotteessa 2468 *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi*, 2009 (VTT 2009) kuvatuin menetelmin.

Kaivoksen rakentamisvaiheessa maastoa saatetaan tarpeen mukaan louhia rakennusten ja teiden perustuksiin liittyen. Lisäksi patojen ja vallien rakentamisen yhteydessä tehdään mittavia maa-ainesten siirtoja ja mahdollisia tiivistyksiä täryttämällä. Rakentamisvaiheen louhintojen sekä maanpäällisen tarvekivilouhoksen aiheuttamat rakennevaurioiden riskit arvioidaan kiinteistökatselmusten säteen (R) avulla. Jos rakennus sijaitsee pienemmällä etäisyydellä räjäytyspaikasta kuin R, suoritetaan ennen louhintatöiden aloittamista kiinteistökatselmus, jossa kirjataan rakennuksen ominaisuudet sekä mahdolliset aiemmat vauriot. Tarvittaessa asennetaan myös tärinämittari. Sädettä R suuremmilla etäisyyksillä ei katsota olevan vaurioriskiä eikä kiinteistökatselmus ole tarpeen. Etäisyys R määritellään momentaarisen, eli yhtäaikaisesti räjähtävän räjähdemäärän, Q_m mukaan taulukossa Taulukko 13-4 (Pöllä ym. 1996) esitetyllä tavalla. Yleensä

tuolla etäisyydellä myös louhinnasta koettu häiriö katsotaan vähäiseksi. Rakentamisvaiheeseen liittyvät muut louhinnat on käsitelty samalla menetelmällä.

Taulukko 13-4 Kiinteistökatselmuksen säde momentaarisen räjähdemäärän mukaan. (Lähde: Pöllä ym.1996)

Q_m, kg	R, m
20	100
40	200
60	300
80	380
100	450
120	530
140	620
160	680
180	750
200	830
220	900
240	960

Tarvekiven louhinnan osalta arvioitiin momentaariseksi räjähdemääräksi 60 kg, jolloin taulukon mukainen kiinteistökatselmuksen säde on 300 m. Samaa sädettä on käytetty myös maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunnelien louhinnan tärinävaikutusten tarkastelussa.

Muut tärinälähteet

Kaivoksen toimintavaiheessa syntyy tärinää kiviainesten, malmin ja muiden materiaalien siirrosta. Tämä on suuruusluokaltaan rinnastettavissa liikennetärinään. Tarvekivilouhoksen ajoittaisen kivenmurskauksen tärinän vaikutusalue rajoittuu louhoksen alueelle. Malmin esimurskauksen aiheuttama tärinä tapahtuu maanalaisessa kaivoksessa, ja vaikutusalue rajoittuu siellä pienelle alueelle, joten maanpinnalla se ei ole havaittavissa. Malmin jauhatus voi synnyttää tärinää, jonka vaikutusalue ulottuu enimmillään muutamien kymmenien metrien etäisyydelle. Hihnakuljettimen aiheuttaman tärinän vaikutus peittyy huoltotien liikenteen aiheuttaman tärinän alle. Rikastushiekan märkäläjityksen ei katsota aiheuttavan tärinää. Rikastushiekan kuivaläjityksessä tärinää muodostuu kaivoskuorma-autojen (dumppereiden) liikkuessa ja lyhytaikaisesti kippauksessa. Kuivaläjityksestä aiheutuva tärinä arvioidaan liikennetärinään verrattavaksi.

13.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Mitatun liikennetärinän osalta mittausepävarmuus on noin ±0,2 mm/s, mikä johtuu suurimmalta osalta mittalaitteen resoluutiosta. Muu liikennetärinän arviointi tehtiin alimman tarkkuustason mukaan ja se sisältää huomattavaa epätarkkuutta, kuitenkin siten, että tärinähaittojen esiintyminen esitettyjen alueiden ulkopuolella on hyvin epätodennäköistä. Louhintatärinän osalta käytettiin suomalaisia ohjeellisia selvitysrajoja, joiden ulkopuolella haittojen esiintyminen on vähäistä. Maanalaisen kaivoksen louhintatärinän arviossa (Linzer 2018) mainitaan epävarmuuden aiheuttajina tärinäaallon etenemisnopeudet sekä kallioperän elastisten ominaisuuksien vaihtelu.

13.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Herkkyys tärinälle vaihtelee eri vaikutuskohteissa taulukon Taulukko 13-5 mukaan ja muutoksen suuruus taulukon Taulukko 13-6 mukaan.

Taulukko 13-5 Vaikutuskohteen herkkyys tärinälle.

Vähäinen	Hyvin vähän tai ei lainkaan häiriintyviä kohteita, kuten asutusta. Ei herkkiä kohteita. Ei luonnossuojelu- tai kulttuuriympäristökohteita.
Kohtalainen	Ei suojeltuja rakennuksia mahdollisen rakennevaurion vaikutusalueella. Jonkin verran häiriintyviä kohteita, kuten asutusta, virkistysalueita tai luonnonsuojelualueita. Ei erityisen herkkiä kohteita, kuten sairaaloita.
Suuri	Suojeltuja rakennuksia mahdollisen rakennevaurion vaikutusalueella. Paljon häiriintyviä kohteita, kuten asutusta, virkistysalueita tai luonnonsuojelualueita. Erityisen herkkiä kohteita, kuten sairaaloita. Turvallisuuden kannalta tärkeitä rakenteita, kuten padot ja sillat mahdollisen rakennevaurion vaikutusalueella.

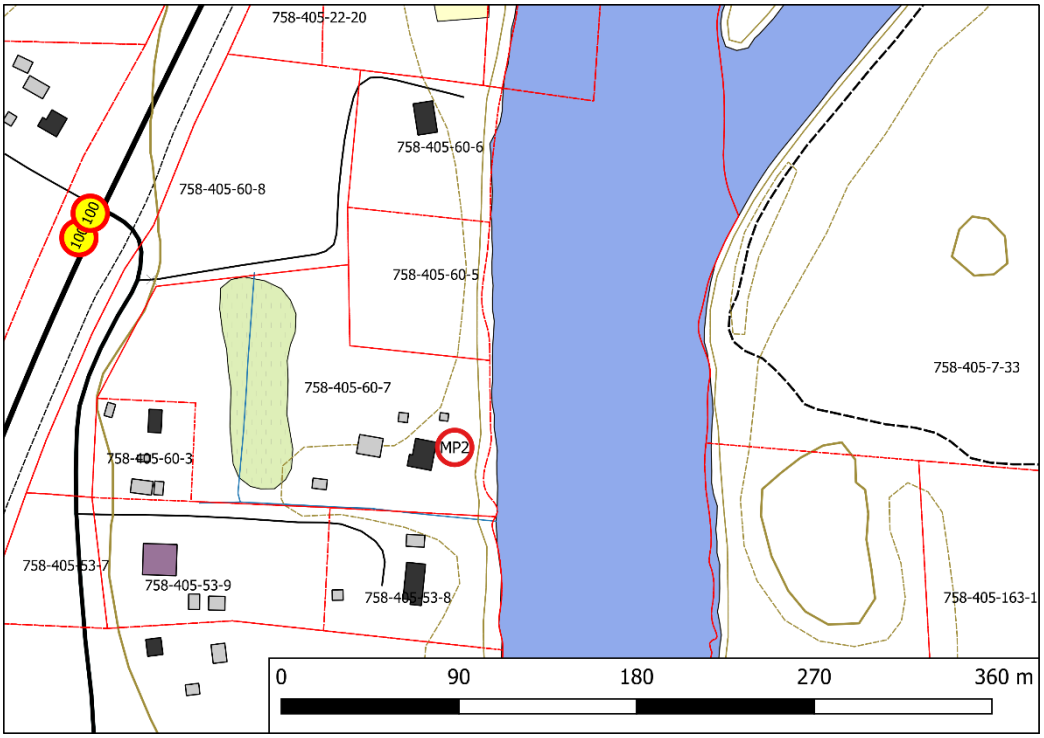
Taulukko 13-6 Muutoksen suuruus, tärinä.

Suuri kielteinen	Tärinän voimakkuus erittäin suuri ja voi aiheuttaa vaurioita rakennuksissa tai rakenteissa. Tärinän suositusarvot ylittyvät selvästi. Louhintatärinän osalta toiminnan aiheuttamat heilahdusnopeudet hyvin suuria.
Keskisuuri kielteinen	Tärinä on selvästi aistittavissa rakenteiden värähtelynä tai runkomeluna. Rakennevauriot ovat epätodennäköisiä. Tärinän suositusarvot voivat ylittyä. Louhintatärinän osalta toiminnan aiheuttamat heilahdusnopeudet kohtalaisia.
Pieni kielteinen	Tärinä on juuri ja juuri aistittavissa eivätkä suositusarvot ylity. Louhintatärinän osalta toiminnan aiheuttamat heilahdusnopeudet ovat alhaisia.
Ei vaikutusta	Hanke ei aiheuta tärinää eikä vaikuta tärinätasoihin.
Pieni myönteinen	Tärinän voimakkuus vähenee hieman hankkeen myötä.
Keskisuuri myönteinen	Tärinän voimakkuus vähenee kohtalaisesti hankkeen myötä.
Suuri myönteinen	Tärinän voimakkuus vähenee selvästi hankkeen myötä.

13.2 Nykytila

Nykytilanteessa merkittävin tärinän lähde on raskas maantieliikenne. Suurimmat sallitut akseli-(10 t) ja kokonaismassat (76 t) ovat pääteillä yleisessä käytössä. Raskaiden ajoneuvojen ja ajoneuvoyhdistelmien suurin sallittu nopeus on 80 km/h, poikkeuksena bussit, joille sallitaan 100 km/h. Tie- ja pistekohtaiset nopeusrajoitukset vaihtelevat tarkastelualueella 50 km/h … 100 km/h. Tärinäherätteen suuruus määräytyy ajoneuvon massojen ja ajonopeuden mukaan. Tärinän eteneminen maaperässä riippuu erittäin paljon maaperän kerrosten koostumuksista ja muodoista.

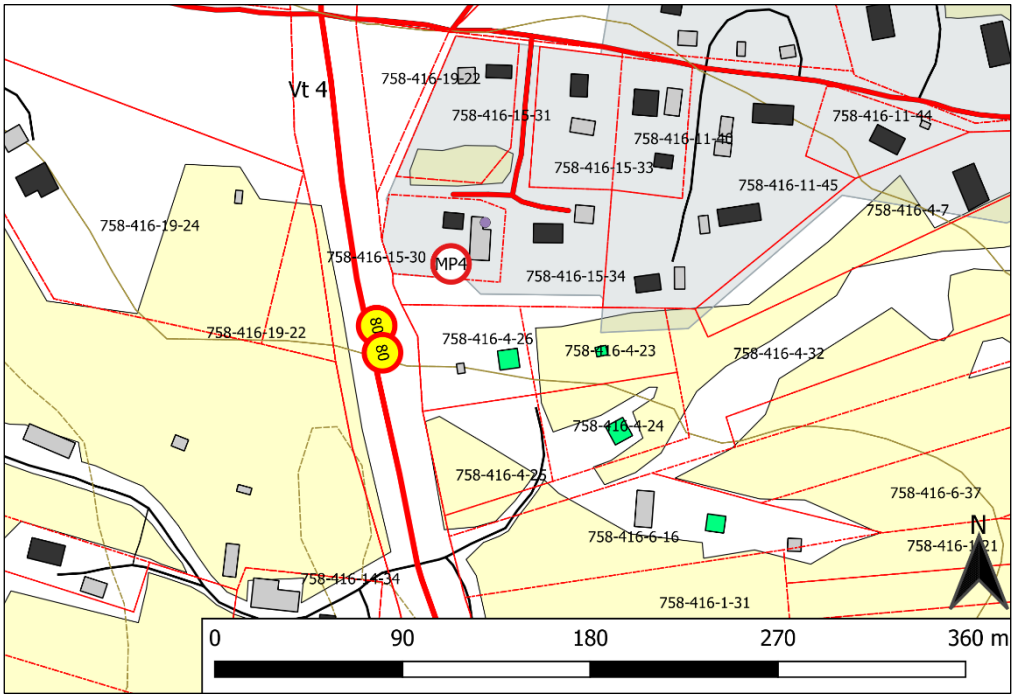
Laskennallisen arvioinnin lisäksi suoritettiin kesällä 2018 viikon kestävät tärinämittaukset kahdessa kohteessa.



Kuva 13-1 Mittauspisteen MP2 sijainti.

Ensimmäinen kohde, MP2 Kuva 13-1, sijaitsee YVA-ohjelmassa esitetyn siltavaihtoehdon 1 läheisyydessä Kitisen länsipuolella. Suunnittelun edetessä tämä siltavaihtoehto on sittemmin jätetty pois. Mitattu tärinän tunnusluku $V_{w,95}$ oli 0,34 mm/s, joten rakennus on tärinäluokassa D, eli mittaustulos ylitti lievästi uusille rakennuksille suositellun enimmäistason 0,30 mm/s. Suurin heilahdusnopeus $V_{max,95}$ oli 0,62 mm/s ja siten rakennus on riskiluokassa E, eli riski vaurioille on epätodennäköinen. Värähtelyn merkittävin taajuus oli noin 50 Hz, mikä viittaa karkearakeiseen maahan. Koska rakennus sijaitsee noin 200 m etäisyydellä vt 4:stä, on etenkin maaperä huomioiden hyvin epätodennäköistä, että tärinän lähde olisi valtatieltä. Pikemminkin mittaustulos viittaa kiinteistöllä olevaan tärinälähteeseen, joka voi olla ajoneuvolla ajo mittarin läheltä, koneen käyttöä tai muuta normaalia toimintaa.

Toinen kohde, MP4 kuvassa Kuva 13-2, sijaitsee Sattasen kylässä. Kiinteistö sijaitsee lähellä vt 4:ä (Ivalontie).



Kuva 13-2 Mittauspisteen MP4 sijainti.

Mitattu tärinän tunnusluku $V_{w,95}$ oli 1,0 mm/s, joten rakennus on tärinäluokassa D. Mittaustulos ylitti selvästi uusille rakennuksille suositellun enimmäistason 0,30 mm/s. Suurin heilahdusnopeus $V_{max,95}$ oli 0,58 mm/s ja siten rakennus on riskiluokassa E, eli riski vaurioille on epätodennäköinen. Mittaustulos ylitti selvästi maaperätietojen perusteella tehdyn tärinän enimmäisarvion. Siten on mahdollista, etenkin mitatun rakennuksen käyttötarkoitus huomioiden, että tärinän lähde voi olla rakennuksen laite tai kiinteistöllä tapahtuva normaali toiminta. Tähän viittaa myös tärinätapahtumien merkittävimmät taajuudet, jotka vaihtelivat 85 Hz … 256 Hz. Maantietärinän eteneminen noin etäälle edellyttää yleensä pehmeää maaperää, jolloin myös merkittävimmät taajuudet olisivat olleet alle 20 Hz.

13.2.1 Vaikutuskohteiden herkkyys

Vt 4:n varrella on tienvarsiasutusta Sodankylän taajaman lisäksi Sattasen kylässä. Maaperä alueella on suurimmalta osalta kovaa, joten tärinäalueet rajoittuvat alle 20 m etäisyydelle tiestä. Pehmeistä maapohjista laajin on Sattasen kylän eteläpuolella oleva saraturvealue, jolla tärinäalue voi ulottua 120 m etäisyydelle tiestä. Alueella ei ole asutusta.

13.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

13.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu nykytilanteesta ajonopeuksien ja ajoneuvojen massojen pysyessä muuttumattomina. Liikennemäärän pieni muutos ei vaikuta tärinän voimakkuuteen.

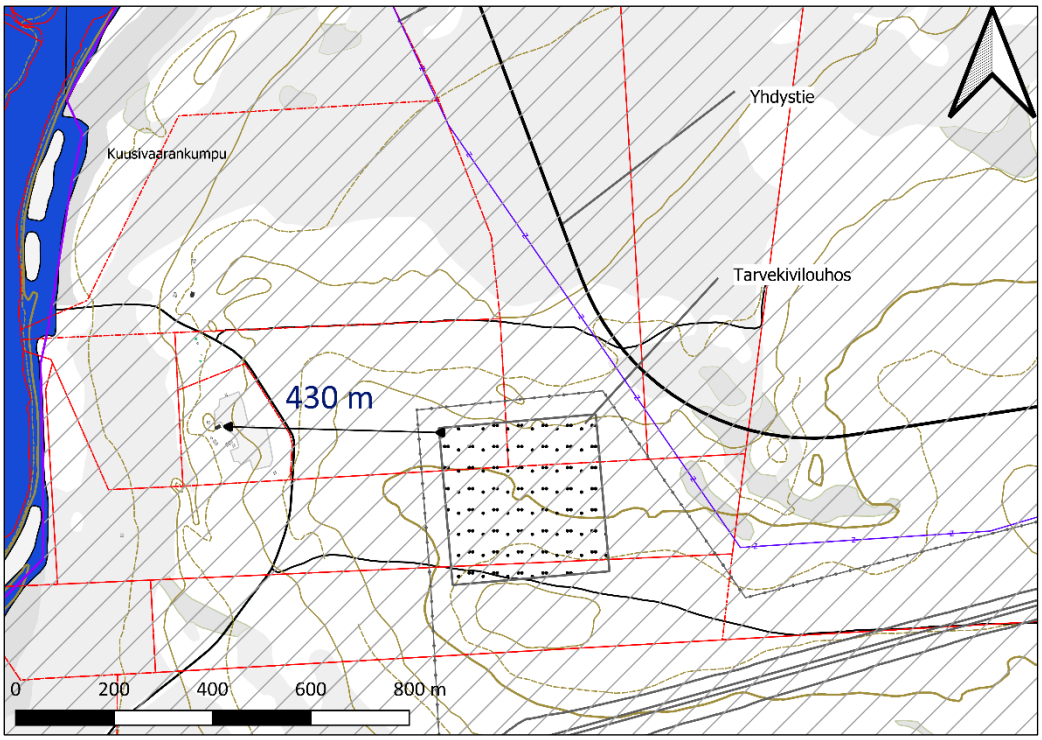
Yhdysteiden rakentaminen ja niillä liikennöinti synnyttää niiden ympärille maaperästä riippuen 20 … 125 m mahdolliset tärinäalueet. Alueella ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Samanlaiset tärinäalueet tulevat rakentamisen ajaksi myös vaihtoehtoihin VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b sisältyvien

Kuusivaaran tehdasalueelta maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnille rakennettavien huoltoteiden ja sen vieressä sijaitsevan hihnakuljettimen ympärille.

Altaiden ja varastoalueiden rakentaminen aiheuttaa niiden ympärille noin 100 m etäisyydelle ulottuvat tärinäalueet, joilla tärinä voi olla epämiellyttävää. Etäisyys perustuu louhintatyössä noudatettavaan ohjeelliseen katselmusalueeseen, joka ulottuu yleensä 100 m etäisyydelle (Vuolio 2008, s. 164) räjäytyspaikasta. Siten rakennevaurioiden esiintyminen tätä etäämpänä on epätodennäköistä. Myöskään maansiirron tärinäalue ei pehmeälläkään maapohjalla ulotu tätä kauemmaksi. Louhinnan tärinäalueeksi arvioitiin 300 m, jonka ulkopuolelle ei oleteta koituvan merkittävää mukavuushaittaa. Tärinä voi silti esitettyjen alueiden ulkopuolella olla aistittavissa.

Tärinäalueella ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita.

Tarvekivilouhoksessa tapahtuva kiven louhinta ja murskaus voi aiheuttaa noin 300 m etäisyydelle ulottuvat tärinäalueet, joilla tärinä voi olla epämiellyttävää. Tärinäalueella ei ole asutusta. Lähin asuinrakennus on noin 430 m etäisyydellä tarvekivilouhoksen reunasta vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b. Muissa vaihtoehdoissa etäisyys on merkittävästi suurempi.



Kuva 13-3 Lyhin etäisyys tarvekivilouhoksesta asuinrakennukseen (VE2b).

Maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunnelin louhinta aiheuttaa noin 300 m etäisyydelle ulottuvat tärinäalueet, joilla tärinä voi olla epämiellyttävää. Jos tarvekivilouhoksessa käytetään suurempia räjähdysainemääriä, voi voi epämiellyttäväksi koetun tärinän alue kasvaa noin 400 metriin. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a louhitaan lisäksi erilliset pystykuilut kuilunostimelle ja ilmanvaihdolle, joiden ympärille tulee edellä kuvatut tärinäalueet louhinnan ajaksi.

Vaihtoehdossa VE1a ja VE1b on mahdollista, että vinotunneleiden alkuosien louhinnan jälkeen niiden tekoa jatketaan tunneliporalla, jolloin louhintatärinä jää pois. Tunnelipora synnyttää sen sijaan matalataajuista ääntä, joka etenee runkoäänenä etenkin kallioperässä. Pehmeissä maalajeissa

runkoäänen eteneminen on hyvin vähäistä. Kalliossa edetessään runkoääni vaimenee asuinrakennuksissa hyväksytylle 30 dB tasolle jo noin 100 m etäisyydellä porasta. Sama pätee myös maanpinnalla olevaan avokallioon. Jos maanpinta kallion päällä on pehmeän kerroksen peittämää, runkoääni on selvästi vaimeampaa.

Kuva 13-4…Kuva 13-9 on esitetty rakentamisen aikana syntyvien tärinä- ja runkomelualueiden yhdistelmä eri toteutusvaihtoehdoissa.

Vaihtoehdossa VE1a tärinävaikutukset jäävät pääosin Kuusivaaran tehdasalueen sisälle. Viiankiaavan soidensuojelu- ja Natura 2000 –alueelle ei aiheudu tärinävaikutuksia.

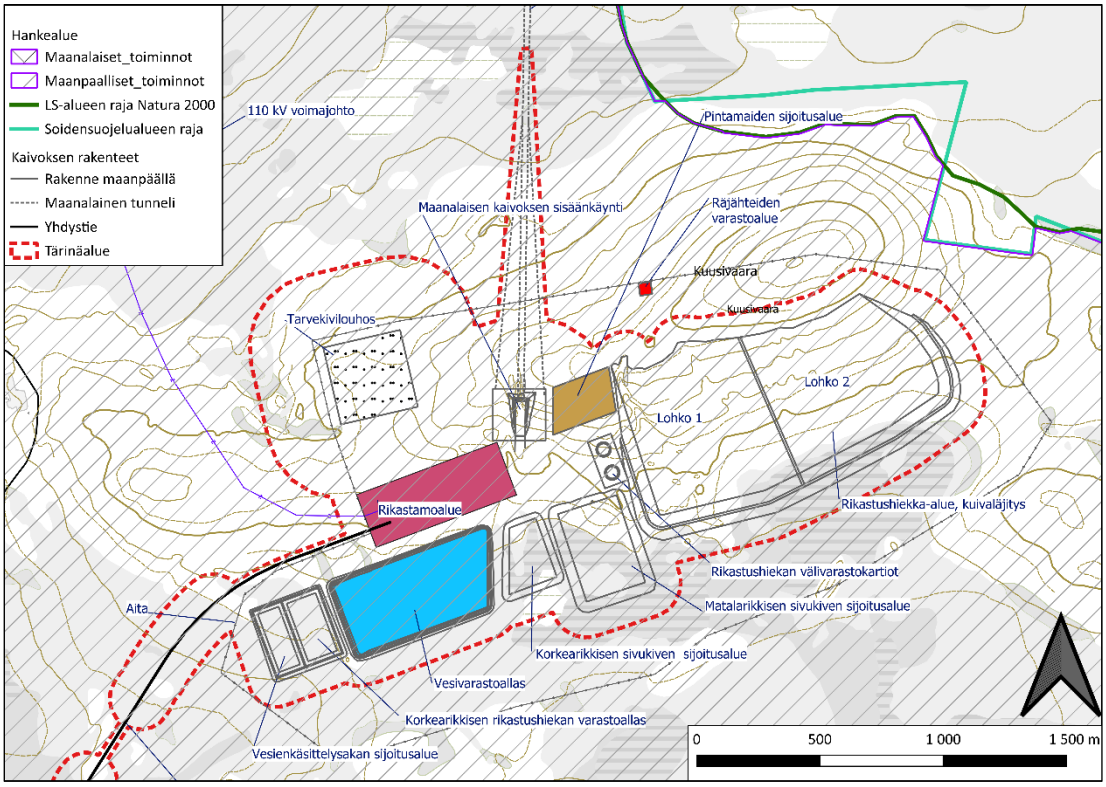
Vaihtoehdossa VE1b tilanne on pääosin vaihtoehdon VE1a kaltainen, mutta tunneliporauksen runkomelu voisi kuulua pienellä alalla Viiankiaavan soidensuojelualueella, jos siinä olisi avokalliota. Turvepeite kuitenkin vaimentaa äänen todennäköisesti kuulumattomiin.

Vaihtoehdossa VE2a maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunnelin alkuosan louhinnan tärinä voi edetä pienehkölle alalle suojelualueille Pahanlaaksonmaan kohdalla.

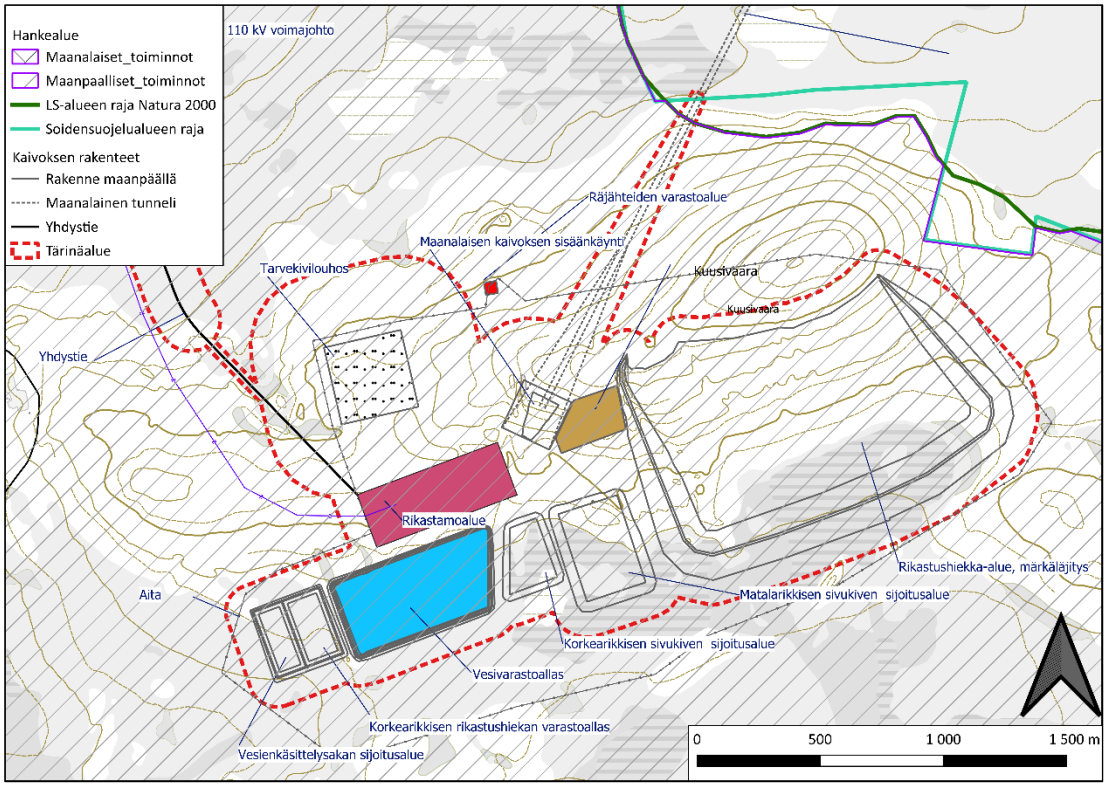
Vaihtoehdossa VE2b maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunnelin alkuosan louhinnan tärinä voi edetä hieman vaihtoehtoa VE2a suuremmalle alalle edellä mainituille suojelualueille.

Vaihtoehdossa VE3a maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunnelin alkuosan louhinnan tärinä voi edetä hieman vaihtoehtoa VE2a suuremmalle alalle edellä mainituille suojelualueille Tihiämaan kohdalla sekä pienehköille aloille pystykuilun louhinnasta Pahanlaaksonmaalla ja Kuusivaaralla tarvekivilouhoksesta.

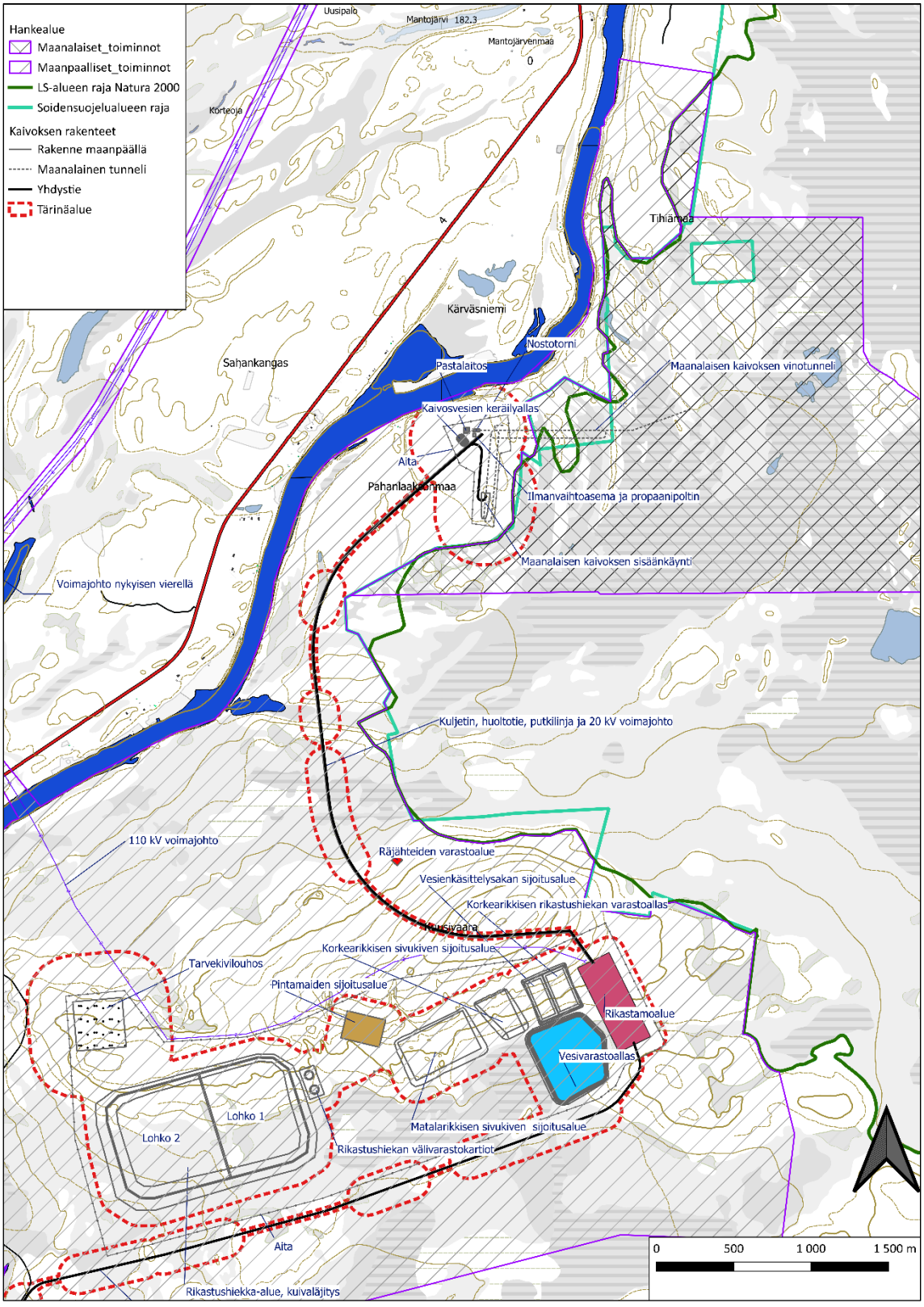
Vaihtoehdossa VE3b tilanne on samankaltainen vaihtoehdon VE3a kanssa, paitsi Pahanlaaksonmaalla tärinä ei etene suojelualueelle.



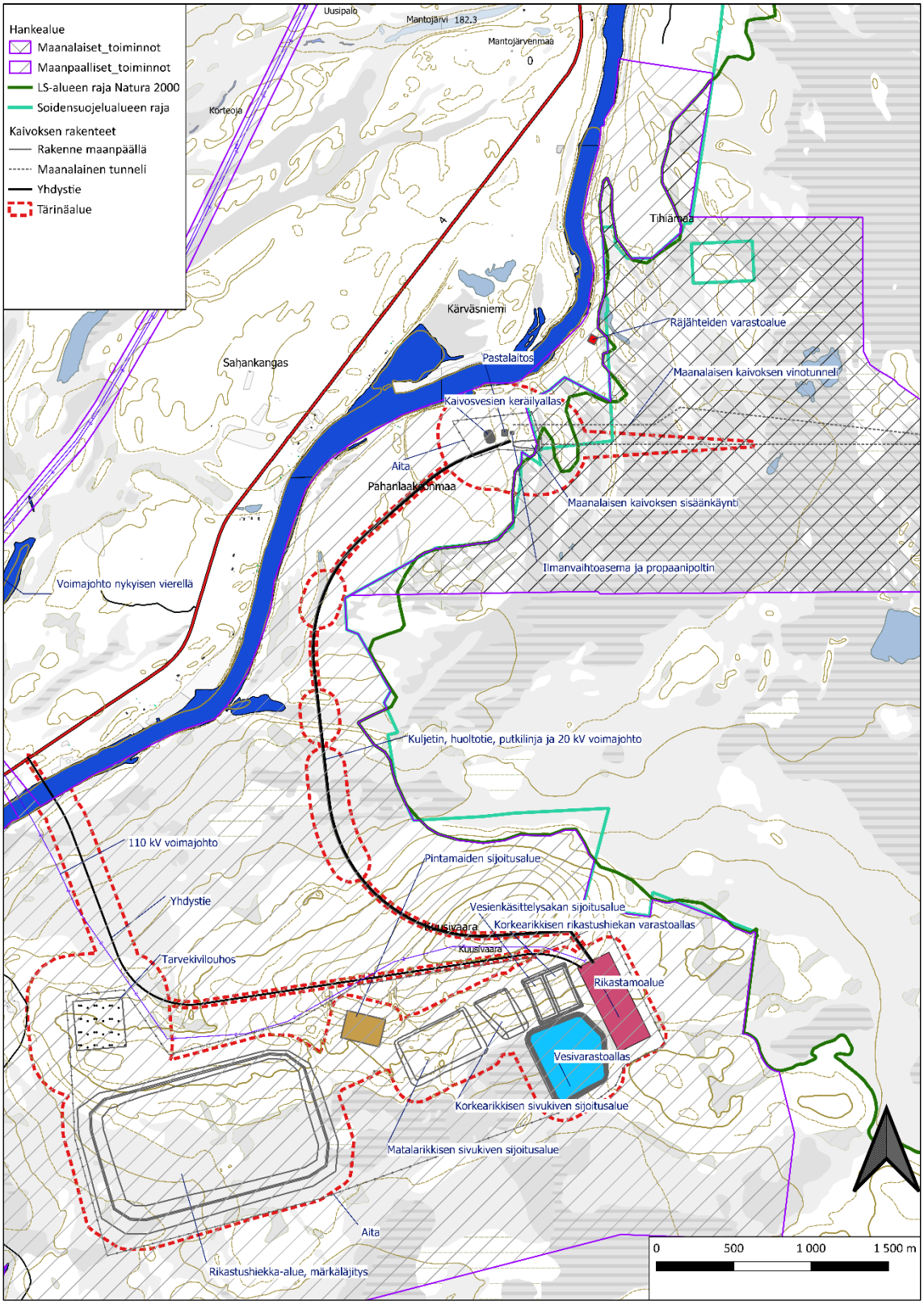
Kuva 13-4 Vaihtoehdon VE1a rakentamisvaiheen tärinäalueet.



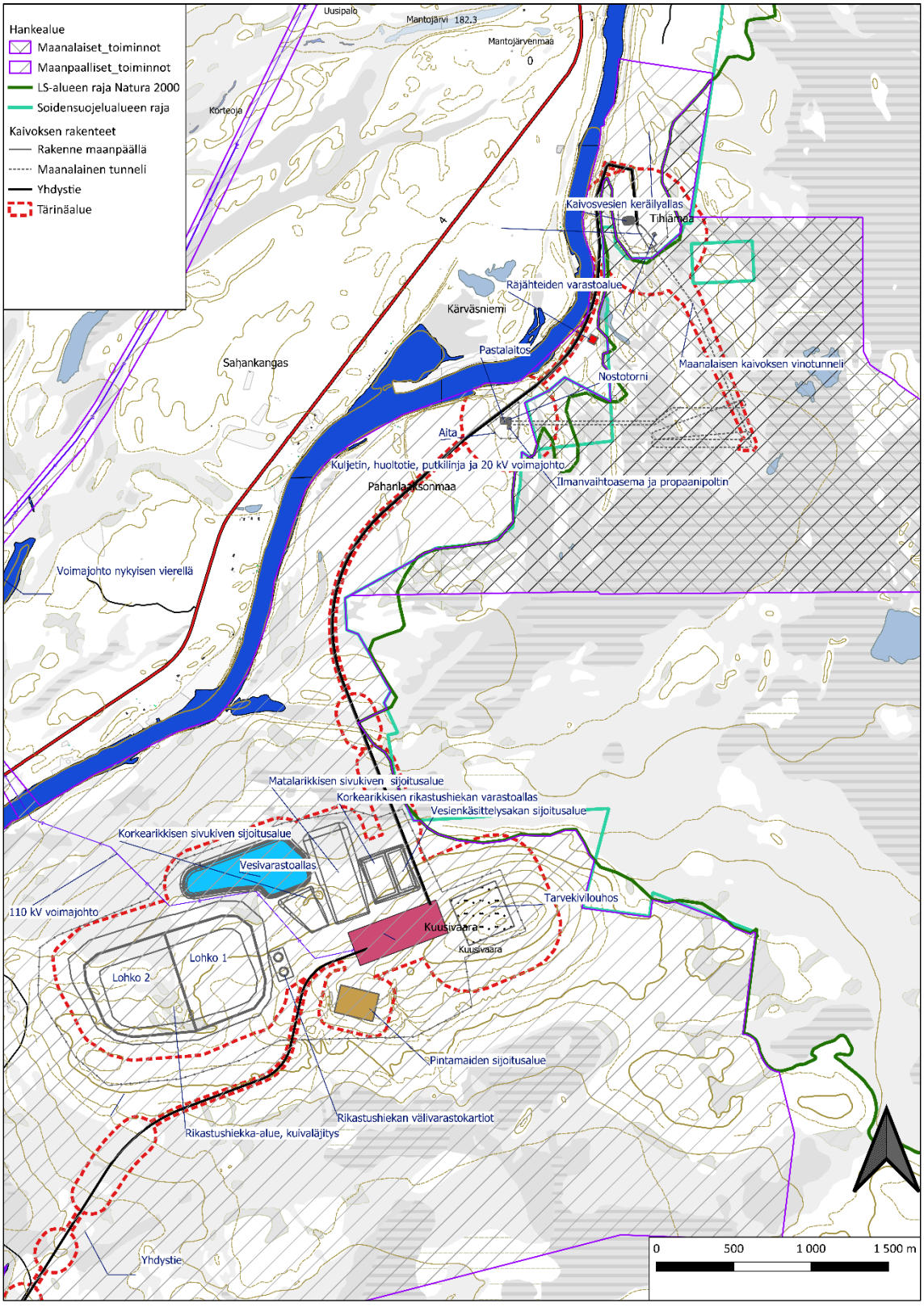
Kuva 13-5 Vaihtoehdon VE1b rakentamisvaiheen tärinäalueet.



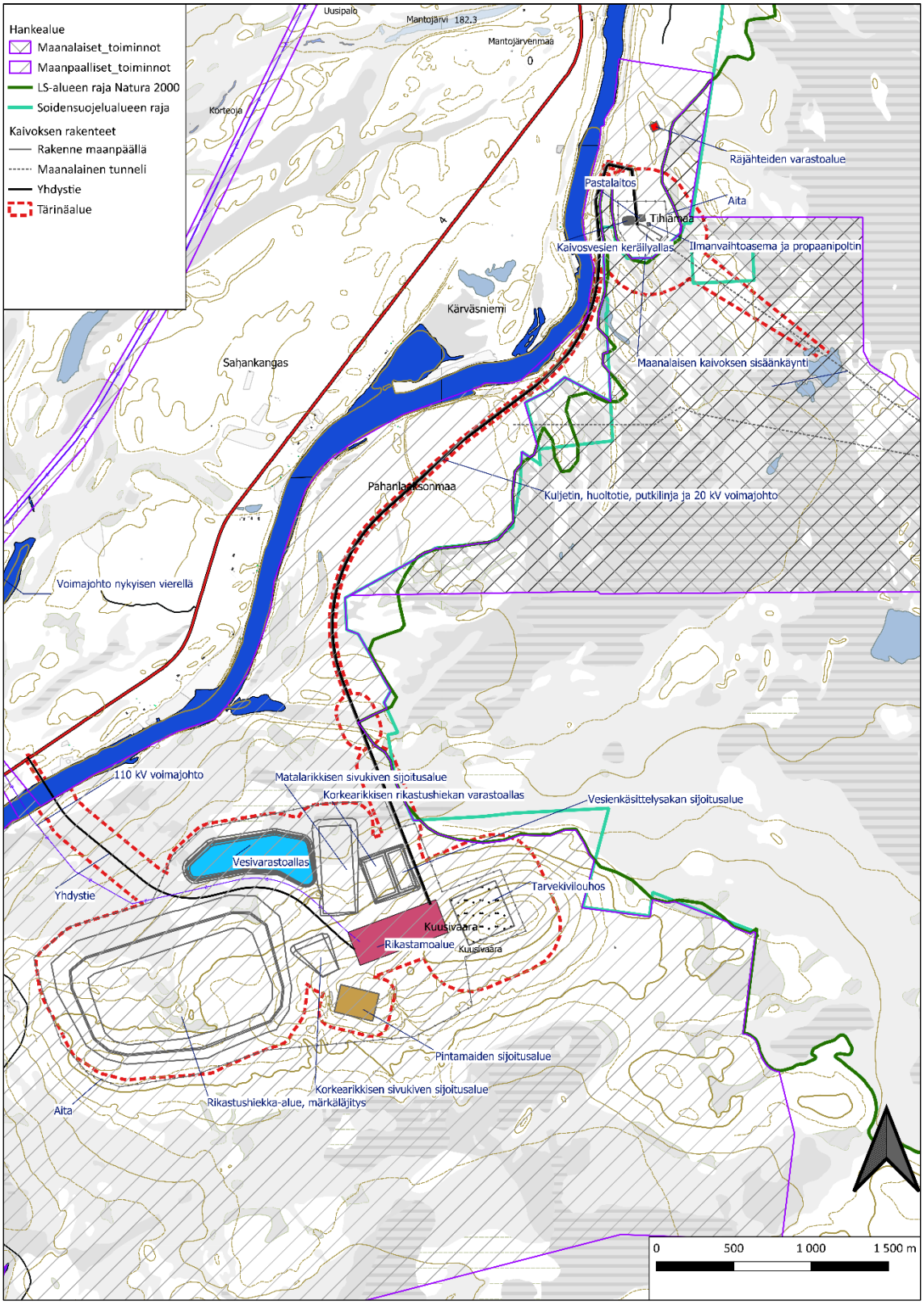
Kuva 13-6 Vaihtoehdon VE2a rakentamisvaiheen tärinäalueet.



Kuva 13-7 Vaihtoehdon VE2b rakentamisvaiheen tärinäalueet.



Kuva 13-8 Vaihtoehdon VE3a rakentamisvaiheen tärinäalueet.



Kuva 13-9 Vaihtoehdon VE3b rakentamisvaiheen tärinäalueet.

13.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu nykytilanteesta ajonopeuksien ja ajoneuvojen massojen pysyessä muuttumattomina. Liikennemäärän pieni muutos ei vaikuta tärinän voimakkuuteen.

Kaivoksen yhdystiellä liikennöinti synnyttää niiden ympärille maaperästä riippuen 20 … 125 m mahdolliset tärinäalueet. Alueella ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Samanlaiset tärinäalueet ovat myös vaihtoehtoihin VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b sisältyvien Kuusivaaran rikastamoalueelta maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnille rakennettavien huoltoteiden ja sen vieressä sijaitsevan hihnakuljettimen ympärillä.

Altaisiin, varastoalueisiin sekä matalarikkisen rikastushiekan kuivaläjitykseen liittyvä raskas liikenne voi aiheuttaa niiden ympärille noin 20 m etäisyydelle ulottuvat tärinäalueet, joilla tärinä voi olla epämiellyttävää. Tärinäalueella ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b matalarikkinen rikastushiekka läjitetään märkäläjitysmenetelmällä, joka ei aiheuta tärinää.

Tarvekivilouhoksessa tapahtuva kiven louhinta ja murskaus voi aiheuttaa noin 300 m etäisyydelle ulottuvat tärinäalueet, joilla tärinä voi olla epämiellyttävää. Tärinäalueella ei ole asutusta.

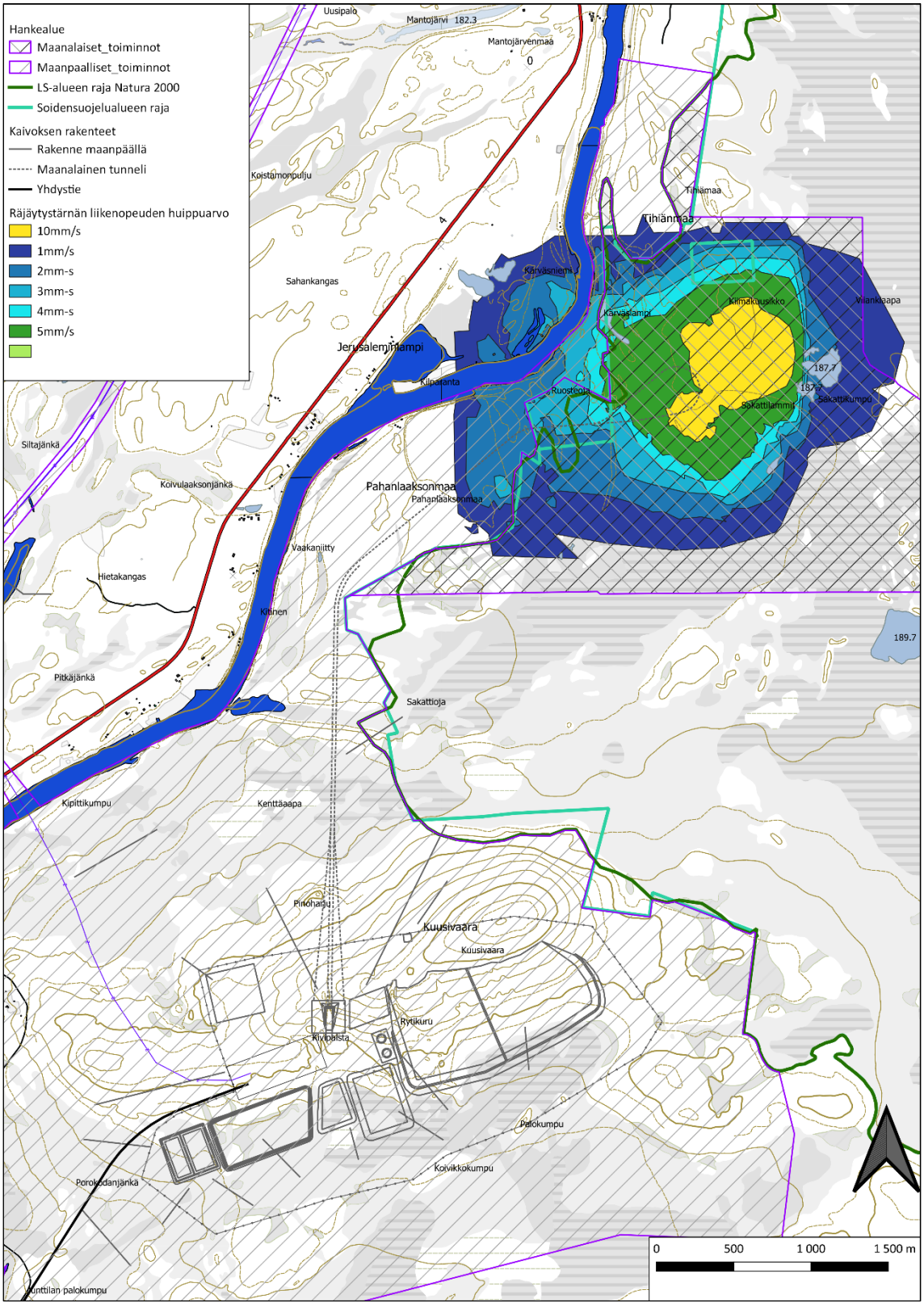
Rikastamoalueella tapahtuva malmin jälkimurskaus ja jauhatus voi aiheuttaa tärinää laitteiden lähistöllä. Tärinäalue rajoittuu rikastamon välittömään läheisyyteen.

Louhintaan liittyvät räjäytykset maanalaisessa kaivoksessa aiheuttavat kaksi kertaa vuorokaudessa toistuvan lyhyen tärinän, joka on selvästi havaittavissa maanpinnalla Sakatin esiintymän yläpuolella. Tärinä heikkenee havaitsemiskynnyksen suuruusluokkaan Kärväsniemen kohdalla ja alittaa 1 mm/s arvon asuinrakennusten luona. Siten tärinän ei katsota aiheuttavan riskiä rakennuksille tai rakenteille, ja mukavuushaitan oletetaan jäävän korkeintaan hyvin pieneksi. Sattasen kylä sijaitsee niin etäällä Sakatin esiintymästä, että räjäytystärinä ei siellä ole havaittavissa.

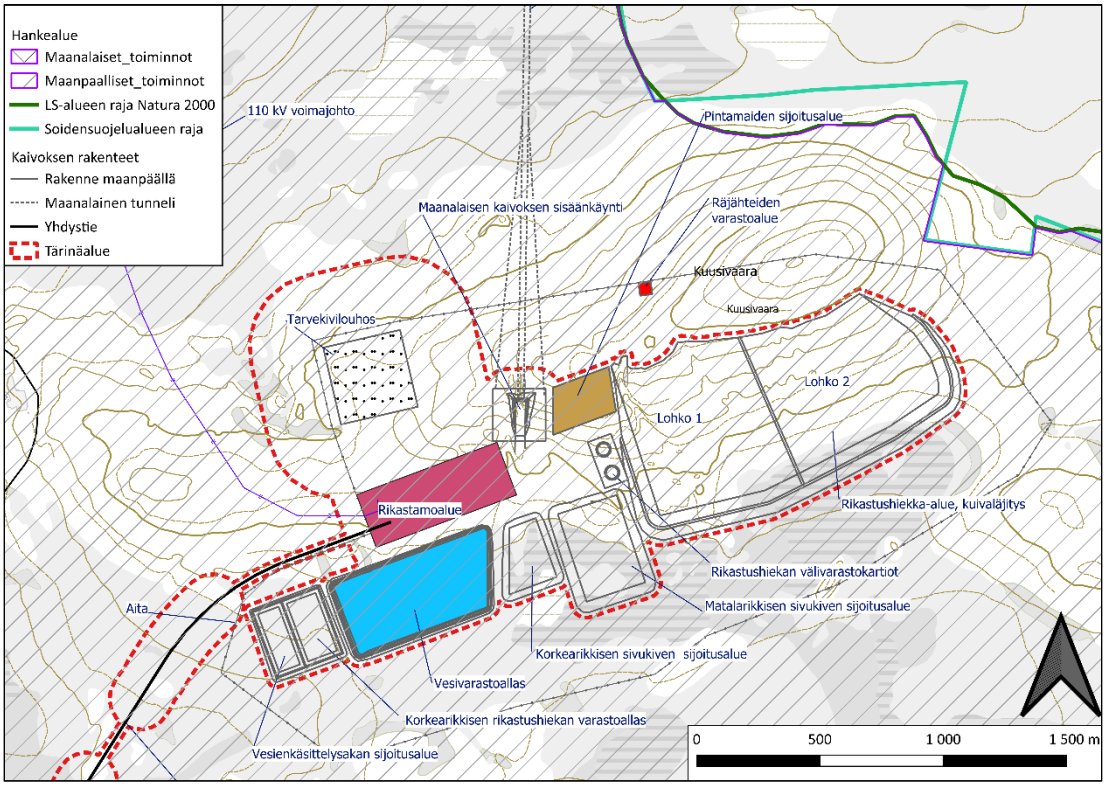
Maanalaisen kaivoksen louhinta synnyttää kallioperään jännityksiä, jotka purkautuvat satunnaisesti ja satunnaisella voimakkuudella. Näistä voimakkaimmat voivat olla havaittavissa kauempanakin. Niiden aiheuttaman rakenteellisen vaurion riski arvioidaan pieneksi kaivoksen koko toiminta-ajan mittaisessa tarkastelussa.

Louhintatärinän voimakkuutta kuvaava kartta on esitetty kuvassa Kuva 13-10. Kartta perustuu SRK Consultingin louhintatärinän mallinnukseen ja siinä saatuihin tärinäalueisiin. Mallinnuksessa on oletettu louhinnan olevan ylimmällä tasollaan, noin 150 m maanpinnan alapuolella, jolloin maanpäälle etenevä tärinä on voimakkaimmillaan. Tärinäalue on sama kaikissa vaihtoehdoissa.

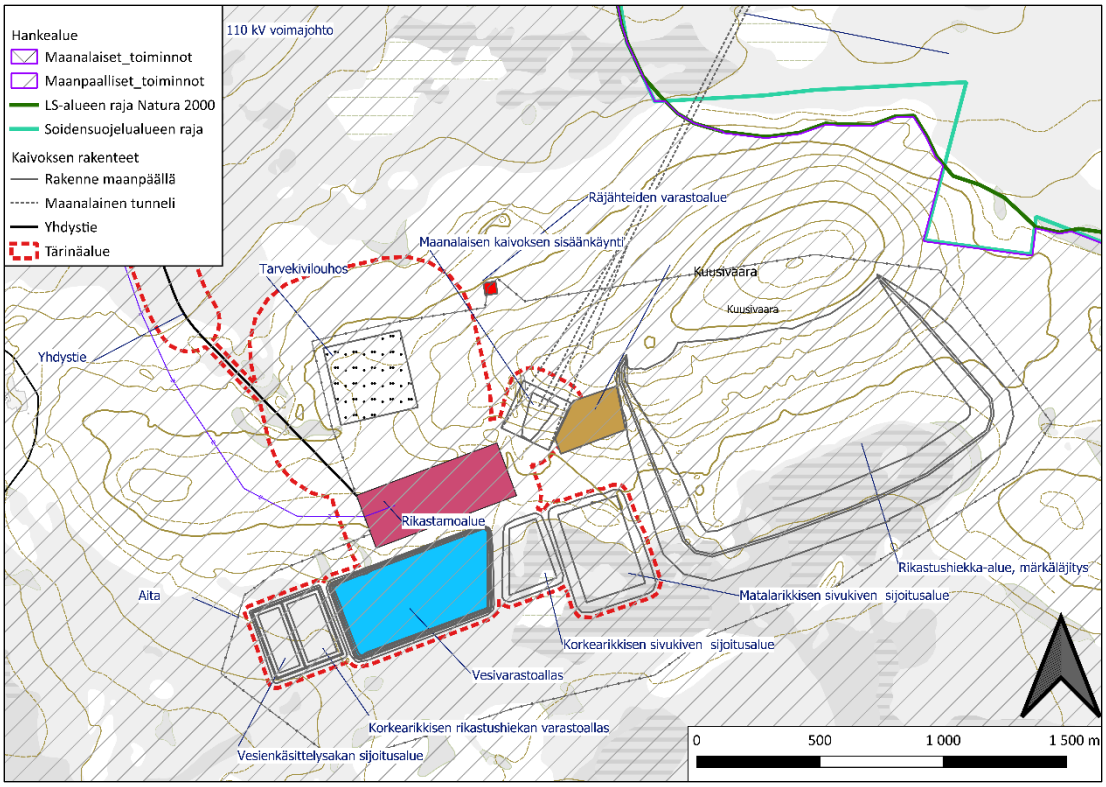
Kaivoksen muiden toiminnan aikaisten tärinälähteiden aiheuttama tärinä on esitetty kuvissa Kuva 13-11…Kuva 13-16. Kuvissa ei ole esitetty kaikkia Kuusivaaran tehdasalueen sisällä olevia pieniä, selvästi alueen sisälle rajoittuvia tärinäalueita, kuten alueen sisäiset kuljetusreitit.



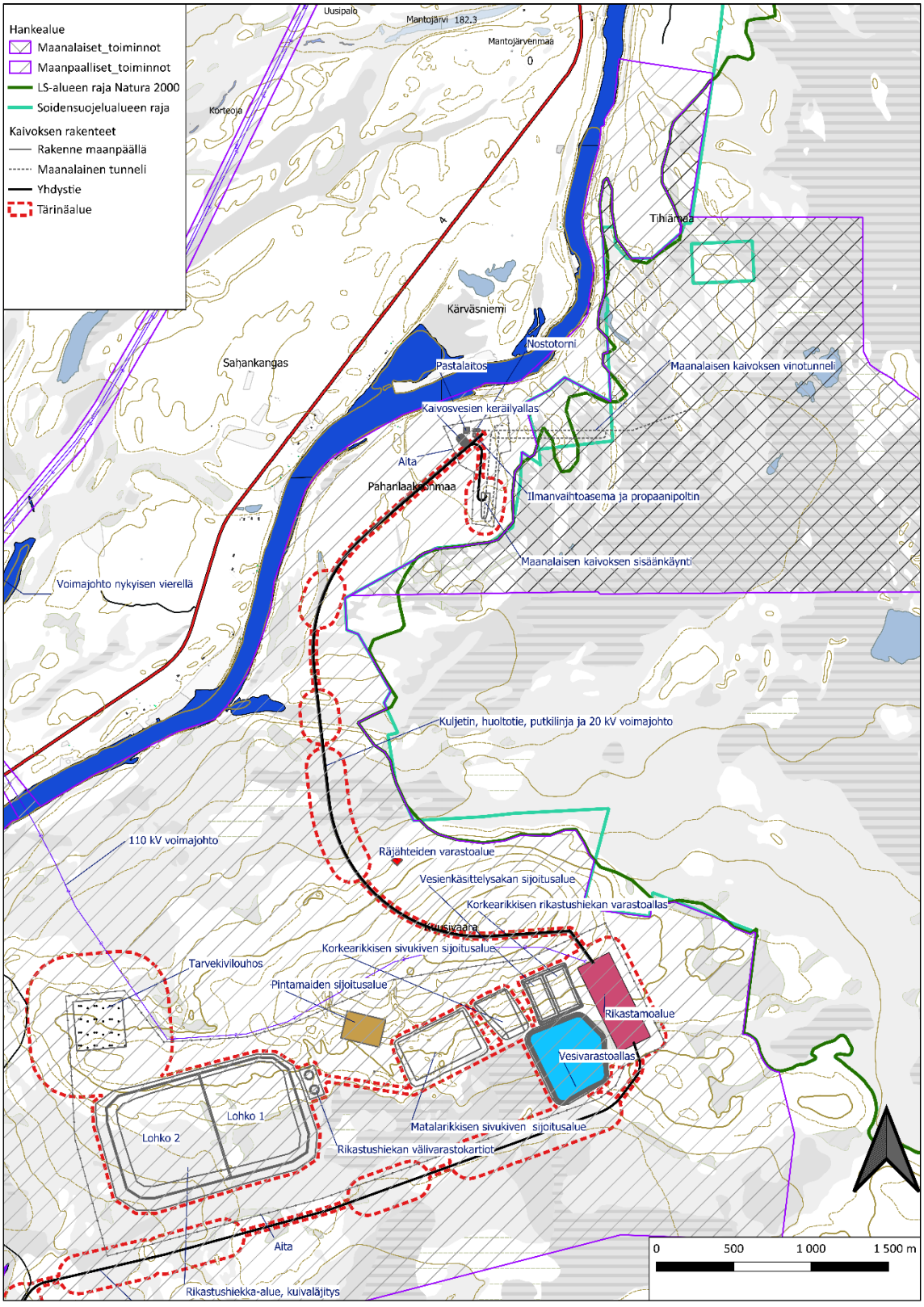
Kuva 13-10 Louhintatärinäalueet (SRK Consulting 2018a) Louhintatärinäalueet ovat samat kaikissa vaihtoehdoissa. Kuvassa esitetty vaihtoehdon VE1a toimintojen sijainnit.



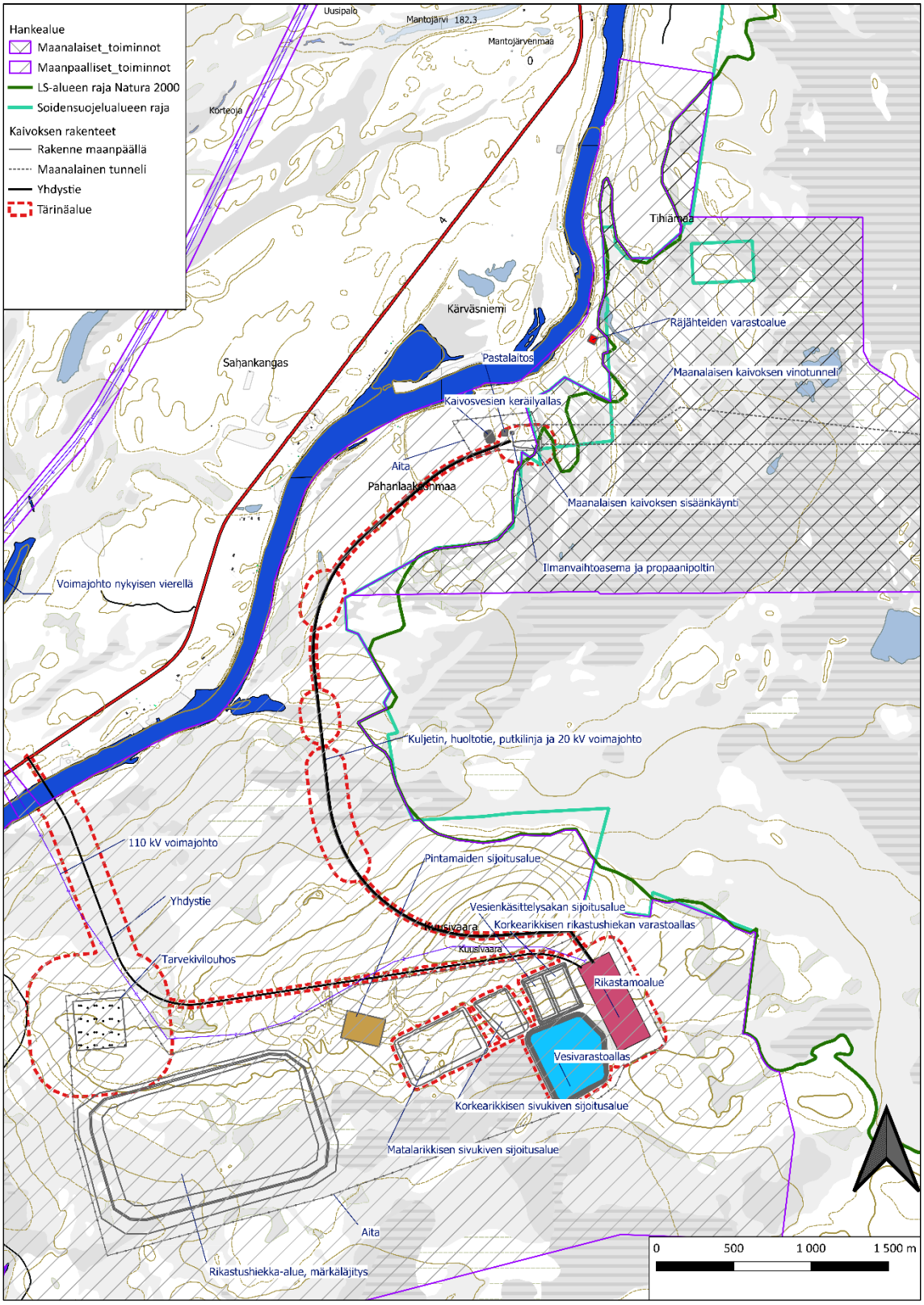
Kuva 13-11 Vaihtoehdon VE1a toiminnan aikaiset tärinäalueet.



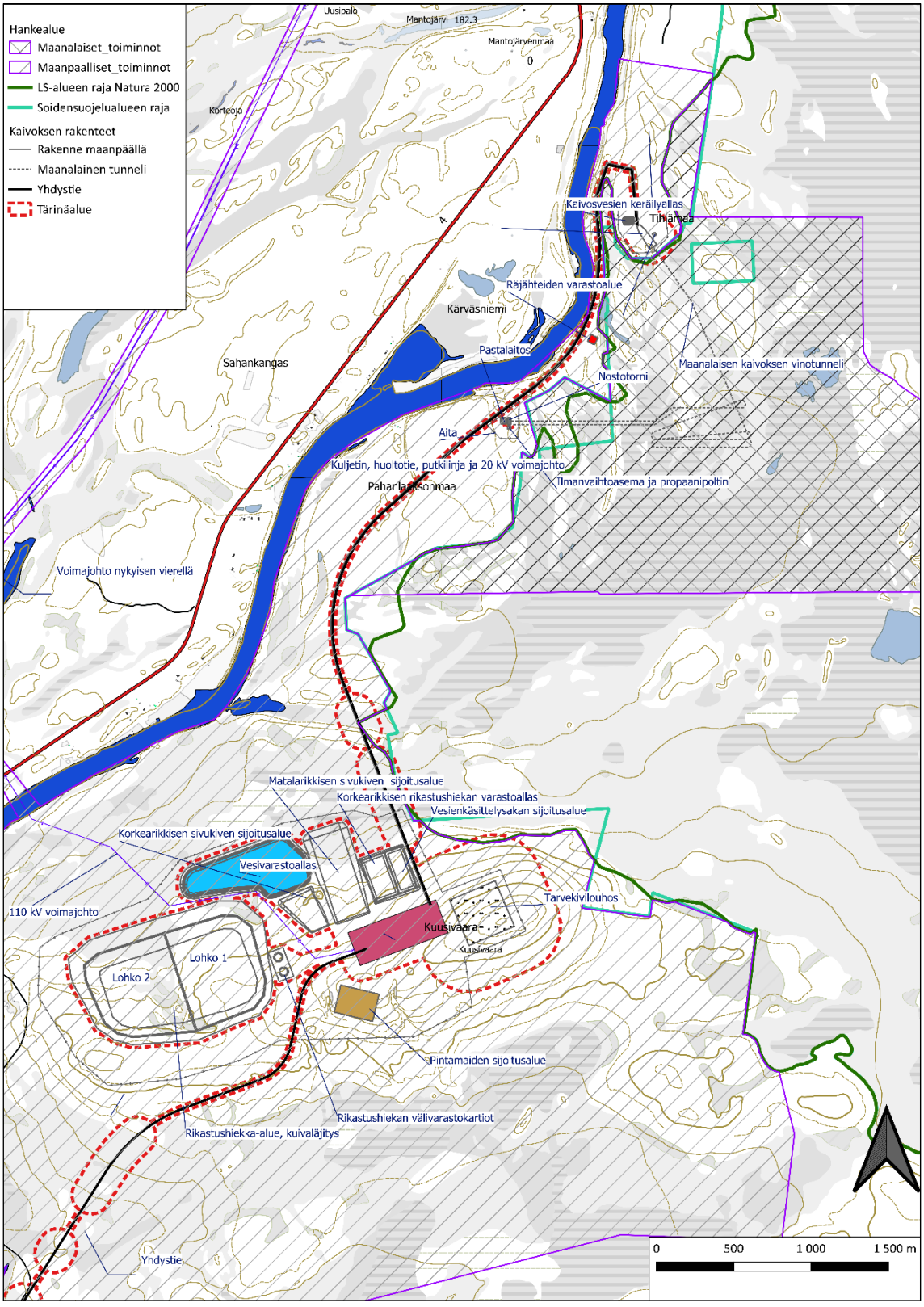
Kuva 13-12 Vaihtoehdon VE1b toiminnan aikaiset tärinäalueet.



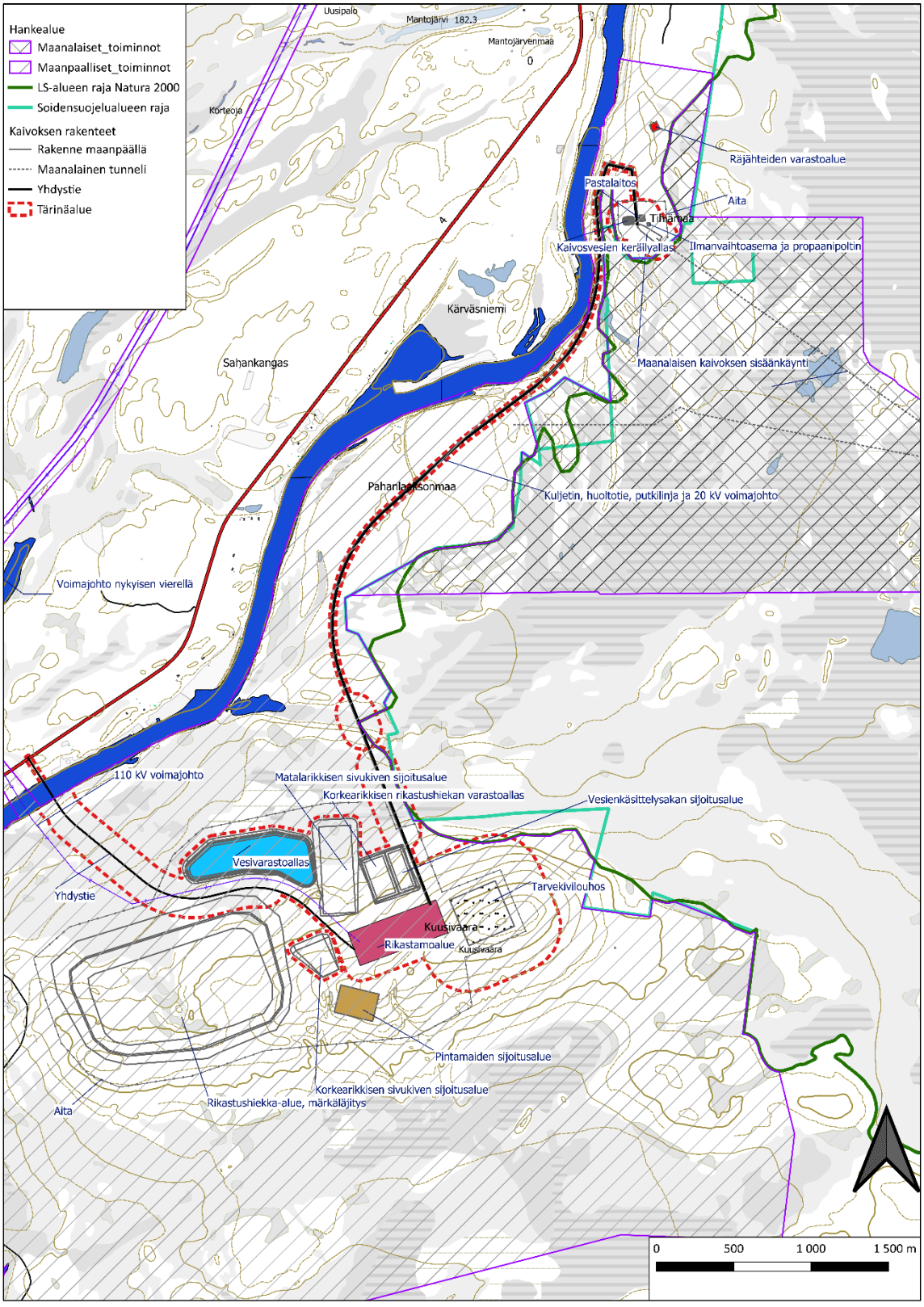
Kuva 13-13 Vaihtoehdon VE2a toiminnan aikaiset tärinäalueet.



Kuva 13-14 Vaihtoehdon VE2b toiminnan aikaiset tärinäalueet.



Kuva 13-15 Vaihtoehdon VE3a toiminnan aikaiset tärinäalueet.



Kuva 13-16 Vaihtoehdon VE3b toiminnan aikaiset tärinäalueet.

13.3.3 Sulkemisen aikaiset vaikutukset

Kaivoksen sulkemistoimien aikana tärinävaikutukset ovat toiminnan aikaisiin verrattavia, paitsi räjäytykset puuttuvat. Sulkemiseen liittyvät purkutoimet sisältävät myös liikennettä. Sulkemisen jälkeen voi vielä esiintyä kallioperässä tapahtuvia jännitysten muutosten aiheuttamia satunnaisia yksittäisiä värähtelyjä. Kun louhintaa ei enää tehdä, vähenevät nämä tapahtumat ajan myötä.

13.3.4 Vaikutusten merkittävyys

Kaivoshankkeella ei ole vaikutusta liikennetärinään lukuun ottamatta yhdystien lähialuetta, maaperästä riippuen noin 20… 125 m etäisyydelle tiestä. Kaivoksen rakentamisvaiheessa vaikutuksia voi esiintyä lähinnä vinotunnelin ja vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a myös pystykuilujen louhinnan takia. Kaivoksen toiminnan aikana merkittävin tärinän lähde on tarvekiven louhinta. Tarvekiven louhintaa tehdään toiminnan aikana satunnaisesti. Siten merkittävimmät vaikutukset syntyvät vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b, joissa tarvekivilouhos on lähimpänä asutusta. Pienimmät vaikutukset ovat vaihtoehdoissa VE1a ja VE2a, joissa kaivoksen kaikki maanpäälliset toiminnot sijaitsevat yhtenäisellä alueella toisiaan lähellä Kuusivaaralla. Maanalaisessa kaivoksessa tehtävät louhintaräjäytykset synnyttävät lyhytaikaisia tärinätapahtumia, eikä vaihtoehtojen välillä siinä ole eroa. Louhintatärinään sekä rakennus- että tuotantovaiheessa vaikuttaa momentaarinen (yhtäaikaisesti räjähtävä) räjähdysaineen määrä, joten haittoja voidaan torjua mitoittamalla panostus tarkasti. Koska maaperän tärinänjohtavuus voi vaihdella suuresti, voi panostuksen mitoituksessa hyödyntää myös tärinämittauksia.

Taulukossa Taulukko 13-7 on esitetty yhteenveto hankkeen toiminnan aikaisista tärinävaikutuksista. Rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat paikallisen lyhytkestoisuutensa takia käsitelty vain kohdassa 13.3.1. Vaikutuksissa on eritelty hankkeen synnyttämän liikenteen ja kaivostoimintojen vaikutukset.

Taulukko 13-7 Tärinävaikutusten merkittävyys vaikutuskohteiden mukaan.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta 0	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Vaikutuskohde	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutuksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys	
			liikenne	toiminta
Kitisen länsiranta Kärväsniemen pohjoispuolella	Kohtalainen	Kaikki vaihtoehdot liikenne 0, toiminta 0		
Kitisen länsiranta Kärväsniemen kohta	Vähäinen	Kaikki vaihtoehdot liikenne 0, toiminta - -		-
Kitisen länsirannan asutus Sattasesta pohjoiseen	Kohtalainen	Kaikki vaihtoehdot liikenne 0, toiminta 0		
b-alavaihtoehtojen yhdystien lähitienoo Kitisen länsipuolella	Suuri	Kaikki vaihtoehdot liikenne 0, toiminta 0		
Sattasen kylä	Suuri	Kaikki vaihtoehdot liikenne 0, toiminta 0		
Sodankylän keskusta	Kohtalainen	Kaikki vaihtoehdot: liikenne 0, toiminta 0		
Kitisen itäpuoli Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle	Vähäinen	VE1a liikenne 0, toiminta -		-
		VE1b liikenne -, toiminta -	-	-
		VE2a liikenne 0, toiminta -		-
		VE2b liikenne - toiminta -	-	-
		VE3a liikenne 0, toiminta -		-
		VE3b liikenne -, toiminta -	-	-
Kitisen itäpuoli Kuusivaarasta etelään Kaanaanmaan pohjoispuolelle	Vähäinen	VE1a liikenne -, toiminta 0	-	
		VE1b liikenne 0, toiminta 0		
		VE2a liikenne -, toiminta 0	-	
		VE2b liikenne 0, toiminta 0		
		VE3a liikenne -, toiminta 0	-	
		VE3b liikenne 0, toiminta 0		
Viiankiaavan soidensuojelu- ja Natura 2000 -alue	Suuri	VE1a liikenne 0, toiminta -		- -
		VE1b liikenne 0, toiminta -		- -
		VE2a liikenne 0, toiminta -		- -
		VE2b liikenne 0, toiminta - -		- - -
		VE3a liikenne 0, toiminta - -		- - -
		VE3b liikenne 0, toiminta - -		- - -

13.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kaivoksen raskaat kuljetukset ja henkilöliikenne noudattavat samoja akseli- ja kokonaismassan rajoja ja nopeusrajoituksia kuin muukin yleisillä teillä kulkeva liikenne. Kaivoksen raskas liikenne muodostaa

merkittävän osan ainoastaan kaivoksen yhdystien raskaasta liikenteestä. Muilta osin sen osuus on pieni eikä sillä ole vaikutusta liikennetärinään yhdystietä lukuun ottamatta. Siten valtateiden tärinähaittojen torjunta on tienpitäjän asia. Tärinän syntyyn vaikuttavat ajoneuvojen kokonais- ja akselimassat, ajonopeus ja tienpinnan tasaisuus. Liikennemäärällä ei ole ensisijaista vaikutusta tärinän voimakkuuteen. Tärinän etenemiseen vaikuttavat tien alla ja siitä häiriintyvään kohteeseen asti olevat maalajit. Tärinän siirtymiseen rakennuksiin vaikuttavat rakennuksen perustamistapa ja kerrosluku. Yksinkertaisimmat tärinän torjuntakeinot ovat tienpinnan pitäminen tasaisena ja nopeuden lasku ongelmakohdassa. Tärinän etenemiseen vaikuttaminen on jossain määrin mahdollista, mutta yleensä kustannuksiltaan kannattavaa vain erittäin arvokkaan rakennusmaan kohdalla. Yleensä on edullisempaa kasvattaa rakennuksen etäisyyttä tiestä.

Louhintatärinän voimakkuus riippuu käytetystä panoksen koosta ja tarvittaessa panoskokoa pienentämällä voidaan heilahdusnopeutta pienentää. Huolellisella louhinnalla ja tyhjien louhostilojen täyttämisellä (kaivostäytöllä) voidaan myös vähentää jännitysten purkautumisista johtuvia satunnaisia värähtelyjä.

Malmin ja kiviainesten käsittelyssä syntyvää tärinää voidaan tarvittaessa vähentää laitesuunnittelun ja rakennelmien perustussuunnittelun keinoin.

14 VAIKUTUKSET LIIKENTEESEEN

14.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

14.1.1 Vaikutusten muodostuminen

Kaivoshankkeesta aiheutuu sekä raskasta liikennettä että henkilöliikennettä. Liikennevaikutuksia syntyy kaivoksen rakentamis-, tuotanto- ja sulkemisvaiheen aikana. Liikenteen merkittävimmät vaikutukset liittyvät uusien liikenneyhteyksien rakentamiseen, liikennemäärien lisääntymiseen, liikenneturvallisuuteen, viihtyvyyteen, meluun ja pölyyn sekä liikenteen päästöihin. Edellä esitetyt vaikutukset korostuvat kaivoksen lähialueella.

Sakatin kaivoshankkeen rakentamisvaiheen aikana alueelle kuljetetaan rakennusmateriaaleja ja kalustoa. Kaivostoiminnan aikana liikennettä syntyy kaivoksen tuotteiden ja jätteiden kuljetuksista sekä kaivoksen tarvitsemien kemikaalien, polttoaineiden ja muiden raaka-aineiden ja tarvikkeiden kuljetuksista. Kaivoksen rakentamis- ja tuotantovaiheeseen liittyy myös vaarallisten aineiden, kuten polttoaineiden, kemikaalien ja räjähteiden kuljetuksia. Sulkemisvaiheessa alueelta kuljetetaan pois purettuja rakenteita ja kalustoa sekä tuodaan tarvittaessa sulkemiseen käytettäviä rakennusmateriaaleja. Henkilöliikennettä syntyy työntekijöiden työmatkoista hankkeen elinkaaren kaikissa vaiheissa.

14.1.2 Kuljetusreitit ja -määrät

Kuljetusreitit

Kaivoshankkeen esiselvityksen yhteydessä laaditussa liikenne- ja logistiikkaselvityksessä (Sitowise Oy 2019c) on tarkasteltu monia eri vaihtoehtoja kaivoksen rikasteiden kuljettamiseksi kaivosalueelta joko Harjavaltaan, Ruotsin Rönnskäriin tai Saksan Rotterdamiin tai Hampuriin. Mahdolliset muualla sijaitsevat jatkojalostuslaitokset edellyttävät vastaavasti laivakuljetuksia, joten selvitys kattaa myös nämä vaihtoehdot kuljetusten alkumatkan ja lähialueiden osalta. Logistiikkaselvityksen perusteella toteuttamiskelpoisiksi osoittautuneet kuljetusreitit on esitetty tarkemmin hankkeen kuvauksessa luvussa 4.3.2.

Sakatin kaivokselle rakennetaan uusi yhdystie joko vt 4:ltä tai vt 5:n uudelta linjaukselta. Uusien tieyhteyksien ja siltojen tarkempi kuvaus on esitetty hankkeen kuvauksessa luvussa 4.1.1.

Tässä liikennevaikutusten arvioinnissa on oletuksena, että kaivoksen kaikki liikenne kulkee joko kaivoksen eteläistä tai pohjoista yhdystietä Sodankylän kunnan keskustaan asti ja siitä joko vt 4:ä etelään tai vt 5:ttä itään hankkeen vaiheesta ja rikasteiden määräpäästä riippuen. Kuljetusreitit on esitetty luvun 14.1.3 kuvassaKuva 14-1.

Rakennusvaiheen raskaiden kuljetusten on oletettu kulkevan vt 4:ä pitkin Rovaniemen suunnalta. Myös toimintavaiheen tarvike-, materiaali- ja kemikaalikuljetusten on oletettu tapahtuvan Rovaniemen suunnalta. Kaivoksen rikastekuljetukset suuntautuvat Sodankylän kunnan keskustasta eteenpäin jatkokuljetettaviksi joko Perämeren satamiin, Kemijärven rautatieterminaaliin tai molempiin. Rikastekuljetusten vaihtoehtoisia reittejä on kuvattu tarkemmin luvussa 0. Sulkemisvaiheen liikenne kulkee rakennusvaiheen tapaan vt 4:ä pitkin Rovaniemen suuntaan.

Hankkeeseen liittyvän henkilöliikenteen tarkat reitit eivät tässä vaiheessa ole vielä tiedossa. Vaikutusten arvioinnissa on oletettu, että henkilöautoliikenne painottuu pääasiassa kaivoksen ja Sodankylän kuntakeskuksen välille (n. 70–80 %) ja jonkin verran henkilöliikennettä suuntautuu myös Sodankylän alueen kyliin ja kauemmas Rovaniemen ja Kemijärven suuntiin. Kaivoksen

tuotantovaiheen työmatkaliikenne pyritään järjestämään myös bussikuljetuksilla, joiden oletetaan lähtevän Sodankylän linja-autoasemalta.

Kuljetusmäärät

Tässä luvussa esitetyt liikennemäärät sisältävät sekä kaivokselle tulevan että sieltä lähtevän liikenteen, eli toisin sanoin kaivoksen edestakaisen liikenteen.

Rakennusvaiheessa kaivoksen raskas liikenne on enimmillään noin 40 ajoneuvoa vuorokaudessa. Kevyen henkilöajoneuvoliikenteen määrän on arvioitu olevan enimmillään 500 ajon./vrk. Kaivosalueen rakentamiseen liittyvän liikenteen on arvioitu ajoittuvan kokonaisuudessaan päiväaikaan (klo 7-22).

Toimintavaiheen raskaan liikenteen enimmäismäärä on 50 ajon./vrk, josta rikastekuljetuksia on enimmillään n. 30, muita materiaali- ja tarvikekuljetuksia 10 ja työmatkalaisten bussikuljetuksia 10 ajon./vrk. Raskaan liikenteen on oletettu jakautuvan tasaisesti vuorokauden ympäri. Henkilöliikenteen määräksi on arvioitu bussikuljetusten lisäksi 600 henkilöautoa vuorokaudessa. Henkilöliikenteestä noin puolet ajoittuu päiväaikaan ja puolet yöaikaan, aamuvarhain ja iltamyöhään.

Kaivoksen sulkemisvaiheessa raskaan liikenteen määrä on noin 20 ajon./vrk. Todellinen tarve raskaille kuljetuksille riippuu siitä, miten kaivoksen sulkeminen toteutetaan ja kuinka paljon poisvietävää materiaalia alueella on toiminnan loppuessa. Henkilöliikenteen määrän on arvioitu olevan noin 250 ajon./vrk.

Kaivoksen rakentamiseen ja toimintaan liittyy myös vaarallisten aineiden kuljetuksia (VAK-kuljetuksia). Rakennusvaiheessa kaivoksen työmaalle tuotavista vaaralliseksi luokitelluista aineista pääosan muodostavat räjähdysaine-emulsiot ja polttoaineet. Räjähdysaine-emulsion kuljetuksia on arvioidu olevan keskimäärin 1 kuljetus joka toinen viikko ja polttoainekuljetuksia noin 2 kuljetusta viikossa. Kaivoksen toimintavaiheessa vaarallisten aineiden kuljetusten määrä sekä kuljetettavien aineiden lukumäärä kasvavat rakennusvaiheeseen verrattuna. Toimintavaiheessa kaivoksen työmaalle tuodaan pääasiassa emulsioita, poltto- ja lämmitysöljyä, nestekaasua sekä erilaisia kemikaaleja. Emulsiokuljetuksia on alustavan arvion mukaan keskimäärin kerran viikossa, polttoöljyn ja nestekaasun kuljetuksia kahdesti viikossa, lämmitysöljyn kuljetuksia muutama vuodessa ja kemikaalikuljetuksia noin kahdesti viikossa.

Kaivokseen liittyvät kuljetukset tapahtuvat pääasiassa joko 60 tonnin kokonaismassaisella kalustolla tai rikasteiden kuljetuksessa käytettävällä 75 tonnin kokonaismassaisella kalustolla. Kaivoksen rakennusvaiheeseen liittyy jonkin verran erikoiskuljetusten tarvetta. VAK-kuljetusten koot voivat olla kuljetettavasta aineesta riippuen myös yllä esitettyä pienempiä.

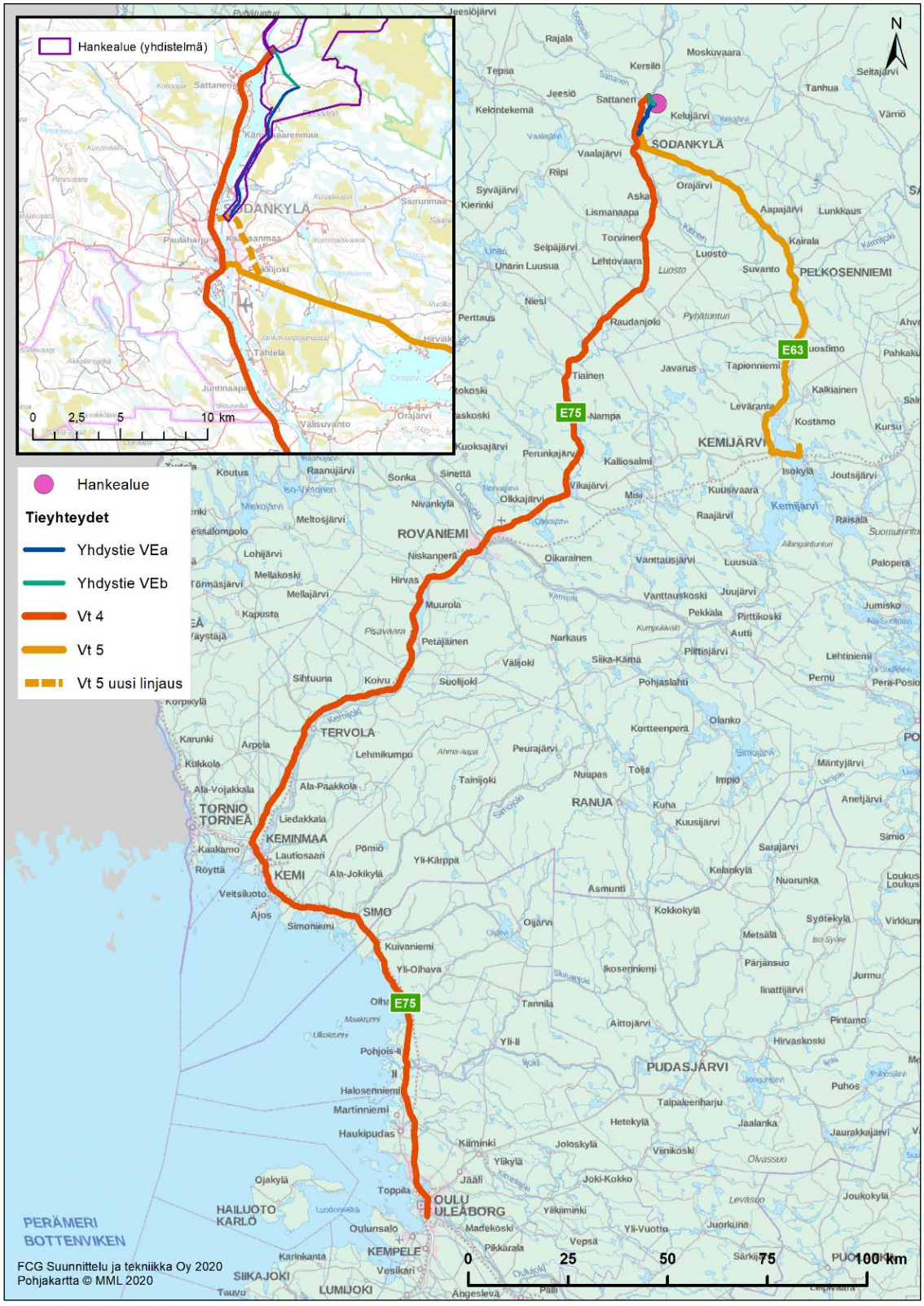
14.1.3 Tarkastelualueen rajaus

Hankkeesta aiheutuvan liikenteen vaikutusten arvioinnin lähtökohtana on, että vaikutuksia tarkastellaan niin pitkälle kuin ne erottuvat selvästi muun liikennevirran vaikutuksista.

Tässä Sakatin kaivoshankkeen vaikutusten arvioinnissa liikennevaikutusten arvioinnin pääasiallisena tarkastelualueena on hankkeen lähialue, joka kattaa kaivoksen kuljetusten reitit kaivosalueelta Sodankylän kirkonkylälle ja siitä n. 10 kilometriä Rovaniemen ja Kemijärven suuntiin. Kaivoksen raskaan liikenteen osalta liikennevaikutuksia tarkastellaan pääväylillä Rovaniemelle ja Kemijärvelle saakka sekä karkeammalla tasolla Rovaniemeltä Kemin ja Oulun satamiin asti. Hankealueesta kauempana olevat liikenneväylät on rajattu arvioinnin ulkopuolelle, koska näille kohdistuvan rikastekuljetusten määrän ei oleteta erottuvan muun liikennevirran vaikutuksista vilkkaasti

liikennöidyillä valtateillä. Vaikutuksia rautateihin tai rautateillä liikennöintiin ei ole tässä YVA-selostuksessa arvioitu, vaan ne huomioidaan hankkeen jatkosuunnittelussa, kun kuljetusreitit ovat tarkentuneet.

Sakatin kaivoksen kuljetusten pääreitit vaikutusten tarkastelualueella on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 14-1). Kuvassa on myös esitetty hankkeen liikennevaikutusten ns. lähialue, joka ulottuu n. 10 kilometrin päähän Sodankylän keskustasta Rovaniemen ja Kemijärven suuntiin. Hankkeen eri vaiheiden kuljetusreittejä ja liikenteen jakautumista näillä reiteillä on kuvattu tarkemmin kukin vaiheen osalta liikennevaikutusten arvioinnin yhteydessä luvussa 14.3.



Kuva 14-1 Alustavat maantiekuljetusten reitit Perämeren satamiin ja Kemijärvelle. Pienessä karttaikkunassa tarkastelun lähialueen rajaus.

14.1.4 Tarkasteltavat vaihtoehdot ja skenaariot

Vaihtoehdot

YVA-selostusvaiheessa tarkasteltavissa vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a kaivoksen liikenne kulkee Sodankylän taajaman pohjoisosan, Kitisen ylittävän uuden vt 5:n sillan ja tieyhteyden sekä kaivoksen eteläisen yhdystien kautta. Vt 4:ä etelään suuntautuva raskas liikenne kulkee keskustan Kitisen länsipuolisen osan läpi ja vt 5:ttä itään suuntautuva raskas liikenne ohittaa keskustan uutta vt 5:n linjausta pitkin. Vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b liikenne kaivokselle kulkee Sodankylän keskustasta vt 4:ä pitkin pohjoiseen kaivoksen uudelle pohjoiselle yhdystielle. Kaivoksen kaikki raskaat kuljetukset kulkevat keskustan Kitisen länsipuolisen osan läpi vt 4:ä ja vt 5:ttä pitkin. Kuljetusreittien suhteen kaikkien hankevaihtoehtojen a-alavaihtoehdot ovat keskenään yhtäläisiä ja vastaavasti kaikki b-alavaihtoehdot sekä hankkeen rakentamis-, toiminta- että sulkemisvaiheessa.

Edellä esitettyyn perustuen hankkeen **liikennevaikutusten arvioinnissa** on **päävaihtoehtoina** tarkasteltu kaivoksen **yhdystievaihtoehtoja VEa ja VEb. Yhdystievaihtoehto VEa käsittää YVA:ssa tarkasteltavat vaihtoehdot VE1a, VE2a ja VE3a. Yhdystievaihtoehto VEb käsittää YVA:ssa tarkasteltavat vaihtoehdot VE1b, VE2b ja VE3b.**

Toimintavaiheen osalta on lisäksi arvioitu **kolmea rikastekuljetusten alavaihtoehtoa**:

- kaikki rikasteet kuljetetaan Perämeren satamiin (VEaPS ja VEbPS)
- puolet rikasteista kuljetetaan Perämereen satamiin ja puolet Kemijärven rautatieterminaaliin (VEaPSKJ ja VEbPSKJ)
- kaikki rikasteet kuljetetaan Kemijärven rautatieterminaaliin (VEaKJ ja VEbKJ)

Skenaariot

Tämänhetkisen tiedon mukaan läheisen Kevitsan kaivoksen toiminta tulisi päättymään n. vuonna 2032, kun taas Sakatin varsinaisen toimintavaiheen (eli tuotannon) on arvioitu alkavan täysimittaisena viimeistään vuonna 2033, tavoite 2028. Näin ollen on Sakatin kaivoksen toimintavaiheen liikennettä tarkasteltu kahdessa tilanteessa. Tarkastelussa on otettu huomioon Kevitsan ja Sakatin kaivosten samoille reiteille kohdistuvat kuljetukset.

Tarkastetut skenaariot ovat:

- Skenaario 1 (SK1): Tarkastellaan tilannetta, jossa molemmat kaivokset ovat yhtä aikaa toiminnassa.
- Skenaario 2 (SK2): Tarkastellaan tilannetta, jossa Sakatin kaivos on toiminnassa ja Kevitsan kaivoksella toiminta on jo päättynyt.

Taulukko 14-1 Arvioitavat vaihtoehdot hankkeen eri vaiheissa ja eri skenaarioissa.

	Skenaario 1 (SK1) **Kevitsa ja Sakatti toiminnassa**	**Skenaario 2 (SK2)** **Kevitsan toiminta päättynyt**
Rakennusvaihe	VEa: eteläinen yhdystie VEb: pohjoinen yhdystie	ei tarkastella (Kevitsan oletetaan olevan toiminnassa Sakatin rakennusvaiheessa)
Toimintavaihe	VEaPS: eteläinen yhdystie, kaikki rikasteet Perämeren satamiin VEaPSKJ: eteläinen yhdystie, puolet rikasteista Perämereen satamiin ja puolet Kemijärvelle VEaKJ: eteläinen yhdystie, kaikki rikasteet Kemijärvelle VEbPS: pohjoinen yhdystie, kaikki rikasteet Perämeren satamiin VEbPSKJ: pohjoinen yhdystie, puolet rikasteista Perämereen satamiin ja puolet Kemijärvelle VEbKJ: pohjoinen yhdystie, kaikki rikasteet Kemijärvelle	
Sulkemisvaihe	VEa: eteläinen yhdystie VEb: pohjoinen yhdystie	

14.1.5 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Hankkeen vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen on arvioitu asiantuntija-arviona pääasiassa seuraavia lähteitä käyttäen:

- julkisesti saatavilla olevat tiedot ja tilastot (mm. Väyläviraston ylläpitämät tierekisteri ja tietilastot, maanmittauslaitoksen paikkatietoaineistot, alueella voimassa ja vireillä olevien kaavojen aineistot, ELY-keskusten/Väyläviraston liikenneväyliä koskevat selvitykset ja suunnitelmat, Sodankylän kunnan selvitykset ja kyselyt)
- hankkeen suunnitteluaineistot (hankkeen kannattavuuden esiselvitys, liikenne- ja logistiikkaselvitys)
- ohjeet ja oppaat liikenne- ja ympäristövaikutusten arvioinnista (mm. Tiehallinnon ohjeet, IMPERIA-hankkeen materiaalit).

Liikenteen vaikutuksia on arvioitu vertaamalla hankkeen pääkuljetusreittien liikennemääriä kaivoshankkeen aiheuttamiin liikennemäärän muutoksiin painottaen erityisesti raskaan liikenteen osuutta. Hankkeen rakentamisvaiheen liikennemäärien osalta vertailu on tehty kuljetusreittien nykyisiin (v. 2019) liikennemäärin. Sakatin kaivoksen toimintavaiheen liikennemääriä ja niiden lisäystä on vertailtu Liikenneviraston julkaisussa 57/2018 *Valtakunnalliset liikenne-ennusteet* esitettyjen kasvukertoimien perusteella laskettuihin vuoden 2040 liikennemääriin.

Kaivoksen toiminta- ja sulkemisvaiheen osalta vertailu on tehty vuoden 2040 liikenne-ennusteisiin, koska toimintavaiheen on arvioitu ajoittuvan vuosille 2030-2050 ja sulkemisvaiheen sen jälkeiselle ajanjaksolle. Toiminta- ja sulkemisvaiheen liikennemääriä ja niiden lisäystä on vertailtu *Valtakunnalliset liikenne-ennusteet* -julkaisussa (Liikennevirasto 2018) esitettyjen kasvukertoimien perusteella laskettuihin vuoden 2040 liikennemääriin. Kasvukertoimet vaikutusalueen teille ovat keskimäärin suuruusluokkaa 1,1-1,2 kevyen liikenteen ja 1,2 raskaan liikenteen osalta.

Liikennemäärien muutoksesta aiheutuvat vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen on arvioitu hankkeen rakentamis-, toiminta- ja sulkemisvaiheessa.

Erityistä huomiota on kiinnitetty kuljetusreittien varrella sijaitseviin herkkiin kohteisiin, kuten asutuskeskittymiin. Myös kuljetusreittien välittömässä läheisyydessä sijaitsevat pohjavesi- ja luonnonsuojelualueet on otettu huomioon liikenneväylien herkkyyden arvioinnissa. Onnettomuustilastoja, teiden leveys ja muita vastaavia tekijöitä on huomioitu arvioinnissa.

Liikenneväylien nykytila ja tiedossa olevat suunnitelmat on otettu huomioon vaikutusten arvioinnissa.

Kansallisia ja alueellisia liikennemäärien keskiarvoja vastaavilta tieluokilta on käytetty vertailuarvoina arvioitaessa hankkeen aiheuttamien liikennevaikutusten suuruutta sekä merkittävyyttä.

Kuljetusreitit ja muutokset liikennemäärissä on havainnollistettu karttakuvina ja taulukkoina.

Liikenteestä aiheutuvat päästöt ja niiden vaikutukset ilmanlaatuun ja ilmastoon on esitetty tämän selostuksen luvussa 15. Liikenteen meluvaikutuksia on käsitelty luvussa 12 ja tämän selostuksen liitteenä olevassa erillisselvityksessä (Liite 10). Liikenteen tärinävaikutuksia on arvioitu luvussa 13 ja tämän selostuksen liitteenä olevassa erillisselvityksessä (Liite 11). Liikenteen vaikutuksia elinoloihin ja viihtyvyyteen on arvioitu luvussa 24 ja selostuksen liitteenä olevassa erillisselvityksessä (Liite 19).

14.1.6 Arvioinnin epävarmuustekijät

Arviointi sisältää sekä liikennemäärien että -reittien osalta oletuksia, jotka vaikuttavat arvioinnin lopputulokseen.

Kaivoksen toimintavaihe on kestoltaan pitkä ja tuotannon määrä vaihtelee toiminnan eri vaiheissa. Vaikutusarviointi on laadittu kaivoksen enimmäisliikennemäärät huomioiden, joten todellisuudessa raskaan liikenteen haitalliset vaikutukset voivat jäädä arvioitua pienemmiksi.

Tarkastelussa on laskennan yksinkertaistamiseksi oletettu, että raskas ajoneuvoliikenne alueelle tapahtuu kokonaan etelän suunnasta. Rikastekuljetusten osalta tämä pitää paikkansa, mutta kaivokselle tulevien tarvike- ja materiaalikuljetusten osalta liikennettä voi tulla vähäisessä määrin myös pohjoisen suunnasta (Sitowise Oy 2019c). Henkilöliikenteen osalta liikennereitteihin sisältyy eniten epävarmuutta. Vaikutusten arvioinnissa on oletettu, että henkilöautoliikenne painottuu pääasiassa kaivoksen ja Sodankylän kuntakeskuksen välille (n. 70–80 %) ja jonkin verran henkilöliikennettä suuntautuu myös Sodankylän alueen kyliin sekä Rovaniemen ja Kemijärven suuntiin. Tarkat työmatkareitit eivät kaivoshankkeen suunnittelun tässä vaiheessa ole vielä tiedossa.

Kaivoksen tuotantovaihe ajoittuu 2030–2050 -luvuille, joten kaikki siihen mennessä toteutettavat liikennejärjestelmän kehityssuunnitelmat ja väylien parannushankkeet eivät ole tällä hetkellä vielä tiedossa. Tiedossa ei ole myöskään, mitkä jo suunnitteilla olevista tai uusista teollisuushankkeista alueelle mahdollisesti toteutuvat. Toimintavaiheen liikennemäärälisäysten arvioinnissa on käytetty pohjana vuoden 2040 liikennemääräennusteita (Liikennevirasto 2018). Ennusteisiin liittyy aina epävarmuuksia.

Myös vt 5:n uuden linjauksen ja sillan toteutukseen liittyy epävarmuutta. Vt 5:n osalta jatkosuunnitteluun on esitetty vaihtoehto, jossa vt 5 linjataan uuteen maastokäytävään Kaanaanmaan itäpuolitse Kitisen yli vt 4:lle. (Lapin liitto ym. 2019.) Linjauksesta ei kuitenkaan ole vielä tehty lopullista ratkaisua eikä linjauksen toteutuksen aikataulusta ole tarkkaa tietoa. Jos vt 5:n uusi linjaus ei toteudu tai jos se toteutuu kaivoksen kuljetusten kannalta liian myöhään, kaivoksen yhdystien vaihtoehtoja tullaan tarkastelemaan uudelleen.

Koska vt 5:n uuden linjauksen toteutukseen liittyy epävarmuuksia, on tässä arvioinnissa käytetty oletusta, että pohjoisen yhdystien vaihtoehdossa kaivoksen kuljetukset kohdistuvat ainoastaan nykyiselle tieverkolle. On olemassa kuitenkin mahdollisuus, että vt 5:n uusi linjaus ja silta toteutuvat pohjoisen yhdystien rakentamisen jälkeen, esim. kaivoksen toimintavaiheessa, jolloin osa kaivoksen kuljetuksista voi siirtyä uusille reitille myös pohjoisen yhdystien vaihtoehdossa VEb. Näin ollen varsinkin kuntakeskustan Kitisen länsipuoliseen osaan kohdistuvat liikennevakuutukset jäisivät arvioitua pienemmäksi.

14.1.7 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutuskohteen herkkyys liikennemäärän kasvulle määräytyy nykyisen liikenneverkon ominaisuuksien, nykyisten liikennemäärien ja ympäröivän maankäytön mukaan. Herkkyyteen vaikuttavat myös teiden nykyiset onnettomuuksien määrät. Liikennevaikutusten arvioinnissa käytetyt herkkyystason pääkriteerit on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 14-2).

Taulukko 14-2 Vaikutuskohteen herkkyys; liikenne.

Vähäinen	Nykyiset liikennemäärät suuria, paljon raskasta liikennettä synnyttävää toimintaa. Alueen tieverkko on suunniteltu suurelle liikennemäärälle. Ei herkkiä häiriintyviä kohteita, kuten kouluja, päiväkoteja, loma-asuntoja, virkistysalueita, suojelualueita, ym.
Kohtalainen	Nykyiset liikennemäärät kohtalaisia, vähän raskasta liikennettä synnyttävää toimintaa. Alueen tieverkko on toimiva, mutta ajoittain ruuhkainen. Jonkin verran häiriintyviä kohteita, kuten kouluja, päiväkoteja, loma-asuntoja, virkistysalueita, suojelukohteita, ym.
Suuri	Nykyiset liikennemäärät vähäisiä, ei raskasta liikennettä synnyttävää toimintaa. Alueen tieverkkoa ei ole suunniteltu raskaalle liikenteelle tai tieverkko on ruuhkainen. Runsaasti herkkiä häiriintyviä kohteita, kuten kouluja, päiväkoteja, loma-asuntoja, virkistysalueita, suojelualueita, ym.

Hankkeen liikennevaikutusten suuruus määräytyy liikenneverkolle kohdistuvan liikennemäärien muutoksen, vaikutusalueen laajuuden ja vaikutuksen keston perusteella. Liikennevaikutusten suuruusluokan arvioinnin kriteerit on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 14-3).

Taulukko 14-3 Muutoksen voimakkuus ja suunta; liikenne.

Suuri kielteinen	Liikennemäärän kasvu on suurta. Liikennemäärän muutos heikentää merkittävästi liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta sekä jalankulun ja pyöräilyn olosuhteita laajalla alueella. Vaikutukset ovat pysyviä.
Keskisuuri kielteinen	Liikennemäärän kasvu on kohtalaista. Liikennemäärän muutos heikentää liikenteen sujuvuutta ja liikenneturvallisuutta sekä jalankulun ja pyöräilyn olosuhteita hankkeen lähialueella. Vaikutusten kesto on pitkäaikainen.
Pieni kielteinen	Liikennemäärän kasvu on vähäistä. Liikennemäärän muutos aiheuttaa vähäisessä määrin tai ei lainkaan kielteisiä vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen sekä jalankulun ja pyöräilyn olosuhteisiin. Vaikutusten kesto on lyhytaikaista.
Ei vaikutusta	Ei juurikaan muutoksia liikennemäärissä.
Pieni myönteinen	Liikennemäärät vähenevät hieman. Liikennemäärien muutos aiheuttaa vähäisessä määrin tai ei lainkaan myönteisiä vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen sekä jalankulun ja pyöräilyn olosuhteisiin. Vaikutusten kesto on lyhytaikaista.
Keskisuuri myönteinen	Liikennemäärät vähenevät kohtalaisesti. Liikennemäärien muutos parantaa liikenteen sujuvuutta ja liikenneturvallisuutta sekä jalankulun ja pyöräilyn olosuhteita hankkeen lähialueella. Vaikutusten kesto on pitkäaikainen.
Suuri myönteinen	Liikennemäärät vähenevät merkittävästi. Liikennemäärien muutos parantaa merkittävästi liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta sekä jalankulun ja pyöräilyn olosuhteita laajalla alueella. Vaikutukset ovat pysyviä.

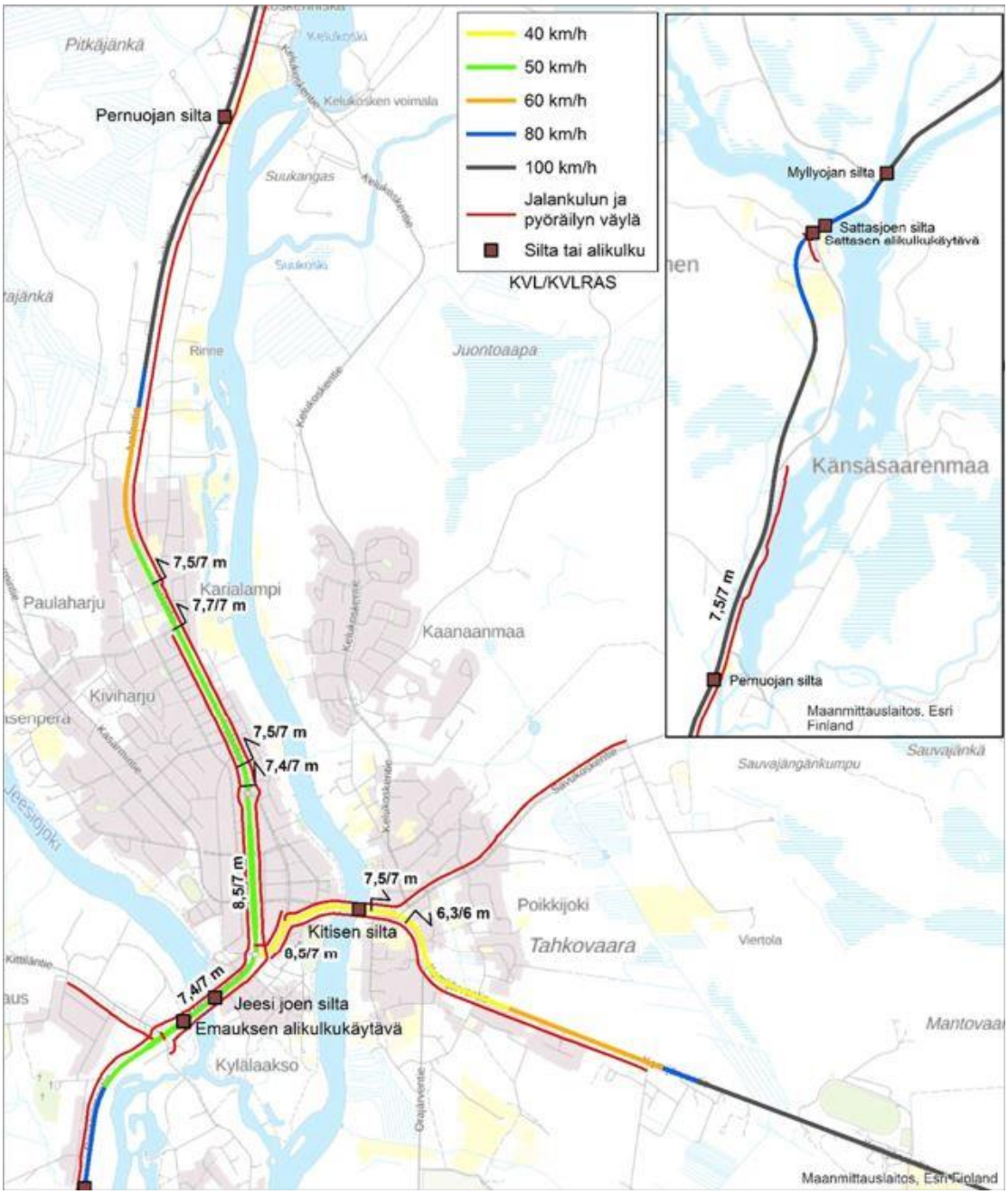
14.2 Nykytila

14.2.1 Hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialue

Tieverkko

Suunniteltu Sakatin kaivoshanke sijoittuu vt 4:n (E75) itäpuolelle, n. 15 km Sodankylän kuntakeskuksesta pohjoiseen. Kuntakeskuksen taajama sijoittuu valtateiden 4 ja 5 sekä kantatien 80 risteyskohtaan. Vt 4 on Suomen pääyhteys Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä. Reitti kulkee Helsingistä Lahden, Jyväskylän, Oulun ja Rovaniemen kautta Utsjoelle saakka, ja sen pituus on 1 295 km. Vt 5 on vt 4:n jälkeen Suomen toiseksi pisin valtatie. Tie kulkee Heinolasta Sodankylään ja sen pituus on yhteensä 905 km. Kantatie 80 yhdistää Sodankylän, Kittilän ja Kolarin. Hankealueen läheisyydessä on myös maantie 967, joka menee Sodankylästä Savukoskelle sekä muita pienempiä yhdysteitä, kuten yt 19 889 (Moskuvaarantie), yt 19 812 (Sattasentie) ja yt 19811 (Rajalantie) sekä kunnalliseen katuverkkoon kuuluvia teitä ja yksityisteitä.

Valtateiden nykytilanne, tärkeimmät sillat sekä kevyen liikenteen väylät Sodankylän kuntakeskuksessa ja hankealueen lähialueella on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 14-2).



Kuva 14-2 Pääväylien nykytilanne, tärkeimmät sillat ja kevyen liikenteen väylät hankealueen lähialueella. (Kuva: Lapin liitto ym. 2019)

Sodankylän kuntakeskus

Kuntakeskuksen taajama sijoittuu valtateiden 4 ja 5 sekä kantatien 80 risteyskohtaan. Taajaman sisäinen liikenne tukeutuu valtateihin. Jäämerentie on merkittävä katuyhteys, jonka kautta ajoneuvoliikenne oikaisee valtatieltä toiselle. Valtateiden 4 ja 5 liittymässä sekä vt 4:n ja Jäämerentien liittymässä on kiertoliittymät. Valtateillä 4 ja 5 liikennöi sekä pitkänmatkan että paikallista joukko- ja koululaisliikennettä. (Lapin liitto ym. 2019.)

Sodankylän keskustan kohdalla valtateiden nopeusrajoitus vaihtelee 40–60 km/h.

Kuntakeskuksen taajamassa ja sen eteläpuolella vt 4:n (Kuva 14-3) päällysteen kunto vaihtelee hyvästä erittäin huonoon (Väylävirasto 2020). Tien leveys on pääosin 7,5/7 m. Vt 5:n leveys vaihtelee taajama-alueella 6,3/6 m – 8,5/7 m välillä. Vt 5:n päällysteen kunto on taajama-alueella pääosin tyydyttävä (Lapin liitto ym. 2019).

Kuva 14-3 Sodankyläntie (vt 4) Sodankylän keskustassa eteläisen liikenneympyrän pohjoispuolella (näkymä etelään). (Kuva: Tiekuva.com)

Vt 4:llä on taajaman eteläosassa Jeesiöjoen silta ja taajaman pohjoispuolella Pernuojansilta. Jeesiöjoen sillan kantavuus on huono, ja raskaat kuljetukset joutuvat ajamaan keskellä siltaa mahdollisimman edullisella ajolinjalla. Jeesiöjoen sillan uusimisen suunnitelmat ja asemakaavan muutos on hyväksytty. Suunnitelmaan kuuluu myös vt 4:n linjauksen uusiminen n. 600 m matkalla sekä kevyen liikenteen yhteyksien, linja-autopysäkkien ja valaistuksen uusiminen. (Väylävirasto 2020.)

Vt 5:n Kitisen silta (Kuva 14-4) yhdistää keskustaajaman kohdalla joen itä- ja länsirannan. Kitisen silta vt 5:llä on tutkimusten mukaan huonokuntoinen. Silta edellyttää peruskorjausta tai uusimista lähivuosina, mutta tehtävistä toimenpiteistä ei ole vielä tällä hetkellä päätöksiä (Lapin liitto ym. 2019). Kokonaisliikennemäärä sillalla on jo nykyisillään iso ja sillan lähimmät risteykset ja tienylityspaikat koetaan turvattomiksi liikenneturvallisuusselvitykseen annetuissa vastauksissa. Myös sillan itäpuolella oleva vt 5:n ja Savukoskentien liittymä on koettu turvattomaksi. (Lapin ELY-keskus 2020.)

Kuva 14-4 Vt 5 Kitisen silta; näkymä itään. (Kuva: Tiekuva.com)

Yhdistetyn kävelyn ja pyöräilyn väyliä on taajama-alueella kattavasti valtateiden varsilla. Kävelijät ja pyöräilijät ylittävät valtatiet pääasiassa valtatien tasossa suojateitä pitkin. Valtatien pääliittymät ovat valo-ohjattuja tai kiertoliittymiä. Sodankylän taajaman eteläosassa on alikulkukäytävä vt 4:n ja Kittiläntien risteyksessä. Kuntakeskuksen eteläpuolella kevyen liikenteen väylä jatkuu vt 4:n varrella Vuontisvaaraan asti (n. 4,5 km keskustasta) ja itäpuolella vt 5:n varrella Tuohihaavantien risteykseen (n. 2 km keskustasta). Valtatien 4 varrella on kävely- ja pyöräilyväylät Askan kohdalla n. 15 km päässä kuntakeskuksesta.

Sodankylään on laadittu vuonna 2019 erillinen kävely- ja pyöräilystrategia keskustaajaman alueelle, jossa on kuvattu mm. pyöräilyolosuhteiden kehittämisen painopistealueet ja pyöräilyn tavoiteverkko Sodankylässä. Uusia kävelyn ja pyöräilyn väylätarpeita on keskustaajaman alueelle esitetty n. 6,7 km. Merkittävämpänä muutoksena jalankulun ja pyöräilyn kannalta on uusi jalankulku- ja pyöräily-yhteys uudelta hyvinvointikeskukselta joen yli Pekanrannan alueelle. Toinen merkittävä uusi yhteys olisi uusi jalankulun ja pyöräilyn väylä Kelukoskentieltä joen yli Ivalontien (vt 4) varteen, joka toteutuisi, mikäli Kemijärventie (vt 5) linjataan uudelleen. (Lapin ELY-keskus 2020.)

Sodankylän taajaman tuntumassa valtatiet ovat valaistuja. Valaisematonta tieosuutta suunnittelualueella on vt 4:llä Kelukoskenmaan ja Sattasen välillä sekä Sattasesta pohjoiseen. Vt 5:llä (Kuva 14-5) tievalaistus loppuu Tuohilehdon kohdalla. (Lapin liitto ym. 2019.)

Kuva 14-5 Vt 5 kuntakeskuksen itäosassa Tuohilehdon kohdalla; näkymä itään. (Kuva: Tiekuva.com)

Hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen välinen alue

Ostos- ja asiointimatkat sekä matkailuliikenne kuvaavat hyvin pääasiallisia matkojen tarkoituksia Sodankylän kuntakeskuksen pohjoispuolella vt 4:llä. Kaivoskuljetukset Kevitsasta etelään päin näkyvät tällä tieosuudella. Vt 4:llä kulkee myös kansainvälistä liikennettä Norjan, Ruotsin ja Venäjän raja-asemilta. Nykyisellään alueen työmatkaliikenne suuntautuu pääsääntöisesti joko Sodankylän taajama-alueelle tai Kevitsan kaivokselle. (Lapin ELY-keskus 2015b.)

Hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen välisellä osuudella vt 4 on luokiteltu viisiportaisella arviointiasteikolla suurimalta osin kunnoltaan ”hyväksi tai erittäin hyväksi” tai joidenkin tieosuuksien osalta ”tyydyttäväksi”. Kaivosalueen lähellä olevien pienempien teiden, joihin voi kohdistua kaivoksen henkilöliikennettä, tarkkoja tietoja ei ole laajalti saatavissa. Hankealueen kohdalla vt 4:llä on voimassa 80/100 km/h nopeusrajoitus. Tien leveys hankealueen ja kuntakeskuksen pohjoisosan välillä on 7,5/7 metriä.

Hankealuetta lähimmät sillat ovat vt 4:llä Sattasjoen silta ja Myllyojan silta. Sattasjoen silta (Kuva 14-7) on kunnoltaan hyvä/erittäin hyvä ja Myllyojan sillan kunto on tyydyttävä. (Väylävirasto 2020a.)

Vt 4:n itäpuolella on kevyen liikenteen väylä Kitisen varrella Sodankylän kuntakeskuksesta Sattasentielle asti. Sattasessa jalankulkijat ja pyöräilijät hyödyntävät kylän kohdalla rinnakkaistieverkkoa. Vt 4:llä on yksi alikulku vt 4:n ja Sattasentien liittymän tuntumassa.

Sidosryhmiltä saadun palautteen perusteella on Lapin maakuntakaavaan 2040 kirjattu tärkeäksi tavoitteeksi kevyen liikenteen väylien rakentaminen Kersilöön ja Sattaseen liikenneturvallisuuden parantamiseksi (Lapin liitto 2018). Lisäksi kevyen liikenteen väylien tarve Sattasen alueella on todettu Sodankylä asuinympäristönä 2017 −kyselyssä (Sodankylän kunta 2017).

Kuva 14-6 Valtatie 4 Sodankylän kuntakeskuksesta pohjoiseen Kelukoskentien liittymän pohjoispuolella. (Kuva: AASM Oy)

Kuva 14-7 Vt 4 Sattasjoen silta. (Kuva: FCG)

Kitisen itäpuolella hankealueelle johtaa Kuusivaarantie (Kuva 14-8), joka liittyy Kelukosken voimalan kohdalla Kelukoskentiehen. Kuusivaarantie on nykyisillään kapea päällystämätön tie eikä sovellu sellaisenaan kaivoksen kuljetuksiin.

Kuva 14-8 Kuusivaarantie Kelunkoskentien ja Kuusivaarantien liittymässä (Kuva: AASM Oy)

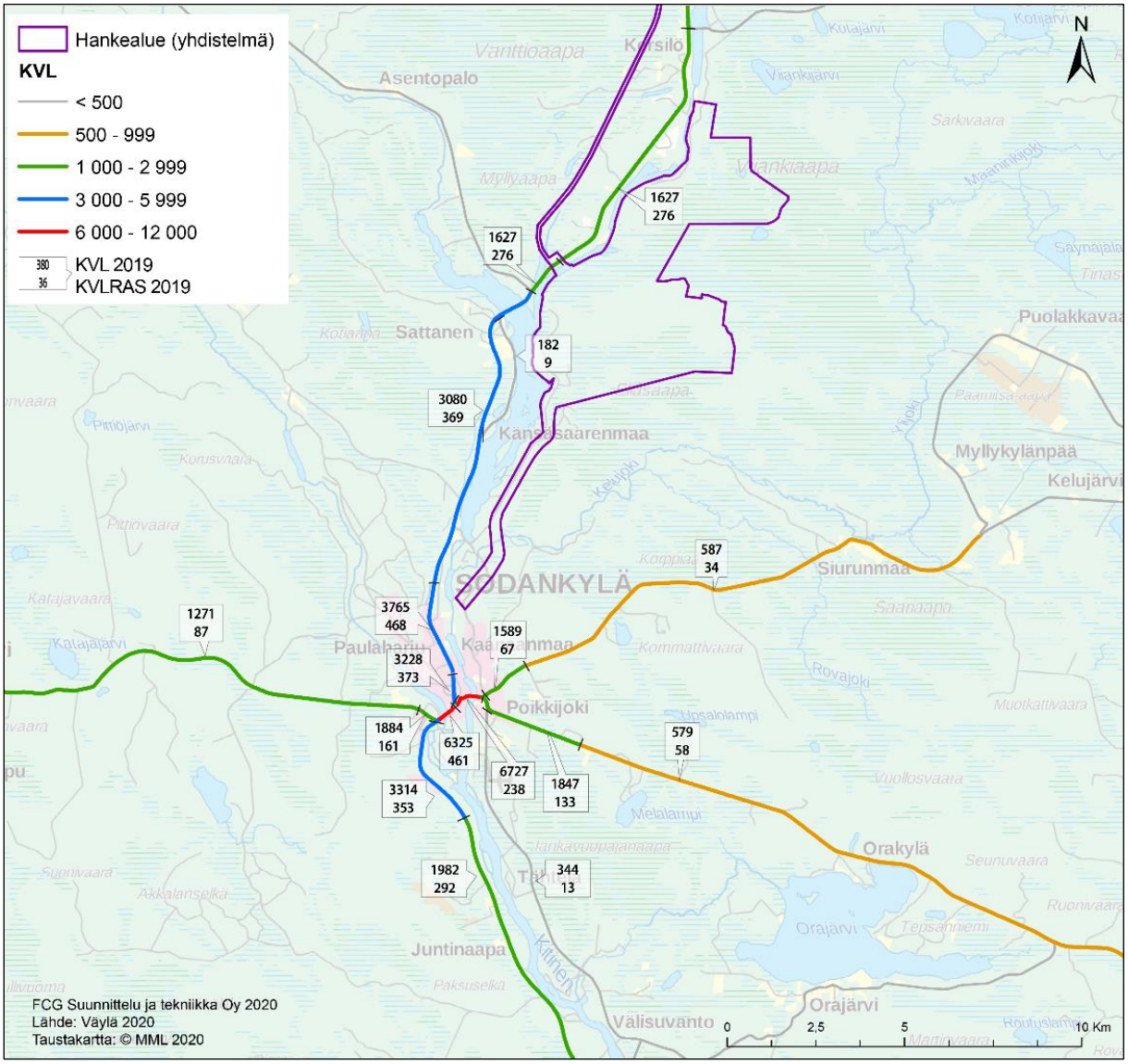
Liikennemäärät lähialueella

Väyläviraston julkaisemien vuoden 2019 liikennemäärätietojen mukaan keskimääräinen vuorokausiliikenne kaivoksen kohdalla vt 4:llä oli 1 672 ajon./vrk, josta raskaita ajoneuvoja oli 16,5 % (276 ajon./vrk). Sattasen ja Sodankylän kuntakeskuksen pohjoisosan välillä keskimääräinen vuorokausiliikenne oli 3 080 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 12 % (369 ajon./vrk).

Sodankylän kuntakeskuksessa vt 4:n vuorokausiliikennemäärä vaihtelee 3 300 ja 6 700 ajoneuvon välillä ja on suurimmillaan eteläisen liikenneympyrän ja Kittiläntien risteyksen välisellä tieosuudella. Raskaan liikenteen osuus vt 4:llä on keskusta-alueella 7−12 %. Keskustaajaman eteläpuolella vt 4:n kokonaisliikennemäärä on 1 982 ajon./vrk, josta raskaita ajoneuvoja on 14,7 % (292 ajon./vrk).

Kitisen ylittävällä vt 5:n sillalla kokonaisliikennemäärä oli 6 727 ja sillan itäpuolella 1 847 ajon./vrk, joista raskaan liikenteen osuus oli vastaavasti 3,5 % (238 ajon./vrk) ja 7,2 % (133 ajon./vrk).

Sodankylän kuntakeskuksen ja sen lähialueen pääliikenneväylien vuoden 2019 vuorokautiset kokonaisliikennemäärät (KVL) ja raskaan liikenteen määrät (KVLRAS) on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 14-9).



Kuva 14-9 Keskimääräiset vuorokaudenaikaiset kokonaisliikenteen ja raskaan liikenteen määrät hankealueen lähistölle sijoittuvilla teillä vuonna 2019. (Lähde: Väylävirasto 2020)

Muu liikennöinti hankealueen läheisyydessä

Sodankylässä ja Sodankylästä Rajalan, Petkulan, Kelujärven, Kieringin, Orajärven, Seipäjärven, Unarin, Syväjärven, Tepsan ja Lokan suunnalle on julkista liikennettä bussien ja palvelutaksien muodossa. Sodankylässä julkista liikennettä käyttävät eniten koululaiset. Alueella on sekä ELY-keskuksen ostamaa, kuntien ostamaa, että markkinaehtoista linja-autoliikennettä. Asiointiliikenteen reittejä on Sodankylässä neljä. (Sodankylän kunta 2020.)

Sodankylän lentokenttä (nyk. Sodankylän lentopaikka EFSO) sijaitsee kolmen kilometrin etäisyydellä Sodankylän keskustasta. Nykyisin käytössä oleva kestopäällystetty kiitotie lähestymislaitteineen on valmistunut vuonna 1989. Lentokenttä on muutettu valvomattomaksi lentopaikaksi vuonna 2010. Kentällä on pelastus-, tutkimus-, tilaus- ja liikelentotoimintaa sekä muuta harrasteilmailutoimintaa. (EFSO Sodankylä 2020.)

Kevitsan kaivoksen liikenne

Kevitsan kaivos sijoittuu Sodankylän pohjoisosaan Petkulan kylään n. 40 km päähän kuntakeskuksesta. Kevitsan kaivoksen tulotie yhtyy vt 4:ään Petkulan kylän pohjoispuolella, mistä liikenne suuntautuu pääasiassa etelään. Kevitsan kaivokselle tulee tai sieltä lähtee n. 150–175 rekkakuljetusta viikossa. Rikastekuljetuksia lähtee Kemiin 100–110 kuormaa viikossa. Henkilöautoliikenteen määrän rajoittamiseksi on kaikkia työvuoroja varten järjestetty bussikuljetus Sodankylästä. (Boliden Kevitsa Mining 2020.) Kaivoksen edestakainen raskaan liikenteen ajojen määrä on yhteensä n. 50 automatkaa vuorokaudessa, mahdolliset kaivoksen henkilöstön linja-autokuljetukset ym. huomioiden n. 60 automatkaa vuorokaudessa (Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2014).

Liikennemäärä kaivoksen tulotiellä oli vuonna 2019 keskimäärin 570 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli 13,5 % (77 ajon./vrk) (Väyläviraston verkkosivut 2020).

Erikoiskuljetukset

Vt 4 kuuluu suurten erikoiskuljetusten verkkoon. Tietä käytetään satamista tai tuotantolaitoksista Lapin kaivoksille meneviin raskaisiin ja suuriin laitos- ja ajoneuvokuljetuksiin sekä tuulivoimapuistoihin suuntaaviin turbiinikuljetuksiin. Erikoiskuljetusten kannalta haastavimmat kohdat reitillä ovat Sodankylän ja Rovaniemen keskustakohdat.

Sodankylän keskustan kohdalla erikoiskuljetusreitti on virallisesti vt 4, mutta erityisesti korkeat ajoneuvot käyttävät nykyisin kuljetusreittinä Jäämerentietä, koska valtatien portaalit rajoittavat korkeiden kuljetusten liikkumista valtatiellä. (Lapin liitto ym. 2019.) Lapin ELY-keskuksen teettämässä Lapin alueen suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkon verkkoselvityksessä (Lapin ELY-keskus 2019b) on esitetty toimenpiteitä portaalien nostamisesta, keskisaarekkeiden kiveämisestä ja liikennevalopylväiden siirtämisestä Sodankylän keskusta-alueella.

Liikenneturvallisuus lähialueella

Vuosien 2012–2019 aikana tapahtui Sakatin kaivoksen kuljetusten pääreiteillä valtateillä 4 ja 5, n. 10 km säteellä Sodankylän kuntakeskuksesta 99 poliisin tietoon tullutta liikenneonnettomuutta. Onnettomuuksista 83 tapahtui vt 4:llä ja 16 vt 5:llä. Henkilöitä loukkaantui 22:ssa onnettomuudesta. Näistä onnettomuuksista kolme tapahtui vt 5:llä ja 17 vt 4:llä.

Alueelle tyypillisimpiä onnettomuuksia olivat yksittäis-, kääntymis- ja risteämisonnettomuudet, joita tapahtui yhteensä 59. Niiden osuus oli n. 60 % kaikista onnettomuuksista. Hirvi-, peura- ja muita eläinonnettomuuksia tapahtui tarkastelualueella yhteensä 21, joka on n. 21 % kaikista onnettomuuksista. Alueella tapahtuneista poro-onnettomuuksista on esitetty tarkempaa tietoa tämän YVA-selostuksen liitteenä olevassa poroselvityksessä (Liite 20). Alueella on tapahtunut yksi polkupyöräonnettomuus ja yksi jalankulkijaonnettomuus. Henkilövahinkoihin on johtanut n. 22 % kaikista onnettomuuksista. Vuosina 2012−2019 alueella ei tapahtunut kuolemaan johtaneita liikenneonnettomuuksia.

Raskaat ajoneuvot ovat olleet osallisena n. 9 % kaikista alueella tapahtuneista onnettomuuksista. Näistä onnettomuuksista puolet oli hirvionnettomuuksia ja puolet yksittäisonnettomuuksia. Raskaan liikenteen onnettomuuksista kaksi johti henkilövahinkoihin. (Väyläviraston Tiemappi -palvelu 2020.)

Tarkastellulla ajanjaksolla Sakatin kaivoshankkeen lähialueella Sodankylän kuntakeskuksen ulkopuolella valtateillä on tapahtunut lähinnä yksittäisiä onnettomuuksia yksittäisissä kohteissa. Tarkastelualueen selkeimmät onnettomuuskeskittymät sijaitsivat taajama-alueella. Enemmän kuin

yksi onnettomuus on tapahtunut seuraavilla liittymäalueilla: vt 4 ja Suomustien liittymä/lähiympäristö, vt 4 ja Pohjatien liittymä, vt 4 ja Ratsutien liittymä, vt 4 ja Sumatien liittymä/lähiympäristö, vt 4 ja Kasarmitien liittymä, vt 5 ja Savukoskentien liittymä sekä vt 5 ja Orajärventien liittymä/lähiympäristö.

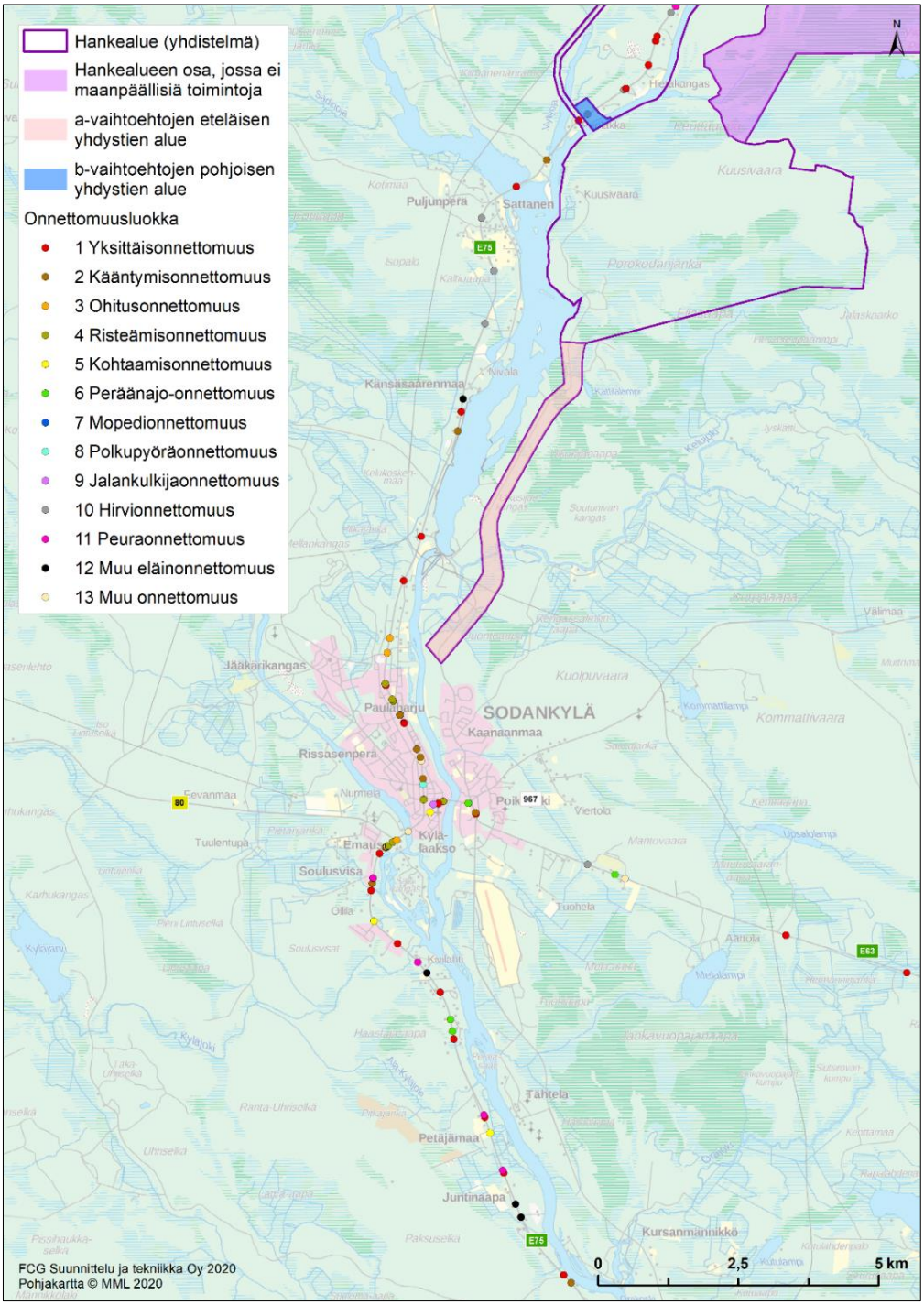
Vt 4:llä Jeesiöjoen sillan eteläpuolella, Kittiläntien ja Emauksentien liittymien välisellä alueella on tapahtunut vuosina 2012-2019 yhteensä yhdeksän onnettomuutta.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 14-4) ja kuvassa (Kuva 14-10) on esitetty vuosina 2012–2019 kaivoksen lähialueella valtateillä 4 ja 5 tapahtuneet liikenneonnettomuudet onnettomuusluokittain.

Taulukko 14-4 Vuosina 2012–2019 kaivoksen lähialueella vt 4:llä ja 5:llä tapahtuneet liikenneonnettomuudet onnettomuusluokittain.

Onnettomuus-luokka	Vt 4 kaivoksen kohdalla (Mouskuvaaran-tie–Rajalantie, n.9 km)		Vt 4 Sattasen kohdalla (Rajalantie–Sat-tasentie, n.5 km)		Vt 4 taajaman poh-joisosa ja keskusta (Sattasentie–ete-läinen liikenneym-pyrä, n.8 km)		Vt 4 taajaman eteläosa (eteläi-nen liikenneym-pyrä–Junti-naapa, n.8 km)		Vt 5 keskusta ja taajaman itäosa (eteläinen liiken-neympyrä–Hir-viäkuru, n.12 km)		Onnettomuudet yhteensä	
	Ei henkilövahinkoja	Loukkaantumiseen johtanut	Ei henkilövahinkoja	Loukkaantumiseen johtanut	Ei henkilövahinkoja	Loukkaantumiseen johtanut	Ei henkilövahinkoja	Loukkaantumiseen johtanut	Ei henkilövahinkoja	Loukkaantumiseen johtanut	Ei henkilövahinkoja	Loukkaantumiseen johtanut
1 Yksittäis-onnettomuus	12	8	1	1	5	1	7	2	5		**30**	**12**
2 Kääntymis-onnettomuus	1		2	2	8	1	5		1		**17**	**3**
3 Ohitus-onnettomuus					2		1				**3**	
4 Risteämis-onnettomuus					7	2	2	1	3	1	**12**	**4**
5 Kohtaamis-onnettomuus							2		2	1	**4**	**1**
6 Peräänajo-onnettomuus	1						2		2		**5**	
7 Mopedi-onnettomuus												
8 Polkupyörä-onnettomuus					1	1					**1**	**1**
9 Jalankulkija-onnettomuus									1	1	**1**	**1**
10 Hirvi-onnettomuus	6		3						1		**10**	
11 Peura-onnettomuus*	1						5				**6**	
12 Muu eläin-onnettomuus					2		3				**5**	
13 Muu onnet-tomuus	1				1		2		1		**5**	
Kaikki luokat yhteensä	**22**	**8**	**6**	**3**	**26**	**5**	**29**	**3**	**16**	**3**	**99**	**22**

** Peuraonnettomuuksia ei tilastoida erikseen vuodesta 2016 alkaen vaan ne luokitellaan muu eläinonnettomuus-kategoriaan.*



Kuva 14-10 Vuosina 2012–2019 kaivoksen lähialueella valtateillä 4 ja 5 tapahtuneet liikenneonnettomuudet onnettomuusluokittain.

Verrattaessa valtateiden 4 ja 5 nykyistä turvallisuutta valtakunnallisesti valtateiden yleiseen turvallisuuteen tai Lapin maanteiden turvallisuuteen, erottuu vt 5 Sodankylän keskustan alueella. Onnettomuusaste on keskustassa vt 5:llä huomattavasti korkeampi, kun Lapin ja Suomen valtateillä keskimäärin ja myös onnettomuustiheys on Lapin valtateihin verrattuna kaksinkertainen. (Lapin liitto

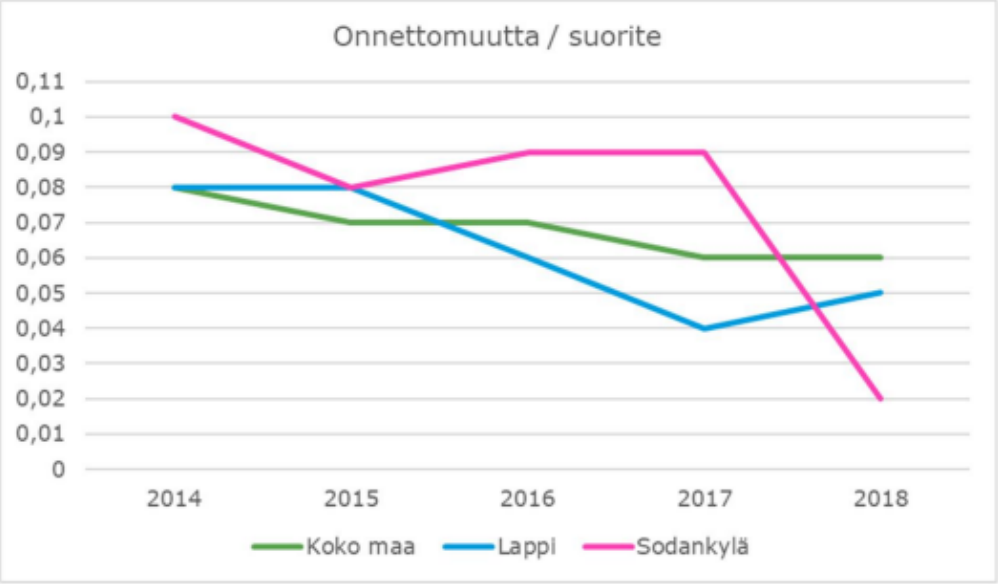
ym. 2019.) Myös keskustan eteläpuolella vt 4:llä on onnettomuustiheys Lapin valtateiden keskimääräistä onnettomuustiheyttä suurempi (Lapin ELY-keskus 2015). Onnettomuusasteet ja -tiheydet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 14-5).

Taulukko 14-5 Keskimääräinen onnettomuustiheys ja -aste valtateillä, tarkastelujakso 2013-2017. (Lähde: Lapin liitto ym. 2019)

	Onnettomuustiheys (onn./100 km)	Onnettomuusaste (onn./100 milj.ajon.km)
Suunnittelualue, valtatie 4	5,78	5,52
Suunnittelualue, valtatie 5	9,78	9,04
Suomen valtatiet	10,87	4,87
Lapin valtatiet	4,30	6,26

Sodankylän liikenneturvallisuussuunnitelmassa esitetyn mukaan suhteutettaessa henkilövahinko-onnettomuuksien määriä maanteiden liikennesuoritteeseen havaitaan (Kaavio 14-1), että koko Sodankylän alueen tunnusluvut ovat olleet laskusuuntaisia (Lapin ELY-keskus 2020).

Kaavio 14-1. Henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrän kehitys maanteillä liikennesuoritteeseen suhteutettuna. (Lähde: Lapin ELY-keskus 2020)



14.2.2 Laajempi tarkastelualue

Valtatie 4 Sodankylä–Rovaniemi

Sakatin hankealueelta Rovaniemelle on matkaa n. 130 km kuljettaessa vt 4:ä pitkin. Valtatie kulkee Sodankylän jälkeen Vuojärven, Raudanjoen, Korvalan, Alanampan, Vikajärven, Vaattungin ja Saarenkylän kautta.

Rovaniemeltä pohjoiseen on vt 4 Saarenkylään saakka 2-ajoratainen (2+2 –kaistainen) tie, joka kaventuu ennen Norvatien liittymää 1-ajorataiseksi valtatieksi jatkuen näin Napapiirille ja edelleen Sodankylää kohden.

Nopeusrajoitukset reitillä vaihtelevat taajamien 60 km/h rajoituksesta maanteiden 80/100 km/h rajoituksiin.

Vilkkaimmin liikennöity osuus reitillä on Rovaniemen alue, jossa vuorokaudenaikainen liikenne on 14 000−23 000 ajoneuvoa. Raskaan liikenteen osuus kokonaisliikenteestä oli Rovaniemen keskustassa 5−7 % vuonna 2019, mutta osuuden oletetaan kasvavan puu- ja kaivosteollisuuden kuljetusten myötä. Rovaniemi on liikenteellinen solmukohta ja seudun logistinen keskus. Vuosina 2014−2016 vt 4:ä on parannettu Rovaniemellä n. 2,5 km kaupungin ydinkeskustasta etelään päin. Tieosuudelle rakennettiin kaksi uutta eritasoliittymää sekä kaksi alikulkuyhteyttä. Perusparannuksen tavoitteena oli lisätä liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta Rovaniemen keskustan alueella.

Napapiiri−Vikajärvi -tieosuudella liikennemäärä oli vuonna 2019 keskimäärin n. 4 500 ajon./vrk, josta raskaita ajoneuvoja oli n. 11,5 %. Liikennemäärä välillä Vikajärvi−Sodankylä oli vuonna 2019 keskimäärin n. 1 900 ajon./vrk ja siitä raskaita ajoneuvoja oli n. 15,5 %.

Koko maan mittakaavassa vt 4:n keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä jää kaupunkiseutuja lukuun ottamatta selkeästi alle valtateiden keskiarvon (6 314 ajon./vrk). Lapissa valtateiden keskimääräinen liikennemäärä on 1 987 ajon./vrk. (Väylävirasto 2018.)

Sekä Napapiiri−Vikajärvi että Vikajärvi−Sodankylä tieosuuksilla asiointi- ja ostosmatkat ovat pääroolissa. Mökki- ja matkailuliikenteen osuus keskimääräisessä vuorokausiliikenteessä on iso. Tavaraliikenteestä huomattava osuus on pohjoisesta tulevat puutavarakuljetukset, jotka menevät Rovaniemen terminaaliin junakyytiin lastattaviksi. Kaivoskuljetukset ovat jo nykyisellään merkittävä kuljetusryhmä.

Puutteina ja ongelmina ovat tien paikoittainen kapeus (Napapiiri−Vikajärvi, Vikajärvi−Vuojärvi), rakenneongelmat (paikoitellen), ohituspaikkojen puute (esim. välillä Alanampa−Käyrämö), suurempi poro-onnettomuusriski, yksityistieliittymien määrä (paikoitellen) ja pääliittymien kääntymiskaistojen/väistötilan puuttuminen. Onnettomuustiheys ja -aste ovat Rovaniemen ja Sodankylän välisillä tieosuuksilla suurempia kuin pääteillä keskimäärin. (Lapin ELY-keskus 2015b.)

Vt 4 Vikajärven ja Sodankylän välillä on Väyläviraston suunnittelukohteena. Väyläviraston tavoitteena on vt 4:n leventäminen tavoiteleveyteen (9/7 m) sekä geometrian, kantavuuden ja rakenteellisen kestävyyden parantaminen. Myös jalankulun ja pyöräilyn olosuhteita on tarkoitus kehittää.

Rovaniemen kohdalla liikenteen kausivaihtelu on hyvin vähäistä, ja normaalin arkipäivän liikenne vuodenajasta riippumatta edustaa hyvin vuoden keskimääräistä vuorokausiliikennettä. Rovaniemeltä pohjoiseen, myös Sodankylän alueella, korostuu matkailuliikenteen voimakas kausivaihtelu liikennemäärien ollessa jopa kaksinkertaisia keskimääräiseen verrattuna ja jopa viisinkertaisia vuoden hiljaisimpaan ajankohtaan verrattuna. (Lapin ELY-keskus 2015b.)

Valtatie 4 Rovaniemi–Kemi–Oulu

Vt 4:n Rovaniemi−Muurola -väli on liikennetyypiltään ns. keskustan lähestymisjakso, jossa henkilöliikenteessä vapaa-ajan matkojen ohella päivittäiset työmatkat ja asiointiliikenne korostuvat. Keskimääräinen vuorokausiliikenne vuonna 2019 oli n. 4 800−8 040 ajon./vrk, josta raskaita n. 600−730 ajon./vrk (1-6 %). Muurola−Keminmaa –väli on maaseutumainen tiejakso. Keskimääräinen vuorokausiliikenne vuonna 2019 oli n. 3 500−4 200 ajon./vrk, josta raskaita n. 550-650 ajon./vrk (15,5 %).

Yleisimpinä puutteina ovat tien kapeus em. välillä, geometriapuutteet, alhainen nopeustaso, tiheä asutus valtatien varressa (paljon yksityistieliittymiä) ja turvallisten ohituspaikkojen puute. Muurolan

ja Hirvaan kohdilla on vahva ristiriita paikallisen liikenteen tarpeissa suhteessa läpikulkevaan liikenteeseen. Jakson onnettomuustiheys ja -aste on suurempi kuin pääteillä keskimäärin. (Lapin ELY-keskus 2015b.) Hirvaan kohdan liikenneturvallisuuden parantamiseksi ja liikenteen sujuvuuden lisäämiseksi on vireillä ohitustiehanke.

Keminmaan ja Kemin välinen vt 4:n osuus on vilkkaasti liikennöity moottoritie. Vuoden 2019 keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät tällä tieosuudella olivat 10 500−15 100 ajon./vrk. Raskaan liikenteen määrä oli keskimäärin n. 1 330 ajon./vrk (8-12 %).

Vt 4:n Kemin ja Oulun välinen osuus on osa Suomen ja Ruotsin rannikkoseutujen satamakaupunkeja yhdistävää Perämerenkaarta. Yhteysväli on myös tärkeä elinkeinoelämän, matkailun ja kaivoskuljetusten reitti. Yhteysvälin kokonaisliikennemäärät vaihtelivat vuonna 2019 vuorokaudessa n. 7 600 ja 52 100 ajoneuvon välillä ja raskaan liikenteen määrät 1 000 ja 2 700 ajoneuvon välillä vuorokaudessa tieosuuksista riippuen. Suurimmat liikennemäärät ovat Oulun kohdalla. Moottoritie on Oulun kohdalla ollut erittäin ruuhkainen ja häiriöherkkä. (Väyläviraston verkkosivut 2020.)

Vuonna 2016 on käynnistynyt vt 4:n parannushanke välillä Oulu−Kemi, jonka tavoitteena on parantaa yhteysvälin liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta sekä vähentää Oulun kohdan ruuhkia. Tavoitteena on myös parantaa elinkeinoelämän kuljetusten toimintavarmuutta. Työt käynnistyivät toukokuussa 2017 ja koko hankkeen on tarkoitus valmistua vuoden 2021 aikana. (Väyläviraston verkkosivut 2020.)

Valtatie 5 Sodankylä–Kemijärvi

Vt 5 kulkee Sodankylästä Pelkosenniemen kautta Kemijärvelle ja on vt 4:ä vähemmän liikennöity väylä. Sodankylästä Pelkosenniemelle tie kulkee erämaisten alueiden läpi. Pelkosenniemeltä Kemijärvelle vt 5 kulkee Saunavaaran, Vuostimon, Kaakkurivaaran ja Tapionniemen kylien läpi. Sodankylän ja Kemijärven välinen tieosuus on n. 120 km. Vt 5:n vilkkaimmin liikennöity osuus on Kemijärven kuntakeskuksen alue.

Vt 5:n vuorokaudenaikaiset liikennemäärät vaihtelevat maaseutuosuuksilla 600–1 600 ajoneuvon välillä. Kemijärven taajama-alueella liikennemäärä vuorokaudessa on 3 000 ajoneuvon ja keskusta-alueella 8 500 ajoneuvon tuntumassa. Raskaan liikenteen osuus on maaseudulla 7−11 % ja keskustan tieosuuksilla n. 3,5−5 % kokonaisliikennemäärästä.

Vt 5:n liikennemäärät ovat lisääntyneet vuodesta 2014 n. 10 %:lla, raskaan liikenteen määrät jopa enemmän. Raskaan liikenteen kuljetukset liittyvät pääasiassa lisääntyneisiin metsäteollisuuden kuljetuksiin.

Vt 5 on leveydeltään 7 m ja tien kunto on vt 4:ään nähden yleisesti hieman heikompi. Pieniä liittymiä on tasaisesti koko matkalla. Kairalaa, Pelkosenniemeä ja Kemijärveä lukuun ottamatta vt 5:n varrella ei ole kevyen liikenteen väyliä tai valaistusta. Tieosuuden turvallisuutta heikentää pienet sivuteiden liittymät.

Kuva 14-11 Valtatie 5 Sodankylän keskustaajaman rajalla, näkymä itään. (Kuva: AASM)

Väyläviraston päällysteiden ja siltojen kuntokartan mukaan Sodankylän ja Kemijärven välisellä tieosuudella on 19 siltaa, joista 12 on hyvässä kunnossa ja 7 on kunnoltaan tyydyttäviä.

Vt 5:n nykytilaa ja kehittämistarpeita välillä Pelkosenniemi–Kemijärvi on kirjattu Liikenneviraston, Lapin ELY-keskuksen ja Lapin liiton raporttiin Soklin kaivoksen liikenneyhteydet, toimenpideselvitys (Sito Oy 2015).

Lapin ELY-keskuksen liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue suunnittelee uuden 13 km tieyhteyden rakentamista välille Kemijärvi–Varrio–vt 5. Hankkeessa rakennetaan uusi, Kemijärven keskustan ja Perävaaran kylän asutuksen kiertävä tieyhteys Kemijärven Patokankaan terminaalilta Varrion kohdalle, johon rakennetaan Kemijoen ylittävä silta ja tieyhteys. Uuden tieyhteyden rakentaminen mahdollistaa sen, että pohjoisesta tulevan mahdollisen puutavara- ja rikasteliikenteen ei ole tarpeen kulkea Kemijärven taajaman kautta. (Sitowise Oy 2019a.)

Vt 5:ltä välillä Sodankylä–Pelkosenniemi ei löydy ajantasaisia nykytila- tai kehittämistarveselvityksiä. Väyläviraston päällysteiden ja siltojen kuntokartan mukaan yhteysvälin päällysteiden laatu vaihtelee erittäin hyvästä erittäin huonoon. Huonokuntoiset tieosuudet painottuvat karttatarkastelun perusteella Orajärventien liittymän läheisyyteen ja siitä itään päin. Oletettavaa on, että myös tällä tieosuudella on parannustarpeita sekä tietekniikan leveys, kantavuus että liikenteen toimivuuden kannalta. Nämä selvitetään myöhemmissä vaiheissa tarkemmin, ennen kuin Sakatin kaivoksen kuljetusten suuntautuminen varmistuu.

Liikenneturvallisuus valtateillä

Valtatie 4 Sodankylä–Rovaniemi

Vuosina 2012−2019 poliisin tietoon tuli onnettomuuksia yhteensä 263 kappaletta, joista henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia oli n. 26 %. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui tarkastelujakson aikana viisi kappaletta. Yleisimmät onnettomuustyypit olivat

yksittäisonnettomuudet (23 %) ja hirvi- sekä peuraonnettomuudet (yhteensä 25 %). Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista kolme oli kohtaamisonnettomuuksia ja kaksi yksittäisonnettomuuksia. Raskaat ajoneuvot olivat osallisena n. 10 % kaikista onnettomuuksissa. Näistä onnettomuuksista n. puolet oli yksittäisonnettomuuksia ja vajaa puolet hirvionnettomuuksia. Raskaan liikenteen onnettomuuksista neljä johti henkilövahinkoihin. (Väyläviraston Tiemappi -palvelu 2020.)

Valtatie 5 Sodankylä–Kemijärvi

Vuosina 2012−2019 poliisin tietoon tuli onnettomuuksia yhteensä 105 kappaletta, joista henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia oli n. 25 %. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ei tarkastelujakson aikana tapahtunut. Yleisimmät onnettomuustyypit olivat yksittäisonnettomuudet (33 %) ja hirvi- sekä peuraonnettomuudet (yhteensä 24 %). Raskaat ajoneuvot olivat osallisena n. 11 % kaikista onnettomuuksissa. Näistä onnettomuuksista yli puolet oli yksittäisonnettomuuksia ja loput hirvi-, kohtaamis- ja ohitusonnettomuuksia. Raskaan liikenteen onnettomuuksista yksikään ei johtanut henkilövahinkoihin. (Väyläviraston Tiemappi -palvelu 2020.)

14.2.3 Rataverkko osuuksilla Kemijärvi–Kemi–Oulu sekä Oulu–Harjavalta

Kemijärvelle kuljetettavat rikasteet lastattaisiin juniin todennäköisimmin Kemijärven Patokankaan terminaalissa, joka on otettu käyttöön vuonna 2016 Kemijärvellä sijaitsevan toisen terminaalin ohella. Terminaali sijaitsee Patokankaalla Kemijärven keskustan itäpuolella ja toimii tällä hetkellä raakapuun kuormauspaikkana.

Patokankaan terminaalilta on sähköistetty ja yksiraiteinen ratayhteys Kemin kautta Ouluun. Patokankaan ja Kemijärven välillä on ainoastaan tavaraliikenteen kuljetuksia. Kemijärvi−Kemi−Oulu -välillä on sekä henkilöliikennettä että tavaraliikenteen kuljetuksia. Rataosuus Laurila−Kemi−Oulu -rataosuus kuuluu TEN-T ydinverkkoon, ja Laurila−Rovaniemi -rataosuus TEN-T kattavaan verkkoon. (Väyläviraston verkkosivut 2020.)

Ratayhteys Oulusta Kokkolan, Seinäjoen ja Tampereen kautta Harjavaltaan on sähköistetty. Rataosuudet Ylivieska–Oulu, Lielahti–Kokemäki sekä Kokemäki–Harjavalta ovat yksiraiteisia. Kaksiraiteisia osuuksia on Tampere–Seinäjoki, Seinäjoki–Kokkola sekä Kokkola–Ylivieska -rataosuuksilla. Tampere–Seinäjoki, Seinäjoki–Kokkola sekä Kokkola–Ylivieska–Oulu -rataosuudet kuuluvat TEN-T ydinverkkoon. Ratayhteydellä Oulusta Kokkolan, Seinäjoen ja Tampereen kautta Harjavaltaan on sekä henkilöliikennettä että tavaraliikenteen kuljetuksia. Kokkola–Ylivieska–Oulu -rataosuus on yksi Suomen vilkkaimpia tavaraliikenteen yhteyksiä, ja Tampere–Seinäjoki -rataosuus yksi vilkkaimpia henkilöliikenteen rataosuuksia. (Väyläviraston verkkosivut 2020.)

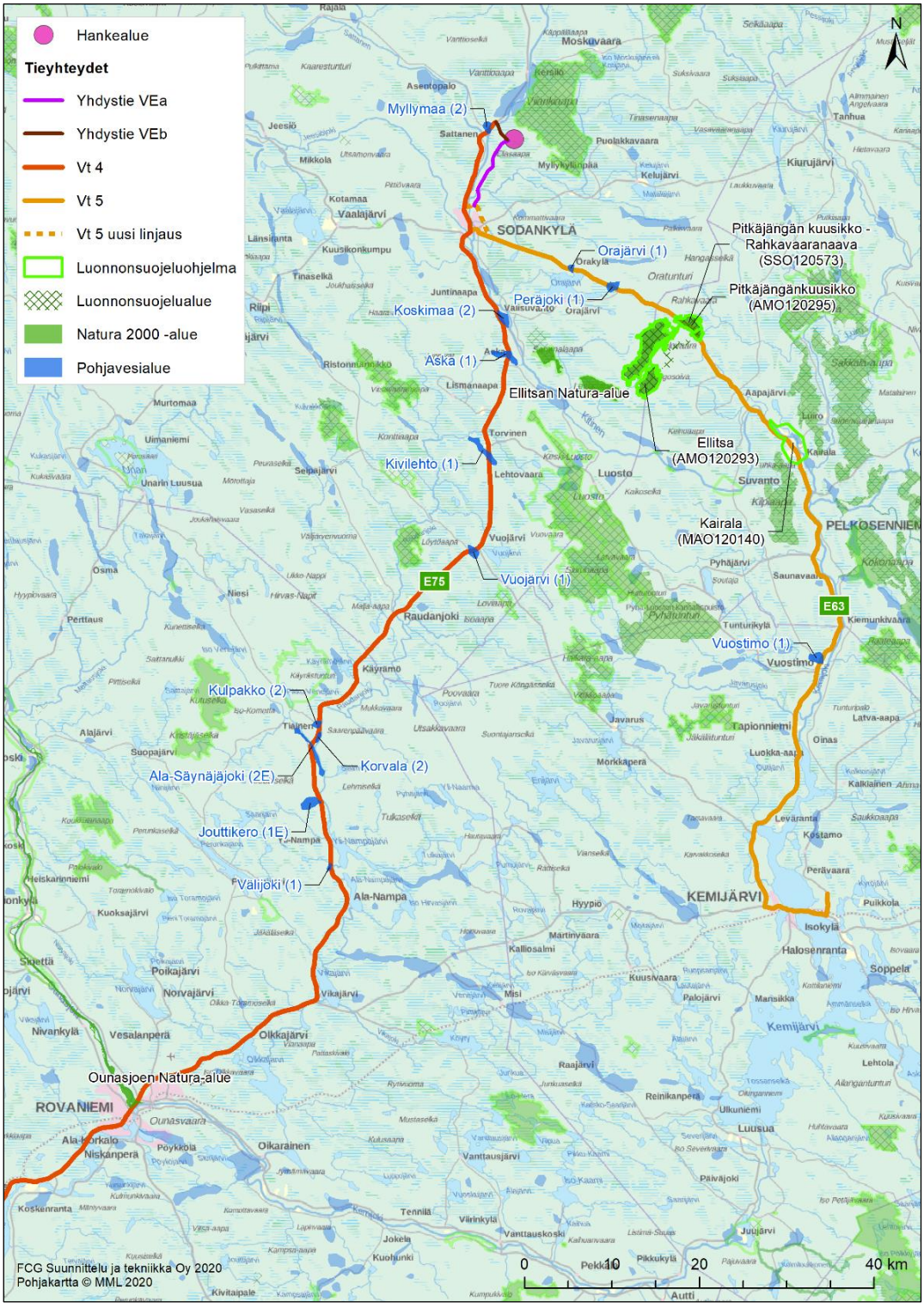
14.2.4 Vaikutuskohteiden herkkyys

Vaikutuskohteiden herkkyyden arvioinnissa on otettu huomioon kuljetusreittien varrella sijaitsevat herkät kohteet, kuten asutuskeskittymät ja teiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevat pohjavesi- ja luonnonsuojelualueet (Kuva 14-12) sekä teiden nykyiset liikennemäärät, kunto ja onnettomuustilastot.

Hankealueen lähialueella on tienvarsiasutusta Sodankylän taajaman lisäksi eniten Sattasessa ja keskustan eteläpuolella vt 4:n varrella sekä jonkin verran myös keskustan itäpuolella vt 5:n varrella. Taajaman risteyksien lisäksi on kylien kohdalla runsaasti pieniä sivuteiden liittymiä. Taajama-alueella on jo nykyisellään merkittävästi raskasta liikennettä, mikä vähentää liikenteen sujuvuutta erityisesti keskustan alueella. Raskaan liikenteen kasvu on lisännyt turvattomuuden tunnetta taajama-alueella. Keskustan eteläpuolella vt 4:llä on onnettomuustiheys Lapin valtateiden keskimääräistä

onnettomuustiheyttä suurempi. Onnettomuusaste ja -tiheys on keskustassa vt 5:llä huomattavasti korkeampi, kun Lapin ja Suomen valtateillä keskimäärin. Lähialueen herkkyys lisääntyvälle liikennemäärälle on arvioitu kokonaisuudessaan kohtalaiseksi.

Kauempana hankealueesta, Sodankylästä etelään vt 4:n keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä jää maaseutuosuuksilla selkeästi alle valtakunnallisen valtateiden keskiarvon, mutta on useammilla osuuksilla Lapin valtateiden keskimääräisen liikennemäärän tasoa. Vt 4 kuuluu suurten erikoiskuljetusten verkkoon. Vt 5 on selvästi vähemmän liikennöity väylä. Valtateiden herkkyyttä lisäävät jollakin tieosuuksilla tien kapeus, turvallisten ohituspaikkojen puute, suurempi poro-onnettomuusriski, yksityistieliittymien määrä (paikoitellen) ja pääliittymien kääntymiskaistojen/väistötilan puuttuminen sekä matkailuliikenteestä johtuva kausivaihtelu vt 4:llä. Vt 4:n herkkyys lisääntyvälle liikennemäärälle arvioitu kokonaisuudessaan pieneksi ja vt 5:n herkkyys kohtalaiseksi.



Kuva 14-12 Pohjavesialueiden (nimettynä alueet 300 m tiestä) ja luonnonsuojelukohteiden (nimettynä alueet 500 m tiestä) sijoittuminen Sakatin kaivoksen kuljetusreiteillä. Pohjavesialueiden numerointi: 1 = Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, 1E = Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen, 2 = Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, 2E = Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen.

14.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

14.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialue

Vaikutukset liikennemääriin

Vaihtoehdossa VEa (eteläinen yhdystie) hankkeen lähialueella kokonaisliikennemäärä lisääntyy sekä määrällisesti että prosentuaalisesti eniten Sodankylän keskustassa Kitisen länsipuolella, johon on oletettu suuntautuvan eniten työmatkaliikennettä ja työmatkalaisten läpikulkuliikennettä. Myös kaivoksen raskaan liikenteen on oletettu kulkevan rakennusvaiheessa kuntakeskuksen läpi. Raskaan liikenteen lisäys nykyiseen raskaan liikenteen määrään on keskustassa suurimmillaan vt 4:llä Kittiläntien risteyksen eteläpuolella (11,3 %) ja Ivalontien (vt 4) liikenneympyröiden välisellä osuudella (10,7 %). Kokonaisliikennemäärä kasvaa keskusta-alueella n. 5−8 % nykyisestä. Ajojen määrissä nämä lisäykset tarkoittavat noin 180-270 henkilöauton ja 40 raskaan ajoneuvon lisäystä vuorokaudessa. Koska rakennusvaiheen liikenteen on oletettu tapahtuvan kello 7 ja 22 välillä, lisäystä on keskimäärin 12−18 henkilöautoa ja 3 raskasta ajoneuvoa tunnissa päiväaikaan.

Vt 4:ä etelään päin mennessä kokonaisliikenne lisääntyy n. 5−7 % ja raskas liikenne n. 11−14 % tarkastellulla lähialueella n. 10 kilometrin päähän keskustasta. Ajojen määrissä tämä tarkoittaa keskimäärin noin 100−140 henkilöauton ja 40 raskaan ajoneuvon lisäystä vuorokaudessa, eli keskimäärin 7−12 henkilöauton ja 3 raskaan ajoneuvon lisäystä tunnissa.

Vaihtoehdossa VEa kuntakeskuksen itäpuolisille alueille ei rakennusvaiheessa kohdistu kaivoksen raskaan liikenteen kuljetuksia. Myös kaivoksen eteläisen yhdystien kautta kulkevan työmatkaliikenteen on oletettu suuntautuvan pääasiassa uutta Kitisen yli rakennettavaa siltaa pitkin joen länsipuolelle. Kitisen itäpuolella kokonaisliikenteen määrän oletetaan hieman kasvavan kuntakeskuksen itäosiin, Savukoskentielle ja Pelkosenniemen/Kemijärven suuntaan kulkevan työmatkaliikenteen johdosta. Suurin liikennemäärän lisäys Kitisen itäpuolella, arviolta n. 130 henkilöautoa vuorokaudessa, kohdistuu vt 5:n uudelle osuudelle Kaanaanmaan itäpuolella.

Keskustaajaman pohjoisosaan ja vt 4:lle taajamasta pohjoiseen ei tässä vaihtoehdossa kohdistu kaivoksen raskasta liikennettä. Pohjoiseen menevästä työmatkaliikenteestä johtuva kokonaisliikennemäärän lisäys on keskimäärin n. 2 %.

Vaihtoehdossa VEb (pohjoinen yhdystie) kaivoksen kaikki raskaat kuljetukset ja henkilöliikenne on oletettu suuntautuvan kaivoksen pohjoiselta yhdystieltä kohti etelää vt 4:ä pitkin, lukuun ottamatta pientä osuutta pohjoiseen menevää työmatkaliikennettä.

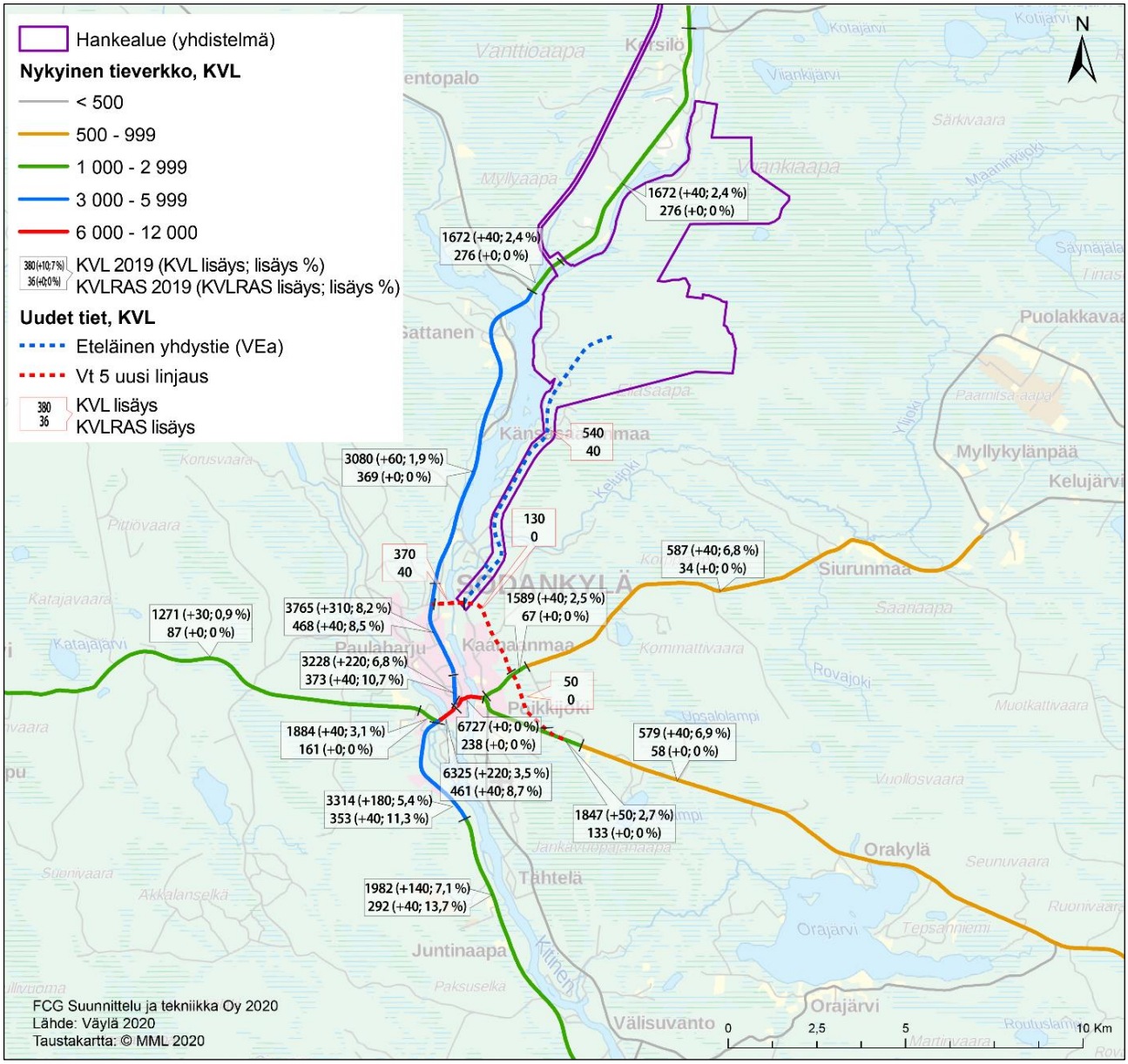
Suurimmat liikennemäärän lisäykset kohdistuvat vt 4:lle kaivoksen yhdystien ja kuntakeskuksen väliselle tieosuudelle sekä kuntakeskuksen Kitisen länsipuoliseen osaan.

Kokonaisliikennemäärän lisäys nykyiseen liikennemäärään vt 4:llä kaivoksen yhdystien liittymän kohdalla on n. 30 % ja raskaan liikenteen lisäys 14,5 %. Rajalantien liittymän ja kuntakeskuksen pohjoisosan välillä vastaavat lisäykset ovat 15,6 % ja 10,8 %. Jälkimmäiset luvut tarkoittavat esim. Sattasen kylän kohdalla n. 440 henkilöauton ja 40 raskaan ajoneuvon lisäystä vuorokaudessa nykyiseen verrattuna. Tuntikeskiarvona lisäys on vajaat n. 30 henkilöautoa ja 3 raskasta ajoneuvoa päiväaikana.

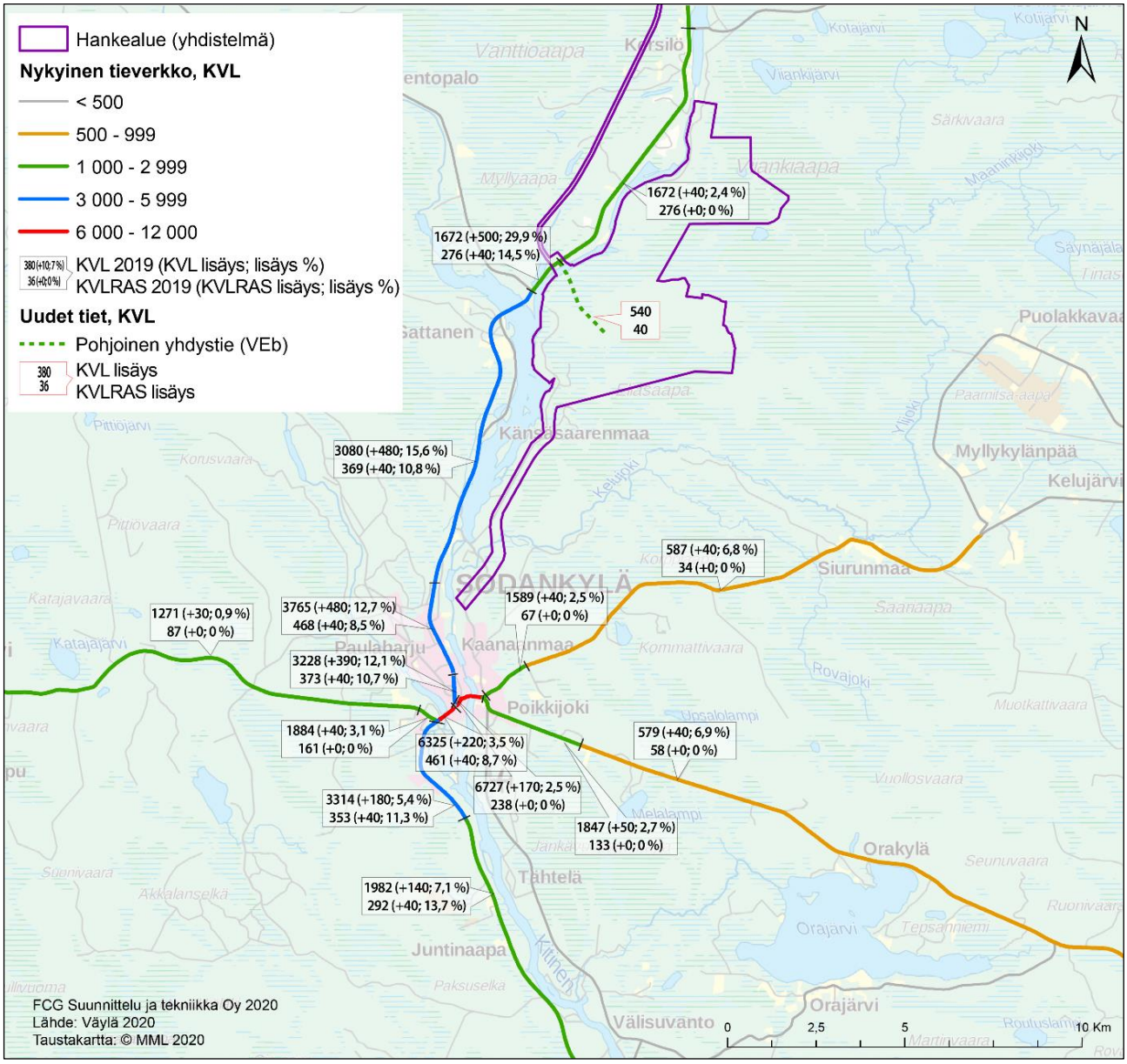
Liikennemäärän lisäykset keskusta-alueella ja keskustaajaman lähialueella vt 4:llä ovat raskaan liikenteen osalta samansuuruisia vaihtoehdon VEa kanssa. Kokonaisliikennemäärään lisäys

kuntakeskuksessa Kitisen länsipuolella on vaihtoehtoon VEa verrattuna hieman isompi keskustan ja nykyisen vt 5:n sillan kautta itään päin kulkevan työmatkaliikenteen johdosta, n. 12−13 %. Muilla tieosuuksilla kokonaisliikennemäärän lisäykset eivät poikkea vaihtoehdosta VEa.

Seuraavissa kuvissa (Kuva 14-13 ja Kuva 14-14) on esitetty vuoden 2019 liikennemäärät kaivoksen kuljetusten pääreiteillä Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella ja arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset näillä reiteillä.



Kuva 14-13 Rakennusvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2019 liikennemääriin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEa.



Kuva 14-14 Rakennusvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2019 liikennemääriin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEb.

Vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen

Sakatin raskaan liikenteen vaikutuksesta ei raskaan liikenteen osuus nouse kummassakaan yhdystievaihtoehdossa (VEa ja VEb) yhdelläkään tieosuudella yli 20 % kokonaisliikennemäärästä, jolloin raskaan liikenteen voisi olettaa voimistavan liikennemäärien aiheuttamaa jononmuodostusta, ja kevyen henkilöliikenteen keskinopeus laskisi huomattavasti.

Vaihtoehdolla VEa (eteläinen yhdystie) ei arvioida olevan rakennusvaiheessa merkittävää vaikutusta liikenteen sujuvuuden ja liikenneturvallisuuden kannalta. Hankkeen lähialueella isoimmat raskaan liikenteen lisäykset kohdistuvat Sodankylän keskustan Kitisen länsipuoliseen osaan ja kuntakeskuksen läheisyyteen vt 4:ä etelään. Raskaan liikenteen lisääntymisellä voi olla vaikutusta liikenteen

sujuvuuden kannalta keskusta-alueen eniten liikennöidyillä tieosuuksilla, esim. Ivalotien (vt 4) liikenneympyröiden välisellä alueella, jossa kokonaisliikennemäärät ovat jo nykyisellään merkittäviä. Näillä alueilla myös koettu turvallisuus voi heiketä entisestään raskaiden ajoneuvojen lisääntymisen johdosta. Käynnissä oleva Jeesiöjoen sillan parannushanke ja siihen liittyvä vt 4:n linjauksen uusiminen sujuvoittavat liikennettä keskustaajaman eteläosassa ja lieventävät myös kaivoskuljetusten vaikutuksia keskustan eteläpuolella.

Vaihtoehdossa VEa Sodankylän keskustaajaman, varsinkin sen Kitisen länsipuolisen osan, tilannetta parantaa kuntakeskuksen pohjoisosaan suunniteltu uusi silta Kitisen yli ja vt 5:n uusi linjaus Kaanaanmaan itäpuolella. Vaikka silta ja uusi tielinjaus eivät vähennä kaivoksen raskaan liikenteen lisäystä keskustassa vt 4:llä, se ohjaa osan kaivoksen työmatkaliikenteestä sekä Kemijärven suunnasta pohjoiseen ja Kemijärvelle suuntautuvaa muuta liikennettä keskustan ohi. Vt 5:n uuden linjauksen on arvioitu vähentävän liikennettä noin 800–2800 ajon./vrk Kitisen nykyiseltä sillalta (Lapin liitto ym 2019). Raskaiden ajoneuvojen määrän vähentyminen parantaa varsinkin koettua turvallisuutta Sodankylän keskusta-alueella. Koko taajama-alueen liikenneturvallisuus paranee, kun osa raskaista ajoneuvoista kiertää taajaman. Raskaiden ajoneuvojen määrä vähentyminen parantaa varsinkin koettua turvallisuutta. Uudella tieosuudella ei ole juurikaan liittymiä, joka parantaa linjauksen liikenneturvallisuutta. (Lapin liitto ym. 2019

Vaihtoehto VEb (pohjoinen yhdystie) lisää huomattavasti liikennemäärää vt 4:llä kaivoksen kohdalla sekä uuden yhdystien ja kuntakeskuksen välisellä tieosuudella. Pohjoinen yhdystie voi heikentää liikenneturvallisuutta vt 4:llä Sodankylästä pohjoiseen, mm. Sattasen kylän kohdalla. Lisääntyvästä liikennemäärästä johtuen voi olla tarpeellista alentaa vt 4:n nopeusrajoitusta yhdystien liittymän ja Sattasen kylän kohdalla, jottei liikenteen sujuvuus kärsii nykyisestään.

Kun kaivoksen yhdystien liittymä suunnitellaan ja toteutetaan hyvin, hankkeen liikenteen ei oleteta aiheuttavaan merkittävää haittaa valtatien liikenteelle Sattasen pohjoispuolella.

Muilta osin vaihtoehdon VEb vaikutukset ovat verrattavissa vaihtoehdon VEa vaikutuksiin.

Vaarallisten aineiden kuljetukset

Liikenteen turvallisuuteen vaikuttavat myös raskaan liikenteen kuljettamat aineet. Liikenneonnettomuuden sattuessa polttoainetta tai kemikaalia voi joutua maaperään, pohjaveteen tai vesistöön. Vaarallisten kuljetusten onnettomuuksiin liittyy myös tulipalon riski, jolloin voi syntyä terveydelle haitallisia savupäästöjä ja kemikaalipitoisia sammutusvesiä. Vaarallisten kuljetusten onnettomuudet ovat kuljetusmääriin nähden erittäin harvinaisia, mutta silti mahdollisia. Turvallisuuden takaamiseksi vaarallisten kemikaalien kuljetuskaluston tekniset vaatimukset ja kuljettajan pätevyysvaatimukset ovat lakisääteisiä.

Kaivoksen rakennusvaiheen vaarallisten aineiden kuljetusten on oletettu tapahtuvan Rovaniemen suunnalta vt 4:ä pitkin. Vaarallisten aineiden kuljetusmäärät tarkentuvat hankkeen ympäristölupavaiheessa, jolloin myös niiden kuljetuksista aiheutuvat vaikutukset ja riskit arvioidaan tarkemmin. Alustavat arviot kaivoksen vaarallisten aineiden kuljetusten määristä on esitetty luvussa 14.1.2. Mahdollisia vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyviä riskien hallintaa on käsitelty myös tämän selostuksen luvussa 31.

Laajempi vaikutusalue

Vaikutukset liikennemääriin

Yhdystievaihtoehtojen VEa ja VEb vaikutukset valtateillä kuntakeskuksen lähialueen ulkopuolella eivät eroa toisistaan.

Rakennusvaiheessa kaivoksen raskaan liikenteen oletetaan suuntautuvaan vt 4:ä pitkin Rovaniemen suuntaan, joten vt 5:lle ei kohdistu kaivoksen raskaan liikenteen kuljetuksia.

Sodankylän ja Rovaniemen välisillä vt 4:n maaseutuosuuksilla kaivoksen liikenteestä johtuva lisäys kokonaisliikennemäärään on keskimäärin n. 2−6 % ja raskaan liikenteen määrään n. 8−14 % tieosuudesta riippuen. Rovaniemen taajama-alueella ja keskustassa vilkkaasti liikennöidyillä tieosuuksilla kokonaisliikennemäärän lisäys jää alle 1 % ja raskaan liikenteen lisäys on n. 4−5 %.

Vt 4:n kautta Rovaniemelle ja vt 5:n kautta Pelkosenniemelle/Kemijärvelle mahdollisesti suuntautuvan työmatkaliikenteen määrä on oletettu vähäiseksi ja sen vaikutus valtatiellä on pieni.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 14-6) on esitetty vuoden 2019 liikennemäärät kaivoksen kuljetusten pääreiteillä kuntakeskuksen lähialueen ulkopuolella vt 4:llä ja 5:llä ja arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset näillä reiteillä.

Taulukko 14-6 Vuoden 2019 liikennemäärät ja arvioidut liikennemäärien lisäykset hankkeen rakennusvaiheessa kaivoksen kuljetusten pääreiteillä kuntakeskuksen lähialueen ulkopuolella. KVL-keskimääräinen vuorokautinen liikennemäärä, KVLRAS-keskimääräinen vuorokautinen raskaan liikenteen määrä, RL-raskas liikenne.

Tie	Tieosuus	Vuosi 2019			VEa (eteläinen yhdystie)				VEb (pohjoinen yhdystie)			
		KVL	KVL RAS	RL %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %
vt 4	Aska -Vikajärvi (keskiarvo)	1912	295	15,4	110	5,8	40	13,6	110	5,8	40	13,6
vt 4	Vikajärvi - Na-papiiri (ka)	4501	517	11,5	110	2,4	40	7,7	110	2,4	40	7,7
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan pohjoispuoli (ka)	11273	773	6,9	100	0,9	40	5,2	100	0,9	40	5,2
vt 4	Rovaniemen keskustan silta	23061	1055	4,6	80	0,3	40	3,8	80	0,3	40	3,8
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan eteläpuoli (ka)	19548	1070	5,5	60	0,3	40	3,7	60	0,3	0	3,7
vt 5	Virpikari-Pelko-senniemi (ka)	555	60	10,8	40	7,2	0	0,0	40	7,2	0	0,0
vt 5	Pelkosenniemi (ka)	879	92	10,5	30	3,4	0	0,0	30	1	0	0,0
vt 5	Pelkosenniemi-Kemijärvi (Ro-vaniementielle asti) (ka)	1646	146	8,9	20	1,2	0	0,0	20	1	0	0,0
vt 5	Kemijärven taajaman länsi-osa (ka)	3170	330	10,4	15	0,5	0	0,0	20	0,6	0	0,0

Tie	Tieosuus	Vuosi 2019			VEa (eteläinen yhdystie)				VEb (pohjoinen yhdystie)			
		KVL	KVL RAS	RL %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %
vt 5	Kemijärven keskusta	8456	294	3,5	10	0,1	0	0,0	10	0,1	0	0,0
vt 5	Kemijärvi silta ja itäpuoli	4389	239	5,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Pahkakum-muntie	1013	128	12,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen

Hankkeesta aiheutuvan liikenteen lisäyksellä ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia vt 4:n liikenteen sujuvuuteen kauempana hankealueesta. Liikenneturvallisuus voi heiketä hieman entisestään jo nyt ongelmallisilla tieosuuksilla, esim. vt 4:n kapeilla tieosuuksilla Napapiirin ja Vikajärven sekä Vikajärven ja Vuojärven välillä, tai osuuksilla, joilla on vähän ohituspaikkoja (esim. välillä Alanampa–Käyrämö). Näillä tieosuuksilla on jo nykyisin suurempi onnettomuustiheys ja -aste kuin pääteillä keskimäärin. Myös eläinonnettomuusluvut ovat korkeat Vuojärven ja Napapiirin välillä. Kokonaisuudessa kaivoksen rakennusvaiheen liikenteen vaikutus liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen vt 4:llä on arvioitu pieneksi raskaan liikenteen lisääntyessä keskimäärin n. kolmella ajoneuvolla tunnissa.

Hankkeen rakennusvaiheessa ei aiheudu merkittäviä vaikutuksia vt 5:lle kaivoksen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialuetta kauempana.

Vaarallisten aineiden kuljetukset

Kaivoksen rakennusvaiheen vaarallisten aineiden kuljetusten on oletettu tapahtuvan Rovaniemen suunnalta vt 4:ä pitkin. Rakennusvaiheen vaarallisten aineiden kuljetuksista mahdollisesti aiheutuvia riskejä on kuvattu aiemmin tässä luvussa. Vaarallisten aineiden kuljetusmäärät tarkentuvat hankkeen ympäristölupavaiheessa, jolloin myös niiden kuljetuksista aiheutuvat vaikutukset ja riskit valtatiellä arvioidaan tarkemmin.

14.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset skenaariossa 1 (Kevitsan kaivos toiminnassa)

Vaikutukset liikennemääriin hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella

Vaihtoehto VEa (eteläinen yhdystie)

Kokonaisliikennemäärä lisääntyy rakennusvaiheen tavoin **Sodankylän keskustassa Kitisen länsipuolella**, johon on oletettu kaivoksen raskaan liikenteen lisäksi suuntautuvan eniten työmatkaliikennettä ja työmatkalaisten läpikulkuliikennettä. Kokonaisliikennemäärä kasvaa keskusta-alueella rikastekuljetusten alavaihtoehdosta riippuen 5,5−9,4 % vuoden 2040 ennusteesta. Raskaan liikenteen lisäys on merkittävin vaihtoehdossa VEaPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin), tieosuudesta riippuen 9,5−14 %. Vaihtoehdossa VEaPSKJ (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle) raskaan liikenteen lisäys on vastaavasti 6,7−9,8 %. Vaihtoehdossa VEaKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle) raskaan liikenteen lisäys on keskusta-alueella pienin, 3,8−5,6 %, johtuen siitä,

että kaivoksen kaikki rikastekuljetukset ohittavat keskustan vt 5:n uuden linjauksen kautta. Vt 5:n nykyiselle Kitisen sillalle ei eteläisen yhdystien vaihtoehdoissa kohdistu kaivoksen raskaita kuljetuksia.

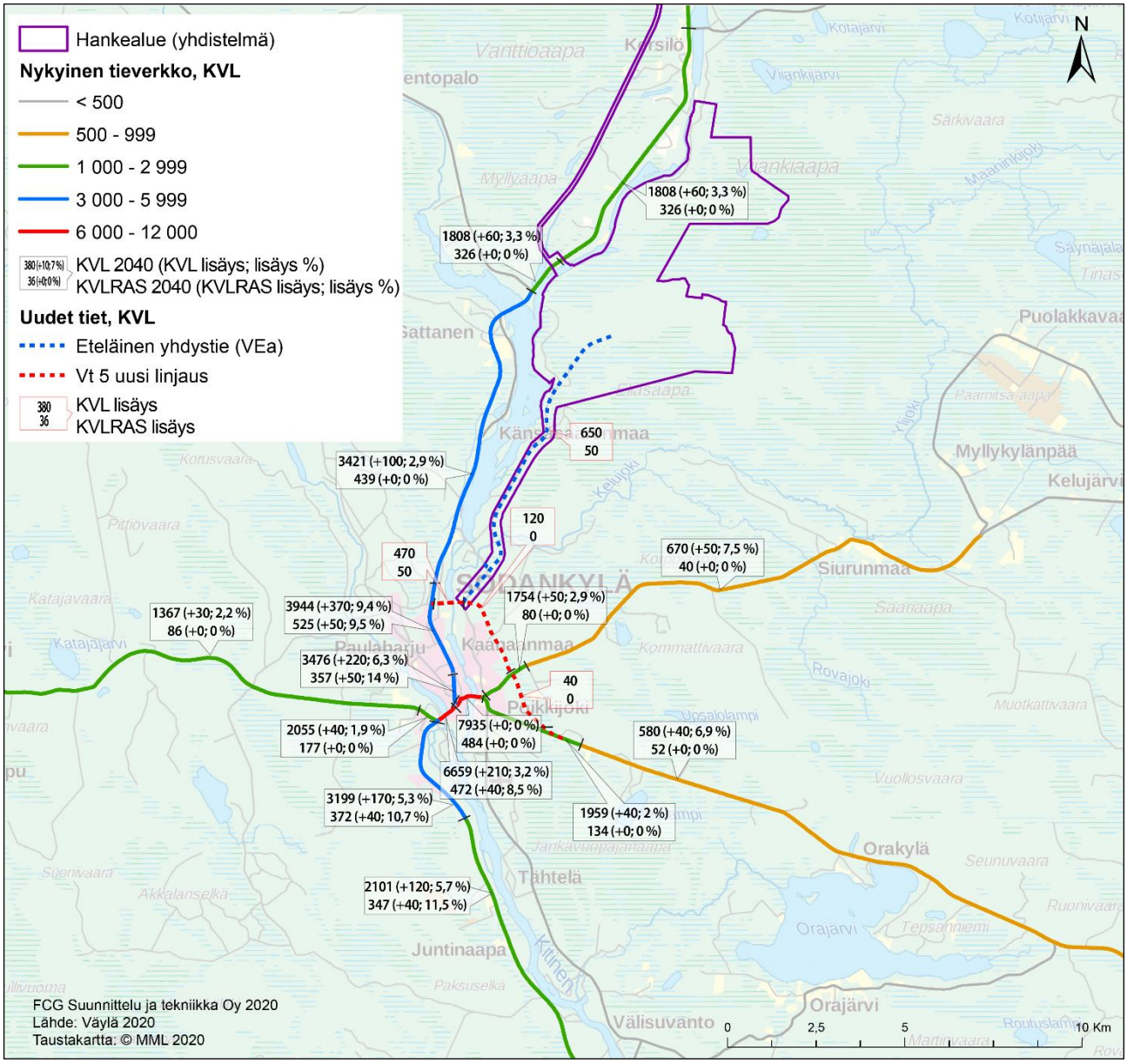
Keskustaajaman pohjoisosiin ja vt 4:lle keskustaajamasta pohjoiseen ei eteläisen yhdystien vaihtoehdoissa kohdistu kaivoksen raskaita kuljetuksia. Kokonaisliikennemääriin tuo pienen lisäyksen oletettu pohjoiseen suuntautuva työmaaliikenne. Kokonaisliikennemäärän lisäys on tieosuudesta riippuen arviolta n. 3 % vuoden 2040 ennusteeseen verrattuna.

Vt 4:ä etelään päin Sodankylän taajamasta Askan kohdalle asti kokonaisliikenne lisääntyy kaikissa rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa n. 4−7 % vuoden 2040 ennusteeseen verrattuna. Raskas liikenne lisääntyy eniten alavaihtoehdossa VEaPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin), tieosuudesta riippuen 10,7−11,5 %. Alavaihtoehdossa VEaPSKJ (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle) on raskaan liikenteen lisäys keskustaajaman eteläpuolella vastaavasti 6,7−7,2 % ja vaihtoehdossa VEaKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle) vajaat 3 %. Ajojen määrissä tämä tarkoittaa vuorokaudessa 80−130 henkilöauton lisäystä ja joko 40, 25 tai 10 raskaan ajoneuvon lisäystä rikastekuljetusten alavaihtoehdosta riippuen.

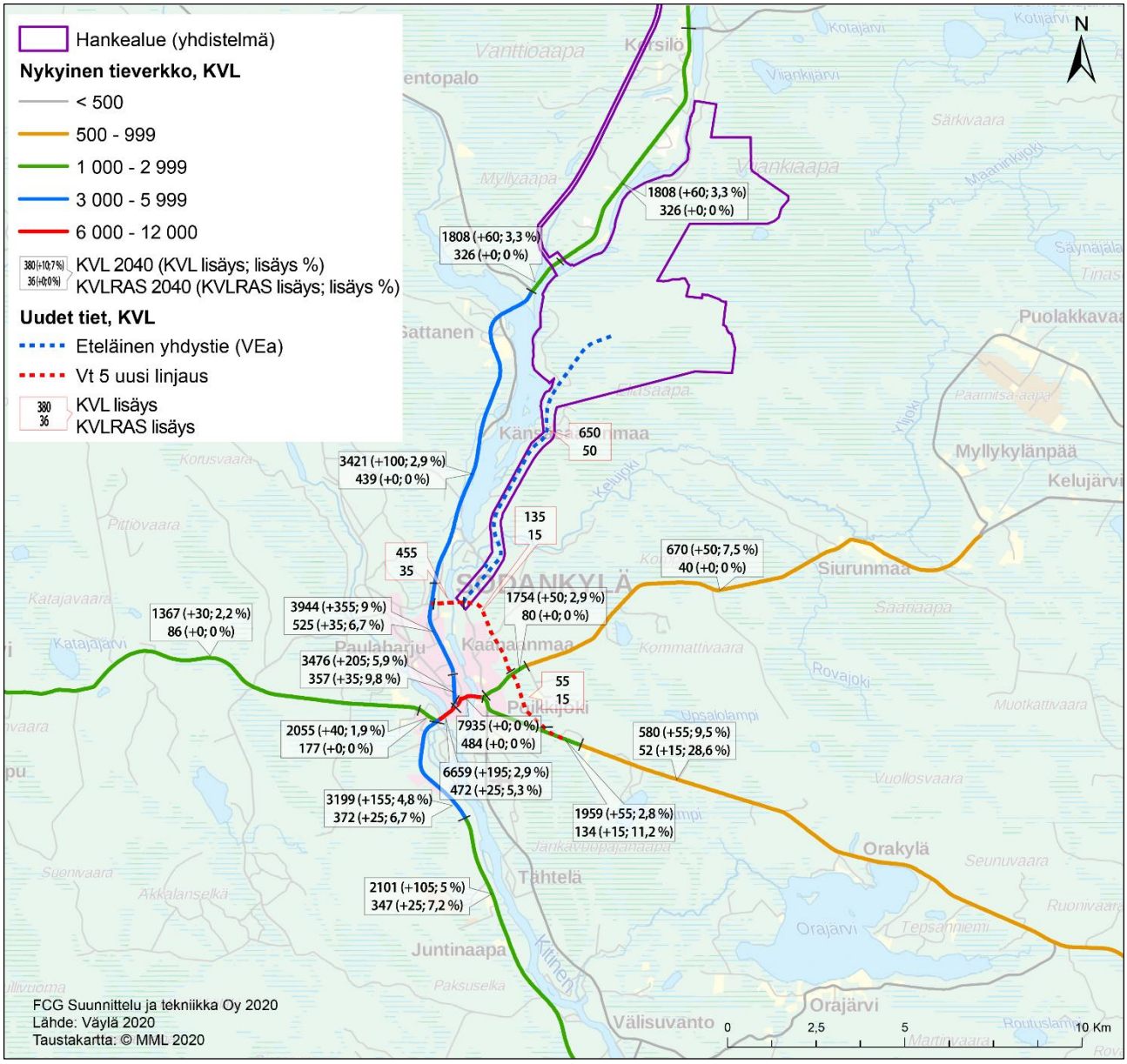
Keskustaajaman Kitisen itäpuoliselle alueelle ei kohdistu eteläisen yhdystien alavaihtoehdossa VEaPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin) kaivoksen raskaan liikenteen kuljetuksia. Kitisen itäpuolella kokonaisliikenteen määrään oletetaan tässä alavaihtoehdossa hieman kasvavan kuntakeskuksen itäosiin, Savukoskentielle ja Pelkosenniemen/Kemijärven suuntaan kulkevan työmatkaliikenteen johdosta. Lisäykset eri teillä ja tieosuuksilla ovat arviolta pieniä, keskimäärin n. 3−7 % luokkaa.

Alavaihtoehdoissa VEaPSKJ (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle) ja VEaKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle) itään päin suuntautuu työmatkaliikenteen lisäksi myös kaivoksen rikastekuljetuksia vt 5:n uutta linjausta pitkin. Kokonaisliikennemäärän lisäys vuoden 2040 ennusteeseen verrattuna on keskustaajaman itäosassa ja taajaman lähialueella vt 5:llä n. 3−10 % vaihtoehdossa VEaPSKJ ja n. 4−12 % vaihtoehdossa VEaKJ. Merkittävin raskaan liikenteen lisäys näillä tieosuuksilla syntyy vaihtoehdossa VEaKJ, jossa kaikki kaivoksen rikasteet kuljetetaan Kemijärvelle. Merkittävin raskaan liikenteen lisäys, 57 %, kohdistuu tässä vaihtoehdossa vt 5:llä keskustaajaman itärajalle ja sen lähialueelle, jossa nykyinen ja arvioitu vuoden 2040 ennusteen mukainen raskaan liikenteen määrä on suhteellisen pieni.

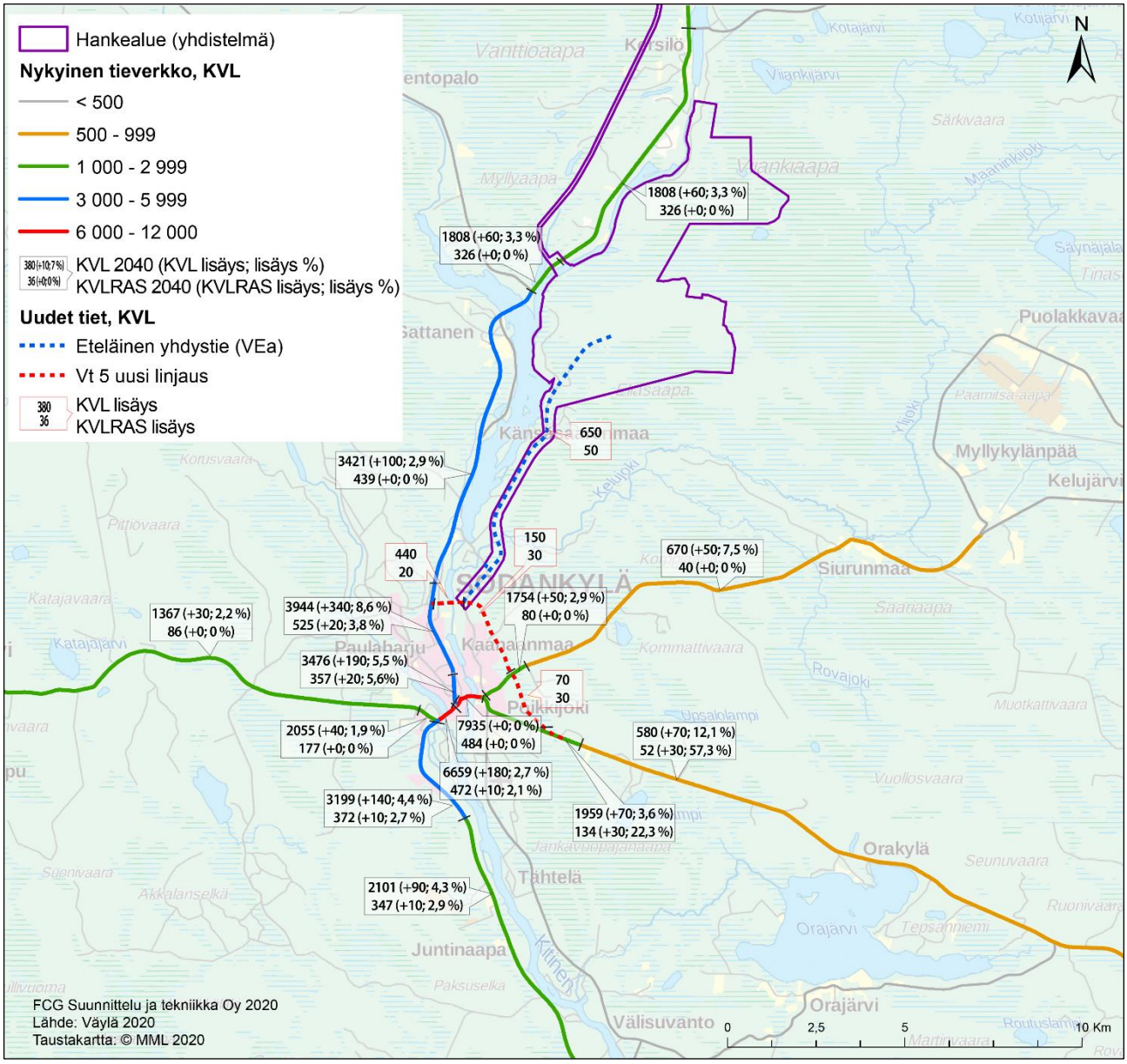
Seuraavissa kuvissa (Kuva 14-15 − Kuva 14-17) on esitetty vuoden 2040 liikennemääräennusteet kaivoksen kuljetusten pääreiteillä Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella ja arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset näillä reiteillä.



Kuva 14-15 Tuotantovaiheenvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2040 liikennemääräennusteisiin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEaPS (eteläinen yhdystie, kaikki rikasteet Perämeren satamiin).



Kuva 14-16 Tuotantovaiheenvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2040 liikennemääräennusteisiin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEaPSKJ (eteläinen yhdystie, puolet rikasteet Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle).



Kuva 14-17 Tuotantovaiheenvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2040 liikennemääräennusteisiin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEaKJ (eteläinen yhdystie, kaikki rikasteet Kemijärvelle).

Vaihtoehto VEb (pohjoinen yhdystie)

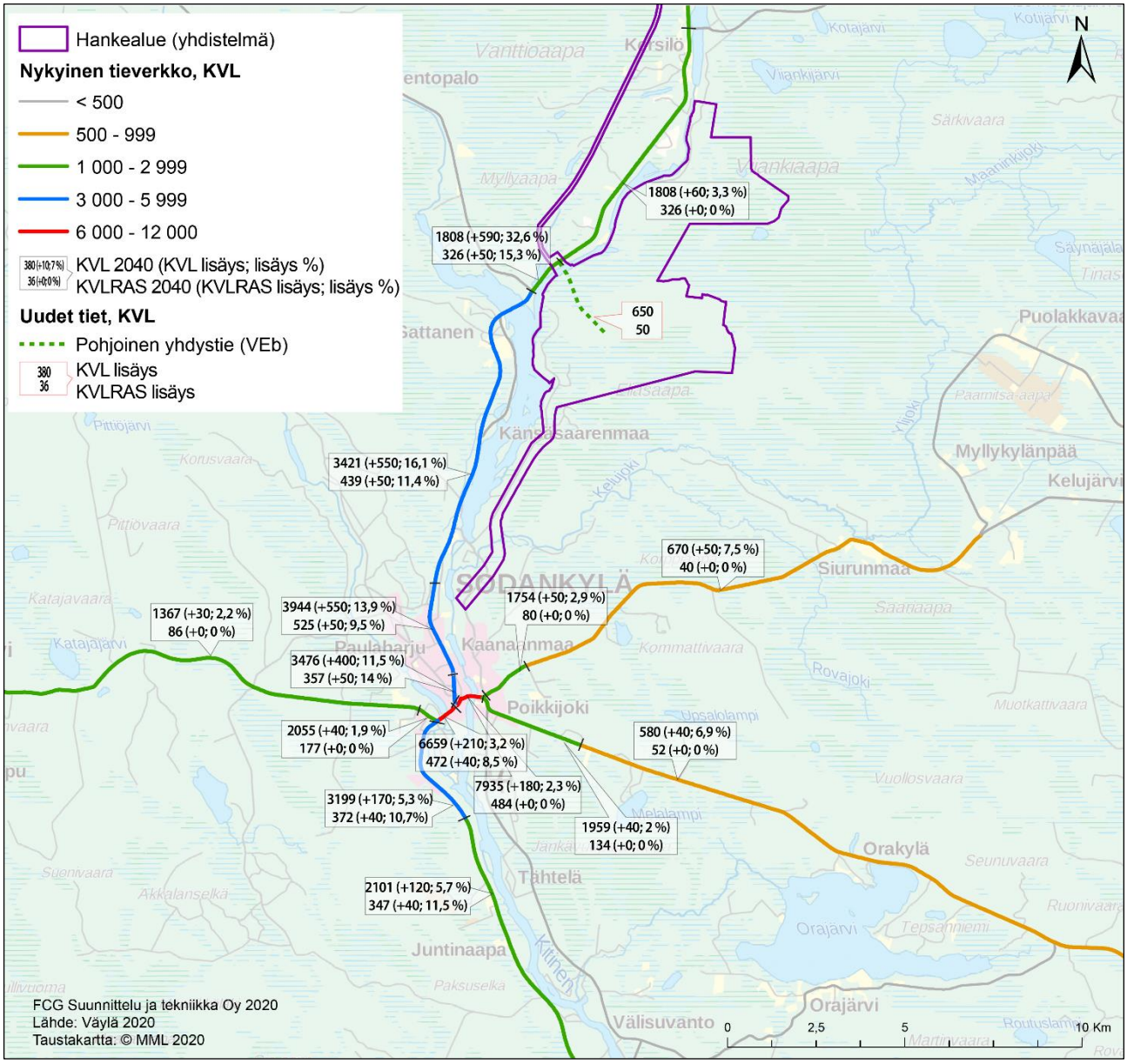
Eteläisen yhdystien vaihtoehdon tavoin kokonaisliikennemäärä lisääntyy **Sodankylän keskustassa Kitisen länsipuolella**, johon on oletettu kaivoksen raskaan liikenteen lisäksi suuntautuvan eniten työmatkaliikennettä ja työmatkalaisten läpikulkuliikennettä. Eteläisen yhdystien vaihtoehdosta poiketen pohjoisen yhdystien vaihtoehdossa kaikki kaivoksen raskas liikenne kulkee keskustan läpi suuntautuessa eteläisen liikenneympyrän jälkeen joko vt 4:ä pitkin etelään tai vt 5:n ja nykyisen Kitisen sillan kautta itään. Kokonaisliikennemäärä kasvaa keskusta-alueella Ivalontiellä (vt 4)

rikastekuljetusten alavaihtoehdosta riippuen 11−14 % vuoden 2040 ennusteesta. Raskaan liikenteen lisäys on Ivalontiellä (vt 4) kaikissa rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa tieosuudesta riippuen 9,5−14 %. Nykyisellä Kitisen sillalla kokonaisliikennemäärän lisäys on rikastekuljetusten alavaihtoehdosta riippuen 2,3−2,6 % ja raskaan liikenteen lisäys alavaihtoehdossa VEbPSKJ (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle) 3,1 % ja VEbKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle) 6,2 %. Alavaihtoehdossa VEbPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin) ei vt 5:n nykyiselle sillalle kohdistu kaivoksen raskasta liikennettä.

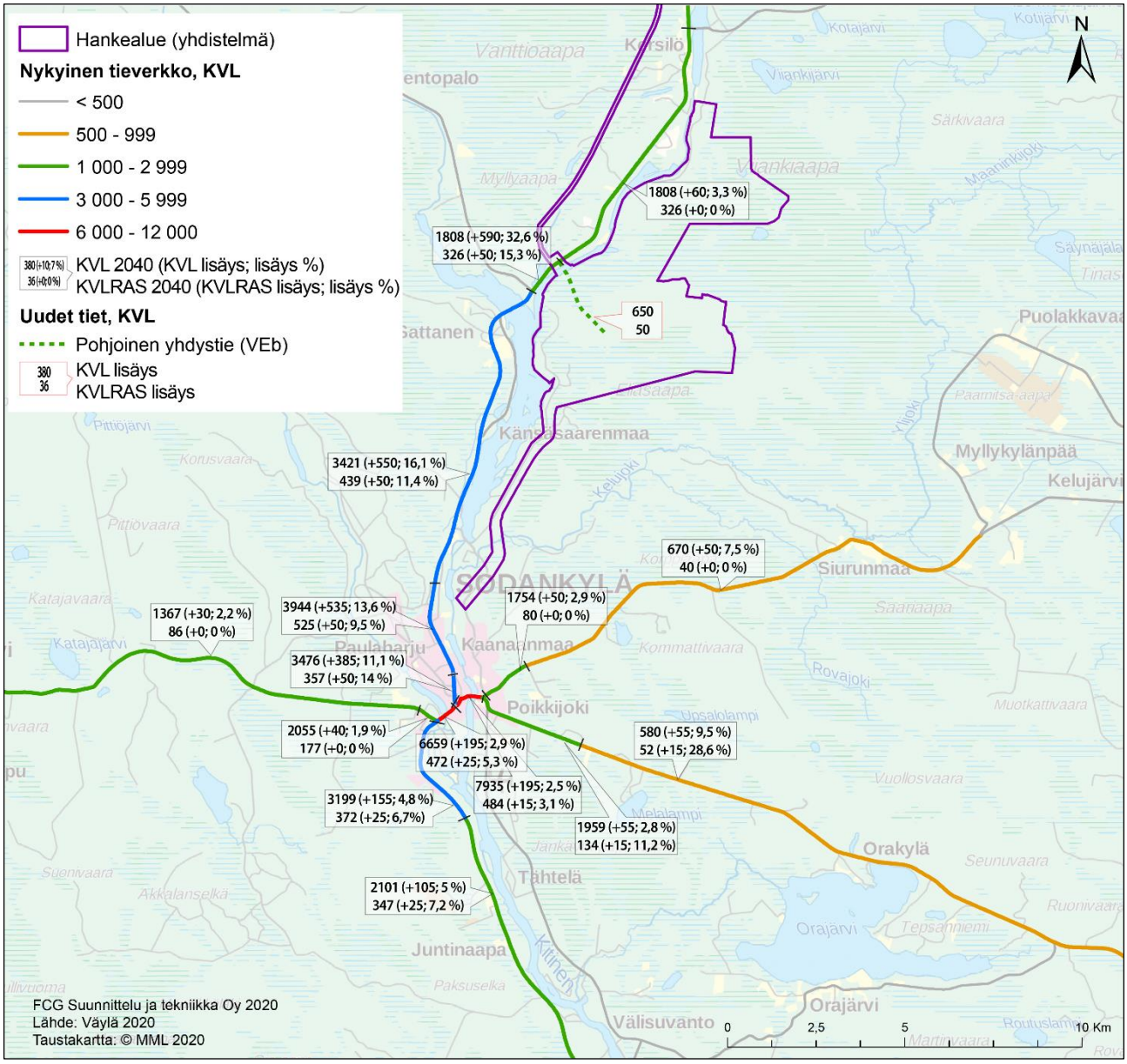
Suurin ero liikennemäärien lisäyksissä eteläisen yhdystien vaihtoehtoon verrattuna on vt 4:llä **kaivoksen yhdystien liittymän ja keskustaajaman pohjoisosan välisillä tieosuuksilla**. Kokonaisliikennemäärän lisäys kaivoksen pohjoisen yhdystien ja Rajalantien liittymän välillä on kaikissa pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa 32,6 % ja raskaan liikenteen lisäys 15,3 % vuoden 2040 ennusteeseen verrattuna. Rajalantien liittymästä kuntakeskuksen pohjoisosaan vastaavat lisäykset ovat 16,1 % ja 11,4 %. Jälkimmäiset luvut tarkoittavat esim. Sattasen kylän kohdalla 500 henkilöauton ja 50 raskaan ajoneuvon lisäystä vuorokaudessa. Osa henkilöliikenteestä tapahtuu ennen kello seitsemää aamulla ja kymmenen jälkeen illalla, mikä vähentää hieman päiväaikaisia liikennemääriä.

Sodankylän keskustan eteläisestä liikenneympyrästä vt 4:ä etelään päin ja vt 5:ä Kitisen nykyisestä sillasta itään liikennemäärien lisäykset ovat samansuuruisia eteläisen yhdystien vaihtoehdon kanssa.

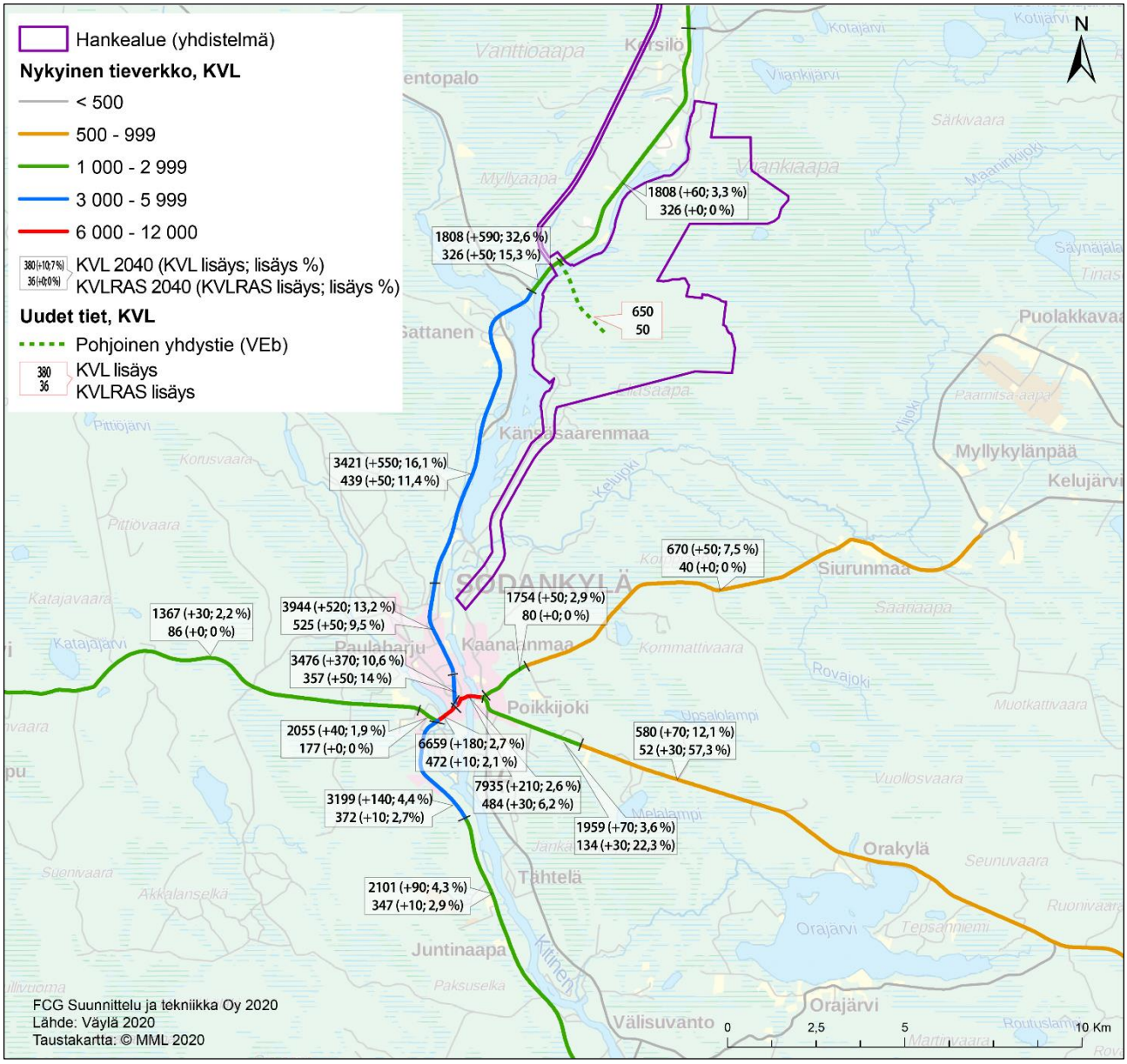
Seuraavissa kuvissa (Kuva 14-18 − Kuva 14-20) on esitetty vuoden 2040 liikennemääräennusteet kaivoksen kuljetusten pääreiteillä Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella ja arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset näillä reiteillä.



Kuva 14-18 Tuotantovaiheenvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2040 liikennemääräennusteisiin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEbPS (pohjoinen yhdystie, kaikki rikasteet Perämeren satamiin).



Kuva 14-19 Tuotantovaiheenvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2040 liikennemääräennusteisiin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEbPSKJ (pohjoinen yhdystie, puolet rikasteet Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle).



Kuva 14-20 Tuotantovaiheenvaiheen arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset vuoden 2040 liikennemääräennusteisiin verrattuna hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella. Vaihtoehto VEbKJ (pohjoinen yhdystie, kaikki rikasteet Kemijärvelle).

Vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen hankealueen ja Sodankylän kuntakeskuksen lähialueella

Sakatin toimintavaiheen liikenteen vaikutuksesta ei raskaan liikenteen osuus nouse missään tarkastellussa vaihtoehdossa yhdelläkään tieosuudella yli 20 % kokonaisliikennemäärästä, jolloin raskaan liikenteen voisi olettaa voimistavan liikennemäärien aiheuttamaa jononmuodostusta, ja kevyen henkilöliikenteen keskinopeus laskisi huomattavasti. Näin ollen liikennemäärien lisäyksellä ei arvioida olevaan merkittävää kielteistä vaikutusta liikenteen sujuvuuden kannalta.

Eteläinen yhdystie (VEa)

Kaivoksen toimintavaiheen kuljetuksista aiheutuvat vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen lähialueella ovat rikastekuljetusten alavaihtoehdossa VEaPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin) verrattavissa hankkeen rakennusvaiheen vaihtoehdon VEa vaikutuksiin (luku 14.3.1). Rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa, joissa rikasteita kuljetetaan myös Kemijärvelle (VEaPSKJ ja VEaKJ), osa kaivoksen raskaasta liikenteestä ohittaa kuntakeskuksen uutta vt 5:n linjausta pitkin ja näin ollen vaikutusten liikenneturvallisuuteen ja liikenteen sujuvuuden voidaan katsoa keskustan alueella ja keskustaajamaan eteläosissa vt 4:llä pienenevän verrattuna rakennusvaiheen ja toimintavaiheen alavaihtoehtoon VEaPS nähden.

Vt 5:n uuden linjauksen on arvioitu vähentävän myös muuta kauttakulkuliikennettä keskustan alueella ja vähentävän erityisesti raskasta liikennettä keskustasta, mikä parantaa keskustan liikenteen sujuvuutta. Koko taajama-alueen liikenneturvallisuus paranee, kun osa raskaista ajoneuvoista kiertää taajaman. Raskaiden ajoneuvojen määrä vähentyminen parantaa varsinkin koettua turvallisuutta. Uudella tieosuudella ei ole juurikaan liittymiä, joka parantaa linjauksen liikenneturvallisuutta. (Lapin liitto ym. 2019).

Pohjoinen yhdystie vaihtoehdot (VEb)

Pohjoisen yhdystien vaihtoehdolla voi kaivoksen rakennusvaiheen tavoin olla liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden kannalta vaikutuksia vt 4:llä kaivoksen kohdalla sekä uuden yhdystien ja kuntakeskuksen välisellä tieosuudella kaikissa rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa, koska kaikki kaivoksen liikenne kohdistuu näille tieosuuksille. Kun kaivoksen yhdystien liittymä suunnitellaan ja toteutetaan hyvin, hankkeen liikenteen ei oleteta kuitenkaan aiheuttavaan merkittävää haittaa valtatien liikenteelle Sattasen pohjoispuolella. Sodankylän liikenneturvallisuusselvitykseen annetuissa vastauksissa on jo nykyisellään koettu puutteita liikenneturvallisuudessa Sattasen kylän kohdalla ja painotettu kevyen liikenteen väylän tarpeellisuutta vt 4:lle kylän kohdalle. Kokonais- ja raskaan liikenteen merkittävä lisääntyminen kaivoksen yhdystien ja kuntakeskuksen välillä voi heikentää liikenneturvallisuutta, varsinkin koettua turvallisuutta, kyseisellä tieosuudella.

Hankkeen toimintavaiheen vaikutukset lähialueen muilla tieosuuksilla ovat rikastekuljetusten alavaihtoehdossa VEbPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin) verrattavissa hankkeen rakennusvaiheen vaihtoehdon VEb vaikutuksiin (luku 14.3.1).

Rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa VEbPSKJ (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle) ja VEbKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle) raskaita kuljetuksia kulkee keskustan eteläisestä liikenneympyrästä itään nykyisen Kitisen sillan yli ja siitä eteenpäin vt 5:ttä pitkin Kemijärven suuntaan. Vt 5:n Kitisen nykyinen silta on huonokuntoinen ja kokonaisliikennemäärä sillalla on jo nykyisillään iso. Kemijärventien (vt 5) ja Jäämerentien liittymä koetaan ruuhkaiseksi ja sillan lähimmät risteykset ja tienylityspaikat turvattomiksi liikenneturvallisuusselvitykseen annetuissa vastauksissa. Myös Kemijärventien (vt 5) ja Savukoskentien (mt 967) liittymä Kitisen itäpuolella on koettu turvattomaksi. Edellä esitetyn perusteella voi raskaan liikenteen lisääntyminen heikentää liikenneturvallisuutta, varsinkin koettua turvallisuutta, kuntakeskuksessa edellä mainituilla vt 5:n tieosuuksilla ja liittymien/risteyksien kohdalla.

Alavaihtoehtojen, joissa rikasteita kuljetetaan myös Kemijärvelle (VEbPSKJ ja VEbKJ), vaikutukset keskustaajamaan eteläosissa ja sen lähialueella vt 4:llä ovat pienempiä rakennusvaiheen ja toimintavaiheen alavaihtoehtoon VEbPS vaikutuksiin verrattuna.

Vaarallisten aineiden kuljetukset

Kaivoksen toimintavaiheessa vaarallisten aineiden kuljetusten määrä sekä kuljetettavien aineiden lukumäärä kasvavat rakennusvaiheeseen verrattuna.

Toimintavaiheen vaarallisten kuljetusten reitit ovat samoja rakennusvaiheen reittien kanssa. Myös toimintavaiheen vaarallisten aineiden kuljetusmäärät tarkentuvat hankkeen ympäristölupavaiheessa, jolloin myös niiden kuljetuksista aiheutuvat vaikutukset ja riskit arvioidaan tarkemmin (ks. luku rakennusvaihe).

Vaikutukset liikennemääriin laajemmalla alueella

Sodankylän ja Rovaniemen välisillä vt 4:n maaseutuosuuksilla kaivoksen liikenteestä johtuva lisäys on suurin rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa, joissa joko kaikki rikasteet tai osa niistä viedään Perämeren satamiin. Kokonaisliikennemäärän lisäys on näissä vaihtoehdossa tieosuudesta riippuen n. 1−5 % vuoden 2040 ennusteeseen verrattuna. Raskaan liikenteen lisäys on vaihtoehdoissa VEaPS ja VEbPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin) 6,7−11,6 %, vaihtoehdoissa VEaPSKJ ja VEbPSKJ (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle) 4,2−7,2 % ja vaihtoehdoissa VEaKJ ja VEbKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle) 1,7−2,9 %.

Rovaniemen taajama-alueella ja keskustassa vilkkaasti liikennöidyillä tieosuuksilla kokonaisliikennemäärän lisäys vuoden 2040 ennusteeseen verrattuna jää alle 1 %:n ja myös raskaan liikenteen lisäys on pieni, keskimäärin n. 2−5 % kaikissa kuljetusvaihtoehdoissa. Sakatin kaivoksen raskaan liikenteen lisäys on muun liikenteen määrään verrattuna merkityksettömän pieni myös Rovaniemen ja Perämeren satamien välisillä tieosuuksilla. Henkilöliikenteen ei oleteta ulottuvan Rovaniemeä pidemmälle.

Vt 5:lle Kemijärven suuntaan ei kohdistu kaivoksen raskaan liikenteen kuljetuksia vaihtoehdoissa VEaPS ja VEbPS (kaikki rikasteet Perämeren satamiin). Vt 5:n kautta Pelkosenniemelle/Kemijärvelle mahdollisesti suuntautuvan työmatkaliikenteen määrä on oletettu vähäiseksi ja sen vaikutus valtatiellä on pieni.

Vaihtoehdoissa, joissa kaikki tai osa rikasteista kuljetetaan Kemijärven rautatieterminaaliin (VEaKJ, VEbKJ, VEaPSKJ ja VEbPSKJ) itään päin suuntautuvan työmatkaliikenteen lisäksi vt 5:lle kohdistuu kaivoksen raskasta liikennettä. Vaikka edestakainen kuljetusten määrä on pieni (enintään 15−30 ajon/vrk), raskaan liikenteen lisäys vt 5:n hiljaisilla osuuksilla on merkittävä. Vaihtoehdoissa VEaPSKJ ja VEbPSKJ (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle) 15 raskaan ajoneuvon vuorokautinen lisäys tarkoittaa vuoden 2040 ennustettuihin raskaan liikenteen määriin n. 25 % lisäystä Sodankylän ja Pelkosenniemen välillä ja n. 14 % lisäystä Pelkosenniemen kohdalla. Vaihtoehdoissa VEaKJ ja VEbKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle) 30 raskaan ajoneuvon lisäys tarkoittaa vastaavasti n. 50 % ja n. 27 % lisäyksiä. Kokonaisliikennemäärän lisäykset jäävät kaikissa kuljetusvaihtoehdoissa vt 5:n kaikilla tieosuuksilla alle 12 %.

Kemijärven taajamaan ja keskusta-alueelle syntyy eniten vaikutuksia vaihtoehdoissa, jossa kaikki kaivoksen rikasteet kuljetetaan lastattaviksi Kemijärven rautatieterminaaliin (VEaKJ ja VEbKJ). Raskaan liikenteen lisäys on tieosuudesta riippuen vt 5:llä 9,7−11 % ja terminaalille vievällä Pahkakummuntiellä 19,7 %.

Seuraavissa taulukossa (Taulukko 14-7−Taulukko 14-9) on esitetty vuoden 2040 liikennemääräennusteet kaivoksen kuljetusten pääreiteillä ja arvioidut kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän lisäykset laajemmalla tarkastelualueella Rovaniemelle ja Kemijärvelle asti.

Taulukko 14-7 Vuoden 2040 liikennemääräennusteet ja arvioidut liikennemäärien lisäykset hankkeen toimintavaiheessa kaivoksen kuljetusten pääreiteillä kuntakeskuksen lähialueen ulkopuolella rikastekuljetusten alavaihtoehdossa, jossa kaikki rikasteet kuljetetaan Perämeren satamiin. KVL-keskimääräinen vuorokautinen liikennemäärä, KVLRAS-keskimääräinen vuorokautinen raskaan liikenteen määrä, RL-raskas liikenne.

Tie	Tieosuus	Vuosi 2040 ennuste			VEaPS (eteläinen yhdystie)				VEbPS (pohjoinen yhdystie)			
		KVL	KVL RAS	RL %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %
vt 4	Aska -Vikajärvi (keskiarvo)	2029	346	17,0	110	5,4	40	11,6	110	5,4	40	11,6
vt 4	Vikajärvi - Na-papiiri (ka)	4817	601	12,5	80	1,7	40	6,7	80	1,7	40	6,7
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan pohjoispuoli (ka)	11669	868	7,4	70	0,6	40	4,6	70	0,6	40	4,6
vt 4	Rovaniemen keskustan silta	24000	1183	4,9	60	0,2	40	3,4	60	0,2	40	3,4
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan eteläpuoli (ka)	20719	1368	6,6	50	0,2	40	2,9	50	0,2	40	2,9
vt 5	Virpikari-Pelko-senniemi (ka)	562	61	10,8	35	6,2	0	0,0	35	6,2	0	0,0
vt 5	Pelkosenniemi (ka)	975	109	11,2	30	3,1	0	0,0	30	3,1	0	0,0
vt 5	Pelkosenniemi-Kemijärvi (Ro-vaniementielle asti) (ka)	1750	154	8,8	20	1,1	0	0,0	20	1,1	0	0,0
vt 5	Kemijärven taajaman länsi-osa (ka)	3484	308	8,8	10	0,3	0	0,0	10	0,3	0	0,0
vt 5	Kemijärven keskusta	8624	324	3,8	10	0,1	0	0,0	10	0,1	0	0,0
vt 5	Kemijärvi silta ja itäpuoli	4817	273	5,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Pahkakum-muntie	1126	152	13,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Taulukko 14-8 Vuoden 2040 liikennemääräennusteet ja arvioidut liikennemäärien lisäykset hankkeen toimintavaiheessa kaivoksen kuljetusten pääreiteillä laajemmalla tarkastelualueella rikastekuljetusten alavaihtoehdossa, jossa puolet rikasteet kuljetetaan Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle. KVL-keskimääräinen vuorokautinen liikennemäärä, KVLRAS-keskimääräinen vuorokautinen raskaan liikenteen määrä, RL-raskas liikenne.

Tie	Tieosuus	Vuosi 2040 ennuste			VEaPSKJ (eteläinen yhdystie)				VEbPSKJ (pohjoinen yhdystie)			
		KVL	KVL RAS	RL %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %
vt 4	Aska -Vikajärvi (keskiarvo)	2029	346	17,0	95	4,7	25	7,2	95	4,7	25	7,2
vt 4	Vikajärvi - Na-papiiri (ka)	4817	601	12,5	65	1,3	25	4,2	65	1,3	25	4,2
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan pohjoispuoli (ka)	11669	868	7,4	55	0,5	25	2,9	55	0,5	25	2,9
vt 4	Rovaniemen keskustan silta	24000	1183	4,9	45	0,2	25	2,1	45	0,2	25	2,1
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan eteläpuoli (ka)	20719	1368	6,6	35	0,2	25	1,8	35	0,2	25	1,8
vt 5	Virpikari-Pelko-senniemi (ka)	562	61	10,8	50	8,9	15	24,7	50	8,9	15	24,7
vt 5	Pelkosenniemi (ka)	975	109	11,2	45	4,6	15	13,7	45	4,6	15	13,7
vt 5	Pelkosenniemi-Kemijärvi (Ro-vaniementielle asti) (ka)	1750	154	8,8	35	2,0	15	9,7	35	2,0	15	9,7
vt 5	Kemijärven taajaman länsi-osa (ka)	3484	308	8,8	25	0,7	15	4,9	25	0,7	15	4,9
vt 5	Kemijärven keskusta	8624	324	3,8	25	0,3	15	4,6	25	0,3	15	4,6
vt 5	Kemijärvi silta ja itäpuoli	4817	273	5,7	15	0,3	15	5,5	15	0,3	15	5,5
	Pahkakum-muntie	1126	152	13,5	15	1,3	15	9,8	15	1,3	15	9,8

Taulukko 14-9 Vuoden 2040 liikennemääräennusteet ja arvioidut liikennemäärien lisäykset hankkeen toimintavaiheessa kaivoksen kuljetusten pääreiteillä laajemmalla tarkastelualueella rikastekuljetusten alavaihtoehdossa, jossa kaikki rikasteet kuljetetaan Kemijärvelle. KVL-keskimääräinen vuorokautinen liikennemäärä, KVLRAS-keskimääräinen vuorokautinen raskaan liikenteen määrä, RL-raskas liikenne.

Tie	Tieosuus	Vuosi 2040 ennuste			VEaKJ (eteläinen yhdystie)				VEbKJ (pohjoinen yhdystie)			
		KVL	KVL RAS	RL %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %	KVL lisäys	KVL lisäys %	KVL RAS lisäys	KVL RAS lisäys %
vt 4	Aska -Vikajärvi (keskiarvo)	2029	346	17,0	80	3,9	10	2,9	80	3,9	10	2,9
vt 4	Vikajärvi - Na-papiiri (ka)	4817	601	12,5	50	1,0	10	1,7	50	1,0	10	1,7
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan pohjoispuoli (ka)	11669	868	7,4	40	0,3	10	1,2	40	0,3	10	1,2
vt 4	Rovaniemen keskustan silta	24000	1183	4,9	30	0,1	10	0,8	30	0,1	10	0,8
vt 4	Rovaniemen keskusta, sillan eteläpuoli (ka)	20719	1368	6,6	20	0,1	10	0,7	20	0,1	10	0,7
vt 5	Virpikari-Pelko-senniemi (ka)	562	61	10,8	65	11,6	30	49,4	65	11,6	30	49,4
vt 5	Pelkosenniemi (ka)	975	109	11,2	60	6,2	30	27,4	60	6,2	30	27,4
vt 5	Pelkosenniemi-Kemijärvi (Ro-vaniementielle asti) (ka)	1750	154	8,8	50	2,9	30	19,4	50	2,9	30	19,4
vt 5	Kemijärven taajaman länsi-osa (ka)	3484	308	8,8	40	1,1	30	9,7	40	1,1	30	9,7
vt 5	Kemijärven keskusta	8624	324	3,8	40	0,5	30	9,3	40	0,5	30	9,3
vt 5	Kemijärvi silta ja itäpuoli	4817	273	5,7	30	0,6	30	11,0	30	0,6	30	11,0
	Pahkakum-muntie	1126	152	13,5	30	2,7	30	19,7	30	2,7	30	19,7

Vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen laajemmalla alueella

Rikastekuljetusten alavaihtoehdoissa, joissa kaivoksen kaikki rikasteet kuljetetaan Perämeren satamiin (VEaPS ja VEbPS), toimintavaiheen vaikutukset ovat vt 4:n osalta verrattavissa rakennusvaiheen vaikutuksiin (luku 14.3.1). Alavaihtoehtojen, joissa rikasteita kuljetetaan myös Kemijärvelle (VEaPSKJ ja VEbPSKJ sekä VEaKJ ja VEbKJ), vaikutukset vt 4:llä ovat pienempiä rakennusvaiheen ja toimintavaiheen alavaihtoehtoon VEbPS vaikutuksiin verrattuna.

Mikäli puolet kaivoksen rikasteista kuljetetaan Kemijärvelle (vaihtoehdot VEaPSKJ ja VEbPSKJ) tai kaikki rikastekuljetukset menevät Kemijärvelle (vaihtoehdot VEaKJ ja VEbKJ), raskaan liikenteen lisäys vt 5:n hiljaisilla tieosuuksilla on huomattavaa. Raskaan liikenteen osuuden ei arvioida kuitenkaan nousevaan yhdelläkään tieosuudella yli 20 % kokonaisliikenteen määrästä, jolloin raskaan liikenteen

voisi olettaa voimistavan liikennemäärien aiheuttamaa jononmuodostusta, ja kevyen henkilöliikenteen keskinopeus laskisi huomattavasti. Näin ollen kaivoksen kuljetuksista aiheutuvalla liikennemäärän lisäyksellä ei arvioida olevan merkittävää kielteistä vaikutusta liikenteen sujuvuuteen valtatiellä 5. Vaikka raskaan liikenteen lisäys ei ole määrällisesti merkittävä, enintään 15−30 raskasta ajon./vrk, liikenneturvallisuuden näkökulmasta on huomioitava, että vt 5:n yhteysvälin Sodankylä−Kemijärvi kunto on vt 4:än nähden yleisesti hieman heikompi ja sen turvallisuutta heikentävät pienet sivuteiden liittymät, joita on tasaisesti koko matkalla. Myös eläinonnettomuusluvut ovat suhteellisen korkeat, erityisesti Pelkosenniemen ja Kemijärven välillä.

14.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset skenaariossa 2 (Kevitsan kaivoksen toiminta päättynyt)

Vaikutukset liikennemääriin

Kevitsan kaivoksen raskaiden kuljetusten määrä on samaa suuruusluokkaa Sakatin kaivoksen arvioitujen kuljetusmäärien kanssa.

Kevitsan kaivoksen edestakainen raskaan liikenteen kokonaismäärä, johon sisältyvät rikastekuljetusten lisäksi myös tarvike-, polttoaine-, ym kuljetukset (n. 10 ajon./vrk) sekä henkilöstön bussikuljetukset (n. 10 bussia/vrk), on noin 60 ajon./vrk. (Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2014.) Kevitsan kaivoksen raskas liikenne suuntautuu pääasiassa kaivosalueelta vt 4:ä etelään. Rikastekuljetuksia lähtee Kemiin 20−22 rekkaa vuorokaudessa (Sitowise 2019). Rikastekuljetuksiin liittyviä ajoja on vt 4:llä näin ollen vuorokaudessa n. 40−44. Sakatin tuotantovaiheen vastaavaksi rikastekuljetusten määräksi vt 4:llä on arvioitu kuljetusten määränpäästä riippuen 20−40 ajon./vrk.

Skenaariossa SK2, jossa Kevitsan kaivoksen toiminta on jo päättynyt Sakatin kaivoksen tuotantovaiheen käynnistyessä, Sakatin liikenne ei aiheuta missään vaihtoehdossa muutosta liikennemääriin nykytilaan verrattuna Sodankylän pohjoispuolella, Kitisen länsipuolisella keskustaajama-alueella eikä valtatie 4:llä Sodankylästä etelään, koska Sakatin raskaiden kuljetusten määrät vastaavat suunnilleen toiminnan lopettaneen Kevitsan kuljetusten määriä tai ovat Kevitsan kuljetusmääriä pienempiä. Koska Kevitsan liikenne sisältyy vuoden 2040 ennusteeseen, laskennallisesti Sakatti ei lisää liikennettä ennustetilanteeseenkaan nähden.

Sakatin kaivoksen kuljetusvaihtoehdoissa, joissa rikasteita kuljetetaan myös Kemijärven suuntaan, raskaiden kuljetusten vaikutus keskustaajaman itäosan ja vt 5:n liikennemääriin on sama kuin skenaariossa SK1.

Skenaariossa SK2, jossa Kevitsa lopettaa toimintansa ja työmatkaliikenne loppuu Kevitsan kaivokselle, voidaan olettaa, että myöskään Sakatin kaivoksen työmatkaliikenteestä ei synny liikenteen lisäystä nykytilaan tai vuoden 2040 ennustetilaan verrattuna.

Vaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen

Skenaariossa SK2, jossa Kevitsan kaivoksen toiminta on päättynyt Sakatin kaivoksen tuotantovaiheen käynnistyessä, Sakatin kaivoksen kuljetuksilla ei ole liikennemäärien kautta itsessään vaikutusta liikenteen sujuvuuteen tai liikenneturvallisuuteen hankkeen lähialueella eikä vt 4:llä. Verrattuna rakennusvaiheeseen ja toimintavaiheeseen skenaariossa SK1, jossa molemmat kaivokset ovat yhtäaikaisesti toiminnassa, tässä skenaariossa vt 4:n osalta kuljetusten yhteisvaikutukset poistuvat ja liikenteen sujuvuus ja turvallisuus paranevat rakennusvaiheeseen verrattuna.

Vt 5:n osalta vaikutukset ovat kaikissa vaihtoehdoissa verrattavissa skenaarion SK1 vaikutuksiin.

14.3.4 Sulkemisvaiheen vaikutukset

Sulkemisvaiheen liikennemäärän on alustavasti arvioitu olevan noin puolet rakennusvaiheen määrästä. Raskasta liikennettä olisi näin ollen enintään 20 ajon./vrk ja henkilöajoneuvoja 250 ajon./vrk. Liikennemäärä pitää sisällään ajot molempiin suuntiin. Liikennöinti tapahtuu päiväaikaan.

Sulkemisvaiheen raskas liikenne kulkee rakennusvaiheen tapaan joko kaivoksen eteläistä (vaihtoehto VEa) tai pohjoista (vaihtoehto VEb) yhdystietä Sodankylään asti ja siitä vt 4:ä pitkin Rovaniemen suuntaan. Vaikutukset liikennemääriin ovat puolet pienempiä rakennusvaiheen vaikutuksiin verrattuna ja sitä kautta myös vaikutus liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen on pienempi.

14.3.5 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Hankealueen ja Sodankylän keskustan lähialue

Yleisesti ottaen liikennemäärien lisääntyminen heikentää liikenneturvallisuutta ja lisää onnettomuusriskiä. Suuri raskaan liikenteen määrä on uhka liikenneturvallisuudelle, etenkin tienkäyttäjien koetulle turvallisuuden tunteelle. Sakatin kaivoshankkeen myötä raskaan liikenteen lisäys teille ei ole suhteessa niin suurta nykyisiin ja ennustettuihin liikennemäärin verrattuna, että se merkittävällä tavalla lisäisi tien liikenneonnettomuusriskiä. Liikenteen sujuvuuteen hankkeen raskaalla liikenteellä on todennäköisesti kuitenkin lähialueella, erityisesti Sodankylän kuntakeskuksen alueella, kohtalaisia vaikutuksia.

Rakennusvaiheessa lähialueella merkittävimmät kielteiset vaikutukset syntyvät pohjoisen yhdystien vaihtoehdossa (VEb eli vaihtoehdot VE1b, VE2b ja VE3b), jossa kaivoksen kaikki liikenne kulkee Sodankylän pohjoispuolelta vt 4:ä pitkin Sattasen kylän ja keskustaajaman Kitisen länsipuolisen osan läpi. Eteläisen yhdystien vaihtoehdoissa (VEa eli vaihtoehdot VE1a, VE2a ja VE3a) vaikutukset ovat Sodankylän pohjoispuolella huomattavasti vaihtoehtoa VEb pienemmät, mutta kaivoksen rakentamisvaiheen raskaan liikenteen on edelleen arvioitu kulkevan kuntakeskuksen Kitisen länsipuolisen osan läpi. Näin ollen vaihtoehdot VEa ja VEb eroavat toisistaan ainoastaan Sodankylän pohjoispuolelle kohdistuvien vaikutusten osalta ja ne voidaan katsoa liikenteelliseltä kokonaisvaikutuksilta merkittävyydeltä samanvertaisina, eli kohtalaisina ja kielteisinä.

Alla on esitetty hankkeen vaikutusten merkittävyys rakentamisvaiheessa (Taulukko 14-10).

Taulukko 14-10 Sakatin kaivoshankkeen liikenteellinen kokonaisvaikutus lähialueella. Rakennusvaihe.

	Vaikutuksen merkittävyys						
	Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys	Suuruus: Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys		VEa VEb		VE0			
Suuri herkkyys							

Toimintavaiheessa skenaariossa SK1 (Kevitsan ja Sakatin kaivokset molemmat toiminnassa) lähialueella merkittävimmät kielteiset vaikutukset syntyvät rakennusvaiheen tavoin pohjoisen yhdystien vaihtoehdossa (VEb eli vaihtoehdot VE1b, VE2b ja VE3b). Tässä vaihtoehdoissa kaivoksen kaikki liikenne kulkee Kitisen länsipuolta Sodankylän keskustan läpi riippumatta rikastekuljetusten alavaihtoehdoista. Kaikkien pohjoisen yhdystien VEb alavaihtoehtojen liikenteellinen kokonaisvaikutus lähialueella on arvioitu kielteiseksi ja merkitykseltään kohtalaiseksi.

Lähialueen kannalta pienimmät kielteiset vaikutukset syntyvät tuotantovaiheen eteläisen yhteystien vaihtoehdossa (VEa eli vaihtoehdot VE1a, VE2a ja VE3a) rikastekuljetusten alavaihtoehdossa VEaKJ (kaikki rikasteet Kemijärvelle), jossa kaikki rikastekuljetukset suuntautuvat vt 5:n uutta linjausta pitkin Kemijärven suuntaan. Tässä vaihtoehdossa raskaan liikenteen lisäys Sodankylän keskustassa on kaikista tarkastelluista vaihtoehdoista pienin, eikä kaivoksen raskaan liikenteen vaikutuksia kohdistu kuntakeskuksen pohjoispuolelle. Näin ollen kyseisen vaihtoehdon liikenteellinen kokonaisvaikutus lähialueella on arvioitu merkitykseltään pieneksi. Muiden alavaihtoehtojen, VEaPS kaikki rikasteet Perämeren satamiin ja VEaPSK (puolet rikasteista Perämeren satamiin ja puolet Kemijärvelle), liikenteelliset kokonaisvaikutukset on arvioitu merkitykseltään kohtalaisiksi.

Alla on esitetty hankkeen vaikutusten merkittävyys toimintavaiheessa skenaariossa SK1 (Taulukko 14-11).

Taulukko 14-11 Sakatin kaivoshankkeen liikenteellinen kokonaisvaikutus lähialueella. Tuotantovaihe. Skenaario SK1 (molemmat kaivokset toiminnassa).

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys		VEaPS, VEbPS, VEaPSKJ, VEbPSKJ, VEbKJ	VEaKJ	VE0			
Suuri herkkyys							

Skenaariossa SK1 on liikenteellinen kokonaisvaikutus arvioitu merkitykseltään pieneksi myös hankkeen **sulkemisvaiheessa** molemmissa yhdystievaihtoehdoissa (hankkeen vaihtoehdot VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b).

Toimintavaiheessa skenaariossa SK2 (Kevitsan toiminta päättynyt) Sakatin kaivoksen kuljetukset eivät aiheuta nykytilaan verrattuna kaivoksen toimintavaiheessa raskaan liikenteen määrän lisäyksiä yleisillä teillä Sodankylän pohjoispuolella, kuntakeskuksen alueella eikä vt 4:llä Sodankylästä etelään. Koska Kevitsan liikenne sisältyy vuoden 2040 ennusteeseen, laskennallisesti Sakatti ei lisää liikennettä ennustetilanteeseenkaan nähden. Skenaariossa SK2 Sakatin kaivoksen rikastekuljetusten alavaihtoehtojen, joissa rikasteita kuljetetaan myös Kemijärvelle, raskailla kuljetuksilla on pieni vaikutus vt 5:n liikenteeseen.

Laajempi tarkastelualue

Sakatin kaivoksen vaikutus valtateiden kokonnaisliikennemääriin sekä raskaan liikenteen lisääntymiseen vaihtelee tieosuudesta riippuen pienestä kohtalaiseen. Haitallisten kokonaisvaikutusten ei arvioida olevan merkitykseltään vähäistä isompia, vaikka teillä on myös osuuksia, joissa esimerkiksi tien kapeus, turvallisten ohituspaikkojen puute, suurempi poro-onnettomuusriski tai pääliittymien kääntymiskaistojen/väistötilan puuttuminen lisäävät niiden herkkyyttä.

Vaihtoehdot VEa (VE1a, VE2a ja VE3a) ja VEb (VE1b, VE2b ja VE3b) eivät poikkea vaikutuksiltaan laajemman vaikutusalueen tarkastelussa toisistaan.

Rakennusvaiheen liikenteellinen kokonaisvaikutus on arvioidu kaikissa hankevaihtoehdoissa laajemmalla vaikutusalueella vt 4:llä pieneksi. Vt 5:lle vaikutus on arvioitu merkityksettömäksi.

Alla on esitetty hankkeen vaikutusten merkittävyys laajemmalla vaikutusalueella rakennusvaiheessa (Taulukko 14-12).

Taulukko 14-12 Sakatin kaivoshankkeen liikenteellinen kokonaisvaikutus laajemmalla vaikutusalueella valtateillä 4 ja 5. Rakennusvaihe.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys		VEa (vt 4) VEb (vt 4)		VE0			
Kohtalainen herkkyys				VE0 VEa (vt 5) VEb (vt 5)			
Suuri herkkyys							

Toimintavaiheessa skenaariossa SK1 (Kevitsan ja Sakatin kaivokset molemmat toiminnassa) laajemmalla tarkastelualueella eroa syntyy vain rikastekuljetusvaihtoehdoista. Rikastekuljetusten vaihtoehdoissa, jossa rikasteet kuljetetaan Perämeren satamiin vaikutukset kohdistuvat käytännössä vain vt 4:lle. Toimintavaiheessa hankkeen liikenteellinen kokonaisvaikutus on arvioitu kaikissa hankevaihtoehdoissa laajemmalla vaikutusalueella vt 4:llä pieneksi. Rikastekuljetusten vaihtoehdoissa, joissa kaikki rikasteet kuljetetaan Perämeren satamiin, vt 5:lle kohdistuva vaikutus on arvioitu merkityksettömäksi.

Rovaniemeltä eteenpäin, vt 4:llä välillä Rovaniemi-Perämeren satamat, kaivoksen kuljetusten ei oleteta erottuvan enää muun liikennevirran vaikutuksista.

Vaihtoehdoissa, joissa rikasteita kuljetetaan myös Kemijärvelle, vt 5:lle kohdistuvat kielteiset vaikutukseton arvioitu pieneksi.

Alla on esitetty hankkeen vaikutusten merkittävyys laajemmalla vaikutusalueella tuotantovaiheessa skenaariossa SK1 (Taulukko 14-13).

Taulukko 14-13 Sakatin kaivoshankkeen liikenteellinen kokonaisvaikutus laajemmalla vaikutusalueella valtateillä 4 ja 5. Toimintavaihe, skenaario SK1.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys		VEaKJ (vt 5), VEbKJ (vt 5)	Kaikki VE (vt 4), VEaPSKJ (vt 5), VEbPSKJ (vt 5)	VE0, VEaPS (vt 5), VEbPS (vt 5)			
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys							

Skenaariossa SK1 on liikenteellinen kokonaisvaikutus arvioitu merkitykseltään pieneksi myös hankkeen **sulkemisvaiheessa** kaikissa hankevaihtoehdoissa.

Toimintavaiheessa skenaariossa SK2 (Kevitsan toiminta päättynyt) Sakatin kaivoksen kuljetukset eivät aiheuta nykytilaan verrattuna kaivoksen toimintavaiheessa raskaan liikenteen määrän lisäyksiä vt 4:llä lähialuetta kauempana. Koska Kevitsan liikenne sisältyy vuoden 2040 ennusteeseen, laskennallisesti Sakatti ei lisää liikennettä ennustetilanteeseenkaan nähden. Skenaariossa SK2 Sakatin kaivoksen rikastekuljetusten alavaihtoehtojen, joissa rikasteita kuljetetaan myös Kemijärvelle, raskailla kuljetuksilla on vaikutusta vt 5:n liikenteeseen. Liikenteellinen kokonaisvaikutus vt 5:llä on kuitenkin arvioitu merkitykseltään pieneksi.

Skenaariossa SK2 on liikenteellinen kokonaisvaikutus arvioitu merkitykseltään pieneksi myös hankkeen **sulkemisvaiheessa** kaikissa hankevaihtoehdoissa.

14.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Liikennejärjestelyjen jatkosuunnittelua on tarpeellista toteuttaa yhteistyössä kunnan ja liikenneviranomaisen kanssa kiinnittäen huomiota tieverkon kehittämistarpeisiin ja liikenneturvallisuutta edistäviin toimenpiteisiin.

Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa laskemalla ajonopeuksia asutuksen ja vaarallisten risteysten kohdalla sekä parantamalla näkyvyyttä liittymien kohdalla.

Vaihtoehdoissa VEb (VE1b, VE2b ja VE3b), joissa rakennetaan pohjoinen yhdystie, haitallisia vaikutuksia vt 4:n liikenteeseen kaivoksen kohdalla voidaan vähentää yhdystien liittymän suunnittelulla ja toteutuksella. Liittymäalueiden liikenneturvallisuutta voidaan parantaa esim. valaistuksen suunnittelulla, kuten on tehty Kevitsan kaivoksen tulotien risteyksessä, tai kevyen

liikenteen väyliä kehittämällä. Lisäksi voi olla tarpeellista alentaa vt 4:n nopeusrajoitusta yhdystien liittymän ja Sattasen kylän kohdalla, jottei liikenteen sujuvuus kärsisi nykyisestään.

Kaivoksen työmatkaliikennettä voidaan vähentää bussikuljetusten järjestämisellä kaivoksen ja kuntakeskuksen välillä.

Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa myös kaivoksen raskaiden kuljetusten ajoittamisella muun liikenteen kannalta hiljaisempiin ajankohtiin.

Vaarallisten aineiden kuljettaminen toteutetaan siihen soveltuvilla ajoneuvoilla ja annettujen turvallisuussäännösten mukaisesti.

15 VAIKUTUKSET ILMASTOON JA ILMANLAATUUN

Tässä luvussa arvioidaan Sakatin kaivoksen vaikutuksia ilmastoon ja ilmanlaatuun. Arvioinnissa huomioidaan eri vaihtoehdot toiminnan osalta. Arvioinnissa nostetaan esille kaivostoiminnasta syntyvien kasvihuonekaasujen sekä pölypäästöjen määrä sekä arvioidaan muutoksesta johtuvat vaikutukset – niiden merkittävyys ja suuruus. Luvussa kuvataan myös vaikutuskohteiden herkkyyttä.

15.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

15.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Ilmanlaatuvaikutukset muodostuvat rakentamisen, toiminnan ja sulkemisen aikana pölyämistä aiheuttavista toiminnoista sekä liikenteen ja työkoneiden pakokaasupäästöistä.

Ilmastovaikutukset muodostuvat liikenteen ja työkoneiden pakokaasupäästöistä sekä kaivoksen energiankulutuksesta. Hiilijalanjälki muodostuu kaivoksen toiminnan aiheuttamista päästöistä mukaan lukien kaivoksen tarvitsemien raaka-aineiden, tuotteiden sekä liikenteen ja energian toteuttamisesta.

Vaikutuksia ilmanlaatuun ja ilmastoon tapahtuu kolmessa eri vaiheessa:

- rakennusvaihe (noin 3 vuotta),
- toimintavaihe (noin 20 vuotta),
- kaivoksen sulkeminen (noin 1-2 vuotta).

Rakentamisen aikaiset vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun johtuvat liikenteen ja työkoneiden pakokaasupäästöistä, rakentamiseen tarvittavan tarvekiven louhinnasta sekä kaivoksen tarvitseman infrastruktuurin rakentamisesta ja sen edellyttämistä muutoksista kuten teiden, maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin, rikastamon ja erilaisten varastoalueiden ja -altaiden rakentamisesta.

Pitkäaikaisimmat ja samalla merkittävimmät vaikutukset syntyvät kaivoksen toiminnan aikana. Ilmastovaikutuksia sekä vaikutuksia ilmanlaatuun aiheutuu työkoneiden pakokaasupäästöistä ja malmin louhinnasta, murskauksesta, rikastuksesta, lämmityksestä sekä sivukiven ja rikastushiekan käsittelystä. Päästöjä aiheutuu myös rikasteen ja erilaisten raaka-aineiden, kuten kemikaalien, kuljettamisesta sekä työmatkaliikenteestä.

Toiminnan lopettamisen ilmastovaikutukset aiheutuvat maisemoinnista ja tarvittavista toimenpiteistä, kuten maamassojen kuljetuksesta ja levityksestä, sekä esimerkiksi työmatka-liikenteestä.

Toiminnan päätyttyä, kun sulkemisen jälkihoitotoimenpiteet ja kasvillistaminen on tehty, kaivosalueelta ei aiheudu päästöjä ilmaan.

Toiminnot ja päästöt sekä päästöjen hallinta esitetään taulukossa Taulukko 15-1.

Taulukko 15-1 Toiminnot ja päästöt sekä päästöjen hallinta.

Toiminto / kohde	Päästön kuvaus	Hallinta
Maanalainen kaivos	Ajoneuvojen pakokaasupäästöt	Mahdollisimman korkea kaivoksen sähköistysaste
	Räjäytyskaasut	Panostus- ja räjäytystyön hallinta ja optimointi
	Kivipöly	Kastelu
Tarvekivilouhos	Ajoneuvojen pakokaasupäästöt	
	Räjäytyskaasut	
	Kivipöly	Kastelu
	Mobiilimurskain	
Malmin murskaus ja jauhatus	Esimurskaus (maanalaisessa kaivoksessa)	Pölynpoisto ja suodattimet
	Toisen vaiheen murskaus (rikastamoalueella, rakennuksen sisällä)	Pölynpoisto ja suodattimet
	Jauhatus (rikastamorakennuksen sisällä)	Pölynpoisto ja suodattimet
Malmin rikastus	Rikastusprosessin päästöt ilmaan	
Rikasteen lastaus	Lastausalue katettu/rakennuksen sisällä	Pölynpoisto ja suodattimet
Sivukiven varastointi	Korkearikkisen sivukiven pölyäminen (maanpäällisellä sivukiven sijoitusalueella)	Sivukivi hyödynnetään maanalaisen kaivoksen kaivostäyttöihin. Tavoitteena on, että toimintavaiheessa sivukivi välivarastoidaan maan alle ennen sijoittamista kaivostäyttöön.
	Matalarikkisen sivukiven pölyäminen (maanpäällisellä sivukiven sijoitusalueella)	Sivukivi pyritään hyödyntämään rakentamiseen (mm. tiestöt, pato- ja pohjarakenteet)
Rikastushiekan varastointi	Korkearikkisen rikastushiekan pölyäminen	Korkearikkisen rikastushiekan pinta on jatkuvasti vesipinnan alapuolella (vesipeitto). Käytetään maanalaisen kaivoksen kaivostäyttöihin (pastatäytön raaka-aineena)
	Matalarikkisen rikastushiekan pölyäminen	**Kuivaläjitys** (VE1a, VE2a, VE3a): Rikastushiekan välivarastointi lämmitetyssä rakennuksessa, kuljettimet koteloituja, kuljetusreitit rikastushiekka-alueella päällystetty karkeammalla kiviaineksella rikastushiekka-alueen ulkopuolella asfaltoituja, rikastushiekan tiivistys altaalla ja pinnan kastelu
	Matalarikkisen rikastushiekan pölyäminen	**Märkäläjitys** (VE1b, VE2b, VE3b): Rikastushiekka-alueen pinta jatkuvasti kostea, pinnan kastelu
Lämmitys	Lämpövoimala	Lakien ja asetusten mukaiset vaatimukset
	Maanalaisen kaivoksen raitisilman lämmitys	Lakien ja asetusten mukaiset vaatimukset

Toiminto / kohde	Päästön kuvaus	Hallinta
Liikenne	Malmin, sivukiven ja rikastushiekan kuljetukset	Koteloidut hihnakuljettimet
	Rikasteiden kuljetus kaivokselta	
	Työmatkaliikenne	
	Tarvikkeiden kuljetus kaivokselle	

Pölyäminen

Kaivoksen elinkaaren eri vaiheiden pääasiallinen ilmanlaatuvaikutus on pölyäminen. Louhinta ja malmin esimurskaus tapahtuvat maan alla ja malmin toisen vaiheen murskaus ja jauhatus toteutetaan maanpäällä rakennuksen sisällä, jolloin pölypäästöjä voidaan vähentää pölysuodattimilla, mikä vähentää merkittävästi toiminnasta aiheutuvaa pölyämistä. Rikastushiekka, sen kuljetus, käsittely ja tuulieroosio on merkittävin pölynlähde kuivaläjityksessä, märkäläjityksessä vain tuulieroosio, mutta siinä jäätyminen aiheuttaa ongelmia.

Rakentamisen, toiminnan ja sulkemisen aikana suurin osa pölypäästöistä, joka muodostuu maanpäällisestä kiviaineksen käsittelystä, on halkaisijaltaan yli 10 µm:n hiukkasia, josta pääosa on suhteellisen suurikokoista kiviainespölyä (halkaisijaltaan yli 30 µm), joten hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) osuudet muodostuvasta pölystä ovat pieniä. Hengitettävät hiukkaset (PM_{10}) sisältävät pienhiukkaiset ($PM_{2,5}$). Hienojakoisempaa pölyä muodostuu jauhatuksen jälkeen, mikä kuitenkin tapahtuu sisätiloissa, jossa pölypäästöjä voidaan kontrolloida kohdepoistoilla ja suodattamalla. Malmin rikastuksessa syntyvä rikastushiekka on myös varsin hienojakoista. Sen silttipitoisuus on noin 70 %, joten se on merkittävä pölyämisen lähde, kuten edellä on todettu. Mineralogisen karakterisoinnin yhteydessä (SRK 2018b) rikastushiekoissa ei havaittu asbestikuituja, mutta malmin asbestitutkimuksessa (Kratsov 2017) malmissa havaittiin hyvin pieniä määriä asbestikuituja. Vastaavia havaintoja tehtiin murskauskokeen työhygieenisessä tutkimuksessa (Työterveyslaitos 2017). Näin ollen asbestikuituja oletetaan päätyvän pieniä määriä myös rikastushiekkaan.

Pölypäästöjen määrään vaikuttavat mm. louhittavan ja käsiteltävän kiviaineksen kovuus, raekoko, tiheys ja kosteus, käytettävä laitteisto, pudotuskorkeudet, kuormausajoneuvojen määrä ja ajonopeudet, varastokasojen ikä ja hienoaineksen määrä käsiteltävässä materiaalissa.

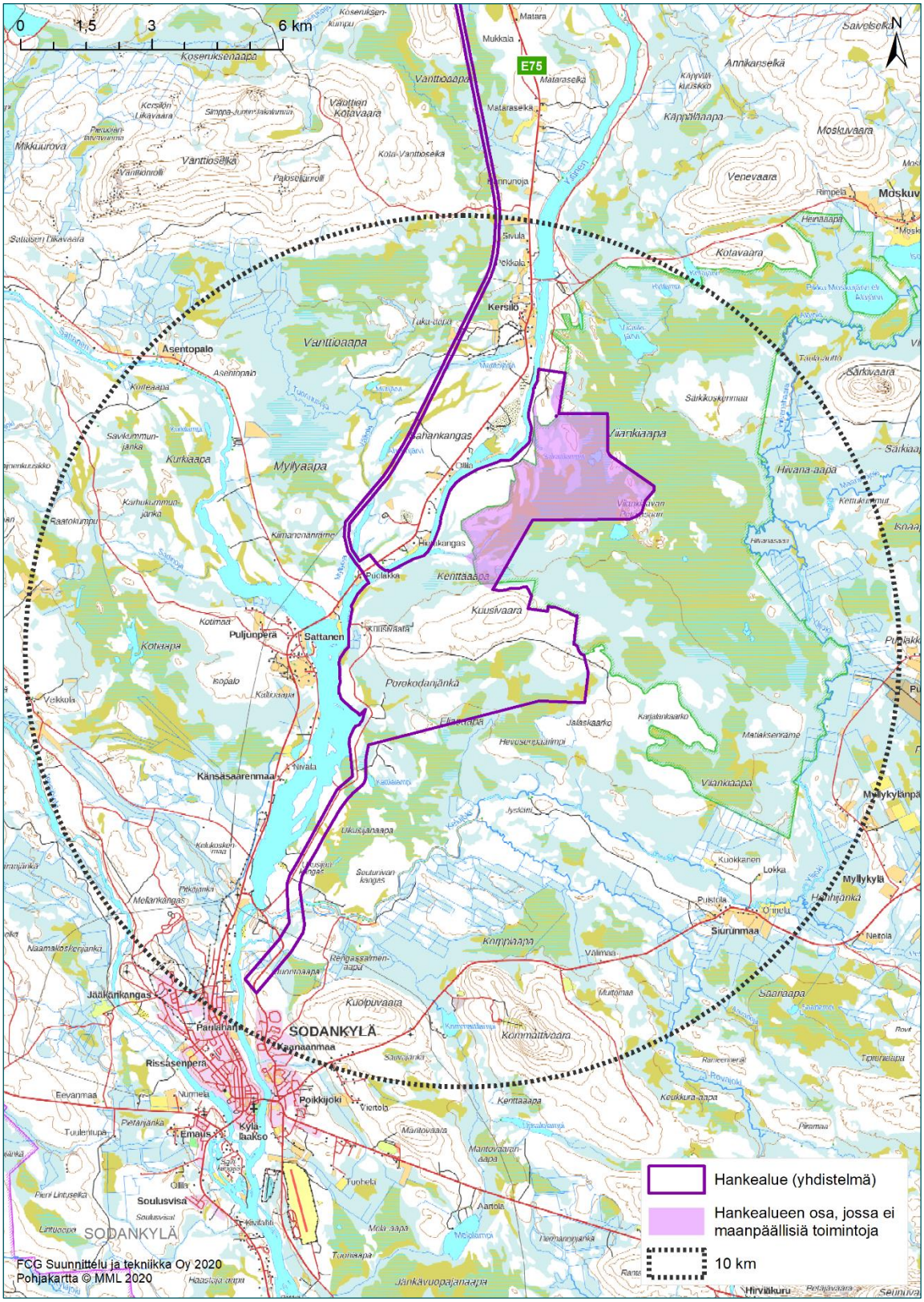
Toiminnoista vapautuvien pölypäästöjen leviäminen ympäristöön riippuu päästön suuruudesta ja hiukkaskokojakaumasta, ilmasto-olosuhteista, puustosta ja ympäristön pinnanmuodoista. Nämä säätelevät hiukkasten sekoittumista, laimenemista ja depositiota (hiukkasten poistuminen ilmakehästä tarttumalla johonkin pintaan). Hiukkaskokojakauma vaikuttaa siten, että karkeimmat hiukkaset kulkeutuvat ilmassa vain lyhyitä matkoja, kun taas pienhiukkasten kulkeuma voi olla jopa tuhansia kilometrejä. Ilmasto-olosuhteet, kuten tuulen suunta ja voimakkuus sekä ilman lämpötila ja kosteus, vaikuttavat ratkaisevasti pölyn leviämiseen, koska hiukkaset kulkeutuvat ilmavirran mukana. Maaston pinnanmuodoilla ja varsinkin kasvillisuudella on merkitystä erityisesti karkeampien hiukkasten leviämiseen; pienhiukkasille vaikutus on vähäisempi. Toiminnan pölypäästöt ja vaikutukset ilmanlaatuun ovat todennäköisesti suurimmillaan alkutalven, loppukevään ja alkukesän poutajaksojen aikana, jolloin kasvillisuuden aiheuttama depositio on pienimmillään. Kaivosalueen tiet asfaltoidaan, mikä vähentää pölypäästöjen määrää. Lisäksi hihnakuljettimien kotelointi ja niiden lastaamisen menetelmät vaikuttavat pölyn muodostumiseen.

Pakokaasupäästöt ja muut kaasumaiset päästöt

Pakokaasupäästöjä syntyy kaivoksella käytettävistä työkoneista, kaivoksen sisäistä liikenteestä sekä ulkoisesta liikenteestä kuten rikaste- ja tarvikekuljetuksista ja työmatkaliikenteestä. Päästöjen määrä riippuu siitä, kuinka suuri osa käytetyistä voimalähteistä on polttomoottoreita. Kaivos suunnitellaan toteutettavan sähköisenä, mikä tarkoittaa, että maanalaisen kaivoksen sekä rikastushiekka-alueen kaikki työkoneet olisivat sähköisiä. Näin myös pakokaasupäästöt pienenisivät. Pölyämisen kannalta työkoneiden polttomoottoreiden päästöt eivät ole merkittävät. Päästöjä aiheutuu myös lämpölaitoksen toiminnasta sekä rikastusprosessista (esimerkiksi rikkipäästöt, hiilidioksidipäästöt jne.).

Tarkastelualue

Kaasumaisten ja hiukkasten yhdisteiden tarkastelualue kattaa 10 km Kuusivaaran tehdasalueelta (Kuva 15-1). Siten Kuusivaaran tehdasalue sijoittuu tarkastelualueen keskelle ja tarkastelualue ulottuu läheiselle Viiankiaavan Natura-alueelle, Sodankylän keskustaan sekä Sattasen, Kersilön ja Moskuvaaran kyliin.



Kuva 15-1 Kaasumaisten ja pienhiukkasten (PM10) yhdisteiden tarkastelualue kattaa 10 km Kuusivaaran tehdasalueesta. (Pohjakartta: Maanmittauslaitos 2020)

15.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Eri toimintojen vaikutuksia ilmastoon ja lähialueen ilmanlaatuun tarkasteltiin asiantuntija-arviona perustuen toiminnan ja asuinalueiden välisiin etäisyyksiin, kaivoksen tuottamiin ja tarvitsemiin materiaalivirtoihin liikenne mukaan lukien sekä pölypäästöjen leviämislaskelmiin. Alustavissa FCG:n tekemissä leviämislaskelmissa havaittiin, että pölypäästöt voivat olla merkittävä ongelma, joten pölypäästöjen hallintaa varten arvioitiin tarvittavien pölynhallintamenetelmien tarvetta ja tehokkuutta yhteistyössä AONA Environmentalin kanssa. Lopulliset pölynpäästölaskelmat laati AONA Environmental käyttäen yhteistyönä arvioituja pölypäästöjä ja pölypäästöjen hallintamenetelmiä. Hankkeesta aiheutuvan kuljetusliikenteen ja työkoneiden päästöt arvioitiin laskennallisesti. Arvioinnissa hyödynnettiin lisäksi vastaavista kohteista saatuja kokemuksia pölyn leviämisestä ja pölyntorjunnasta.

Tarkasteltavat yhdisteet olivat:

- hiukkaset PM_{10} (vaikutukset ilmanlaatuun),
- rikkidioksidi SO_2(g) (vaikutukset ilmanlaatuun),
- typpioksidit NO_x(g) (vaikutukset ilmanlaatuun),
- häkä CO(g) (vaikutukset ilmanlaatuun),
- hiilidioksidi CO_2(g) (ilmastovaikutukset).

Kasvihuonekaasupäästöjen arvioinnissa on otettu huomioon kaivoksen sähköistämisen vaikutukset. Anglo Americanin tavoitteena on vähentää kaivostoiminnastaan aiheutuvia kasvihuonepäästöjä 30 % vuoteen 2030 (vähennystavoite vuoden 2016 päästötasosta). Yhtiön pitkäntähtäimen tavoite on hiilineutraali kaivostoiminta (Anglo American 2018).

Kaasumaiset päästöt

Arvio maanalaisen kaivoksen vuosittaisista kaasumaisista päästöistä laskettiin osana Sakatin kaivoshankkeen kannattavuuden esiselvitystä (PFS-A) SRK Consultingin toimesta. Arviota hyödynnettiin ilmastoon ja ilmanlaatuun kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa. Vuosipäästöt laskettiin vuosittaisten tietojen keskiarvoina.

Dieselkäyttöisten työkoneiden päästöt laskettiin käyttäen joko keskimääräisiä vuosi (litraa/vuosi) tai tonniperusteisia (litraa/tonni) polttoainekulutuksia ja VTT LIPASTO- laskentajärjestelmän päästökertoimia työkoneille, tai arvoitiin keskimääräisten työtuntien ja työkoneiden tehon perusteella käyttäen EU standardin (EU 2016) vaiheen V NRE päästökertoimia (g/kWh). Dieselpolttoaineen rikkipitoisuutena käytettiin 10 ppm.

Rikastuksessa syntyvät rikkipäästöt perustuvat arvioon, että kaksi prosenttia rikastuksessa käytetyistä ksantaateista hajoaa. Hajoamistuotteena syntyvien rikkiyhdisteiden rikki laskettiin rikkidioksidiksi. Rikastuksen hiilidioksidipäästöt arvioitiin käytetystä soodasta, joka hajoaa happamissa olosuhteissa muodostaen hiilidioksidia. Rikastuksesta ulkoilmaan kulkeutuvia päästöjä ovat päästöt, jotka poistuvat rikastamorakennuksesta pölysuodatuksen jälkeen ilmastointihormien kautta.

Lämmityksessä syntyvät hiilidioksidipäästöt laskettiin käyttäen vuosittaisia polttoainemääriä ja niistä vapautuvaa hiilidioksidia (Anglo American 2019a). Muut kaasumaiset päästöt arvioitiin poltettaessa syntyvien savukaasuvirtauksen ja polttolaitoksille asetettujen pitoisuusvaatimuksien (VNa 1065/2017) avulla.

Pölypäästöjen leviämislaskelmat

Pölypäästöjen Aermod-ohjelmiston leviämislaskelmilla arvioitiin kaivosalueen toimintojen ja kuljetusten pölypäästöjen vaikutuksia lähialueen ilmanlaatuun. Päästölaskelmat ja arviot tehtiin hengitettävien hiukkasten (PM_{10} eli halkaisijaltaan yli 10 µm hiukkaset) pitoisuuksille vuosikeskiarvolla sekä vuorokauden tasolla. Laskelmat tehtiin pölyjen leviämisen kannalta pahimmassa mahdollisessa tilanteessa, joksi arvioitiin kaivoksen toimintavaihe tilanteessa, jossa väliaikaiset matalarikkisen ja korkearikkisen sivukiven sijoitusalueet ovat vielä käytössä ja maanpäällä toimivat työkoneet ovat kaikki toiminnassa. Pölyn laskeuma ei kuvaa Sakatin kaivoksen vaikutuksia ilmastoon ja ilmanlaatuun, ja näin ollen laskeuman vaikutukset on huomioitu muualla vaikutusten arvioinnissa (mm. luku 23 Vaikutukset Natura-alueisiin ja suojelualueisiin). Mallinnuksessa käytetyt lähtötiedot ja pölypäästöjen vähentämiskeinot on esitetty erillisessä raportissa (AONA Environmental 2020).

Ympäristön sietokyvyn ja terveysriskien arvioinnissa verrattiin pölyn leviämislaskelmien tuloksia ilmanlaadulle annettuihin raja-arvoihin. Raja-arvot on annettu valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (ilmanlaatuasetus, 79/2017) terveyshaittojen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi.

- Ilmanlaatuasetuksen vuorokauden raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m^3. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuodenaikana yhteensä 35 kpl. Mikäli pitoisuus ylittyy enemmän kuin 35 kertaa vuoden aikana, raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausi raja-arvo pienhiukkasille ($PM_{2,5}$) on 25 µg/m^3.
- Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m^3.
- Raja-arvot on annettu terveyshaittojen ehkäisemiseksi, eikä niitä sovelleta alueilla, joille yleisölle ei ole vapaata pääsyä eikä työpaikka-alueilla, kuten tuotanto- ja teollisuuslaitoksissa, joihin sovelletaan työterveyttä ja työturvallisuutta koskevia säännöksiä.

Liikenteen pakokaasupäästöt

Hankkeesta aiheutuvan kuljetusliikenteen päästöt arvioitiin laskennallisesti perustuen keskimääräisiin tuotantomääriin ja kuljetusmatkoihin. Päästöjen laskennassa käytettiin VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän päästökertoimia (VTT 2020).

Henkilöä- ja tarvikekuljetusten päästömäärät arvioidaan molemmille alavaihtoehdoille (rakentamis-, toiminta- ja sulkemisvaihe). Rikastekuljetukset arvioitu kolmelle eri rikastuskuljetusskenaariolle molempien alavaihtoehtojen osalta.

Maanalaisen kaivoksen, malmin esikäsittelyn ja rikastuksen sekä lämmityksen päästömäärät

Päästömäärät ovat samaa suuruusluokkaa kaikissa vaihtoehdoissa. Näin ollen päästömääriä ei arvioida jokaiselle hankevaihtoehdolle erikseen, vaan tässä arvioidut päästömäärät ovat kaikille vaihtoehdoille samat. Päästömäärät arvioidaan rakentamis-, toiminta- ja sulkemisvaiheille.

Kaivannaisjätteiden käsittelystä aiheutuvat päästömäärät

Matalarikkisen rikastushiekan kuivaläjitysmenetelmästä voi aiheutua enemmän pölyämistä kuin märkäläjitysmenetelmästä. Kaivoksen päästömäärät arvioidaan ns. pahimmalle mahdolliselle tilanteelle ja näin ollen päästömäärät on laskettu vain kuivaläjitysmenetelmälle (VE1a, VE2a, VE3a).

Märkäläjitysmenetelmälle määrää ei ole erikseen laskettu, mutta niiden arvioidaan olevan n. puolet kuivaläjitettävän rikastushiekan päästömäärästä.

Sähköinen kaivos / perinteinen kaivos

Toiminnasta aiheutuvat päästömäärät arvioidaan erikseen kaivokselle, jossa käytetään pääosin dieselkäyttöisiä työkoneita (perinteinen kaivos) sekä kaivokselle, jossa kaikki työkoneet ovat sähkökäyttöisiä (sähköinen kaivos).

15.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Leviämismallinnuksen lähtökohta on pahimmat mahdolliset päästöt ilmaan. Pahimman mahdollisen tuotantotilanteen syntyminen edellyttää myös, että matala- ja korkearikkisen sivukivien sijoitusalueiden sekä kuivaläjitysvaihtoehdoissa VEa (VE1a, VE2a ja VE3a) rikastushiekka-alueen ensimmäisen lohkon sulkeminen viivästyvät aikataulusta ja alueilla tapahtuu kaivannaisjätteiden kuljetusta ja läjitystä samanaikaisesti. Kuivaläjitysvaihtoehdoissa VEa myös toisessa lohkossa on oletettu tapahtuvan läjitystoimintaa.

Erityisesti hiukkaspäästöjä laskettaessa on oletettu erilaisten lieventämistoimenpiteiden käyttöä, kuten pölysuodattimia, rikastushiekka-alueen ja sivukivialueiden kastelua sekä kuljetusreittien optimointia sekä teiden asfaltointia. Mikäli niitä ei oteta käyttöön tai toimivat vajaalla kapasiteetilla, voivat päästöt olla suurempia myös pahimmassa mahdollisessa tilanteessa.

Suorat päästöt ovat riippuvaisia tuotantokapasiteetista, joten tuotannon kasvaessa lisääntyvät suorat päästöt ilmaan samassa suhteessa.

15.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutusalueen nykytilan herkkyystaso ilmanlaatuun kohdistuville muutoksille määräytyy ympäröivän maankäytön mukaan. Herkkyyteen vaikuttavat mm. asutus, teollisuus, virkistysalueet ja liikenneväylät. Lisäksi vaikutusalueen herkkyyteen vaikuttavat alueen ilmanlaadun nykytila ja muut päästölähteet.

Ilmanlaatu, vaikutusalueen nykytilan herkkyystason määrittyy seuraavasti (Taulukko 15-2).

Taulukko 15-2 Ilmanlaadun herkkyyden kriteerit.

Vähäinen	Vaikutusalueella on vähän asutusta tai herkkiä kohteita, kuten kouluja. Ilmanlaatu on tyydyttävä tai huonompi ja alueella on useita muita päästölähteitä, kuten voimaloita, vilkkaita liikenneväyliä tai teollisuutta.
Kohtalainen	Vaikutusalueella on asutusalueita ja herkkiä kohteita, kuten kouluja. Vaikutusalueella on vähän muita päästölähteitä ja ilmanlaatu on pääosin hyvä.
Suuri	Vaikutusalueella on tiivistä asutusta tai suojelualueita, jotka ovat ilmanpäästöille herkkiä. Vaikutusalueella ei ole muuta päästöjä aiheuttavaa toimintaa ja ilmanlaatu on pääosin erinomainen.

Hankkeen ilmanlaatuvaikutusten suuruusluokka määräytyy ensisijaisesti hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) altistuksen perusteella. Suurin syy kiinnostukseen hiukkasia kohtaan ovat niiden vaikutukset terveyteen. Näiden lisäksi hiukkaset aiheuttavat viihtyvyys- ja esteettisyyshaittoja, kuten pintojen

likaantumista ja näkyvyyden alentumista. Vaikutusten suuruusluokkaa tarkastellaan hiukkaspitoisuuksien raja-arvoihin perustuvien tavoitearvojen perusteella. Terveysvaikutus-perusteiset ilmanlaadun raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia, eivätkä ne saa ylittyä alueella, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä. Ilmanlaadun ohjearvot tulee ottaa huomioon esimerkiksi kaavoituksessa sekä rakennusten sijoittelussa ja teknisissä ratkaisuissa, jolloin pyritään etukäteen välttämään ihmisten pitkäaikainen altistuminen terveydelle haitallisen korkeille ilman epäpuhtauksien pitoisuuksille. Arvioinnissa käytetyt ilmanlaatuvaikutusten suuruusluokat on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 15-3).

Taulukko 15-3 Ilmanlaatuvaikutusten suuruuden arvioinnin kriteerit.

Suuri kielteinen	Pitoisuudet kasvavat selvästi. Pitoisuudet ympäristössä ylittävät annetut ohje- ja raja-arvot ja vaikutusalue on laaja.
Keskisuuri kielteinen	Pitoisuudet kasvavat ympäristössä ja voivat vaikuttaa ohje- ja raja-arvojen ylityksiin. Mahdolliset ylitykset ovat lyhytaikaisia, eikä niiden vaikutusalueella sijaitse herkkiä kohteita.
Pieni kielteinen	Pitoisuudet kasvavat hieman ympäristössä, mutta pysyvät selvästi alle ohje- ja raja-arvojen.
Ei vaikutusta	Ei muutoksia.
Pieni myönteinen	Pitoisuudet pienenevät hieman ympäristössä.
Keskisuuri myönteinen	Pitoisuudet pienenevät ympäristössä.
Suuri myönteinen	Pitoisuudet pienenevät selvästi.

15.2 Nykytila

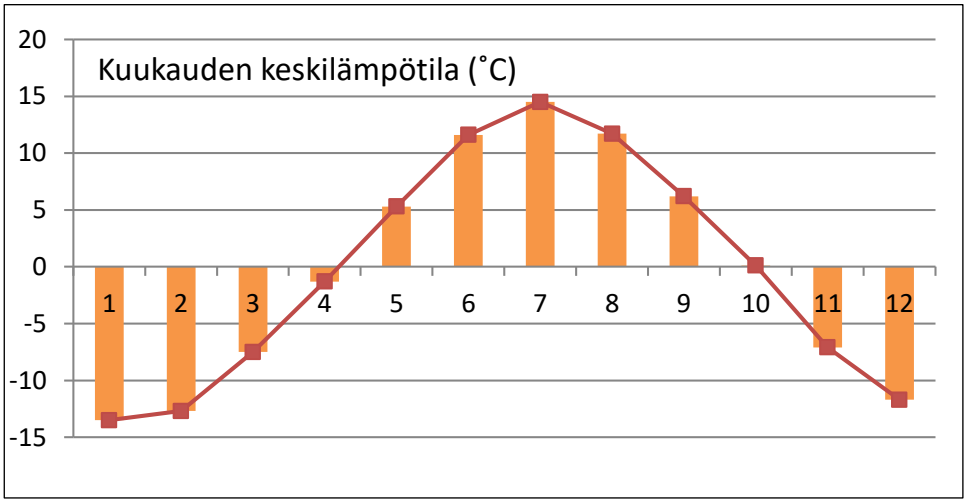
15.2.1 Nykytilan kuvaus

Nykyinen ilmasto hankealueella

Hankealue sijaitsee ilmastollisesti subarktisella vyöhykkeellä. Ilmasto on mantereinen. Alueella on pitkä, kylmä ja luminen talvi sekä lyhyt ja leuto kesä. Terminen kasvukausi alkaa toukokuussa lumien sulettua ja päättyy syys-lokakuun aikana (Ilmatieteen laitos, 1961–2001). Lähin Ilmatieteen laitoksen sääasema Tähtelä (lat 67,37º lon 26,63º, 179 mpy) sijaitsee Sodankylässä, hankealueesta noin 16 kilometriä etelään.

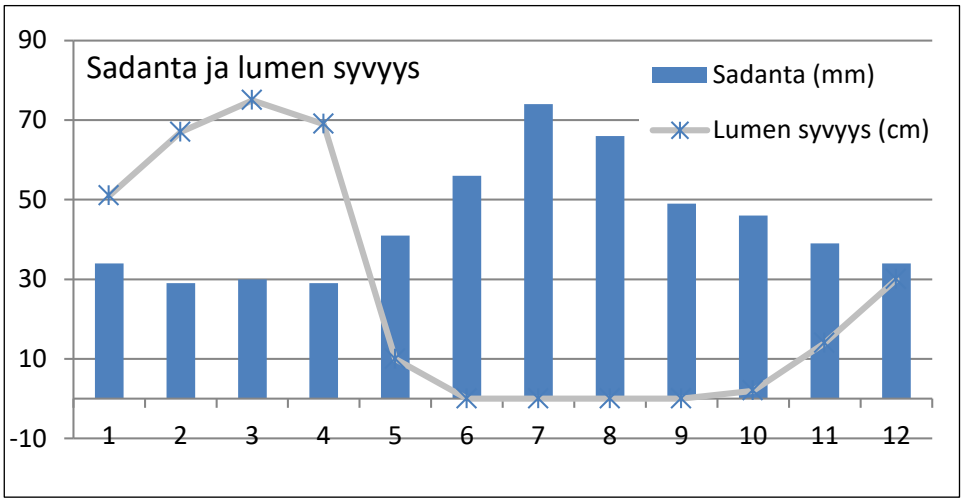
Tähtelän havaintoaseman mittausten mukaan vertailujaksolla 1981−2010 alueen vuotuinen keskilämpötila on -0,4 ˚C. Kylmimmän kuukauden (tammikuu) keskilämpötila on -13,5 ˚C ja lämpimimmän kuukauden (heinäkuu) keskilämpötila on 14,5 ˚C (Kaavio 15-1). Vuoden keskilämpötiloissa on havaittavissa lievästi nouseva trendi, etenkin 2000-luvulla lämpötiloissa on ollut havaittavissa +1−+2 ˚C poikkeama aiempiin vuosikeskiarvoihin verrattuna. Sodankylän mittauspisteellä keskilämpötilojen nousutrendi ei kuitenkaan ole yhtä selkeästi havaittavissa kuin etelämpänä Helsingin Kaisaniemen asemalla mitatuissa lämpötiloissa. (Ilmatieteen laitos 2020b, Salonen 2020.)

Kaavio 15-1 Kuukauden keskilämpötilat tarkastelujaksolla 1981-2010 (Sodankylä, Tähtelä).



Vuotuiset sademäärät suurimmassa osassa Lappia ovat 450–550 mm, kasvaen siirryttäessä luoteesta kaakkoon. Kuivinta on Kitisen ja Ounasjoen laaksoissa. Vuotuinen sademäärä Sodankylän alueella on suhteellisen vähäinen, 527 mm. Sateisin kuukausi on heinäkuu (Kaavio 15-2). Suurin osa vuotuisesta sadannasta tulee maahan lumena (Kersalo ja Pirinen 2009). Lumipeitteen syvyys Sodankylän alueella on paksuimmillaan maaliskuussa (keskimäärin n. 75 cm) (Ilmatieteen laitos 2020b).

Kaavio 15-2 Kuukauden keskisadanta ja lumen syvyys tarkastelujaksolla 1981-2010 (Sodankylä, Tähtelä).



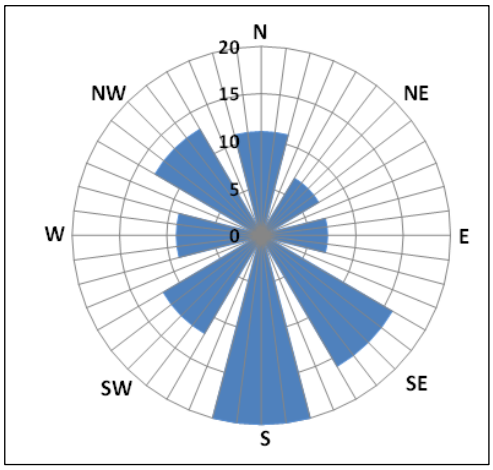
Aapasoiden hydrologian kannalta keskeistä ovat alueen kevättulvat sekä pohjavesivarastojen täydentyminen, jotka riippuvat talviseen lumipeitteeseen varastoituneen veden määrästä ja sen vapautumisnopeudesta. Lumen lopputalven vesiarvo esimerkiksi Sodankylässä on vaihdellut vuosien 2014 ja 2019 välillä 150–200 mm. Vuoden 2020 maaliskuussa lumen vesiarvo ylti ennätyksellisen suureksi, ja Viiankiaavan mittausasemalla vesiarvoksi mitattiin vuoden 2020 huhtikuun lopulla jo yli 260 mm. (Suomen ympäristökeskus 2020b).

Vallitseva tuulensuunta Sodankylän alueella on etelä, jonka osuus tuulen suuntajakaumassa on 20 %. Tuulen keskinopeus on 2,7 m/s, ja täysin tyyntä alueella on keskimäärin 5 % ajasta. Tuulen suuntajakauma on esitetty tarkemmin alla (Taulukko 15-4 ja Kaavio 15-3).

Taulukko 15-4 Tuulen suuntajakauma, Sodankylä Tähtelä 1981-2010.

Tuulen suuntajakauma		
Suunta	**%**	**m/s**
N (pohjoinen)	11	2,8
NE (koillinen)	7	2,7
E (itä)	7	2,6
SE (kaakko)	16	2,5
S (etelä)	20	3,1
SW (lounas)	12	3,5
W (länsi)	9	3,1
NW (luode)	13	2,5
Tyyntä	5	

Kaavio 15-3 Tuulen suuntajakauma, Sodankylä Tähtelä 1981-2010.



Ilmanlaatu hankealueella

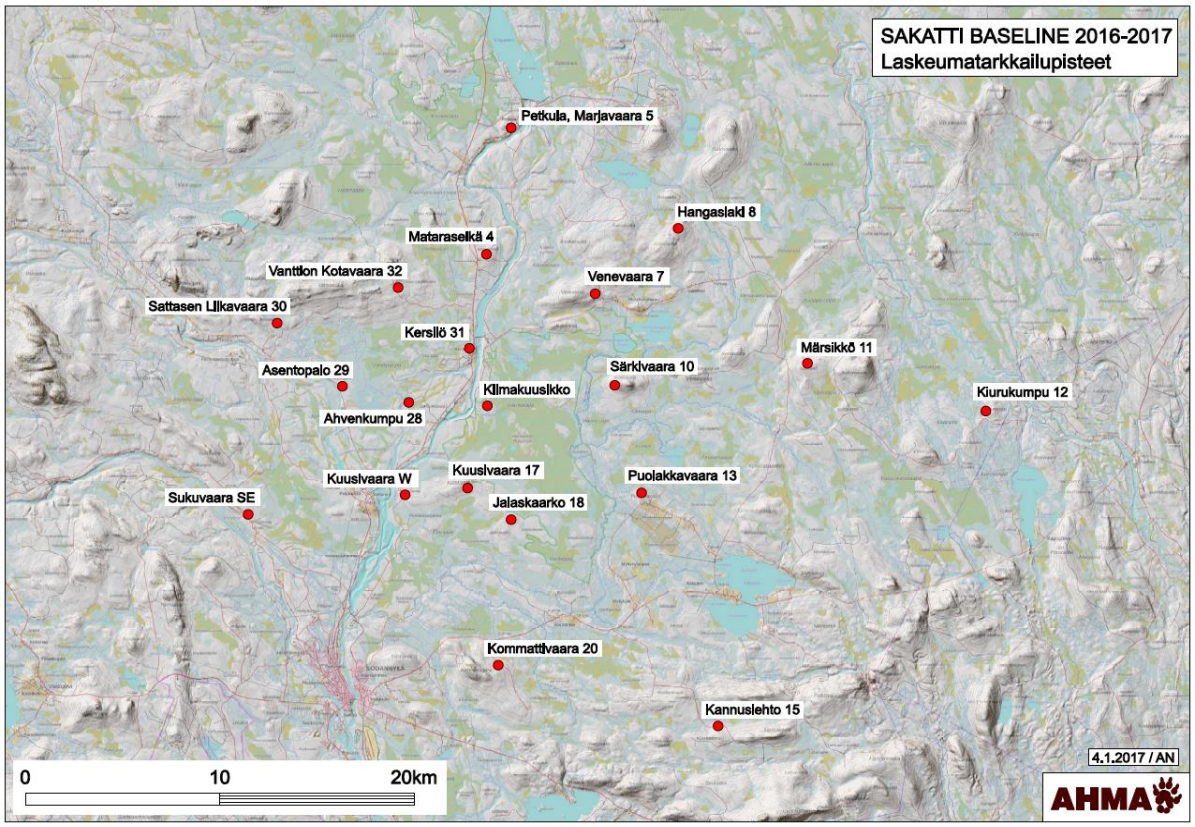
Sodankylän ja Lapin ilmanlaatu yleisesti on mittausten perusteella määritetty yleensä tasolle ”hyvä”. Suurimpana ongelmana pidetään alailmakehän otsonin ajoittain korkeita pitoisuuksia. Lähin kohde, jossa otsonipitoisuuksia mitataan, sijaitsee Sodankylän Tähtelässä. Otsonipitoisuudet ovat sääoloista riippuvaisia ja vaihtelevat voimakkaasti päivä- ja vuositasolla.

Sodankylän alueella ei sijaitse ilmanlaatuun merkittävästi vaikuttavia lupavelvollisia teollisuus- tai energiantuotantolaitoksia, joten ilmansaasteet päätyvät alueelle pääasiassa kaukokulkeumana. Vähäisiä paikallisia ilmapäästöjä aiheutuu kohdealueelle vt 4:n liikenteestä. Muita paikallisia ilmapäästöjä aiheuttavia lähteitä ovat hankealueesta noin 15 km pohjoiseen sijaitseva Kevitsan kaivos sekä Sodankylän taajama-alue noin 15 km etäisyydellä etelässä. Lisäksi hankealueesta 10 km kaakkoon sijaitsee Paarnitsa-aavan turvetuotantoalue, jonka on arvioitu poistuvan käytöstä vuonna 2021.

Hankealueen läheisyydessä on AASM Oy:n toimeksiannosta mitattu säännöllisesti pölylaskeuman nykytilannetta vuosien 2016−2018 aikana 20 eri mittauspisteestä (Ahma ympäristö Oy 2016-2018). Mittauspisteet ulottuvat noin 20 km:n säteelle Viiankiaavalta. Pölylaskeuman mittaustuloksia on analysoitu noin kuukauden välein elokuusta 2016 lähtien. Laskeumasta on määritetty pölyn

kiintoainepitoisuus ja haihdutusjäännös sekä hehkutusjäännös kiintoaineesta ja suodoksesta. Tuloksista on laskettu pölyn kiintoainelaskeuma (alle 45 µm hiukkaset), epäorgaaninen laskeuma ja orgaaninen laskeuma. Kaivostoimintojen aiheuttaman pölyämisen tiedetään kohottavan näistä pääasiassa epäorgaanisen laskeuman arvoja (Kauppila ym. 2015). Lisäksi tammikuussa 2017 pölylaskeumasta on analysoitu alkuainepitoisuuksia alumiinin, arseenin, boorin, bariumin, berylliumin, kadmiumin, koboltin, kromin, kuparin, raudan, elohopean, mangaanin, molybdeenin, nikkelin, lyijyn, antimonin, seleenin, tinan, strontiumin, talliumin, uraanin, vanadiinin ja sinkin osalta.

Mittauksissa (Kuva 15-2) saadut laskeuma-arvot epäorgaanisen laskeuman osalta olivat yhtä pistettä lukuun ottamatta alle 1 g/m²/kk. Kaikkien mittausten keskiarvo oli noin 0,2 g/m²/kk. Poikkeava piste sijaitsi 5 km Kevitsan kaivoksesta länteen. Kiintoainelaskeumalla ei ole raja- tai ohjearvoja, mutta viihtyvyyshaitan rajana on käytetty arvoa 10 g/m²/kk. On syytä huomioida, että laskeuma ei kuvaa vaikutuksia ilmastoon ja ilmanlaatuun, vaan on päästöjen seuraus.

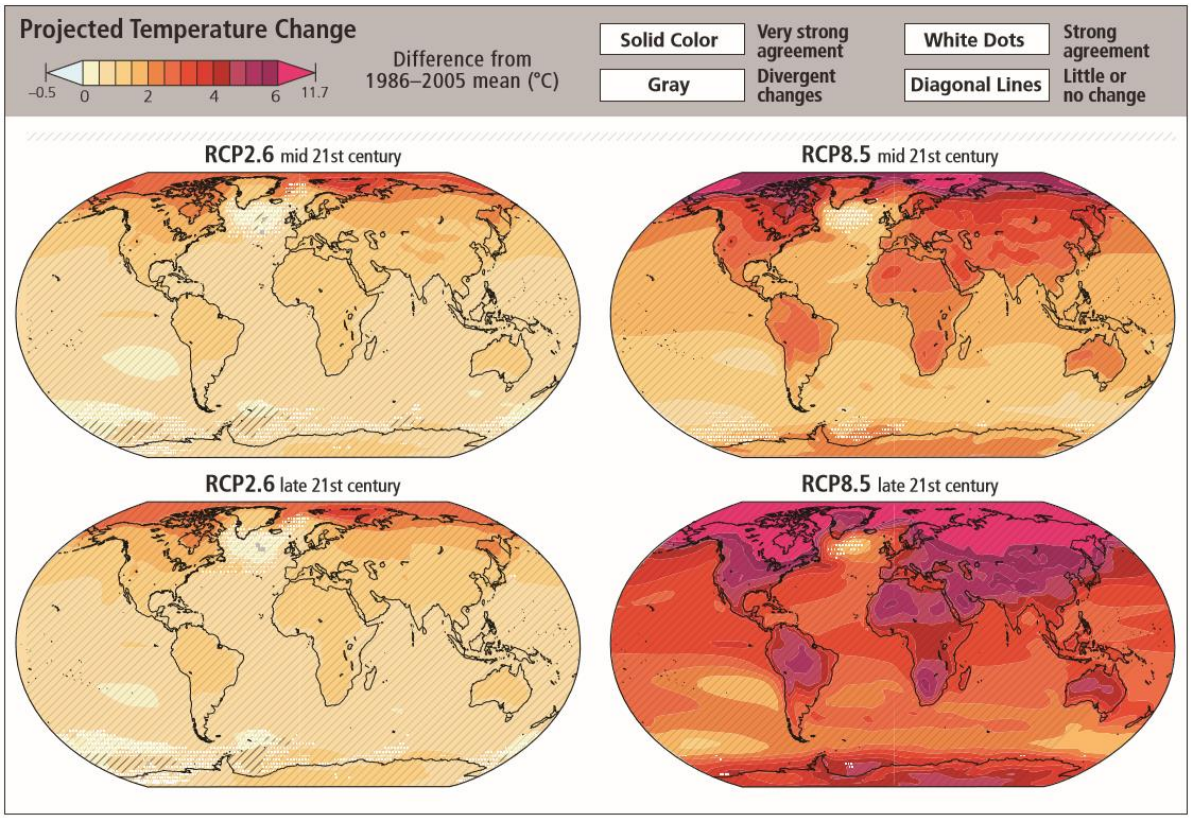


Kuva 15-2 Laskeumakeräinten sijoituspaikat. (Lähde: Ahma ympäristö Oy 2016-2018)

Ilmastonmuutoksen vaikutukset hankealueella

Nykyisen ilmaston tuleva kehitys on jo erkaantunut luonnollisesta kehityskulusta, sillä siihen on etenkin 1900-luvun puolivälistä lähtien kiihtyvästi vaikuttanut ihmisen toiminnasta johtuva kasvihuonekaasujen pitoisuuden kasvu ilmakehässä. (Ilmatieteen laitos 2020a.)

Tulevan ilmaston piirteitä voidaan ennustaa nykyaikaisen ilmastomallinnuksen keinoin. Ilmastonmuutoksen aiheuttaman keskilämpötilan nousun on arvioitu olevan arktisilla ja subarktisilla alueilla muita alueita voimakkaampaa. Subarktisilla alueilla, johon Sakatin hankealue sijoittuu, on vuotuisen keskilämpötilan arvioitu kohoavan keskimääräistä enemmän (Kuva 15-3).



Kuva 15-3 Ilmastonmuutoksen aiheuttama arvioitu muutos maapallon keskilämpötiloissa 2000-luvun puoliväliin mennessä (ylemmät kuvat) ja 2000-luvun lopulla (alemmat kuvat). Vasemmanpuoleinen skenaario esittää tilanteen globaalin keskilämpötilan noustessa 2,6 astetta. Oikeanpuoleinen skenaario kuvaa tilannetta keskilämpötilan noustessa 8,5 astetta. (Lähde: IPCC 2014)

Riippuen päästöskenaariosta, vuoden keskilämpötilan arvioidaan vuoteen 2050 mennessä nousevan nykyisestä n. 1,0–1,5 °C samalla kun sadanta lisääntyy 5–10 %. On ennakoitu, että tulevassa ilmastossa lumen osuus talvisesta sadannasta pienenee ja lumipeiteajan keskipituus lyhenee Lapissa 20–40 päivällä. Lumen vuotuinen maksimivesiarvo on tällä hetkellä Lapissa 130−230 kg/m^2. Lapin lumipeitteen vuotuisen maksimivesiarvon arvioidaan tulevan ilmaston keskiskenaariossa laskevan 0−40 %:lla tulevan 50 vuoden aikana. (Ilmasto-opas 2020a.)

Tulevan ilmaston haihduntasumman ennakoidaan kasvavan 15–20 % ja koko vuoden valuntasumman pienenevän 0–20 %. Vuodenajoittain muutos tapahtuu eri suuntiin siten, että kevätvalunta pysyy lähes ennallaan, mutta kesän valunta pienenee huomattavasti, 20–40 %. Syksyinen valunta pienenee 0–20 %, kun taas talviset valunnat kasvavat jopa 40–60 %. (Ilmatieteen laitos 2020a.)

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia Sodankylään ja Viiankiaapaan on käsitelty Sakatin YVA-hankkeen yhteydessä laaditussa pohjavedenvirtausmallinnusraportissa (Stantec Consulting Ltd 2020). Kaivoshankkeen ajallisen keston vuoksi ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat muutokset tulee edelleen ottaa huomioon hankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa.

Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa

Suomalaisten tuottamat kasvihuonekaasupäästöt (kasvihuonekaasupäästöt Suomessa ja ulkomailla) olivat 59 miljoonaa tonnia vuonna 2017. Alla (Taulukko 15-5) on esitetty Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan sekä maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamat vuosittaiset päästöt vuonna 2017. Bioperäinen hiilidioksidi on esitetty erikseen, sillä sitä ei lasketa osaksi kasvihuonekaasupäästöjä.

Taulukko 15-5 Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan, maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamat vuosittaiset päästöt vuonna 2017. (Lähde: Tilastokeskus 2019)

Koko Suomi	Kasvihuonekaasut (CO_2-foss, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF6) CO_2-ekv.	Bioperäinen hiilidioksidi (CO_2-bio)	Hiukkaset, < 10 µm (PM_{10})	Hiilimonoksidi (CO)
Kaivostoiminta ja louhinta (t/a)	441 488	381	1 162	1 477
Maaliikenne (t/a)	3 819 231	520 055	3 294	3 673
Energiahuolto (t/a)	15 265 769	11 771 117	1 256	20 886

15.2.2 Vaikutuskohteiden herkkyys

Vaikutuskohteen herkkyystaso, toisin sanoen muutoksensietokyky ilmanlaatuun ja ilmastoon liittyville vaikutuksille, määräytyy alueen ominaispiirteiden ja käyttötarkoituksen mukaan. Herkkyystasoon vaikuttavat myös alueen ympäristön laatu ja pienilmasto sekä sen ominaispiirteisiin aiemmin kohdistuneiden muutosvaikutusten määrä.

Kohteet ja niiden herkkyys on määritetty seuraavasti:

- Suunnitellulla hankealueella sijaitsee 2 asuinrakennusta, josta yksi ei ole asuinkäytössä ja 11 lomarakennusta. Herkkyys määritellään kohtalaiseksi.
- Kilometrin etäisyydellä hankealueesta on 109 asuinrakennusta ja 37 lomarakennusta. Herkkyys määritellään kohtalaiseksi.
- Sodankylän taajaman pohjoisosan asutus. Herkkyys määritellään kohtalaiseksi.
- Vt 4:ää käyttävien herkkyys ilmanlaadun muutoksille on arvioitu vähäiseksi.
- Viiankiaavan ja sen luontopolkujen sekä alueen käyttäjien herkkyys ilmanlaadun muutoksille on arvioitu vähäiseksi. Alueen käyttäjämäärät ovat vähäisiä.
- Sakatin esiintymä sijoittuu Natura 2000 -verkostoon sisältyvän Viiankiaavan (FI1301706) alapuolelle. Pääosa Viiankiaavasta on perustettu soidensuojelualueeksi soidensuojelulailla (30.9.1988/851, Viiankiaavan soidensuojelualue SSA120159). Viiankiaavan Natura-alueella sijaitsee lisäksi neljä pienempää, yksityistä luonnonsuojelualuetta (Ylitalon luonnonsuojelualue YSA200644, Suojelu-Mäkitalo YSA201644, Viiankiaavan luonnonsuojelualue YSA200153 ja Uusitalon luonnonsuojelualue YSA200649, joista kaksi viimeiseksi mainittua sijaitsee hankealueella). Suojelualueiden herkkyyden on arvioitu olevan suuri.

15.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

15.3.1 Hankkeen vaikutukset

Vaikutukset ilmanlaatuun muodostuvat varsinaisesta kaivostoiminnasta (ks. 15.1.2), eli louhinnan räjäytyksistä, malmin, rikastushiekan ja sivukiven käsittelystä ja kuljetuksesta, tarvekiven murskauksesta, lämpölaitoksesta, sekä liikennöinnistä aiheutuvista pöly- ja pakokaasupäästöistä.

Ilmasto- ja ilmanlaatuvaikutusten kannalta keskeiset vaihtoehtojen väliset erot liittyvät maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja yhdystien sekä esimerkiksi tarvekivilouhoksen sijaintiin, malmin kuljetustapaan kaivoksesta sekä rikastushiekka-alueen sijaintiin ja rikastushiekan läjitystapaan.

Päävaihtoehtojen (VE1, VE2 ja VE3) väliset erot on kuvattu luvussa 3.2.1. Erot koskevat toimintojen sijoittumista Kuusivaaran tehdasalueella (mm. rikastushiekkojen ja sivukivien sijoitusalueiden sijainnit), maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin sijaintia, pastalaitoksen sijaintia, malmin ja sivukiven kuljetusta maanpinnalle sekä hankealueen sisäistä huoltotieyhteyttä. Alavaihtoehdot (a ja b) määrittävät päävaihtoehdon sisällä yhdystien sijainnin, matalarikkisen rikastushiekan läjitystavan sekä maanalaisen kaivoksen vinotunnelin toteutukseen liittyviä ratkaisuja.

Malmin louhintamäärä ja rikastemäärät ovat kaikissa hankevaihtoehdoissa sama. Näin toteutusvaihtoehdoilla on siten jonkin verran paikallisia eroja ilmasto ja ilmanlaatuvaikutusten suhteen. Seuraavassa esitetyt **malmin esikäsittelyn ja rikastuksen** sekä **lämmityksen** laskennalliset suorat ilmapäästöt ja niiden suuruus ovat samat kaikissa hankkeen toteutusvaihtoehdoissa. **Maanalaisen kaivostoiminnan** päästöihin vaikuttaa käytettävien työkoneiden voimanlähde. Perinteissä kaivoksessa käytetään diesel-käyttöisia työkoneita, kun sähköistetyssä kaivoksessa ne on korvattu sähkökäyttöisillä. **Toiminnassa muodostuvien kaivannaisjätteiden (rikastushiekka ja sivukivi) käsittelyn** päästöt riippuvat selvästi käytetystä läjitystavasta: kuivaläjitys (a) tai märkäläjitys (b).

Rikasteiden kuljetuksesta aiheutuvien päästöjen lisäksi myös **työmatkaliikenteestä ja tarviketoimituksista** aiheutuvat päästöt vaihtelevat kaivoksen toimintavaiheessa vaihtoehdosta riippuen.

Myös kaivoksen rikastekuljetuksista syntyy vaikutuksia ilmastoon ja ilmanlaatuun. Rikasteet kuljetetaan maanteitse joko vt 4:ää pitkin Perämeren satamiin Kemiin tai Ouluun tai vaihtoehtoisesti vt 5:ttä pitkin Kemijärvelle, josta rikasteet kuljetetaan junalla Perämeren satamiin tai Harjavaltaan. Satamista rikasteet kuljetetaan laivalla jatkojalostettavaksi esimerkiksi Ruotsin Rönnskäriin tai Saksan Rotterdamiin tai Hampuriin. Myös maantiekuljetus vt 4:ää pitkin Kemiin ja junakuljetus Kemistä Harjavaltaan on mahdollista. Yhtenä vaihtoehtona ovat rekkakuljetukset suoraan Harjavaltaan.

Tuotteen laivakuljetuksista Suomesta muualle syntyviä päästöjä ei ole otettu huomioon, mutta ne voivat olla loppusijainnista riippuen merkittäviä. Rataverkko on sähköistetty Kemijärvelle asti, joten rautatiekuljetuksista aiheutuvat päästöt riippuvat käytetyn sähkön tuotantotavasta.

15.3.2 Vuosittaisten päästöjen määrä

Päästöissä on huomioitu erilaiset päästöjen vähennys- ja hallintatoimenpiteet eivätkä esitetyt arviot siten esitä eri toiminnoista syntyviä päästöjä, vaan niistä ilmaan pääseviä määriä. Esitetyt päästöt ovat keskimääräisiä **vuosipäästöjä**.

Maanalainen kaivostoiminta
Maanalaisen kaivostoiminnan suurimmat päästöt aiheutuvat työkoneiden käytöstä, räjäytyksistä ja malmin esimurskauksesta Toiminnan aikaiset keskimääräiset päästöt ovat vuositasolla merkittävästi

korkeammat rakennusvaiheen ja sulkemisvaiheen päästöihin verrattuna. Louhinnassa syntyviä päästöjä vähennetään panostus ja räjäytystyön optimoinnilla ja syntyvää kivipölyä kastelemalla. Työkoneista aiheutuvia päästöjä voidaan vähentää siirtymällä sähkökäyttöisiin työkoneisiin. Samalla ilmanvaihdon tarve vähenee (Taulukko 15-6).

Malmin esikäsittely ja rikastus

Malmin toisen vaiheen murskaus ja jauhatus tapahtuvat rikastusalueella rakennusten sisällä, joten esikäsittelystä syntyviä pölypäästöjä voidaan hallita kohdepoistolla pölysuodatuksella.

Päästölaskelmissa on käytetty suurempia päästöjä aiheuttavan prosessivaihtoehdon (vaihtoehto 1) mukaisia kemikaalimääriä. Rikastuksen hiilidioksidipäästöt aiheutuvat pääosin rikastuksessa käytetyn soodan hajoamisesta happamissa olosuhteissa. Rikastuksen rikkipäästöt johtuvat ksantaattien osittaisesta hajoamisesta vaahdotuksessa rikkihiileksi ja rikkivedyksi ja ne on huomioitu niiden hapettuessa muodostuvina rikkidioksidipäästöinä. Pölypäästöjä vähennetään tehokkaalla (>90 %) pölysuodattimilla. Sähköisten työkoneiden käyttäminen vähentää merkittävästi hiilidioksidi, hiilimonoksidi ja typpioksidipäästöjä, mutta rikkidioksidi ja pölypäästöihin sillä ei ole merkittävää vaikutusta (Taulukko 15-6).

Kaivannaisjätteet

Matalarikkistä rikastushiekkaa voidaan käsitellä kahdella eri tavalla joko kuiva tai märkäläjityksenä. Kuivaläjityksessä syntyy enemmän päästöjä ilmaan; Märkäläjityksessä päästöt veteen ovat vastaavasti suuremmat.

Kuivaläjityksessä louhinnan sivutuotteina syntyvien kaivannaisjätteiden eli rikastushiekan ja sivukivien käsittelyn aiheuttamat pölypäästöt ilmaan syntyvät rikastushiekan ja sivukiven käsittelystä, työkoneiden liikkumisesta ja tuulen aiheuttamasta eroosiosta (Taulukko 15-6). Työkoneiden voimanlähteellä ei ole suurta merkitystä kaivannaisjätteiden käsitellystä syntyvillä pölypäästöillä, mutta käytetyillä pölynhallintakeinoilla sitäkin enemmän. Työkoneiden liikkumisesta aiheuttamista päästöissä on huomioitu sateen vaikutus (-40%), päivittäisen kastelun vaikutus kesällä (-75%) ja talvella tapahtuvan jäätymisen ja lumen vaikutus (-95%).

Märkäläjityksessä hienojakoinen rikastushiekka siirretään varastointialueelle pumppaamalla, mikä vähentää merkittävästi erityisesti pölypäästöjä (PM10) kaivannaisjätteiden käsittelyssä toimintavaiheessa noin 90 % sekä työkoneiden toiminnasta, noin 95 % (Taulukko 15-7).

Lämmitys

Toimistorakennusten lämmitystä varten rakennetaan 4 MW hakelämpövoimalaitos, jolla lämmitetään myös maanalaisen kaivoksen tuloilma. Pääkattilan lisäksi lämmitystä varten on kaksi varakattilaa (2 x 3,5 MW), joissa käytetään polttoaineena joko öljyä tai nestekaasua (LPG, propaani). Maanalaisen kaivoksen raitisilmaa voidaan näiden lisäksi lämmittää erikseen vielä propaanipolttimilla, millä pystytään turvaamaan raitisilman lämmitystarve myös poikkeusoloissa kuten kovilla pakkasilla. Sähköisten työkoneiden käyttö vähentää maanalaisen kaivokseen ilmanvaihdon tarvetta, mistä johtuen lämmittämisestä aiheutuvat päästöt ovat pienemmät sähköisessä kaivoksessa (Taulukko 15-6). Läjitystavalla ei ole vaikutusta lämmityksen päästöihin.

Kaivoksen suorat päästöt yhteensä ja niiden jakauma

Kuivaläjitystä käyttävän kaivoksen suorat päästöt yhteensä ilman rikastekuljetuksia on löytyvät Taulukko 15-6. Märkäläjitystä käyttävän kaivoksen vastaavat tiedot löytyvät Taulukko 15-7.

Taulukko 15-6 Varsinaisen kaivostoiminnan suorat vuosipäästöt ilman rikastekuljetuksia. Käytössä kuivaläjitys.

Toiminta	**Perinteinen kaivos**					**Sähköinen kaivos**				
	RAKENTAMISVAIHE									
	CO_2(g) t/a	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**	**CO_2(g) t/a**	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**
Maanalaisen kaivoksen toiminta	1 620	43	4 100	840	33	26	4,8	224	670	0
Kaivannaisjätteet - Materiaalien käsittely - Työkoneiden liikkuminen - Tuulieroosio - Polttoaine	 2 800	 30	 3 270	 7 785 31 097 5 644 123	 18	 	 	 	 7 785 31 097 5 644 	
Lämmitys - Hake - Nestekaasu	 4 000	 2,1	 3 940	 525	 1 165	 3 350	 1,8	 3 295	 440	 975
Yhteensä	**8 420**	**75**	**11 310**	**46 014**	**1 216**	**3 376**	**6,6**	**3 519**	**45 636**	**975**
	TOIMINTAVAIHE (ei rikastekuljetuksia)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin käsittely - Murskaus - Vaahdotus - Rikasteen lastaus	 3 130 91	 0,5	 461	 1 717 5 186	 1 180 0,6	 3 130 	 	 	 1 717 5 165	 1 180
Kaivannaisjätteet - Materiaalien käsittely - Työkoneiden liikkuminen - Tuulieroosio - Polttoaine	 2 640	 29	 3 290	 26 731 40 677 66 300 123	 17	 	 	 	 26 731 40 677 66 300 	
Lämmitys - Hake - Nestekaasu	 8 020 4 000	 11 2.1	 8 120 3 940	 1 080 525	 4 330 1 165	 8 020 3 350	 11 1.8	 8 120 3 295	 1 080 440	 4 330 975
Yhteensä	**28 231**	**219**	**33 831**	**143 179**	**6 707**	**14 623**	**36**	**12 483**	**142 779**	**6 485**

Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	SULKEMISVAIHE									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	1 200	14	1 625	81	90			0,6		
Kaivannaisjätteet										
- Materiaalien käsittely				7 087					7 087	
- Työkoneiden liikkuminen				120 216					120 216	
- Tuulieroosio				15 787					15 787	
- Polttoaine	1 430	14	1 620	61	8.9					
Lämmitys										
- Hake	8 020	11	8 120	1 080	4 330	8 020	11	8 120	1 080	4 330
- Nestekaasu	4 000	2,1	3 940	525	1 165	3 350	1,8	3 295	440	975
Yhteensä	**14 650**	**41**	**15 305**	**144 837**	**5 513**	**11 370**	**13**	**11 416**	**144 610**	**5 305**

Taulukko 15-7 Varsinaisen kaivostoiminnan suorat vuosipäästöt ilman rikastekuljetuksia. Käytössä märkäläjitys.

Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	RAKENTAMISVAIHE									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	1 620	43	4 100	840	33	26	4,8	224	670	
Kaivannaisjätteet										
- Materiaalien käsittely				7 785					7 785	
- Työkoneiden liikkuminen				31 097					31 097	
- Tuulieroosio				5 644					5 644	
- Polttoaine	2 800	30	3 270	123	18					
Lämmitys										
- Hake										
- Nestekaasu	4 000	2,1	3 940	525	1 165	3 350	1,8	3 295	440	975
Yhteensä	**8 420**	**75**	**11 310**	**46 014**	**1 216**	**3 376**	**6,6**	**3 519**	**45 636**	**975**
	TOIMINTAVAIHE (ei rikastekuljetuksia)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin käsittely	3 221	0	461	6 903	1 181	3 130	0	0	6 882	1 180
- Murskaus				1 717					1 717	
- Vaahdotus	3 130				1 180	3 130				1 180
- Rikasteen lastaus	91	0.5	461	5 186	0.6				5 165	
Kaivannaisjätteet	317	3	395	40 965	2				40 951	
- Materiaalien käsittely				2 546					2 546	

- Työkoneiden liikkuminen				2 433					2 433	
- Tuulieroosio				35 972					35 972	
- Polttoaine	317	3,5	395	15	2,0					
Lämmitys	12 020	13	12 060	1 605	5 495	11 370	13	11 415	1 520	5 305
- Hake	8 020	11.0	8 120	1 080	4 330	8 020	11	8 120	1 080	4 330
- Nestekaasu	4 000	2,1	3 940	525	1 165	3 350	1,8	3 295	440	975
Yhteensä	**25 908**	**193**	**30 936**	**50 313**	**6 693**	**14 623**	**36**	**12 483**	**50 022**	**6 485**
	SULKEMISVAIHE									
	CO_2(g) t/a	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**	**CO_2(g) t/a**	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**
Maanalaisen kaivoksen toiminta	1 200	14	1 625	81	9			0,6		
Kaivannaisjätteet										
- Materiaalien käsittely				7 087					7 087	
- Työkoneiden liikkuminen				120 216					120 216	
- Tuulieroosio				15 787					15 787	
- Polttoaine	1 430	14.0	1 620	61	8,9					
Lämmitys										
- Hake	8 020	11.0	8 120	1 080	4 330	8 020	11	8 120	1 080	4 330
- Nestekaasu	4 000	2,1	3 940	525	1 165	3 350	1,8	3 295	440	975
Yhteensä	14 650	41	15 305	144 837	5 513	11 370	13	11 416	144 610	5 305

Yhteenveto kaivoksen vuosipäästöistä eri toimintavaiheissa ilman rikastekuljetuksia on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 15-8 Yhteenveto varsinaisen kaivostoiminnan vuosipäästöistä. Rikastekuljetuksia ei ole huomioitu.

	Kuivaläjitystä käyttävä kaivos									
Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	CO_2(g) t/a	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**	**CO_2(g) t/a**	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**
Rakentaminen	8 420	75	11 310	46 014	1 216	3 376	7	3 519	45 636	975
Toiminta	28 231	219	33 831	143 179	6 707	14 623	36	12 483	142 779	6 485
Sulkeminen	14 650	41	15 305	144 837	5 513	11 370	13	11 416	144 610	5 305
	Märkäläjitystä käyttävä kaivos									
Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	CO_2(g) t/a	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**	**CO_2(g) t/a**	**CO(g) t/a**	**NO_x(g) kg/a**	**PM_{10} kg/a**	**SO_2(g) kg/a**
Rakentaminen	8 420	75	11 310	46 014	1 216	3 376	7	3 519	45 636	975
Toiminta	25 908	193	30 936	50 313	6 693	14 623	36	12 483	50 022	6 485
Sulkeminen	14 650	41	15 305	144 837	5 513	11 370	13	11 416	144 610	5 305

Sulkemisvaiheen suuremmat päästöt rakennusvaiheeseen verrattuna selittyvät sillä, että rakentamisvaiheessa lämpövoimalaitos ei ole vielä käytössä. Rakentamisvaiheessa maanalaisen kaivoksen tuloilman lämmitykseen käytetään nestekaasua. Lisäksi sulkemisvaiheessa käsiteltävän aineksen silttipitoisuus on suurempi, joten pintamateriaalien siirto aiheuttaa enemmän pölypäästöjä.

Päästöjen osuudet toimintavaiheessa on esitetty kuivaläjitykselle Taulukko 15-9 ja märkäläjitykselle Taulukko 15-10.

Taulukko 15-9 Varsinaisen kaivostoiminnan päästöjen osuudet ilman rikastekuljetuksia. Käytössä kuivaläjitys.

Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	CO_2(g) %	CO(g) %	NO_x(g) %	PM_{10} %	SO_2(g) %	CO_2(g) %	CO(g) %	NO_x(g) %	PM_{10} %	SO_2(g) %
Maanalainen kaivos	37	81	53	1	0	1	64	9	0	0
Malmin käsittely	11	0	1	5	18	21			5	18
Kaivannais-jätteet	9	13	10	93	0				94	0
Lämmitys	43	6	36	1	82	78	36	91	1	82

Taulukko 15-10 Varsinaisen kaivostoiminnan päästöjen osuudet ilman rikastekuljetuksia. Käytössä märkäläjitys.

Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	CO_2(g) %	CO(g) %	NO_x(g) %	PM_{10} %	SO_2(g) %	CO_2(g) %	CO(g) %	NO_x(g) %	PM_{10} %	SO_2(g) %
Maanalainen kaivos	40	91	58	2	0	1	64	9	1	0
Malmin käsittely	12	0	1	14	18	21			14	18
Kaivannais-jätteet	1	2	1	81	0				82	0
Lämmitys	46	7	39	3	82	78	36	91	3	82

Kuten taulukoista käy ilmi, varsinaisen kaivostoiminnan suurimmat kaasumaiset päästöt aiheutuvat maanalaisen kaivoksen kokonaispäästöistä sekä lämmityksestä. Hengitettävien hiukkasten päästöistä (PM10) suurin osa aiheutuu kaivannaisjätteiden eli sivukiven ja erityisesti rikastushiekan käsittelystä. Rikkidioksidipäästöistä suurin osa aiheutuu lämmityksestä.

Päästöjen väheneminen siirryttäessä diesel-käyttöisistä työkoneista sähkökäyttöisiin on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 15-11).

Taulukko 15-11 Varsinaisen kaivostoiminnan päästöjen väheneminen, kun siirrytään sähkökäyttöisiin työkoneisiin.

Läjitystapa	Päästöjen väheneminen				
	CO_2(g) %	CO(g) %	NO_x(g) %	PM_{10} %	SO_2(g) %
Kuiva läjitys	48	84	63	0,3	3
Märkäläjitys	44	81	60	0,6	3,1

Tuotteiden kuljetus

Rikasteen kuljettamisesta maanteitse aiheutuvat päästöt on arvioitu joko Kemin satamaan tai Kemijärven rautatieasemalle asti. Tarkastelussa on huomioitu kolme vaihtoehtoa. PS vaihtoehdossa rikaste kuljetetaan maanteitse Perämeren satamiin, josta rikasteet jatkavat laivalla jatkojalostuslaitokselle. Vaihtoehdossa PSKJ 50 % rikasteesta kuljetetaan maanteitse Perämeren satamiin ja sieltä edelleen laivalla jatkojalostuslaitokselle ja 50 % maanteitse Kemijärvelle ja sieltä junalla sähköistettyä rataosuutta pitkin eteenpäin tai Perämeren satamiin. Vaihtoehdossa KJ rikaste kuljetetaan maanteitse Kemijärvelle ja sieltä junalla sähköistettyä rataosuutta pitkin Harjavaltaan tai Perämeren satamiin, joka vähentää merkittävästi tuotteiden kuljetuksesta aiheutuvia päästöjä ilmaan verrattuna siihen, että rikasteet kuljetetaan maanteitse Ouluun tai Kemiin. (Taulukko 15-12)

Taulukko 15-12 Rikasteen maantiekuljetusten aiheuttamat vuosipäästöt ilmaan.

Reitti	Eteläinen yhdystie (VE1a, VE2a, VE3a)					Pohjoinen yhdystie (VE1b, VE2b, VE3b)				
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
PS	1 836	0,21	402	8,0	6,2	1 886	0,22	413	8,2	6,3
PSKJ	1311	0,15	287	5,7	4,4	1361	0,16	298	5,9	4,6
KJ	786	0,09	172	3,4	2,6	836	0,10	183	3,7	2,8

Kuten taulukosta (Taulukko 15-12) käy ilmi, ilmanpäästöjen kannalta valitulla yhdystievaihtoehdolla ei ole merkittävää eroa, mutta tuotteiden lopullisella määränpäällä ja kuljetusmuodolla sitäkin enemmän. Tarkastelussa ei ole huomioitu rautatiekuljetuksista aiheutuvia päästöjä. Voidaan kuitenkin todeta, että rautatiekuljetuksesta sähköistettyä rataosuutta pitkin muodostavat vähemmän päästöjä kuin sama matka toteutettuna maanteitse.

15.3.3 Epäsuorat päästöt

Kaivoksen epäsuorat päästöt koostuvat tarviketoimitusten ja työmatkaliikenteen aiheuttamista päästöistä, joista työmatkaliikenne aiheuttaa merkittävämmän osan päästöistä. Kaivoksen epäsuorat päästöt on koottu taulukkoon Taulukko 15-3 ja niiden jakautuminen taulukkoon Taulukko 15-4.

Taulukko 15-13 Kaivoksen epäsuorat vuosipäästöt.

	Eteläinen yhdystie (VE1a, VE2a, Ve3a)					Pohjoinen yhdystie (VE1b, Ve2b, Ve3b)				
	CO_2(g)	CO(g)	NO_x(g)	PM_{10}	SO_2(g)	CO_2(g)	CO(g)	NO_x(g)	PM_{10}	SO_2(g)
	t/a	*t/a*	*kg/a*	*kg/a*	*kg/a*	*t/a*	*t/a*	*kg/a*	*kg/a*	*kg/a*
RAKENTAMISVAIHE										
Työmatkaliikenne	1 481	3,2	2 317	18,4	6,6	1 678	3,6	2 624	20,9	7,5
Tarviketoimitukset	301	0,04	74	1,4	1,0	316	0,04	78	1,5	1,1
Yhteensä	1 782	3,3	2 391	19,8	7,6	1 993	3,7	2 702	22,3	8,5
TOIMINTAVAIHE										
Työmatkaliikenne										
- Henkilöautot	1 778	3,9	2 780	22,1	7,9	2 013	4,4	3 148	25	9,0
- Bussit	9,5	0,0	14	1,0	0,2	16	0,0	24	1,7	0,3
Tarviketoimitukset	133	0,02	33	0,6	0,4	139	0,02	34	0,6	0,5
Yhteensä	1 920	3,9	2 827	23,7	8,5	2 169	4,4	3 207	27,4	9,7
SULKEMISVAIHE										
Työmatkaliikenne	741	1,6	1 158	9,2	3,3	839	1,8	1 312	10,4	3,7
Tarviketoimitukset	25	0,0	6	0,1	0,1	26	0,00	7	0,1	0,1
Yhteensä	766	1,6	1 165	9,3	3,4	865	1,8	1 318	10,6	3,8

Taulukko 15-14 Kaivoksen epäsuorien päästöjen jakautuminen.

	Eteläinen yhdystie (VE1a, VE2a, Ve3a)					Pohjoinen yhdystie (VE1b, Ve2b, Ve3b)				
	CO_2(g)	CO(g)	NO_x(g)	PM_{10}	SO_2(g)	CO_2(g)	CO(g)	NO_x(g)	PM_{10}	SO_2(g)
	%	*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*%*	*%*
RAKENTAMISVAIHE										
Työmatkaliikenne	83	99	97	93	87	84	99	97	93	83
Tarviketoimitukset	17	1	3	7	13	16	1	3	7	17
TOIMINTAVAIHE										
Työmatkaliikenne										
- Henkilöautot	92,6	99,3	98	93	93	93	99,2	98	92	92,6
- Bussit	0,5	0,3	1	4	2	1	0,4	1	6	0,5
Tarviketoimitukset	6,9	0,4	1	3	5	6	0,4	1	2	6,9
SULKEMISVAIHE										
Työmatkaliikenne	97	100	99	99	98	97	100	100	99	97
Tarviketoimitukset	3	0	1	1	2	3	0	0	1	3

Kuten taulukosta (Taulukko 15-14) käy ilmi, on henkilöautojen osuus epäsuorista päästöistä merkittävä. Tarviketoimitusten osuus jää epäsuorista päästöistä alle 10 % rakennusvaihetta lukuun ottamatta, jolloin hiilidioksidin ja rikkidioksidin päästöt ovat yli 10 %, mutta alle 20 %.

15.3.4 Kaivostoiminnan kokonaispäästöt

Seuraavassa on esitetty ilmastopäästöt vaihtoehdoittain sekä vaiheittain ja tyypeittäin. Kokonaispäästöt on esitetty erikseen kuivaläjitystä käyttävälle kaivokselle (Taulukko 15-5) sekä märkäläjitystä kaivokselle (Taulukko 15-6).

Sakatin kaivostoiminnan toimintavaiheen hiilidioksidin laskennalliset kokonaispäästöt (CO_2) vaihtelevat vuositasolla kuivaläjitystä käyttävälle perinteiselle kaivokselle vaihtoehdosta riippuen 31 990 ja 30 940 tonnin välillä, kun kaivoksella käytetään diesel-käyttöisiä työkoneita. Sähköistetylle kaivokselle, jossa käytetään märkäläjitystä kokonaispäästöt (CO_2) vaihtelevat 18 380 ja 17 340 tonnin välillä. CO_2-ekv laskennalliset kokonaispäästöt ovat noin 1 % korkeampia hiilidioksidin laskennallisiin kokonaispäästöihin verrattuna.

Kasvihuonekaasupäästöjen osalta tämä tarkoittaa noin 0,1 %:n lisäystä Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan sekä maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamiin vuoden 2017 päästöihin. Kaivoksen sähköistäminen pienentää kaivostoiminnan kasvihuonekaasupäästöjen määrää noin 40 – 50 % vaihtoehdosta riippuen, joka tarkoittaa vuositasolla noin 13 000 tonnia CO_2. Kaivostoiminnan kokonaispäästöt sisältäen maanteitse tapahtuvat kuljetukset, mutta ei mahdollisia laivakuljetuksia vähenevät seuraavasti siirryttäessä perinteisestä kaivoksesta sähköiseen kaivokseen: hiilidioksidi (noin -40 %), häkä (noin -80 %), typenoksidit (noin -50 %). Pölypäästöihin ja rikkidioksidipäästöihin sillä ei ole merkittävää vaikutusta.

Laskennalliset hiilimonoksidin (CO) päästöt ovat vuositasolla noin 223 t, kun käytetään kuivaläjitystä, joka tarkoittaa noin 0,9 %:n lisäystä Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan sekä maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamiin vuoden 2017 päästöihin.

Lisäksi Sakatin kaivostoiminnasta syntyy jonkin verran NO_x ja SO_2 -päästöjä. Merkittäviä SO_2 -päästöjä syntyy myös tuotteen kuljettamisesta Suomen satamista eteenpäin, erityisesti mikäli rikasteiden kuljettamiseen käytetään laivoja.

Laskennalliset hiukkasten (PM_{10}) päästöt ovat vuositasolla noin 143 t, joka tarkoittaa noin 2,5 %:n lisäystä Suomen kaivostoiminnan ja louhinnan sekä maaliikenteen ja energiahuollon aiheuttamiin vuoden 2017 päästöihin.

Taulukko 15-15 Kaivostoiminnan kokonaispäästöt toimintavaiheessa. Kuivaläjitys. Vuosipäästöt.

Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	Kuivaläjitys / Perämeren satamiin (100 %)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin rikastus	3 221	0,46	461	6 903	1 181	3 130			6 882	1 180
Kaivannaisjätteet	2 640	29	3 290	133 830	17				133 707	
Lämmitys	12 020	13	12 060	1 605	5 495	11 370	13	11 415	1 520	5 305
Rikastekuljetukset	1 836	0,21	402	8,0	6,2	1 836	0,21	402	8	6
Muu liikenne	1 920	3,9	2827	24	8,5	1 920	3,9	2 827	24	9
Yhteensä	**31 987**	**223**	**37 061**	**143 210**	**6 722**	**18 379**	**40**	**15 712**	**142 811**	**6 500**
	Kuivaläjitys / Perämeren satamiin (50 %), Kemijärvelle (50 %)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin rikastus	3 221	0	461	6 903	1 181	3 130			6 882	1 180
Kaivannaisjätteet	2 640	29	3 290	133 830	17				133 707	
Lämmitys	12 020	13	12 060	1 605	5 495	11 370	13	11 415	1 520	5 305
Rikastekuljetukset	1 311	0,15	287	5,7	4,4	1 361	0,16	298	5,9	4,6
Muu liikenne	1 920	3,9	2 827	24	8,5	1 920	3,9	2 827	24	8,5
Yhteensä	**31 462**	**223**	**36 946**	**143 208**	**6 720**	**17 904**	**40**	**15 608**	**142 809**	**6 498**
	Kuivaläjitys / Kemijärvelle (100 %)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin rikastus	3 221	0,46	461	6 903	1 181	3 130			6 882	1 180
Kaivannaisjätteet	2 640	29	3 290	133 830	17				133 707	
Lämmitys	12 020	13	12 060	1 605	5 495	11 370	13	11 415	1 520	5 305
Rikastekuljetukset	786	0,09	172	3,4	2,6	786	0,09	172	3,4	2,6
Muu liikenne	1 920	3,9	2 827	24	8,5	1 920	3,9	2 827	24	8,5
Yhteensä	**30 937**	**223**	**36 831**	**143 206**	**6718**	**17 329**	**40**	**15 482**	**142 806**	**6 496**

Taulukko 15-16 Kaivostoiminnan kokonaispäästöt. Märkäläjitys. Vuosipäästöt.

Toiminta	Perinteinen kaivos					Sähköinen kaivos				
	Märkäläjitys / Perämeren satamiin (100 %)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin rikastus	3 221	0,46	461	6 903	1 181	3 130			6 882	1 180
Kaivannaisjätteet	317	3,5	395	40 965	2,0				40 951	
Lämmitys	12 020	13	12 060	1 605	5 495	11 370	13	11 415	1 520	5 305
Rikastekuljetukset	1 836	0,21	402	8,0	6,2	1 836	0,21	402	8	6
Muu liikenne	1 920	3,9	2 827	24	8,5	1 920	3,9	2 827	24	9
Yhteensä	**29 664**	**197**	**34 165**	**50 345**	**6 707**	**18 379**	**40**	**15 712**	**50 054**	**6 500**
	Märkäläjitys / Perämeren satamiin (50 %), Kemijärvelle (50 %)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin rikastus	3 221	0,46	461	6 903	1 181	3 130			6 882	1 180
Kaivannaisjätteet	317	3,5	395	40 965	2,0				40 951	
Lämmitys	12 020	13	12 060	1 605	5 495	11 370	13	11 415	1 520	5 305
Rikastekuljetukset	1 311	0,15	287	5,7	4,4	1 361	0,16	298	5,9	4,6
Muu liikenne	1 920	3,9	2 827	24	8,5	1 920	3,9	2 827	24	8,5
Yhteensä	**29 139**	**197**	**34 050**	**50 343**	**6 705**	**17 904**	**40**	**15 608**	**50 052**	**6 498**
	Märkäläjitys / Kemijärvelle (100 %)									
	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a	CO_2(g) t/a	CO(g) t/a	NO_x(g) kg/a	PM_{10} kg/a	SO_2(g) kg/a
Maanalaisen kaivoksen toiminta	10 350	176	18 020	840	15	123	23	1 068	670	
Malmin rikastus	3 221	0,46	461	6 903	1 181	3 130			6 882	1 180
Kaivannaisjätteet	317	3,5	395	40 965	2,0				40 951	
Lämmitys	12 020	13	12 060	1 605	5 495	11 370	13	11 415	1 520	5 305
Rikastekuljetukset	786	0,09	172	3,4	2,6	786	0,09	172	3,4	2,6
Muu liikenne	1 920	3,9	2 827	24	8,5	1 920	3,9	2 827	24	8,5
Yhteensä	**28 614**	**197**	**33 935**	**50 341**	**6 704**	**17 329**	**40**	**15 482**	**50 050**	**6 496**

15.3.5 Pölypäästöjen leviäminen

Kaivosalueella muodostuvien pölypäästöjen määrään vaikuttavat mm. toiminnan aktiivisuus, käsiteltävän aineen kokojakauma ja kosteus. Päästöjen leviämiseen vaikuttavat alueen maasto, sääolosuhteet, joista merkittävimpiä ovat tuulen suunta ja nopeus, joten toiminnan ilmanlaatuvaikutukset vaihtelevat ympäristössäkin jatkuvasti. Hankkeelle on laadittu pölypäästöjen leviämislaskelmat (AONA Environmental, 2020). Laskelmissa on pölyämisen kannalta merkittävät päästöt, jotka on esitetty luvussa 15.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät.

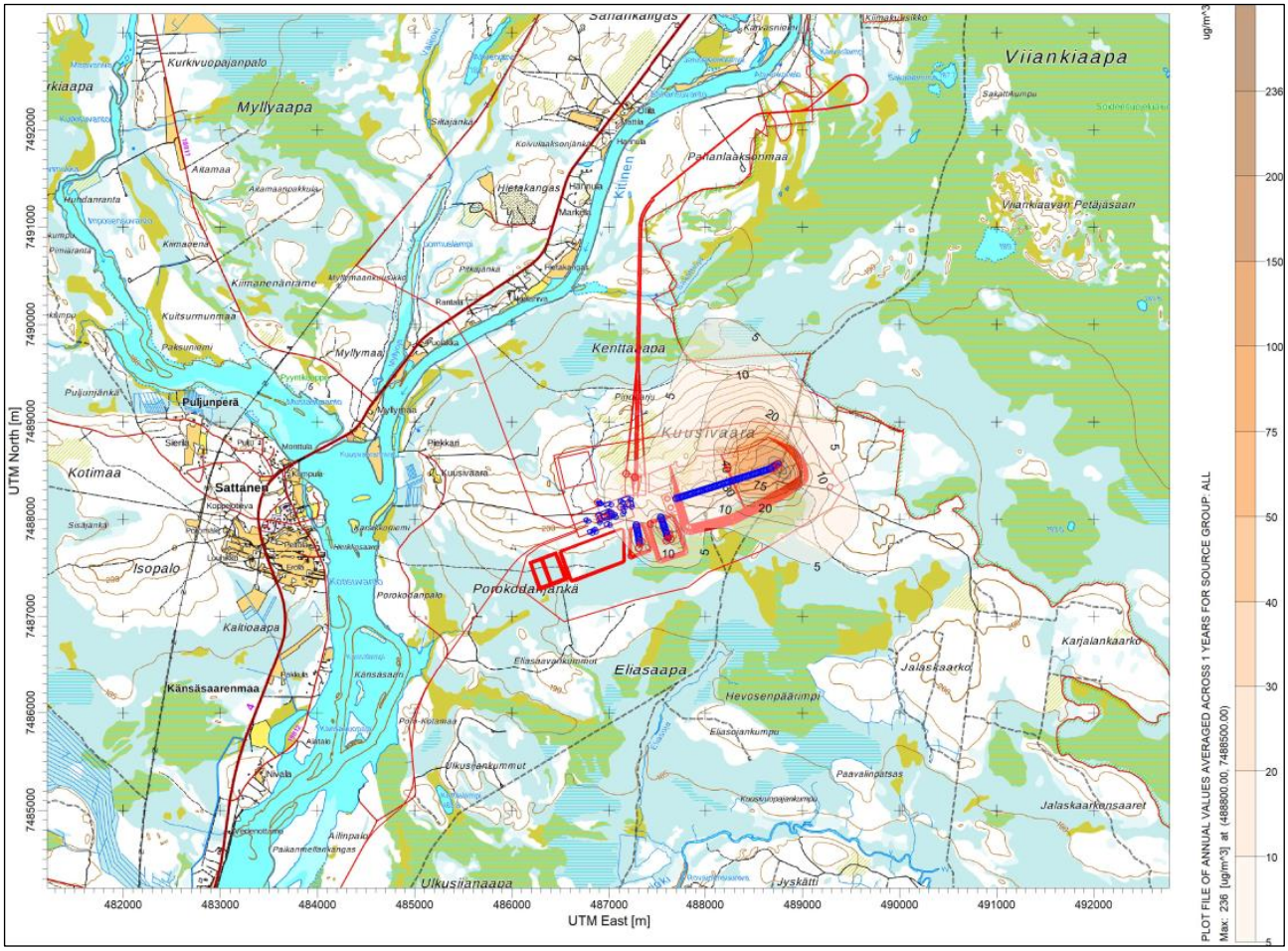
Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelmin arvioidut vuorokausi- ja vuosipitoisuudet (µg/m^3) vaihtoehdoittain on esitetty seuraavissa kuvissa pitoisuusalueina karttapohjalla:

- kuvissa Kuva 15-4, Kuva 15-5, Kuva 15-6, Kuva 15-7, Kuva 15-8, Kuva 15-9 leviämislaskelman arvioidut vuosipitoisuudet,
- kuvissa Kuva 15-10, Kuva 15-11, Kuva 15-12, Kuva 15-13, Kuva 15-14, Kuva 15-15 leviämislaskelman arvioidut vuorokausi raja-arvot,
- kuvissa Kuva 15-16, Kuva 15-17, Kuva 15-18, Kuva 15-19, Kuva 15-20, Kuva 15-21 leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana.

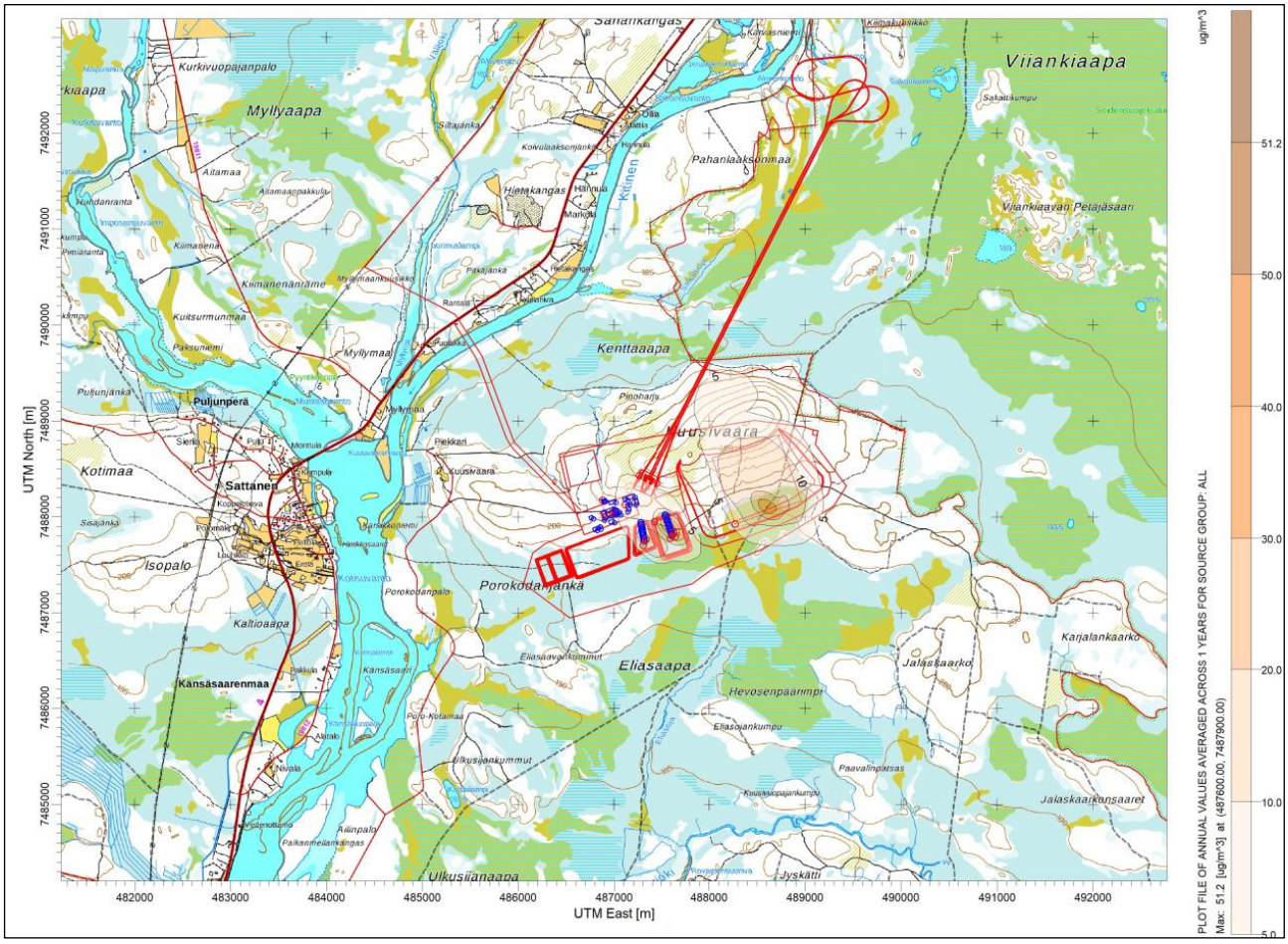
Tarkastelussa on huomioitavaa, että pitoisuuskäyrästöt eivät edusta koko tarkastelualueella samanaikaisesti vallitsevaa tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot saattavat esiintyä eri laskentapisteissä tuulen suunnasta riippuen eri ajankohtina. Laskennalliset PM_{10}-vuorokausipitoisuuslisät ovat suurimmillaan kaivoksen luoteis- ja pohjoispuolilla vallitsevista tuulensuunnista johtuen. Vuorokausipitoisuuden raja-arvoon verrattava pitoisuusalue rajoittuu leviämislaskelmien perusteella läjitysalueille ja rikastushiekka-alueelle tai niiden välittömään läheisyyteen.

Kaivoksen pölypäästöjen vaikutukset lähialueiden ulkoilman PM_{10}-pitoisuuksien vuosikeskiarvoihin tai ilmanlaatuun ovat leviämislaskelmien ja arvioiden perusteella suhteellisen pieniä, johtuen toiminnan päästöjen jaksottaisuudesta ja sääolojen vaihtelusta sekä toiminnan ja kohteiden välisestä etäisyydestä. Merkittävimmät pölypäästöt muodostuvat sivukivien ja matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalueille. Merkittävimmin pölylle altistuvat kohteet (asutus, Natura-alue ja luonnonsuojelualueet sekä virkistyskohteet) sijaitsevat kaivoksen toiminta-alueen länsi- ja pohjoispuolella, jossa raja-arvoon verrattavat vuosipitoisuudet sekä vuorokausipitoisuudet ovat korkeimmat mutta kuitenkin arviolta alle 20 % raja-arvojen tasosta. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausikohtainen raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m^3. Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m^3. Ilmanlaadun raja-arvojen ylittymiset (PM_{10}) rajoittuvat kaivoksen toiminta-alueelle tai sen välittömään läheisyyteen, ja ovat epätodennäköisiä lähimmissäkin kohteissa.

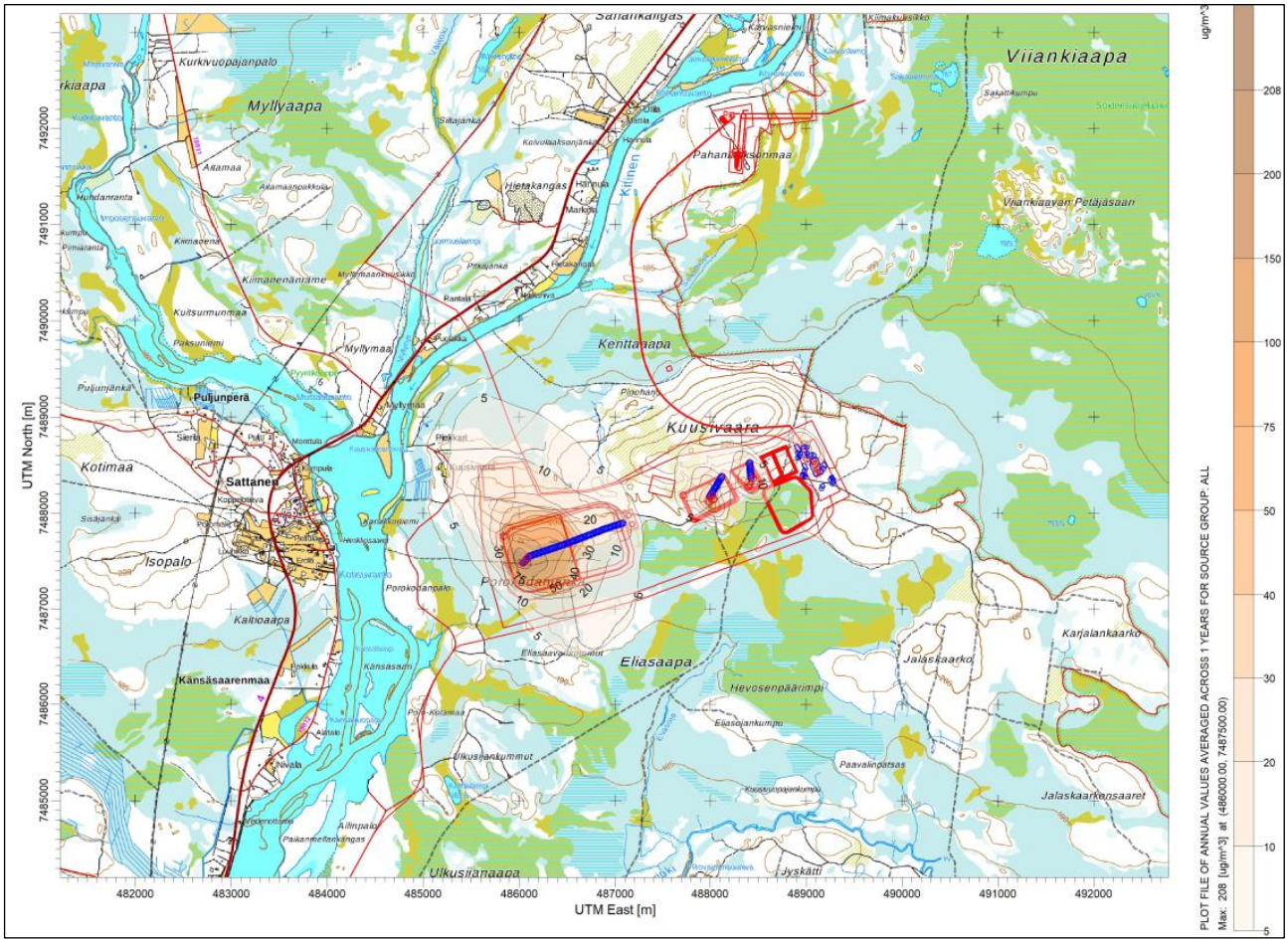
Märkäläjityksestä (alavaihtoehdot b) aiheutunee vähemmän pölyä kuin kuivaläjityksestä.



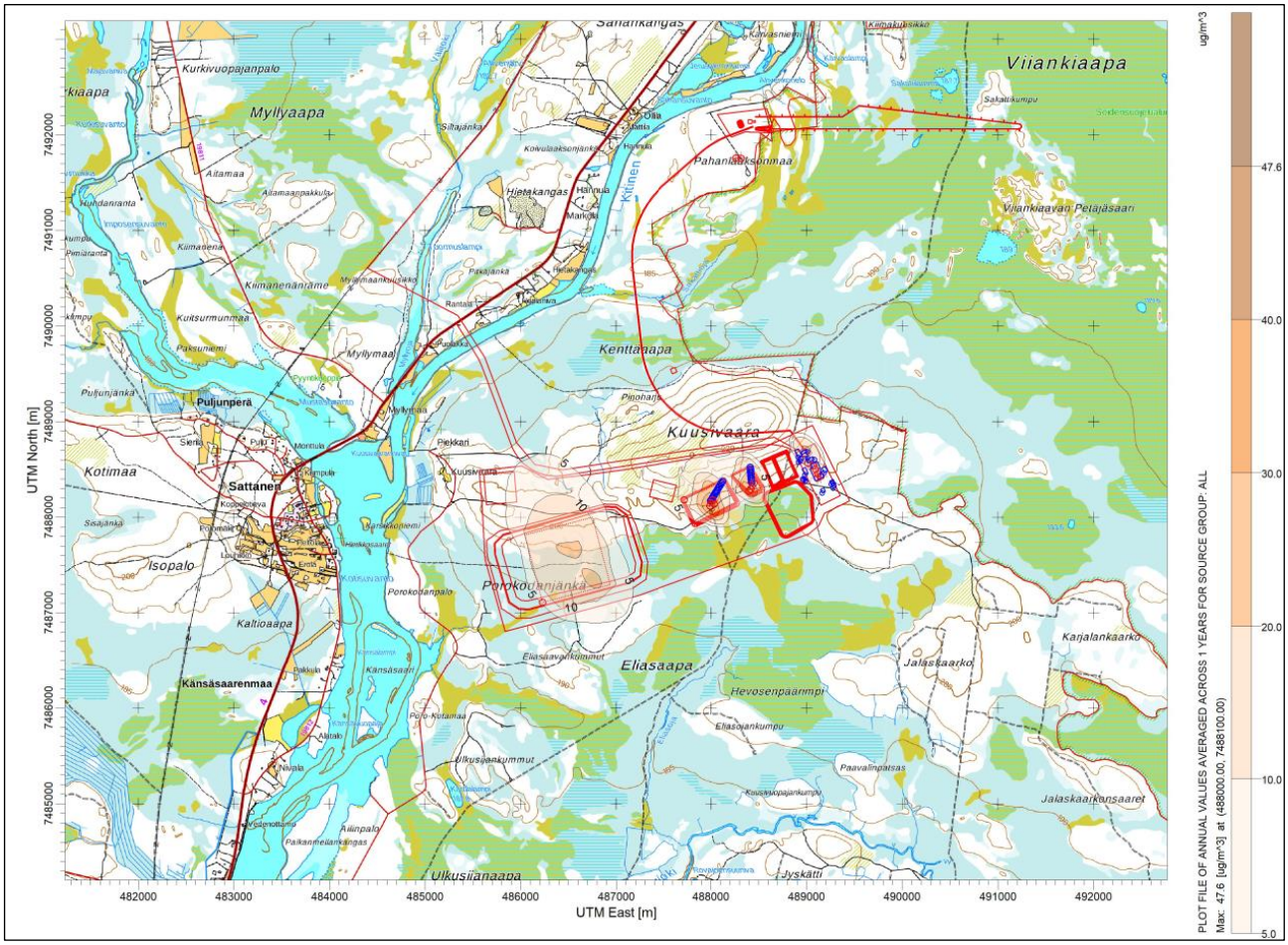
Kuva 15-4 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuosipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE1a. Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



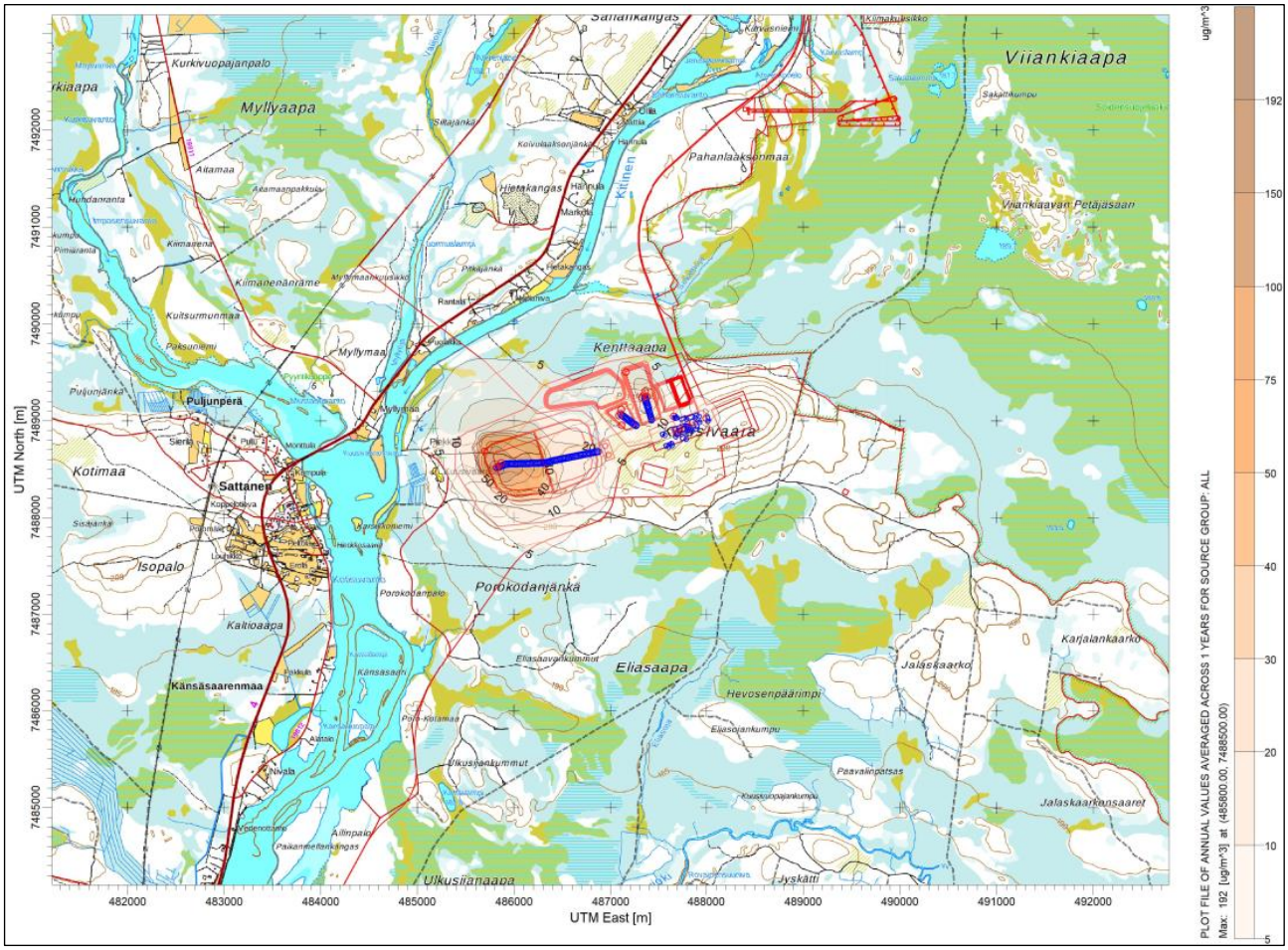
Kuva 15-5 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuosipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE1b. Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



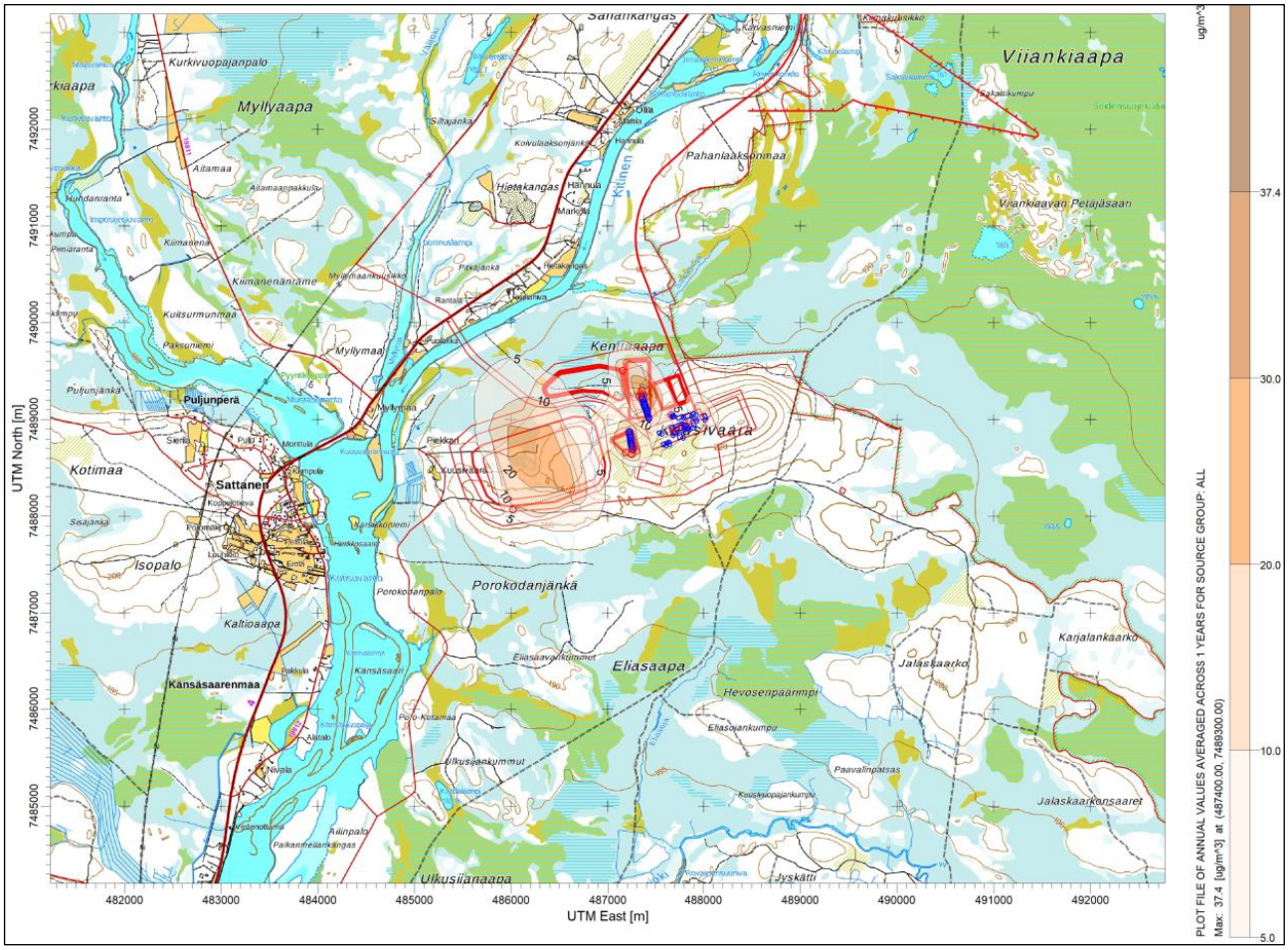
Kuva 15-6 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuosipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE2a. Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



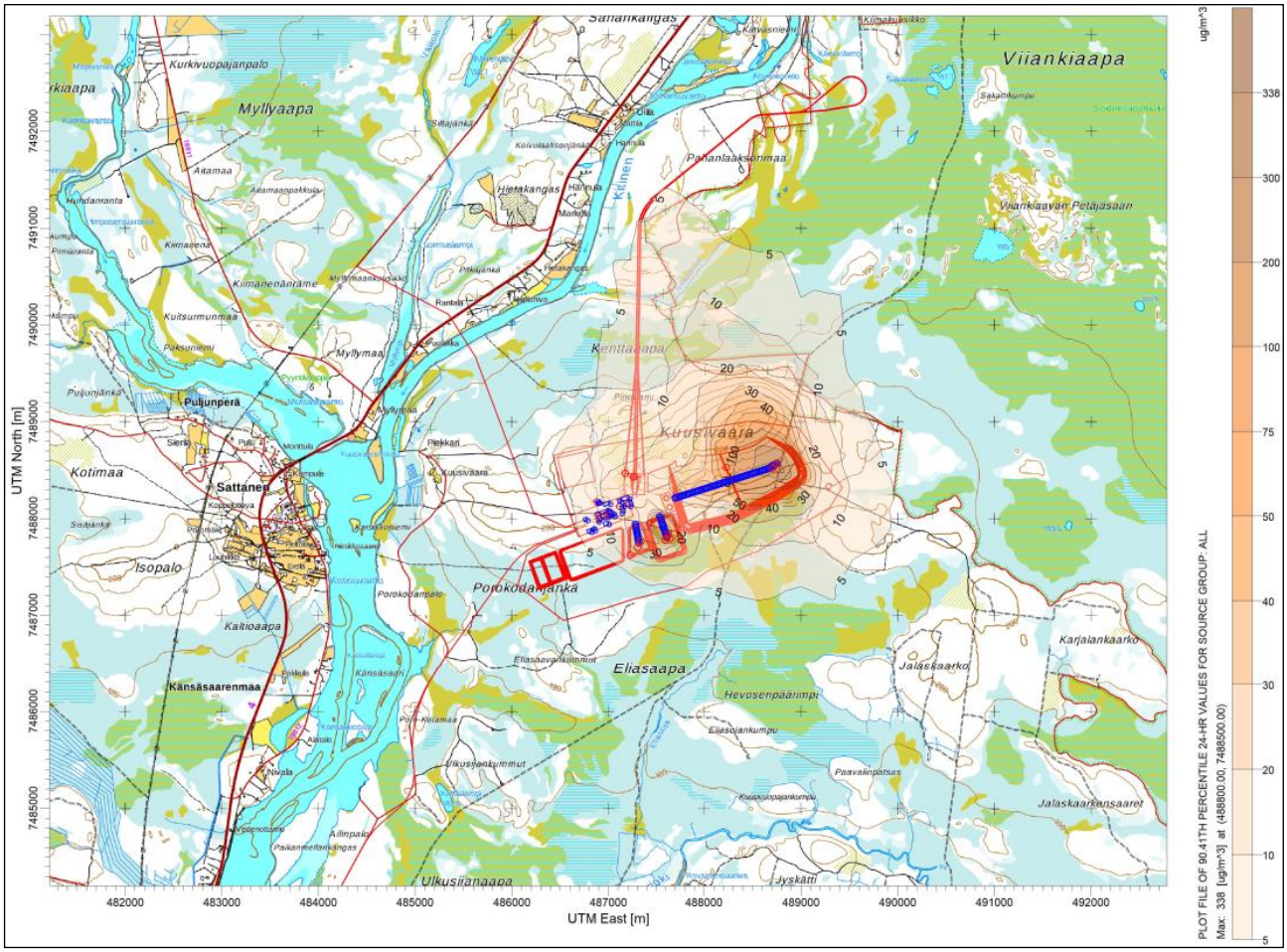
Kuva 15-7 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuosipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE2b. Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



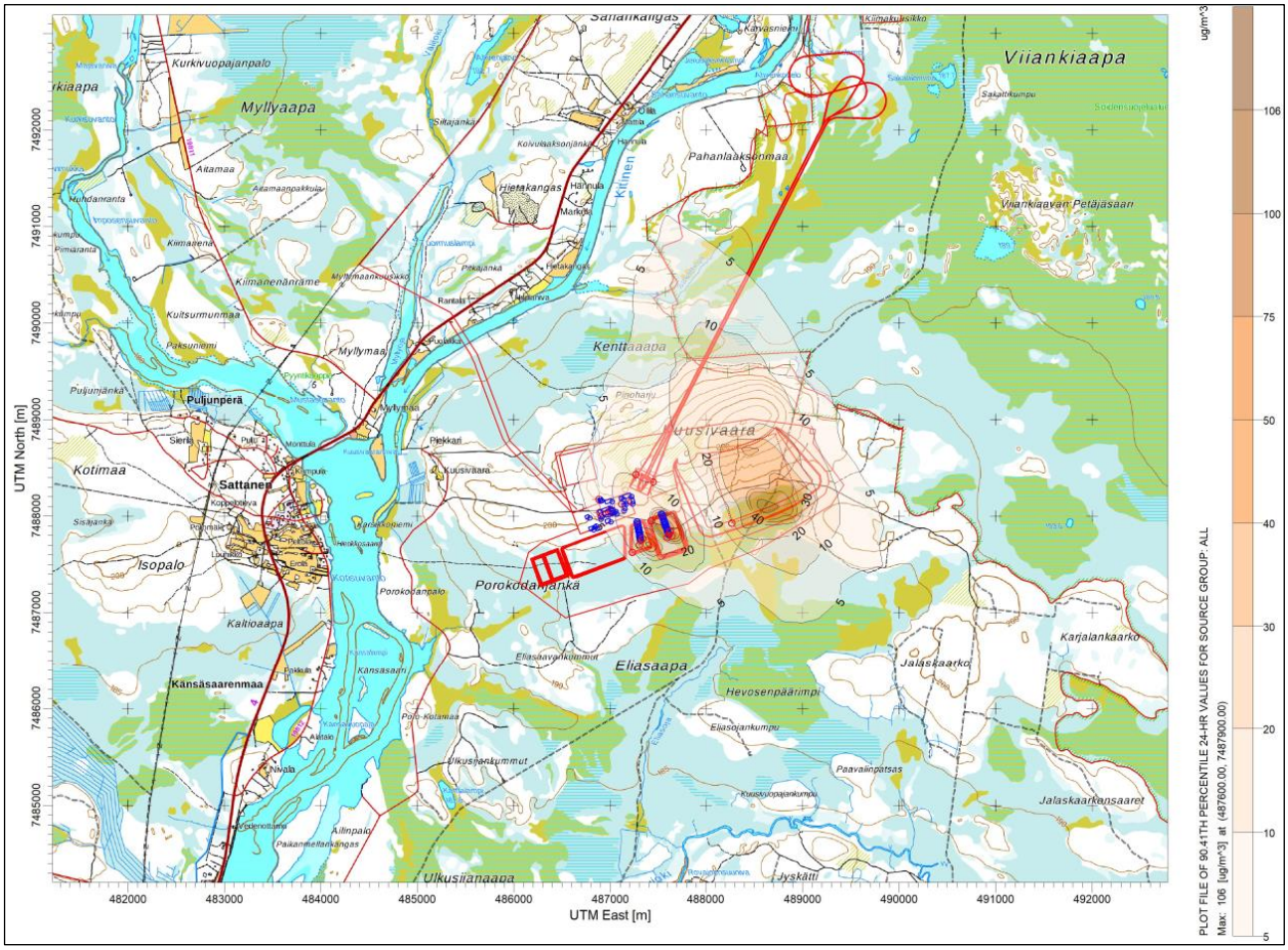
Kuva 15-8 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuosipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE3a. Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



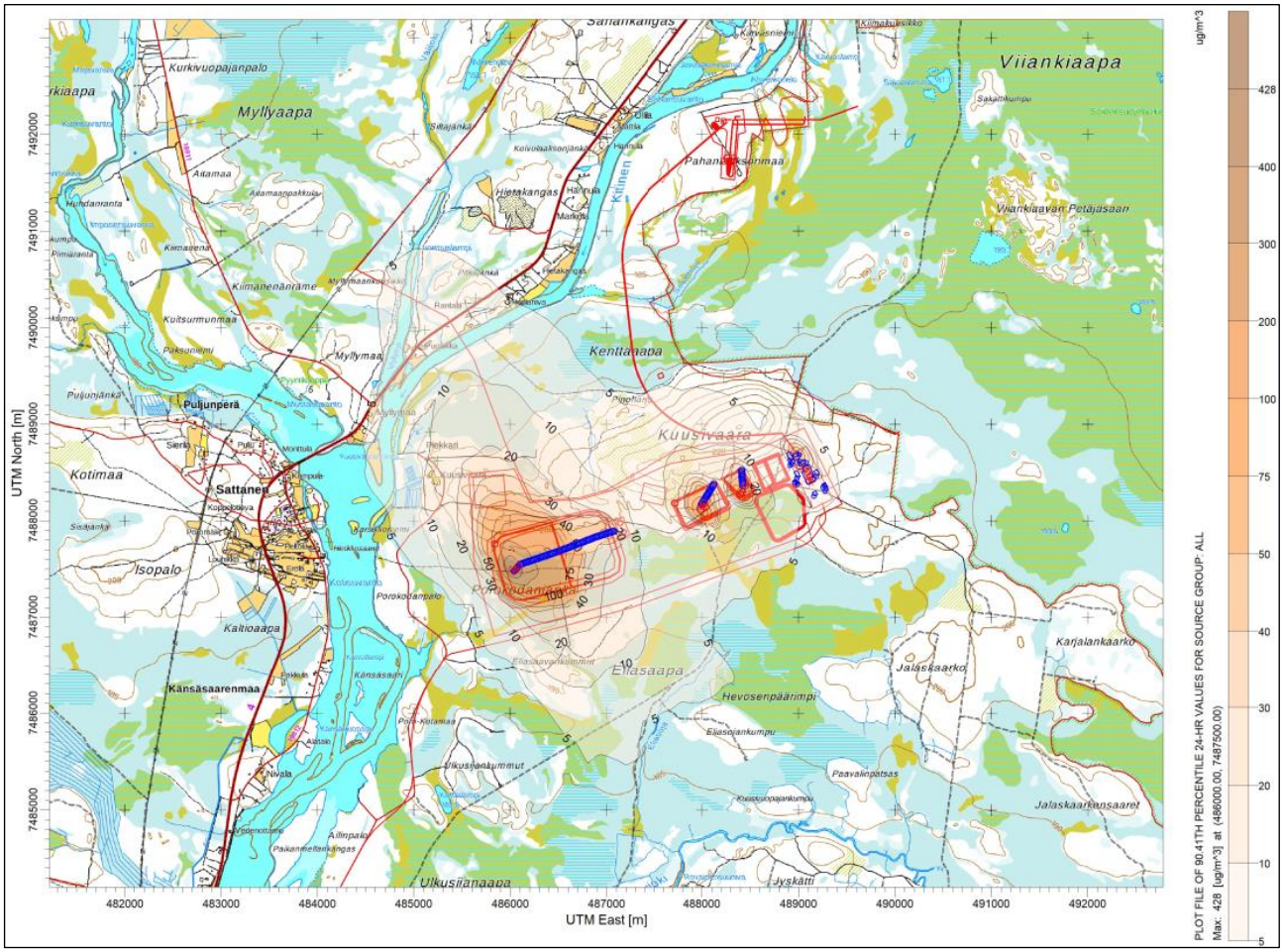
Kuva 15-9 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuosipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE3b. Vuosiraja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 40 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



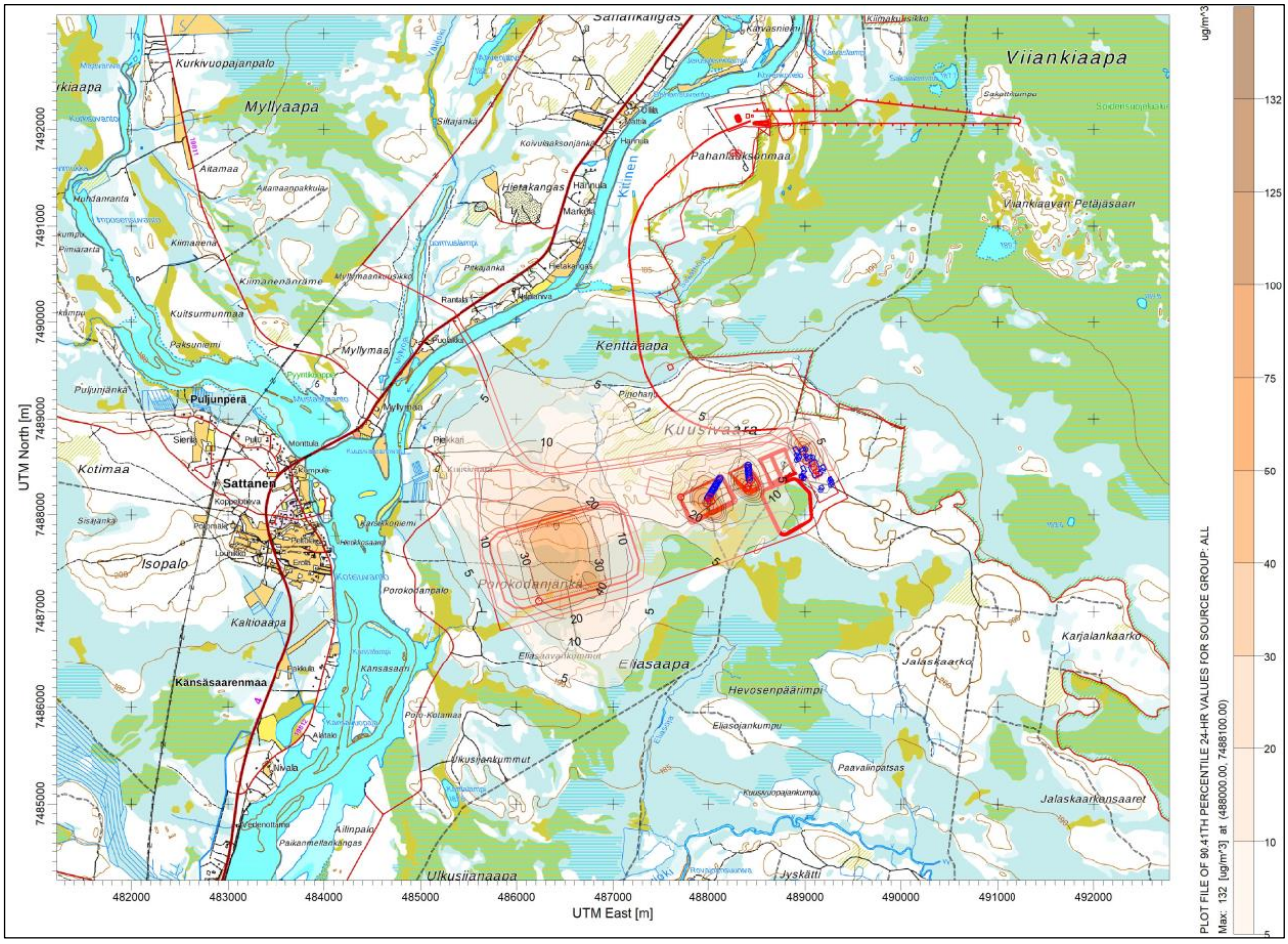
Kuva 15-10 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE1a. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausi raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



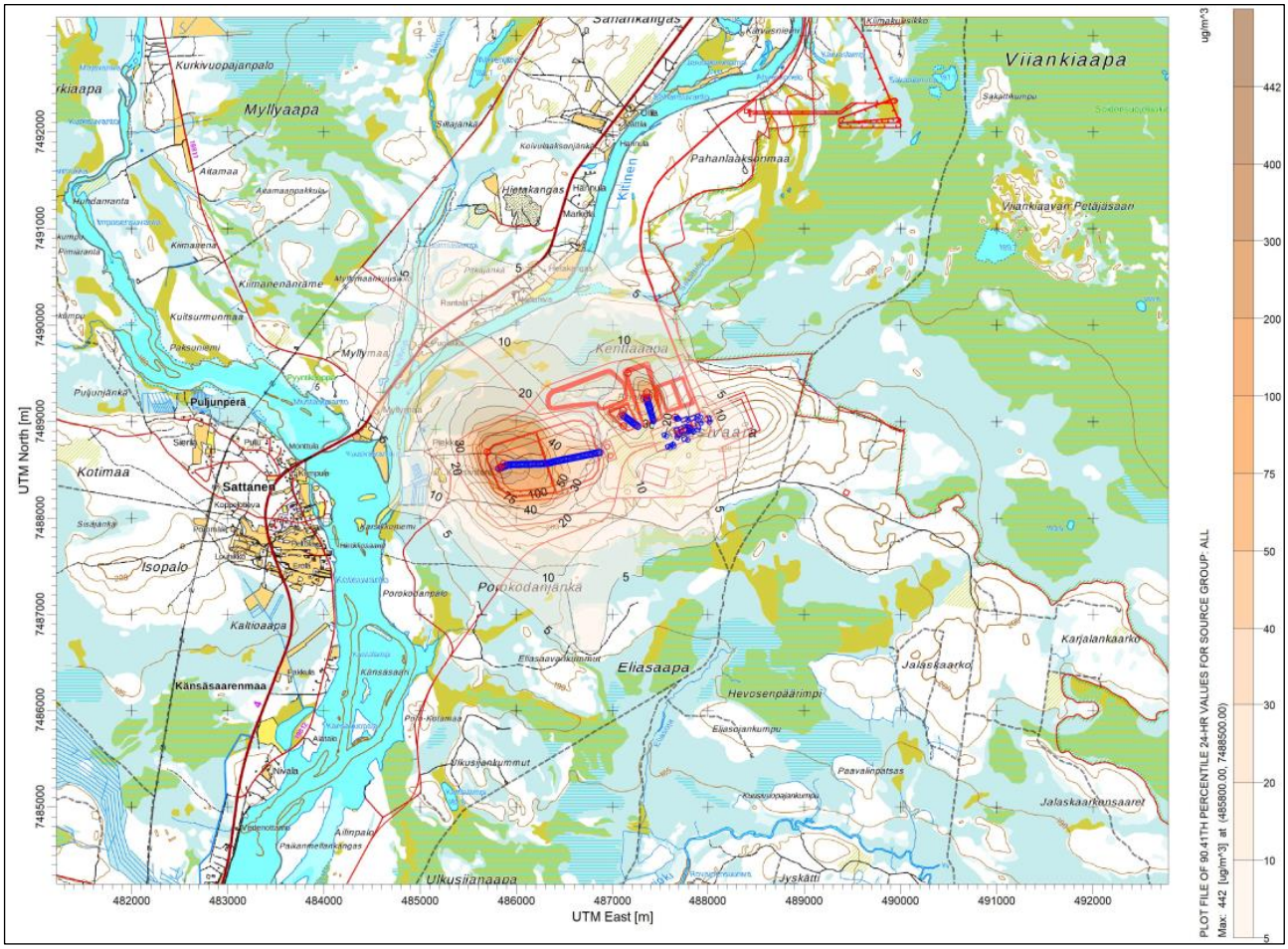
Kuva 15-11 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE1b. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausi raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



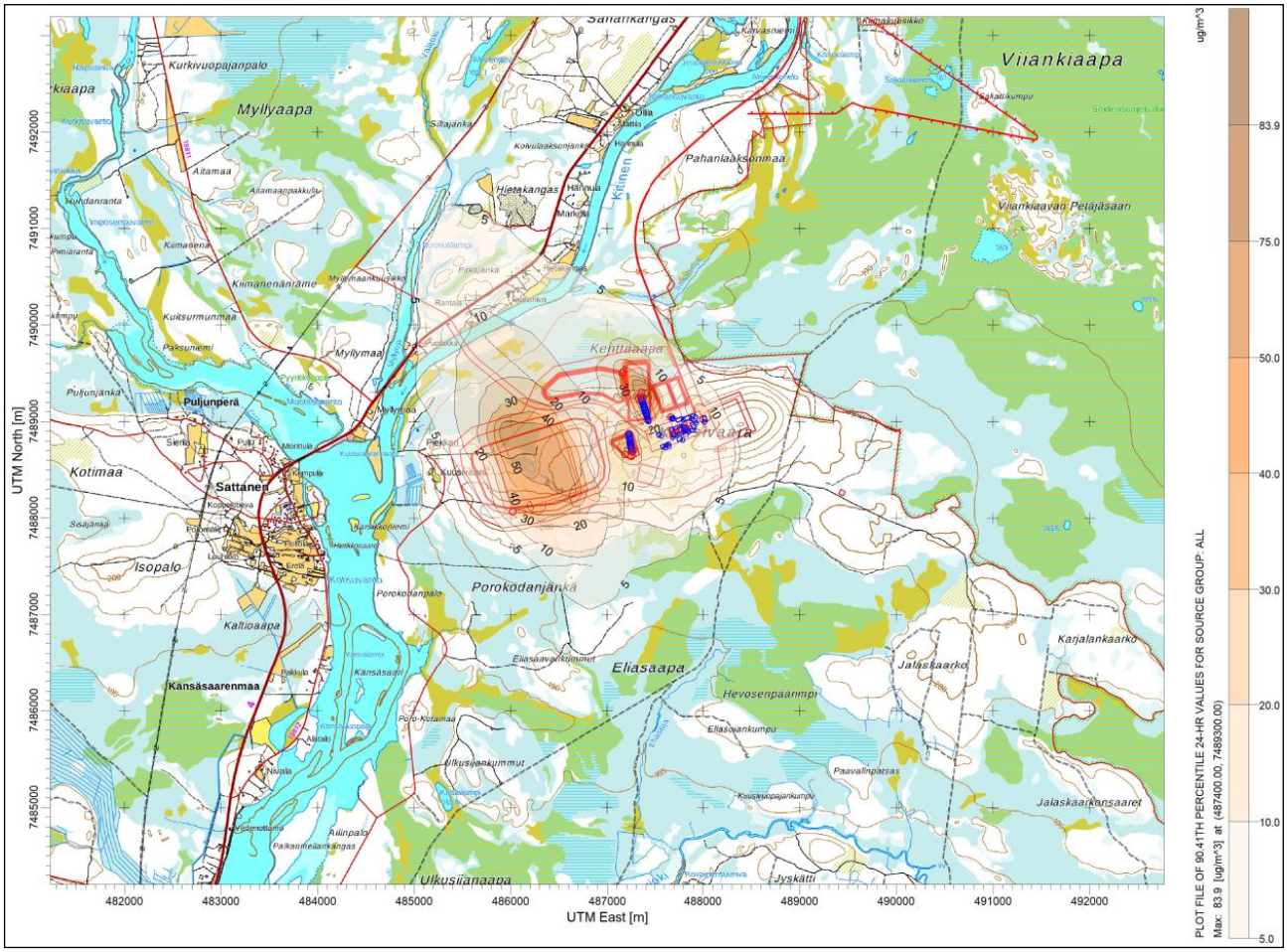
Kuva 15-12 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE2a. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausi raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



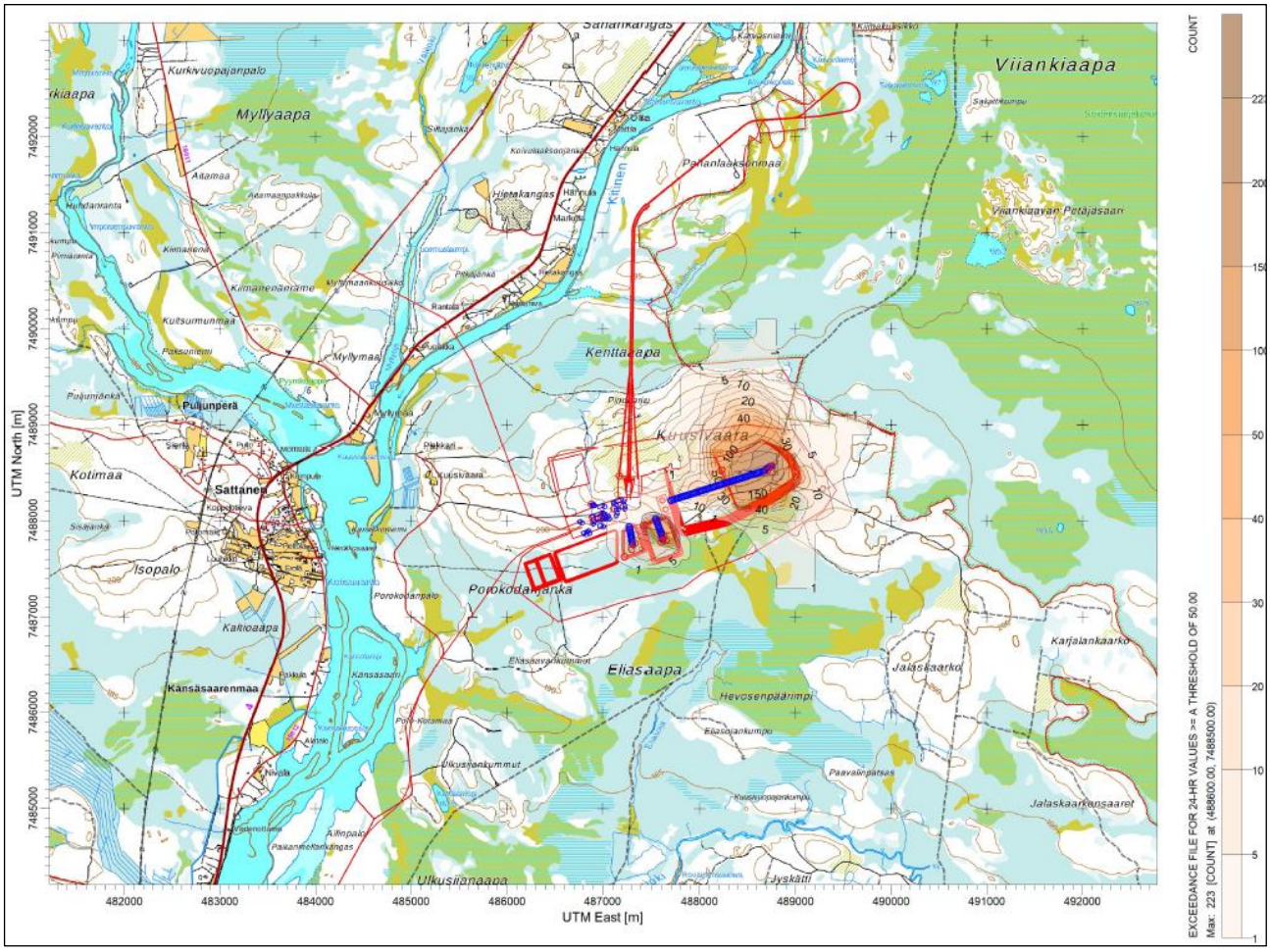
Kuva 15-13 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE2b. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausi raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



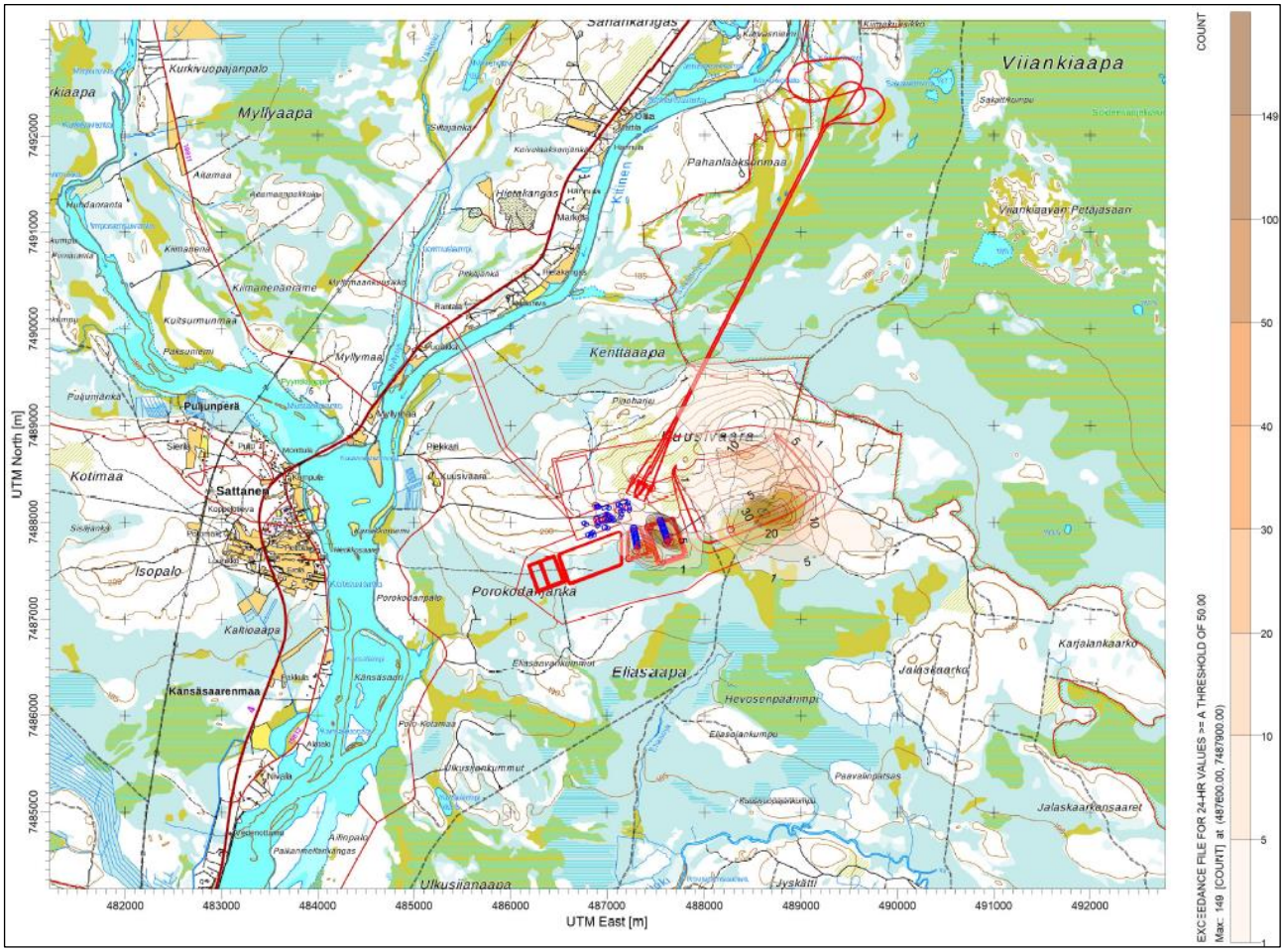
Kuva 15-14 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE3a. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausi raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



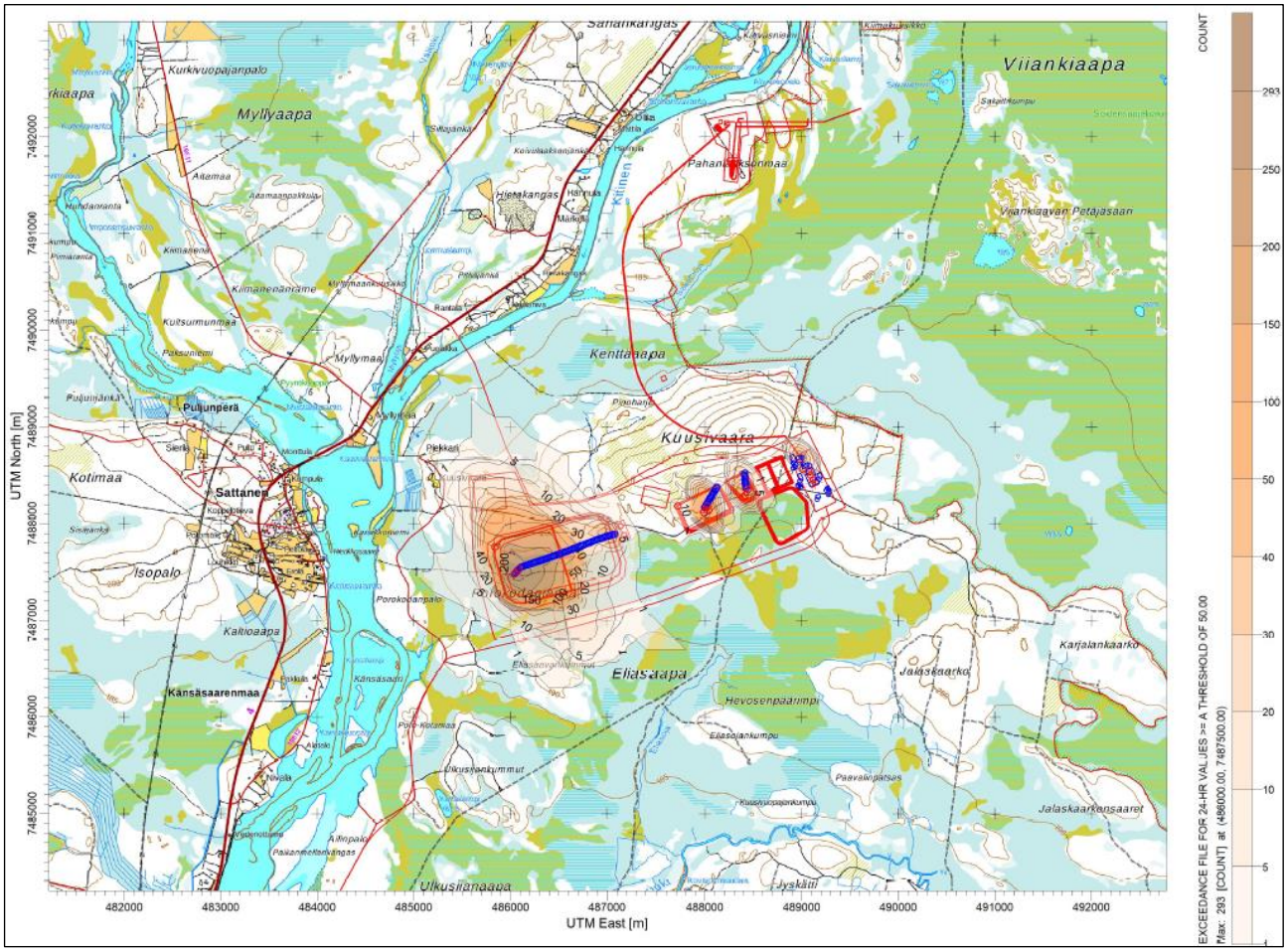
Kuva 15-15 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuudet (µg/m³) vaihtoehdossa VE3b. Ilmanlaatuasetuksen vuorokausi raja-arvo hengitettäville hiukkasille (PM_{10}) on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



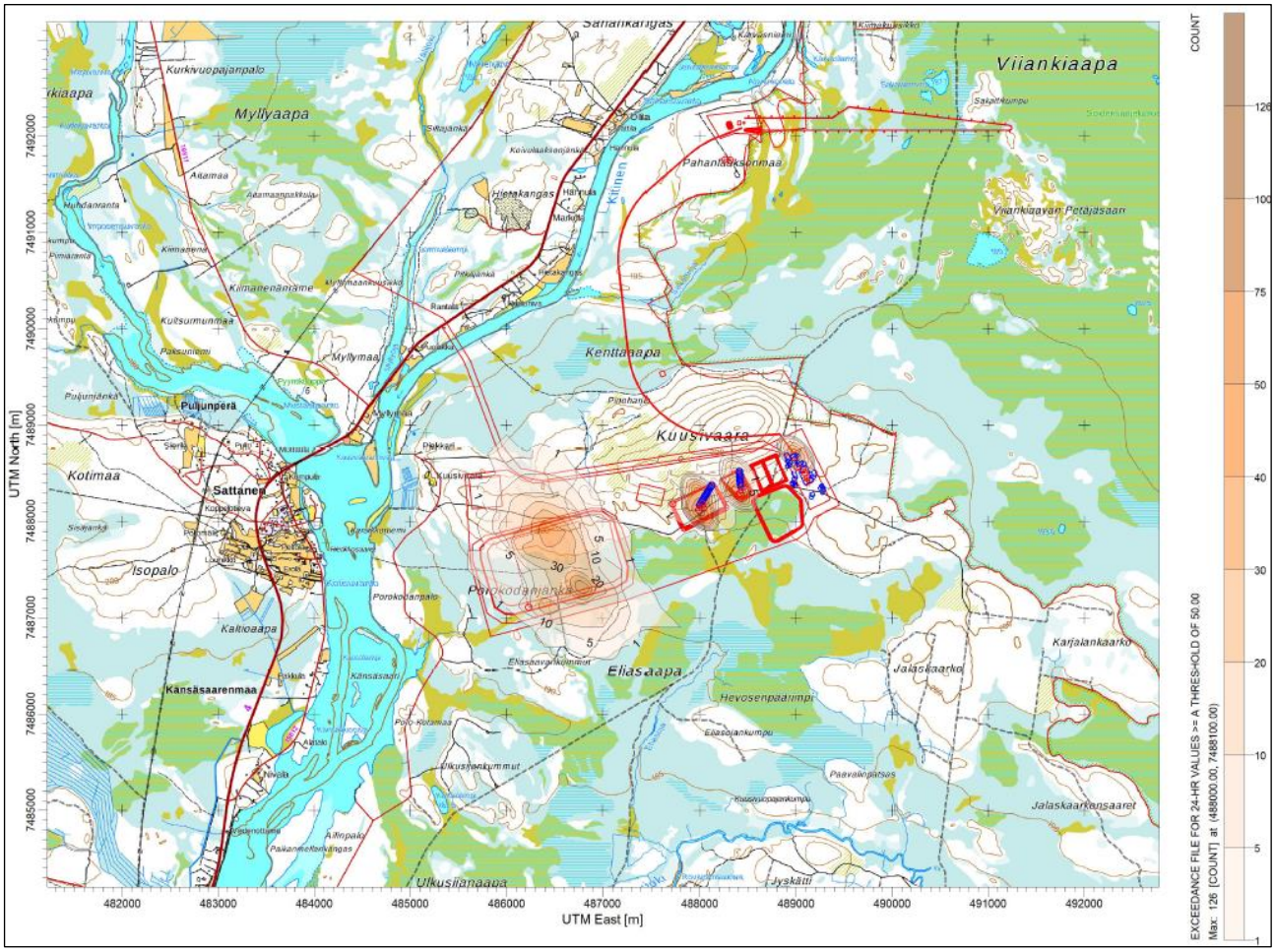
Kuva 15-16 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana (kpl) vaihtoehdossa VE1a. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl, joten raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen, mikäli vuoden 36. korkein vuorokausipitoisuus on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



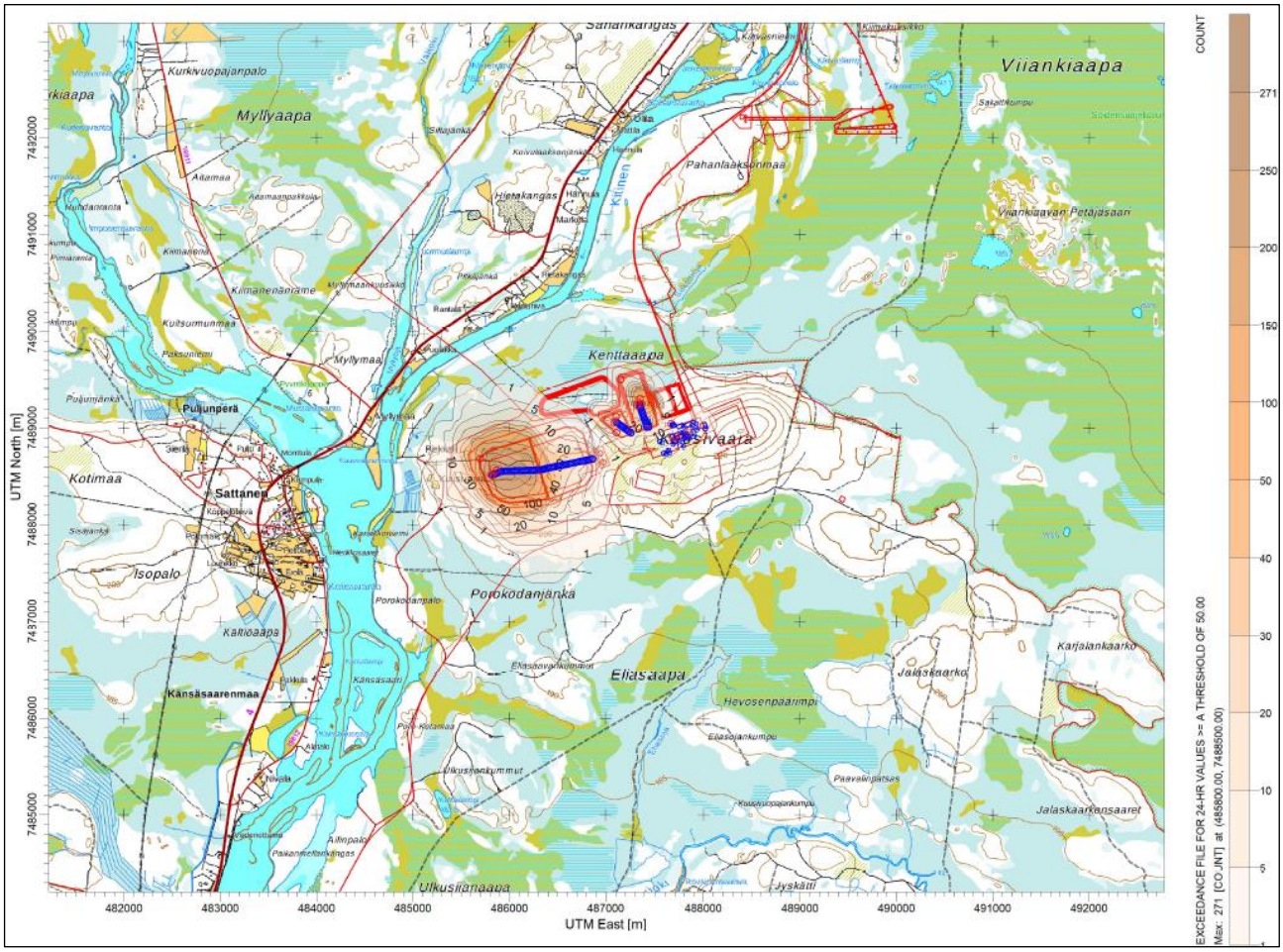
Kuva 15-17 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana (kpl) vaihtoehdossa VE1b. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl, joten raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen, mikäli vuoden 36. korkein vuorokausipitoisuus on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



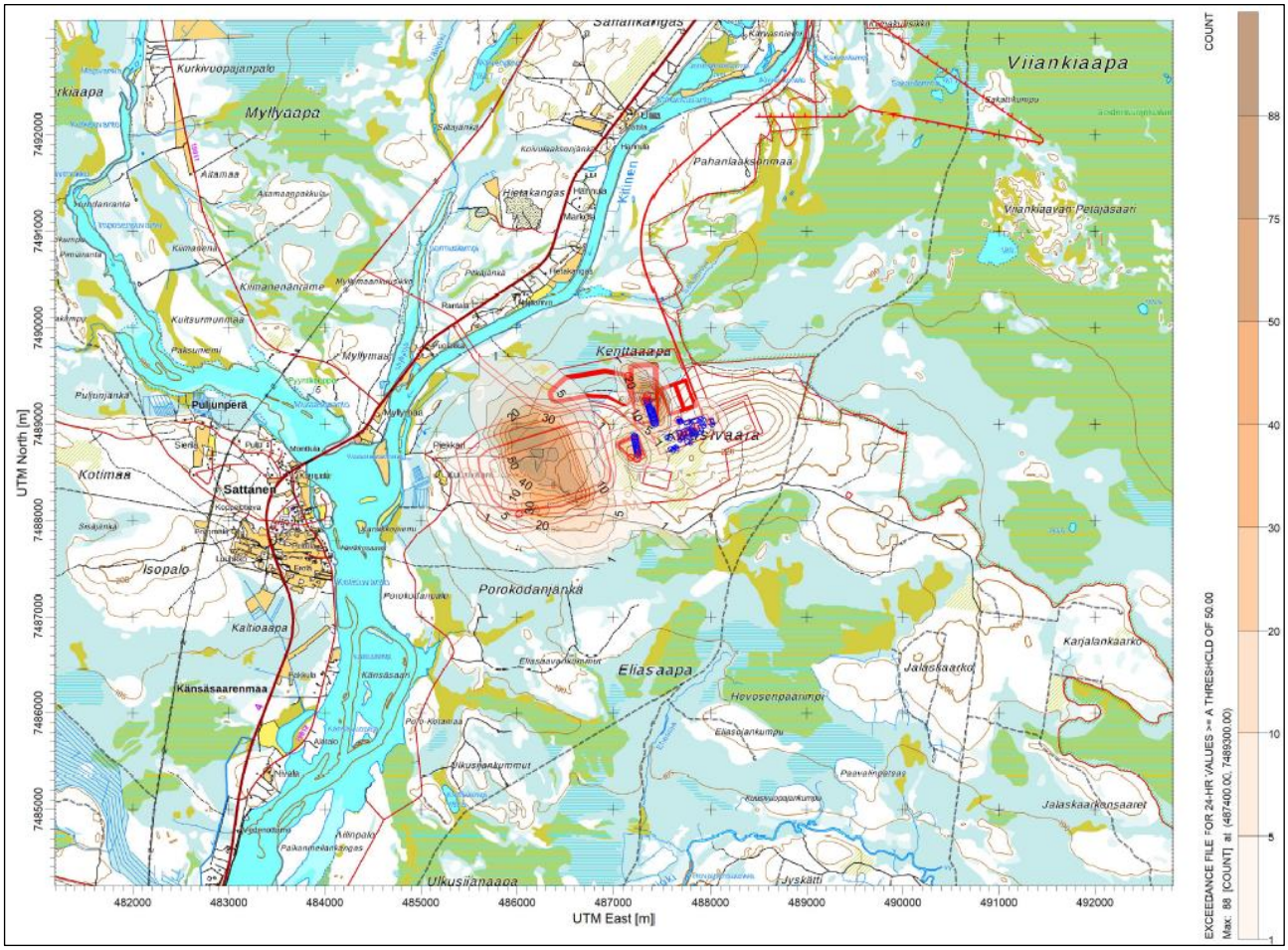
Kuva 15-18 Pölyn (hengitettävien hiukkasten päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana (kpl) vaihtoehdossa VE2a. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl, joten raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen, mikäli vuoden 36. korkein vuorokausipitoisuus on 50 µg/m^3. (Lähde: AONA Environmental 2020)



Kuva 15-19 Pölyn (hengitettävien hiukkasien päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana (kpl) vaihtoehdossa VE2b. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl, joten raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen, mikäli vuoden 36. korkein vuorokausipitoisuus on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



Kuva 15-20 Pölyn (hengitettävien hiukkasien päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana (kpl) vaihtoehdossa VE3a. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl, joten raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen, mikäli vuoden 36. korkein vuorokausipitoisuus on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)



Kuva 15-21 Pölyn (hengitettävien hiukkasien päästöt PM_{10}) leviämislaskelman arvioidut vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana (kpl) vaihtoehdossa VE3b. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl, joten raja-arvopitoisuuden katsotaan ylittyneen, mikäli vuoden 36. korkein vuorokausipitoisuus on 50 µg/m³. (Lähde: AONA Environmental 2020)

15.4 Vaikutusten merkittävyys

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 15-7) on koottu eri vaikutuskohteille aiheutuva vaikutuksen merkittävyys hankevaihtoehdoittain, joka perustuu vaikutuskohteen herkkyyteen ja vaikutuksen suuruuteen. Ilmastoon kohdistuvat muutokset ovat pitkäkestoisia ja ilmalaatuun kohdistuvat muutokset lyhytkestoisia. Vaikutusten merkittävyys vaihtoehdoittain on esitetty taulukossa (Taulukko 15-8). Vaihtoehtojen VE1a, VE1b ja VE3a kohtalaiset kielteiset vaikutukset johtuvat siitä, että vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavan Natura 2000-alueelle.

Taulukko 15-17 Vaikutuskohteille aiheutuva vaikutuksen merkittävyys hankevaihtoehdoittain.

Vaikutuskohde	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutuksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
Suunnitellulla hankealueella sijaitsee 2 asuinrakennusta, josta yksi on asuinkelvoton ja 11 lomarakennusta.	Kohtalainen	Ei vaikutuksia (VE1a, VE1b)	Ei vaikutuksia
		Pieni kielteinen (VE2a, VE2b, VE3a, VE3b)	Vähäinen
Kilometrin etäisyydellä hankealueesta asuinrakennuksia on 109 ja lomarakennuksia 37.	Kohtalainen	Ei vaikutuksia (VE1a, VE1b, VE2b)	Ei vaikutuksia
		Pieni kielteinen (VE2a, VE3a, VE3b)	Vähäinen
Sodankylän taajaman pohjois-osan asutus	Kohtalainen	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Valtatietä 4 käyttävät	Vähäinen	Ei vaikutuksia (VE1a, VE1b, VE2b)	Ei vaikutuksia
		Pieni kielteinen (VE2a, VE3a, VE3b)	Vähäinen
Viiankiaavan luontopolkujen sekä alueen käyttäjät	Vähäinen	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Hankealueen halki kulkevan moottorikelkkailureitin käyttäjät	Vähäinen	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Viiankiaavan Natura 2000-alue (FI1301706) ja luonnonsuojelualueet	Suuri	Ei vaikutuksia (VE2a, VE2b, VE3b)	Ei vaikutuksia
		Pieni kielteinen (VE1a, VE1b, VE3a)	Vähäinen

Taulukko 15-18 Vaikutusten merkittävyys vaihtoehdoittain.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys	Suuruus: Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE2a, VE2b, VE3b	VE0			
Suuri herkkyys			VE1a, VE1b, VE3a				

15.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Toiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun voidaan vähentää esim. ajonopeuksia pienentämällä, kuljetusreittien ja varastokasojen kastelulla sekä muulla pölynhallinnalla. Pölyämisen estämiseksi kaivosalueen tiet asfaltoidaan ja rikastushiekka-alueen ajoreitit päällystetään murskeella. Vastaavissa toiminnoissa käytettäviä pölyntorjuntakeinoja ovat teiden ja kuljetusväylien kastelu. Myös toimintojen jaksottaminen on tehokas keino rajoittaa pölypäästöjä ja ilmanlaatuvaikutuksia. Kuljetuksen pölypäästökertoimet ovat kostealla maa-aineksella noin 90 % pienempiä. YVA-prosessin aikana tunnistetiin myös muita keinoja haitallisten vaikutusten vähentämiseen, esimerkiksi rikastushiekan kuivaläjityksessä käytettävä Earth alive –pölynsidonta, läjityskasan pinnan jatkuva tasaaminen jyrällä ja ei-aktiivisten alueiden peitto. Lisäksi hihnakuljettimen oikeanlainen lastaaminen ja mahdollisimman matalat pudotuskorkeudet vähentävät pölyn muodostumista, kun taas hihnan käyttäminen ylikapasiteetilla lisää pölypäästöjä.

16 VAIKUTUKSET POHJAVETEEN

16.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

Pohjavesiin aiheutuvat vaikutukset ovat olennaisia etenkin Viiankiaavan Natura-alueeseen sekä luokiteltuihin pohjavesialueisiin kohdistuvien hydrologisten vaikutusten kannalta. Vaikutuksia on mahdollista aiheutua niin pohjavesipintojen tasoihin ja virtauksiin kuin pohjaveden laatuun. Pohjavesivaikutuksia selvitettiin kattavalla hydrogeologisten vaikutusten arvioinnilla, joka laaditaan erillisselvityksenä perustuen mittaviin lähtöaineistoihin. Pohjavesivaikutusten arvioinnissa on käytetty pohjaveden pinnankorkeuden seuranta-aineistoa (ajalla 2012–2019), perustilaselvitystyön yhteydessä kerättyä vedenlaatuaineistoa (2015–2019), aikaisempia hydrologisia ja hydrogeologisia maastotutkimuksia ja niihin perustuvia selvityksiä (Helsingin yliopisto 2014–2019 ja, SRK Consulting (UK) Ltd 2019a) sekä pohjaveden virtausmallia Sakatin hankealueen ja sen lähiympäristön pohjavesiolosuhteista ja -virtauksista (Helsingin yliopisto 2017– 2019 ja Stantec Consulting 2020). Pohjavesivaikutusten arvioinnissa arvioidaan mm. kaivoksen kuivanapitopumppauksen vaikutuksia maaperäpohjavesi- ja kalliopohjavesipintojen alenemiin, kallioperän rikkonaisuutta ja vedenjohtavuuksia, maalajitteiden vedenjohtavuuksia, matalien ja syvien pohjavesien laadullisiin ominaisuuksiin ja hydrologisia yhteyksiä matalien ja syvien pohjavesimuodostumien välillä sekä pohjavesi- ja pintavesimuodostumien välillä. Selvityksen perusteella arvioidaan muun muassa sivukiven ja rikastushiekan sijoitusalueiden vaikutuksia pohjaveden määrään ja laatuun.

Rakennettavan voimajohdon osalta pohjavesivaikutuksia on tarkasteltu luvussa 27.

16.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Kaivostoiminnan pohjavesivaikutukset ovat pääasiassa maarakennustöiden, kallion louhinnan ja louhinta-alueiden kuivatuksen sekä sivukivien ja rikastushiekka-alueiden aiheuttamia määrällisiä ja laadullisia vaikutuksia. Pohjavesivaikutukset muodostuvat rakentamisen ja kaivoksen toiminnan aikana ja osittain myös kaivostoiminnan päättymisen jälkeen.

Pohjaveden määrälliset vaikutukset aiheutuvat rakentamisen ensivaiheissa suoritettavasta laaja-alaisesta irtomaakerroksen poistamisesta, joka vaikuttaa matalan maaperän pohjaveden muodostumis- ja virtausolosuhteisiin. Louhintatoiminnan alkaessa ja ulottuessa pohjavedenpinnan alapuolelle kaivoksen kuivana pitäminen edellyttää pohjaveden poispumppausta louhituista kaivostiloista. Pohjaveden pumppaus voi aiheuttaa pohjaveden alenemista louhosalueen ympäristössä. Vaikutusalueen laajuus riippuu alueen maaperän ja kallioperän vedenjohtavuudesta sekä kaivosalueen kuivatustason syvyydestä. Arvioinnissa on hyödynnetty pohjaveden virtausmallinnusta, joka ulottuu syvimmillään 200 m alimman kaivostason alapuolelle (noin 1 100 m syvyydelle maanpinnasta). Stantec Consulting Ltd (2020) laatimassa mallinnuksessa tarkastelualue kattaa 17 km^2:n alueen maanalaisen kaivoksen yläpuolella (mallinnusalue esitetty jäljempänä luvussa 16.3.1 kuvassa 16-15). Kemikaali-, polttoaine- ja rikastekuljetuksiin liittyvien onnettomuusriskien mahdollisia pohjavesivaikutuksia on lisäksi tarkasteltu suunnitelluilla kuljetusreiteillä luvussa 14 Vaikutukset liikenteeseen esitettyjen rajausten mukaisesti.

Toiminnan aikaiset pohjaveden laatuun kohdistuvat vaikutukset liittyvät kallion louhintaan ja louhinnan aikana tehtäviin räjäytyksiin sekä kaivoksen kuivatusvesiin. Louhinnan ja räjäytysten vaikutukset voivat ilmentyä pohjavedessä väliaikaisena samentumisena, kohonneina typpipitoisuuksina ja räjähdysainejääminä. Kallion louhintaan liittyvät pohjaveden laadulliset vaikutukset rajoittuvat louhinta-alueen välittömään läheisyyteen. Sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden mahdolliset pohjavesivaikutukset liittyvät metallien liukenemiseen ja suotovesien pääsyyn

pohjaveteen. Kaivoksen kuivanapito edellyttää kaivokseen purkautuvien vesien pumppaamista maan pinnalle. Syvä kalliopohjavesi on suolaisempaa kuin matala kalliopohjavesi, joten kuivatuksesta voi aiheutua erilaatuisten pohjavesivyöhykkeiden sekoittumista.

16.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Rakentamistoimenpiteet aiheuttavat aina muutoksia maa- ja kallioperän vesitaloudessa sekä maaperän kemiallisissa ja fysikaalisissa ominaisuuksissa. Esimerkiksi irtomaakerroksen poistaminen, kasvillisuuden raivaaminen, alueiden tiivistäminen sekä viemäröinti estävät tai vähentävät sadeveden suotautumista pohjavedeksi ja pohjaveden paikalliset virtausolosuhteet voivat muuttua.

Ympäristövaikutusten merkittävyyden kannalta on oleellista vaikutusten alueellinen suuruus (laajuus, kesto), vaikutusten kohteen herkkyys muutoksille ja merkittävyys sekä vaikutusten palautuvuus ja pysyvyys.

Pohjavesivaikutuksia on arvioitu asiantuntija-arviona olemassa olevien selvitysten sekä vastaavista hankkeista olemassa olevan tiedon perusteella.

Sakatin YVA-hankkeessa alueen pohjavesiolosuhteiden ja Viiankiaavan hydrologisten ja hydrogeologisten olosuhteiden määrittämiseksi alueella on toteutettu huomattava määrä selvityksiä ja tutkimuksia. Seuraavassa on esitetty olennaisimmat raportit ja julkaisut:

Golder Associates Oy:n (GA) konsulttitutkimukset:
• GA 2012. Viiankiaapa – Preliminary hydrological and hydrogeological characterisation.
• GA 2013. Kallionäytekairausten kairareikien vaikutus Viiankiaapaan.
• GA 2015. Viiankiaapa pinta- ja pohjavesiolosuhteet ja kairareikien ympäristövaikutukset.

Helsingin yliopiston tutkimusryhmän raportit:
• Salonen ym. 2014. Recent geological history of Sakatti area, Sodankylä and its hydro-environmental implications– a baseline study on existing surveys. AA Sakatti Mining Oy Report.
• Salonen ym. 2015. Sakatti geoenvironments. A baseline study on Quaternary sediments, hydrogeological conditions and groundwater – surface water interactions in Kersilö area, Sodankylä. AA Sakatti Mining Oy Report.
• Korkka-Niemi ym. 2017. Hydro- and environment geological studies during the years 2016–2017 around Sakatti exploration target. Final report: Characterization of geo-hydro-ecological factors possibly controlling the distribution of endangered species of Viiankiaapa mire. AA Sakatti Mining Oy Report.
• Salonen ym. 2018. Assessing basecase TMF-sites around Kuusivaara, Sodankylä. AA Sakatti Mining Oy Report.

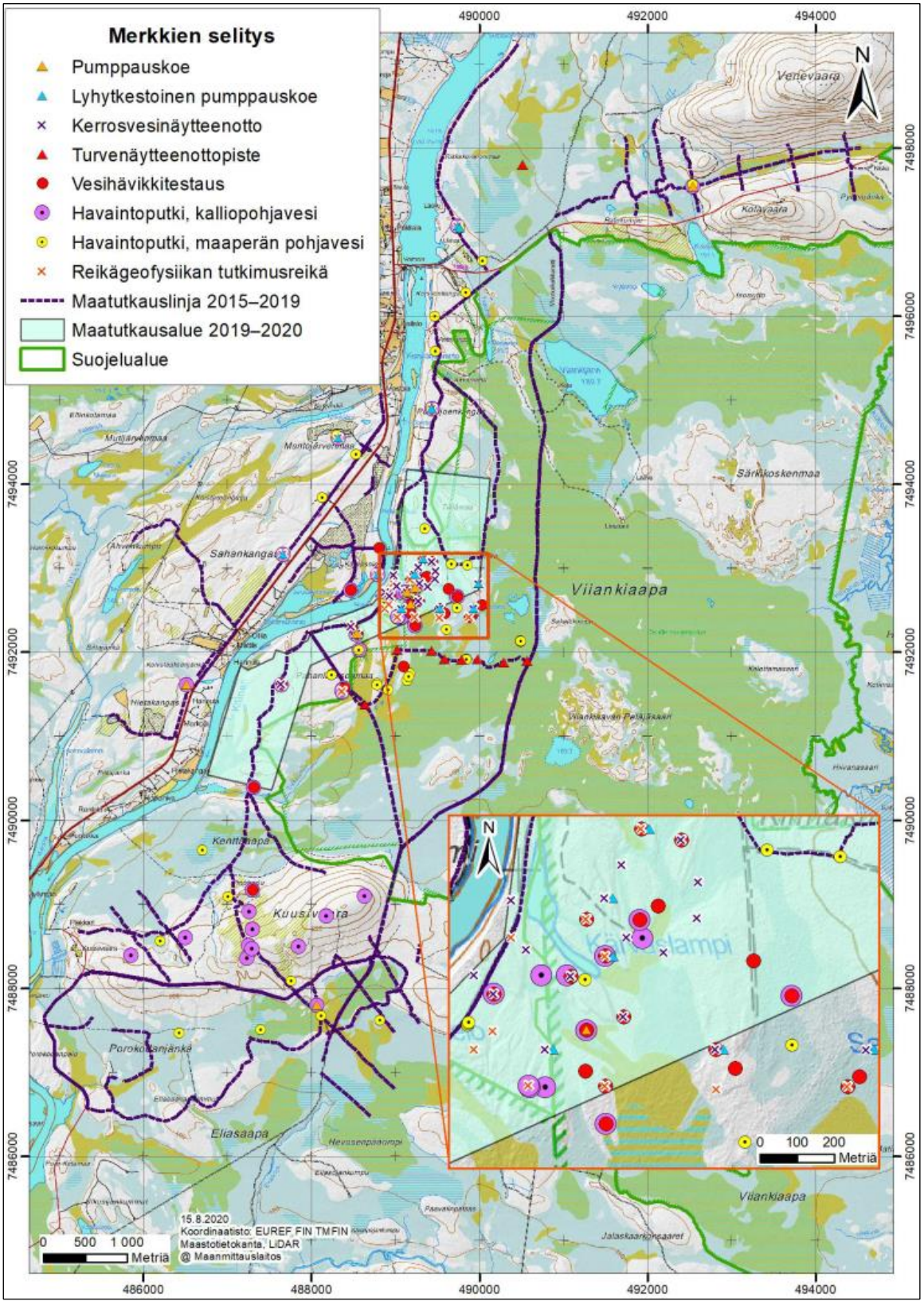
Helsingin yliopiston tutkimusryhmän julkaisut:
• Korkka-Niemi ym. 2017. Characterization of Geo-Hydro-Ecological Factors Affecting the Distribution of Endangered Species in Viiankiaapa Mire, an Ore Prospecting Site. In 13th International Mine Water Association Congress 25−30.6. 2017, Rauha, Lappeenranta. (Extended abstract).
• Åberg ym. 2017. A conceptual 3D sedimentary model in visualizing complex glacial deposition within the ice divide zone, Finnish Lapland. Boreal Env. Res., 22, 277–298.
• Åberg ym. 2017b. Hydrostratigraphy and 3D Modelling of a Bank Storage Affected Aquifer in a mineral exploration area in Sodankylä, Northern Finland. In 13th International Mine Water Association Congress 25−30.6. 2017, Rauha, Lappeenranta. (Extended abstract)
• Åberg ym. 2020. 3D Hydrostratigraphy and groundwater flow models in complex Quaternary deposits and weathered/fractured bedrock: Evaluating increasing model complexity. (submitted)
• Åberg ym. 2019. Groundwater recharge and discharge patterns in a sedimentary aquifer along the River Kitinen in Sodankylä, Northern Finland. Boreal Env. Res., 24, 155–187.

Geologian alan opinnäytteet:
• Suonperä 2016. Holocene paleohydrology of Viiankiaapa mire, Sodankylä, Finnish Lapland. MSc-thesis. University of Helsinki.
• Lahtinen 2017. Hydrogeochemical characterization of the Sakatti mine prospecting area, Sodankylä, Finnish Lapland. MSc-thesis. University of Helsinki.
• Bigler 2018. Hydrogeology and hydrogeochemistry of western margin of Viiankiaapa mire in Sodankylä – Factors affecting the distribution of endangered species. MSc thesis, University of Helsinki.
• Valkama 2018. Suitability of Kuusivaara, Sodankylä, Central Finnish Lapland for hosting mining infrastructure based on its stratigraphy. MSc thesis, University of Helsinki.
• Laakso 2020. Ground penetrating radar facies and facies associations of Kersilö area, Sodankylä in northern Finland at the zone of weak glacial erosion. MSc-thesis. University of Helsinki.

SRK Consulting (UK) Ltd:n hydrogeologiset raportit:
• SRK 2015. Hydrogeology Conceptual Phase Study for the Sakatti Project, Northern Finland.
• SRK 2019a. A Hydrological Impact Assessment for the Sakatti Cu-Ni-PGE-Au deposit. Northern Finland.

Salonen Environment asiantuntijaraportit:
• Salonen V-P 2019. Ympäristögeologinen maaperäselvitys Sakatin kaivoshankkeen YVA-selostuksen tausta-aineistoksi - Viiankiaavan ja sen ympäristön maaperän kehitys ja sen erityispiirteet.
• Salonen V-P 2020. Hydrology and Hydrogeology of Viiankiaapa Mire Complex. Yhteenvetoraportti Sakatin YVA-prosessiin.

Yhteenveto suoritetuista hydrogeologisista tutkimuksista on esitetty Kuva 16-1 ja taulukossa 16-1.



Kuva 16-1 Hydrogeologiset maastotutkimukset. Maastokarttarasteri, LiDAR @ Maanmittauslaitos. (Lähde: AASM Oy 2020).

Taulukko 16-1 Yhteenveto suoritetuista hydrogeologisista tutkimuksista. (Lähde: AASM Oy 2020)

Hydrogeologinen työ 2012 ja 2015-2020	Testausmenetelmä tai asennus	Ajanjakso	Määrä
Pohjaveden havaintoputki	Matala maaperäpohjavesiputki	2012; 2017-2019	46 havaintoputkea
	Kalliopohjavesihavaintoputki	2017-2019	39 havaintoputkea
Näytteenotto	Turvenäytteenotto	3/2015; 4/2019	9 näytepaikkaa
	Kerrosvesinäytteenotto	11/2016-3/2019	21 kairareikää
	Vesinäytteenotto	1/2015-6/2020	840 vesinäytettä
	Stabiilien isotooppien seurantaohjelma	8/2015-9/2020	580 vesinäytettä
Geofysikaaliset tutkimukset	Maatutkaus	3/2015; 8/2015; 3-4/2017; 9/2017; 4/2019; 12/2019; 1/2020	185 linjakilometriä (152 Viiankiaavalla, Kuusivaarassa tai niiden lähialueilla)
	Maageofysiikka (VLF)	10/2018	5 linjakilometriä
	Lämpökamerakuvaus (drone)	8/2015-8/2017	71 linjakilometriä
	Reikägeofysiikka	11/2016-4/2019	32 kairareikää
Hydrogeologinen testaus	Pumppauskokeet (lyhyt- ja pitkäkestoiset)	11/2016-5/2018	21 pumppauskoetta
	Vedenjohtavuustestaus	11/2016-5/2018	15 testiä
	Vesihävikkitestaus (Pakker-testaus)	11/2016-3/2019	30 kairareikää
Maaperätutkimukset	Tutkimuskaivannot	8/2015; 9/2017	12 kaivantoa
	Maaperänäytteet kaivantojen yhteydessä	8/2015; 9/2018	37 näytettä
	Maaperänäytteet pohjavesiputkien asentamisen yhteydessä	3/2017; 4/2018	89 näytettä

16.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Muutokset käytettävissä räjähdysaineissa voivat vaikuttaa louhoksista pumpattavien ja sivukivien sijoitusalueilta suotautuvien vesien laatuun, mistä aiheutuu lievää epävarmuutta pohjavesivaikutusten arviointiin.

Alueen syvästä kalliopohjavedestä on olemassa seuranta-aineistoa runsaan kahden vuoden ajalta, vuodesta 2017 lähtien. Kalliopohjaveden vuosittaisen luonnollisen pinnankorkeusvaihtelun kartoittamiseksi luotettavasti seuranta-aineistoa tarvitaan lisää pidemmältä tarkkailujaksolta.

Pohjavesimallinnuksiin liittyviä epävarmuuksia on käsitelty erikseen luvussa 16.3.1.

16.1.4 Vaikutuskohteiden herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Maaperän pohjaveden herkkyyttä muutoksille on arvioitu alueen geologisten olosuhteiden sekä pohjaveden laadun ja pinnankorkeuden perusteella (Taulukko 16-2). Näihin tekijöihin vaikuttavat pohjaveden muodostuminen, meteorologiset tekijät, maaperän vedenjohtavuus, pohjaveden virtausolosuhteet ja pohjaveden käyttö. Kallioperän pohjaveden osalta herkkyyttä on arvioitu kallion vedenjohtavuuden (rikkonaisuuden) ja veden laadun perusteella.

Taulukko 16-2 Pohjaveden herkkyyden kriteerit.

Vähäinen	Alueella ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Pohjaveden laatu on heikko luonnostaan tai aikaisemman toiminnan vuoksi. Alueen pohjavettä ei käytetä. Alueella ei ole painumaherkkiä rakenteita, rakennuksia tai maalajeja. Vaikutusalueella ei ole lähteitä tai lähteikköjä.
Kohtalainen	Vaikutusalueella on vedenhankintaan soveltuva (2-luokka) pohjavesialue*. Alue, jolla on yksittäisiä talousvesikaivoja tai muutamia pohjavedenpinnan muutoksille herkkiä rakenteita tai rakennuksia. Pohjaveden laatu on todettu joiltain osin puutteelliseksi. Pohjavettä ei käytetä talousvetenä. Kallioperä on rikkonaista ja/tai maaperän vedenjohtavuus on kohtalainen. Vaikutusalueella on lähde tai lähteikkö.
Suuri	Vaikutusalueella on vedenhankintaan varten tärkeä (1-luokka) pohjavesialue*. Alueella on runsaasti yksityisiä talousvesikaivoja ja pohjaveden laatu on moitteeton. Alueelle sijoittuu huomattava kallioperän heikkousvyöhyke ja/tai alueen maaperän vedenjohtavuus on erittäin hyvä. Vaikutusalueella on useita lähteitä tai lähteikköjä.

**Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annettuun lakiin (1299/2004, muutos 1263/2014) perustuva ELY-keskuksen määrittelemä luokitus: 1-luokka; vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka vettä käytetään tai jota on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin, 2-luokka; muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, joka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksiensa perusteella soveltuu edellä 1-luokan kohdalla tarkoitettuun käyttöön*

Muutoksen suuruuden arvioimiseen käytetyt kriteerit on esitetty taulukossa Taulukko 16-3.

Taulukko 16-3 Maa- ja kalliopohjaveden muutoksen suuruuden kriteerit.

Suuri kielteinen	Maaperän pohjavesi Pohjaveden nykyinen tai suunniteltu käyttö rajoittuu. Selvä muutos pohjaveden laadussa ja jotkut talousvedelle asetetut raja-arvot ylittyvät, mikä heikentää pohjaveden kelpoisuutta talousvesikäytössä. Muutokset pohjaveden laadussa vaikuttavat haitallisesti pohjaveden laadusta riippuviin kohteisiin. Muutokset pohjaveden pinnankorkeuksissa ovat suurempia kuin keskimääräinen pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu. Muutokset pohjaveden pinnankorkeudessa vaikuttavat haitallisesti rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin (mukaan lukien lähteet ja lähteiköt). Kallioperän matala pohjavesi Selvä heikennys pohjaveden laadussa. Muutokset pohjaveden painetasossa ovat suurempia kuin keskimääräinen pohjaveden painetason vaihtelu. Muutokset pohjaveden painetasossa vaikuttavat haitallisesti rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin (mukaan lukien lähteet ja lähteiköt). Kallioperän syvä pohjavesi Selvä heikennys pohjaveden laadussa. Muutokset pohjaveden painetasossa vaikuttavat haitallisesti rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin.
Keskisuuri kielteinen	Maaperän pohjavesi Pohjaveden nykyinen tai suunniteltu käyttö voi rajoittua jonkin verran. Pohjaveden laatu muuttuu, mutta pysyy pääosin talousvedelle asetettujen raja-arvojen sisällä. Muutokset pohjaveden laadussa voivat heikentää jonkin verran pohjaveden kelpoisuutta talousvesi-käytössä ja vaikuttaa jonkin verran haitallisesti pohjaveden laadusta riippuviin kohteisiin. Muutokset pohjaveden pinnankorkeuksissa ovat samaa tasoa tai ajoittain suurempia kuin keskimääräinen pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu. Muutokset pohjaveden pinnankorkeudessa vaikuttavat jonkin verran rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin (mukaan lukien lähteet ja lähteiköt). Kallioperän matala pohjavesi Vähäinen heikennys pohjaveden laadussa. Muutokset pohjaveden painetasossa ovat samaa tasoa tai ajoittain suurempia kuin keskimääräinen pohjaveden painetason vaihtelu. Muutokset pohjaveden painetasossa vaikuttavat jonkin verran rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin (mukaan lukien lähteet ja lähteiköt). Kallioperän syvä pohjavesi Vähäinen heikennys pohjaveden laadussa. Muutokset pohjaveden painetasossa vaikuttavat jonkin verran haitallisesti rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin.

Pieni kielteinen	Maaperän pohjavesi Nykyiseen tai suunniteltuun vedenhankintakäyttöön ei aiheudu vaikutuksia. Pohjaveden laadun muutos voi olla mitattavissa, mutta pysyy talousvedelle asetettujen raja- arvojen sisällä eikä niistä aiheudu haittaa pohjaveden laadusta riippuviin kohteisiin. Muutokset pohjaveden pinnankorkeudessa voivat olla mitattavissa, mutta niistä ei aiheudu haittaa rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin (mukaan lukien lähteet ja lähteiköt). Kallioperän matala pohjavesi Mitattavissa oleva heikennys pohjaveden laadussa. Muutokset pohjaveden painetasossa ovat mitattavissa, mutta niistä ei aiheudu haittaa rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin (mukaan lukien lähteet ja lähteiköt). Kallioperän syvä pohjavesi Mitattavissa oleva heikennys pohjaveden laadussa. Muutokset pohjaveden painetasossa ovat mitattavissa, mutta niistä ei aiheudu haittaa rakenteisiin tai pohjaveden pinnankorkeudesta riippuviin kohteisiin.
Ei vaikutusta	Ei havaittavaa muutosta pohjavesiin
Pieni myönteinen	Toiminta vähentää jonkin verran pohjavesien kuormitusta ja parantaa jonkin verran pohjaveden määrää tai laatua
Keskisuuri myönteinen	Toiminta vähentää kohtalaisessa määrin pohjavesien kuormitusta ja parantaa kohtalaisesti pohjaveden määrää tai laatua
Suuri myönteinen	Toiminta vähentää suuresti pohjavesien kuormitusta ja parantaa suuresti pohjaveden määrää tai laatua

16.2 Nykytila

16.2.1 Pohjavesialueet

Sakatin hankealueen läheisyydessä sijaitsee viisi luokiteltua pohjavesialuetta, Moskuvaara, Kersilönkangas, Ahvenjärvenkangas, Pahalaksonmaa ja Myllykangas (Taulukko 16-4 ja Kuva 16-2).

Suomessa on tehty ja edelleen on meneillään pohjavesialueiden uudelleenluokittelu kattaen koko Suomen pohjavesialueet (laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisesta 1263/2014). Uudessa luokittelussa on kaksi luokkaa (1 ja 2), joiden lisäksi huomioidaan pohjavesialueet, joista pintavesi- ja maaekosysteemit ovat riippuvaisia (E-luokka). Aikaisemmassa pohjavesialueiden luokittelussa (Britschi ym. 1996) oli kolme luokkaa (I-III), jotka perustuivat vedenhankinnalliseen merkitykseen sekä suojelullisiin näkökohtiin.

1-luokkaan kuuluvat alueet ovat vedenhankintaa varten tärkeitä pohjavesialueita, joiden vettä käytetään tai jota on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 m^3/vrk tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin. 2-luokkaan luokitellaan muut

vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet, jotka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksiensa perusteella soveltuvat 1-luokan mukaiseen käyttöön.

Vuoden 2019 uuden luokituksen yhteydessä (Kupila ym. 2020) Sakatin hankealueen läheisyydessä sijainneet Ahvenjärvenkankaan (12758184) ja Hietakankaan (18758185) pohjavesialueet yhdistettiin yhdeksi uudeksi pohjavesialueeksi (Ahvenjärvenkangas 12758281)

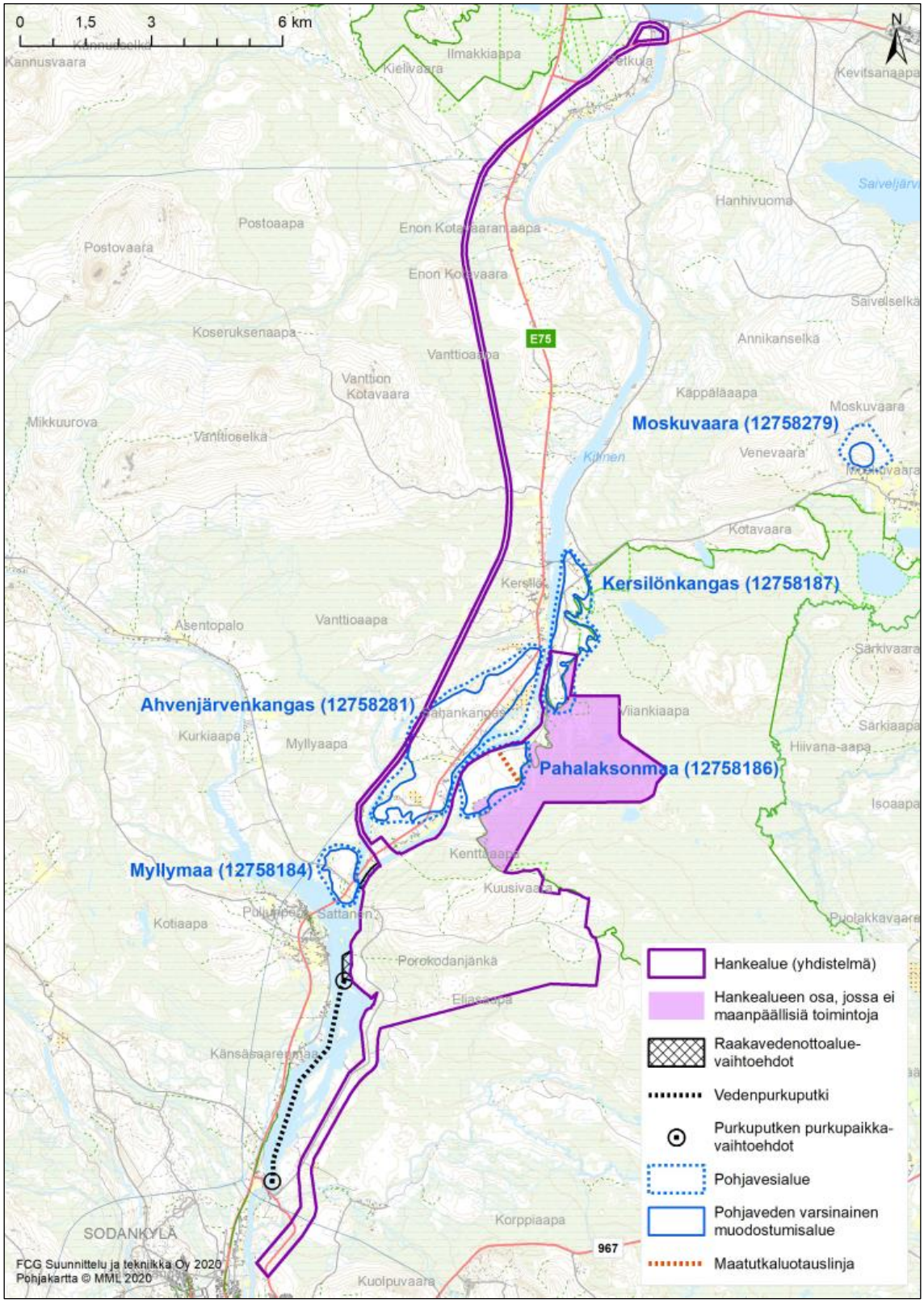
Taulukko 16-4 Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat viisi tunnettua pohjavesialuetta, pohjavesialueiden kokonaispinta-alat, vuorokaudenaikainen pohjaveden muodostumismäärä sekä pohjavesialueen luokitus. (Lähde: SYKE 2020)

Pohjavesialue	Tunnus	Kokonaispinta-ala (km^2)	Muodostuvan pohjaveden määrä (m^3/vrk)	Luokitus
Moskuvaara	12758279	0,84	130	1[1]
Kersilönkangas[*]	12758187	2,77	950	2[2]
Ahvenjärvenkangas	12758281	6,58	2 640	2
Pahalaksonmaa	12758186	1,88	790	2
Myllymaa	12758184	1,02	400	2

[*] *Alue on selvityskohde kemiallisen tilan osalta*

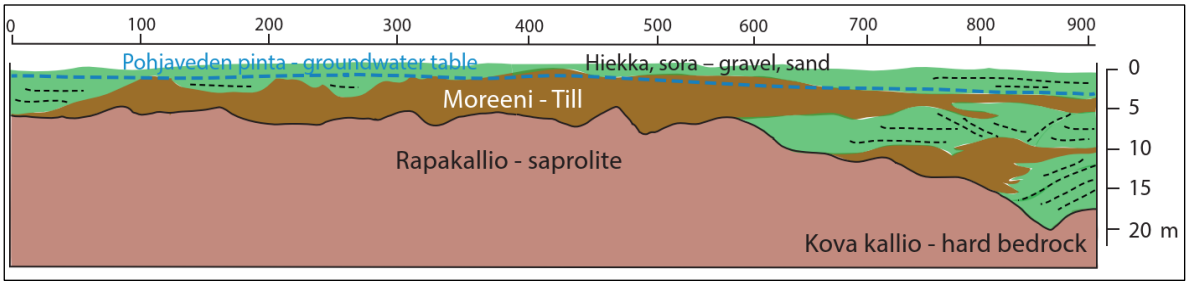
[1] *Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue*

[2] *Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue*



Kuva 16-2 Pohjavesialueet hankealueen läheisyydessä. Karttaan on merkitty myös Pahalaksonmaan pohjavesialueen poikki vedetyn maatutkalinjauksen sijainti.

Pahalaksonmaan 2-luokan pohjavesialue sijaitsee Kitisen itärannalla, Viiankiaavan vieressä ja Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläpuolella. Pohjavesialue koostuu moreenista, joka ulottuu muodostuman keskivaiheilla pintaan asti. Moreenia peittävät ohuehkot jokikerrostumat (Salonen 2019). Pahanlaaksonmaan muodostumalla on luodattu Lapin POSKI II- projektin yhteydessä kaksi maatutkalinjaa. Lisäksi Helsingin yliopiston toimesta pohjavesialueen poikki on vedetty yksi maatutkalinja (linjan sijainti on merkitty kuvan Kuva 16-4 karttaan) ja sen tulkinta on esitetty kuvassa Kuva 16-3. Muodostuman alueella kallionpinnan korkeustaso vaihtelee. Viiankiaavan puoleisessa osassa kallio on rapakalliota ja Kitisen suunnassa kallio laskeutuu syvälle ja sen pinta on ehyt. Lännessä kerrostumien paksuus on yli 15–20 metriä kerrostumien koostuessa vuorottaisista moreeniyksiköistä ja viettokerroksellisista lajittuneista aineksista. Pohjavedenpinnan taso muodostuman koillis-/pohjoisosassa on noin +181−182 m mpy. Pohjavesi on lähellä maanpintaa ja voidaan päätellä, että se esiintyy osittain moreenin salpaamana orsivetenä (Salonen 2019). Muodostuman keski- ja itäosassa esiintyy vain hyvin ohut kerros lajittunutta ainesta moreenin/orsivesipinnan päällä. Muodostuman länsiosassa Kitisen rantaimeytymä on todennäköistä. (Salonen 2019, Davidila 2019.)



Kuva 16-3 Pahalaksonmaan pohjavesialueen poikki vedetyn maatutkalinjan tulkinta. Maatutkalinjaa tarkasteltaessa on huomattava, että linja on kaakko-luodesuuntainen, joten Kitinen sijaitsee kuvan oikeassa reunassa. Linjan sijainti on esitetty kuvassa 16-2. (Lähde: Salonen 2019).

Kersilönkankaan 2-luokan pohjavesialue sijaitsee Kitisen itärannalla, Viiankiaavan suoalueen vieressä. Pohjavesialue käsittää moreenimuodostuman, jonka pinnalla on jokikerrostumia. Jokikerrostumiin liittyvät sorat ja hiekat ovat pinnalla ja niiden alla on tiivis moreeni, jonka päällä on ohut orsivesikerros. Muodostuman alueella on suoritettu Lapin POSKI II- projektin yhteydessä seitsemän maatutkaluotauslinjaa. Maatutkaluotauksen sekä aikaisemmin ELY-keskuksen suorittamien kairausten perusteella muodostuman moreeni-/orsivesikerroksen yläpuolinen aines on hiekkaa ja osin myös soraa. Nämä hiekka- ja sorakerrokset ovat kuitenkin paikoin melko ohuet (keskipaksuus noin 2 m) ja heikosti lajittuneet, mikä on melko tyypillistä Kitisen varteen syntyneille muodostumille. Sekalajitteiset (moreenit) ja hienorakeiset (siltti) maalajit heikentävät myös veden virtausolosuhteita maaperässä. Yhteen kairauspisteeseen on asennettu pohjaveden havaintoputki, jonka päästä mitattuna pohjavedenpinta oli 2,24 m syvyydessä. Havaintoputkesta suoritettiin antoisuuspumppaus, jonka perusteella pisteen antoisuus on noin 80 m^3/vrk. (Davidila 2019, Lapin ELY-keskus 2019a.)

Ahvenjärvenkankaan 2-luokan pohjavesialue sijaitsee Kitisen länsirannalle kerrostuneessa deltamuodostumassa. Ahvenjärvenkankaan muodostuman alueella kallion pinta on noin 20–30 m syvyydessä maanpinnasta. Kallio on enimmäkseen ehjää, ja syvin kohta liittyy joen poikki kulkevaan ruhjeeseen. Kerrostumat ovat pääasiassa lajittuneita hiekkoja ja soria, joissa näkyy jokisuistolle tyypillisiä viettokerroksia ja uomarakenteita. Muodostuman hiekka- ja sorakerrokset ovat paikoin melko heikosti lajittuneet, välikerroksina havaitaan moreenia, joka muodostaa melko yhtenäisen kerroksen n. 10–15 m syvyystasolla. Pohjaveden pinta on noin 5 m syvyydessä maan pinnasta eli noin tasolla +182 m mpy. (Salonen 2019, Lapin ELY-keskus 2019a, Davidila 2019.)

Moskuvaaran 1-luokan pohjavesialue sijaitsee Moskuvaaran etelärinteellä noin 8 km:n etäisyydellä hankealueen pohjoisosasta. Moskuvaaran pohjavesialueella on yksi Moskuvaaran Vesihuolto Oy:n vedenottamo, josta toimitetaan vettä noin 50 henkilölle. Myllymaan 2-luokan pohjavesialue sijaitsee Kitisen länsipuolella Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa, rakennetussa vesimaisemassa. Se on muodoltaan melko selvästi ympäristöstään erottuva harjualue.

Kuljetusreittien pohjavesialueet

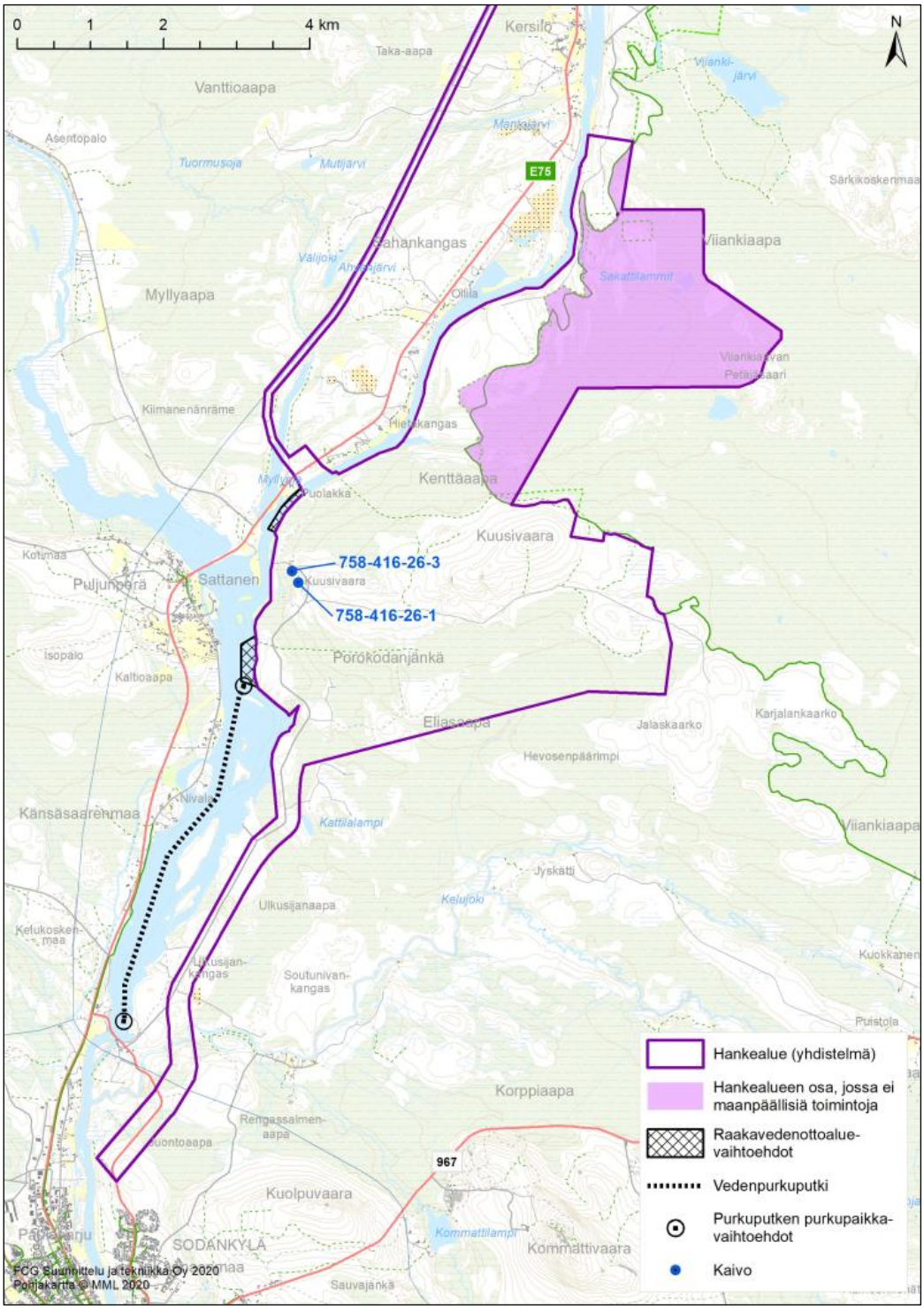
Mahdollisille rikasteen kuljetusreiteille sijoittuvat pohjavesialueet on esitetty taulukossa Taulukko 16-5. Polttoaine- ja kemikaalikuljetukset kohdistuvat pääasiassa samoille reiteille. Pohjavesialueista Kemin Ajoksen sekä Tornion Laivakankaan ja Lapinkulan tieosuuksille on rakennettu pohjavesisuojaukset. Muiden pohjavesialueiden osalta suojauksia ei ole tai niiden olemassa olosta ei ole saatu tietoja.

Taulukko 16-5 Mahdollisilla rikasteen kuljetusreiteillä sijaitsevat pohjavesialueet.

Pohjavesialue	Luokka	Tunnus	Kunta
Sodankylä - Kemijärvi vt5			
Orajärvi	1	12758108	Sodankylä
Peräjoki	1	12758215	Sodankylä
Sodankylä - Rovaniemi vt4			
Koskimaa	2	12758211	Sodankylä
Aska	1	12758275	Sodankylä
Kivilehto	1	12758114	Sodankylä
Vuojärvi	1	12758115	Sodankylä
Kulpakko	2	12799118	Rovaniemi
Korvala	2	12699212	Rovaniemi
Ala-Säynäjoki	2E	12699211	Rovaniemi
Jouttikero	1E	12699216	Rovaniemi
Välijoki	1	12699126	Rovaniemi
Rovaniemi - Oulu vt4			
Totonkangas	1	12699102	Rovaniemi
Peura	1	1284508	Tervola
Murtola	2E	1284524	Tervola
Karkumaa	2E	1224107	Keminmaa
Haapamaa	2E	1224108	Keminmaa
Maksniemi	1	1275153	Simo
Palokangas	2	1275102	Simo
Santamäki	1	11292001	Ii
Seljänharju	2	11139010	Ii
Ojakylä	2	11139012	Ii
Kemin satama mt920			
Ajos	1	1224001	Kemi
Ii - Tornio vt29, mt922			
Laivakangas	2	1285110	Tornio
Lapinkula	2	1285103	Tornio
Rataosuus, Kemijärvi-Rovaniemi			
Lapalionkangas	2	12320504	Kemijärvi

16.2.2 Talousvesikaivot

Kuusivaaran lähiympäristössä on kaksi käytössä olevaa talousvesikaivoa (rengaskaivoja). Kaivojen sijainti on esitetty kuvassa Kuva 16-4.



Kuva 16-4 Talousvesikaivojen sijainti.

16.2.3 Maaperän pohjavesi

Sakatin hankealueella ja sen lähiympäristössä pohjavettä muodostuu erityisesti moreeni- tai hiekkapeitteisillä alueilla suoalueen keskellä tai reunoilla. Erityisen tärkeitä ovat muinaisen Kitisen uoma- ja särkkäkerrostumat, jotka ulottuvat pitkälle Viiankiaavalle ja jatkuvat turvekerrostumien alla. Alueen maaperäolosuhteita on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 11 Vaikutukset maa- ja kallioperään. Kuvassa 11-8 (luku 11 Vaikutukset maa- ja kallioperään) on esitetty muinaisten Kitisen uomastojen sijainnit Kuusivaarassa ja sen pohjoispuolisella alueella. Isotooppitutkimusten mukaan tavanomaisia, suoraan sadannasta muodostuneita pohjavesiä tavataan vain Kuusivaaran alueella sekä metsäsaarekkeilla Viiankiaavalla. Viiankiaavan laajat avonevat Kiimakuusikon ja Särkikoskenmaan välisellä alueella ovat kautta vuoden varsin vetisiä, eikä pintavesien virtausta juuri tapahdu. Tällä alueella tapahtuu todennäköisesti hyvin yleisesti imeytymistä suoaltaista (Åberg ym. 2020). Seuraavassa tekstiosuudessa on käsitelty yksityiskohtaisemmin osavaluma-alueiden pohjavesiolosuhteita.

Sakattiojan osavaluma-alue

Sakattiojan osavaluma-alue (ks. kuva 16-9) käsittää lähinnä avointa nevaa, joka viettää suon 189 m korkeudella olevilta keskusosilta lounaaseen, jossa Sakattiojan suu on Kitisen tasossa (181 m mpy). Alueen keskellä ja reunoilla on metsäisiä saarekkeita, Sakattikumpu, Tihiämaa, Kiimakuusikko ja Viiankiaavan Petäjäsaari. Reuna-alueet ovat korpia ja rämeitä, keskiosa vaikeakulkuista rimpinevaa, jossa on vetisen nevan ympäröimiä suolampia kuten Sakattilammit. Sakattiojan kautta purkautuvan osavaluma-alueen pinta-ala on 15,5 km^2. (Salonen 2020.)

Åbergin ym. (2020) laatimassa maaperän pohjavesimallissa on tarkasteltu Viiankiaavan pohjavesivirtauksia vertaamalla yksinkertaista maaperärakennetta kerrosjärjestykseltään aina vain monimuotoisempaan, todellisia olosuhteita vastaavaan malliin. Mitä tarkemmin mallissa huomioitiin suon alla olevan maaperän monikerroksisesti vaihtelevat vedenjohtavuudet, sitä selvemmin mallin kuvaamassa horisontaalisessa pohjavesivirtauksessa tapahtui lisäksi myös pienipiirteistä pohjaveden purkautumista (virtausta ylöspäin) ja imeytymistä (virtausta alaspäin). Alueella voidaankin erottaa imeytymisvyöhykkeitä ja purkautumisvyöhykkeitä . Pohjavesi/pintavesi -vuorovaikutus osoittautui mallinnustyöhön perustuen suurella aapasuoalueella varsin vaihtelevaksi ilmiöksi, jossa imeytymistä on etupäässä suon keskusosissa sekä kivennäismaalajeista muodostuneilla kohoumilla. Pohjaveden purkautuminen keskittyy Sakattiojan suualueelle ja Kitisen väylälle Sakattiojan osavaluma-alueella. (Salonen 2020.)

Åbergin ym. (2020) kuvaamaa vuorovaikutusilmiötä on hahmoteltu kuvassa 16-9 luvussa 16.3.2 Pohjaveden virtaussuunnat. Kuvaan on lisäksi merkitty lähteet (Ramboll Finland Oy 2019) sekä lähinnä kevätsulamiseen liittyvien kausikosteikkojen sijainnit (Salonen 2019). Pohjaveden virtaussuunnat kuvassa 16-10 perustuvat pohjavesiputkien vedenkorkeuksien seuranta-aineistoon sekä Åbergin ym. (2019) mallintamaan pohjaveden virtauskenttään.

Suovesien virtaus kulminoituu keväällä lumeen varastoituneen sadannan vapautuessa. Hankealueella yli puolet pintavalunnasta tapahtuu keväällä, eritoten toukokuussa (Sallantaus 2006). Viiankiaavalla sulamisen yhteydessä lumikuormaan varastoitunut vesimäärä vapautuu ja nostaa vedenpintoja lyhytaikaisesti 20–50 cm, kuten havaitaan suolla sijaitsevista jatkuvatoimisesti vedenkorkeutta mittaavista havaintoputkista (GA 101, 102 ja 103). Vähäisintä vedenpinnan nousu on suon keskialueilla (20–30 cm) ja suurempaa siirryttäessä suon keskialueelta kohti Kitistä (maksimissaan 1,5 m) (Salonen 2020).

Pahanlaaksonmaan etelälaidalla on useita erityyppisiä kausikosteikkoja, joiden hydrologiaa ohjaa sulamisvesistä varastoituvan orsivesiasemassa olevan pohjaveden keväinen purkautuminen. Purkautumisen kausittaisuudesta johtuu, että pohjavesitasojen aletessa ja purkautumisen loppuessa maastossa saattaa loppukesästä näkyä kausikuiva suoaro, eli lakso (Laine ym. 2018).

Vesien virtaukseen vaikuttavat topografian ohella suon pinnan kasvillisuuden synnyttämä morfologia ja myös suon pohjalla olevan maaperän vaihtelevat ominaisuudet. Sakattiojan osavaluma-alueella turvekerrosten alla yleisesti olevat hiekat ja vanha jokiuoma (Uoma 3, kuvassa 11-8 luvussa 11 Vaikutukset maa- ja kallioperään) ohjaavat turpeen pohjaosissa liikkuvan veden kulkua. Suon pohjan epätasaisuudet ja vedenjohtavuuden vaihtelut synnyttävät pienimittakaavaista pohjavesien purkautumista ja imeytymistä (Åberg ym. 2020) aiheuttaen eri alkuperää olevien vesien sekoittumista, mikä on tyypillinen piirre Viiankiaavan vesille (Korkka-Niemi ym. 2017).

Sakattiojan osavaluma-alueella muodostuvan vuotuisen pintavesivaluman määräksi on arvioitu 1,55 milj. m^3. Jaettuna tasan koko vuoden ajalle se vastaa 4 250 m^3/vrk, eli 50 l/s. Pohjavettä muodostuu osapuilleen saman verran. (Salonen 2020.)

Ruosteojan osavaluma-alue

Ruosteojan osavaluma-alue Viiankiaavan länsireunalla on eräs keskeinen kohde pohdittaessa alueen pohjavesiolosuhteita ja kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia ympäristöön. Valuma-alueen vedet laskevat Kitisen kuluttamaan ulkokaarteeseen Ahvenkonelon luona Poikkijoenkankaan ja Pahanlaakson välisellä alueella (Kuva 16-9). Tälle rantakaistaleelle laskee toinenkin pieni puro ja osavaluma-alueen tuntumassa on viisi lähdettä, joiden kasvillisuuden pohjavesiriippuvaisuus on tarkistettu Ramboll Finland Oy:n (2019b) suorittamassa lähdekartoituksessa. (Salonen 2020.)

Ruosteoja ja sen länsipuolinen vähäinen puro keräävät vetensä Viiankiaavan länsiosasta, Pahanlaaksonmaan ja Poikkijoenkankaan väliseltä pieneltä osavaluma-alueelta. Kyseisen pienen osavaluma-alueen yhteinen laajuus 51 ha, ja sen rajaamalla alueella on yksityinen luonnonsuojelualue. Sakatin pääesiintymä sijaitsee osin Ruosteojan osavaluma-alueen pohjoisosan alapuolella. (Salonen 2020.)

Ruosteojan osavaluma-alue on suppea ja maaperän imeytymiskyky hyvä, minkä vuoksi virtaama puron itäosassa yleensä ehtyy pintavalunnan ehtyessä kesän mittaan. Keväällä, kun pohjavesipinnat ovat korkealla, purouomaan tulee vettä paitsi pintavaluntana suolta, myös jokipenkasta pohjavesivirtauksena. Kitisen rannassa olevat lähteet purkavat vettä läpi vuoden. (Salonen 2020.)

Korkka-Niemen ym. (2017) tekemissä lämpökamerakuvauksissa ilmeni, että Ruosteojan osavaluma-alueen piirissä ja etenkin Kitisen rannassa oli hyvin paljon kylmiä anomalioita osoittamassa pohjavesivaikutteisen veden purkautumista. (Salonen 2020.)

Tarkasteltaessa Ruosteojan osavaluma-alueen vesitasetta voidaan arvioida, että sen alueelle tuleva sadanta on noin 270 000 m^3/v. Valuma-alue on pääasiassa hyvin vettä johtavaa soraa, hiekkaa tai huuhtoutunutta moreenia, minkä vuoksi imeytymisprosentiksi voidaan olettaa 50 % (Åberg ym. 2019). Näin ollen pohjavettä muodostuu 135 000 m^3/v, eli 370 m^3/vrk. Pintavalunnan osuus on vähäinen, mikä ilmenee siinäkin, että Ruosteojaan virtaava suovesi ehtyy jo alkukesällä. (Salonen 2020.)

Rantavyöhykkeen tuntumassa sijaitsevissa pohjavesiputkissa (GA 203, 305, 405) on havaittu suurin, jopa 1,5 m luokkaa oleva pohjavedenpinnan vuotuisvaihtelu. Nämä ovat myös ainoita putkia, jotka kevätsulamisen ohella reagoivat selkeästi syksyn sateisiin. Vaihtelun suuruus johtunee

moreenivälikerrosten pidättämistä orsivesistä, joiden suhteellisen vähäinen vesivarasto tyhjenee nopeasti kevään–kesän mittaan aiheuttaen suuren aleneman. (Salonen 2020.)

Kitisen rannan lähteistä purkautuu kuitenkin runsaasti vettä laajalla vyöhykkeellä, kuten lähdekartoituksessa inventoidut viisi lähdettä (Ramboll Finland Oy 2019b) ja lämpökamerakuvauksissa havaittu laaja kylmä anomalia (Korkka-Niemi ym. 2017) osoittavat. Voidaankin päätellä, että alueella purkautuu pohjavettä, jonka muodostumisalue on paljon suurempi kuin pintavesien osavaluma-alue. (Salonen 2020.)

Kitisen aikaisemman uoman sijoittuminen (uoma 5, kuvassa 11-8 luvussa 11 Vaikutukset maa- ja kallioperään) ja siihen liittyvien turpeen alaisten sorien ja hiekkojen esiintyminen (Åberg ym. 2017), kallioperän painanne siihen liittyvine siirroslinjoineen (Åberg ym. 2017, Luukas 2017, Stantec Consulting Ltd 2020) sekä pohjavesien virtausmalleissa (Åberg ym. 2019, Stantec Consulting Ltd 2020) ilmenevä pohjavesien virtauksien kääntyminen kaikki viittaavat siihen, että tälle alueelle ohjautuu pohjavettä, joka muodostuu laajalla alueella Viiankiaavalla. Pohjavesi purkautuu osittain rantatörmän lähteistä, mutta sitä virtaa myös kallion rakoja ja alimpia hiekkakerroksia myöten Kitiseen. (Salonen 2020.)

Kuusivaaran osavaluma-alue

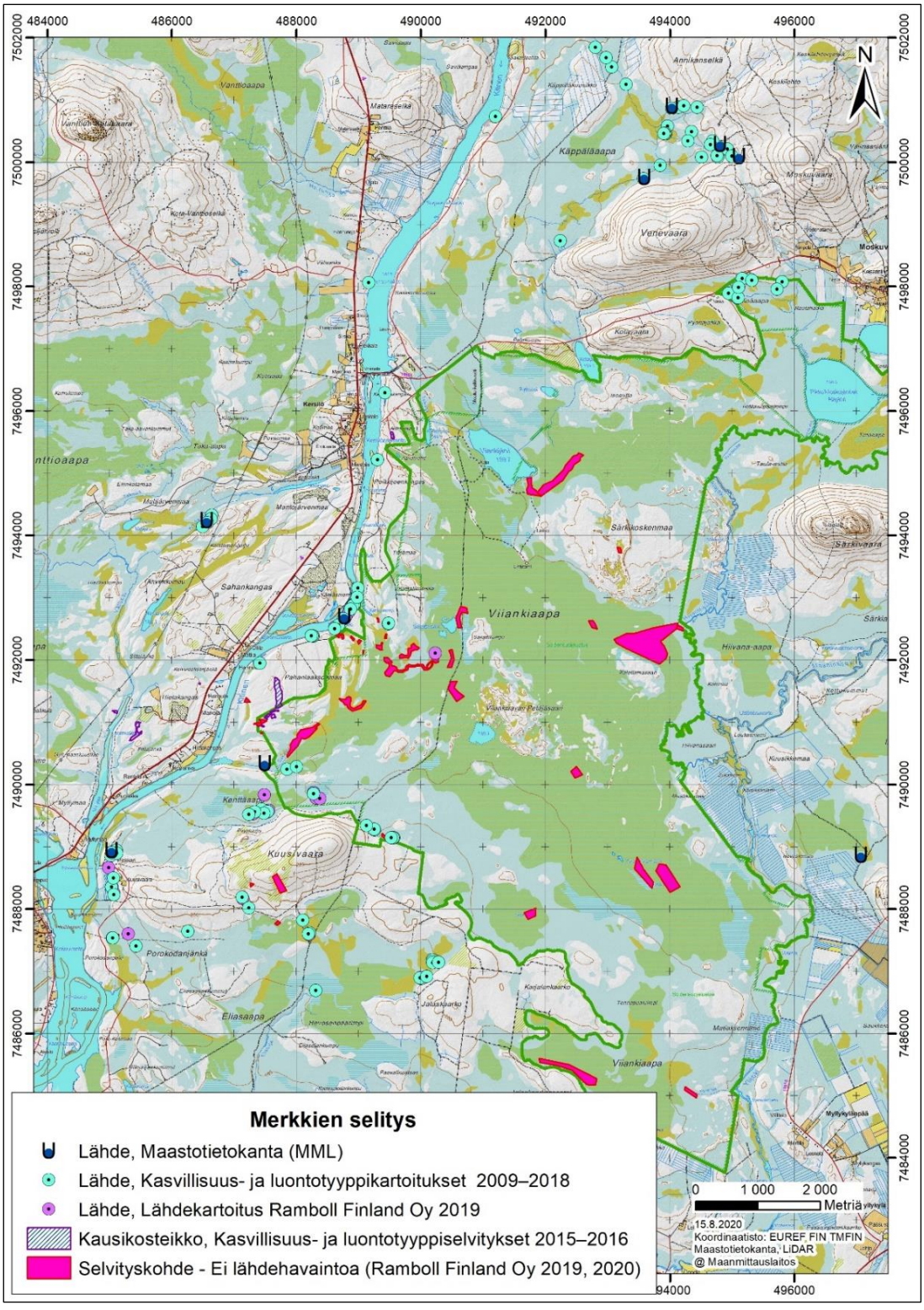
Viiankiaavan ja Sakattiojan eteläpuolella Kuusivaarassa vallitsee oma erillinen pohjavesisysteeminsä, jonka veden isotooppiarvot heijastavat paikallisen sadannan koostumusta, jossa ei ole haihdunnan vaikutusta. Kuusivaaralla pohjaveden imeytyminen on tehokasta huuhtoutuneen moreenin sekä rinteen juurella olevien hiekkakerrostumien ansiosta (Salonen 2020) Tällä alueella muodostunutta pohjavettä purkautuu Kenttäaavalla kartoitetuissa huurresammallähteissä ja muissa lähteissä (Ramboll Finland Oy 2019b).

16.2.4 Lähteet

Lähteet ovat alueita, joista pohjavesi purkautuu maanpinnalle tai vesistöön. Lähteet voidaan jaotella niiden purkautumistavan perusteella kolmeen päätyyppiin: purolähteet, allikkolähteet ja hetteikkölähteet. Lähteet voidaan luokitella myös biologisin perustein niiden kasvillisuuden mukaan huurresammallähteikköihin sekä erityyppisiin ravinteisuuden (rehevä-niukkaravinteinen) mukaan määriteltäviin lähteikköihin. (Eurola ym. 2015, Raatikainen 1989.)

Viiankiaavan Natura 2000 –suojelualueen sisäpuolella ei ole Maastotietokannassa yhtään lähdettä. Sakattiojansuun läheisyydessä sijaitsee yksi lähde ja Kitisen rannalla vastapäätä Kärväsniemen mutkaa yksi lähde (Salonen 2019). Peruskartassa on merkitty edellä mainittujen lähteiden lisäksi yksi lähde Kuusivaaran luoteispuolelle lähelle Kitisen rantaa (lähde ei ole enää luonnontilainen, Ramboll Finland Oy 2019b). Kartoilta puuttuvat yleisesti kuitenkin pienikokoiset allikko- ja purolähteet sekä tihkupinnat, joita on arvioitu olevan moninkertaisesti verrattuna ns. karttalähteiden määrään. Sakatin kaivoshankkeeseen liittyvien maastotutkimusten yhteydessä lähteitä ja pohjaveden ajoittaista purkautumista on tavattu erityisesti Pahanlaaksonmaan ympäristössä (Salonen 2019). Lisäksi lähteiden esiintymistä on kartoitettu erilaisin hydrogeologisin menetelmin vuosina 2015−2019 Helsingin yliopiston ja AASM Oy:n toimesta. Tutkimukset olivat perustuneet mm. dronella (miehittämättömällä ilma-aluksella) tehtyihin infrapunakuvauksiin, vesikemiallisiin mittauksiin ja määrityksiin sekä paikkatietoaineistojen tarkasteluihin ja analyyseihin. Pohjaveden lämpötila on alueella noin neljä astetta ja siten pohjavesivaikutteiset alueet erottuvat kesäisin kylmempinä alueina niitä ympäröivistä alueista. Selvityksiä on lisäksi tarkennettu tarkastelemalla potentiaalisia pohjaveden purkausalueita maastossa kevättalvella. Kuvassa 16-5 on kartta lähteistä ja pohjaveden

purkautumispaikoista Viiankiaavalla ja sen lähiympäristössä. Kuvassa 16-6 on esitetty kaksi erityyppistä lähdettä (ajoittainen ja pysyvä pohjaveden purkautuminen).



Kuva 16-5 Kartta lähteistä ja pohjaveden purkauspaikoista Viiankiaavan Natura-alueella ja sen ympäristössä.

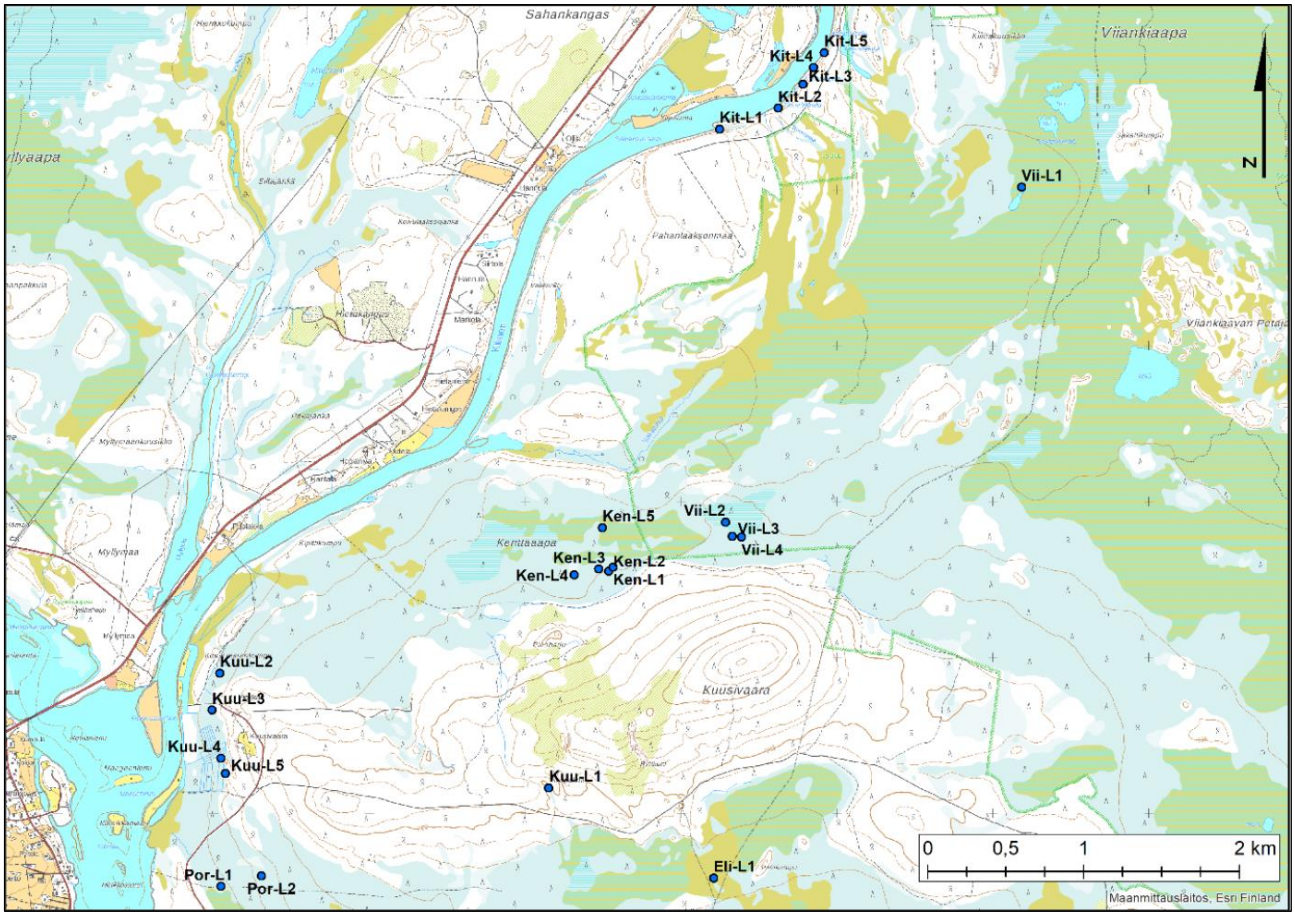
Ramboll Finland Oy (2019b) toteutti biologisen lähdekartoituksen em. hydrogeologisin menetelmin tunnistetuilla mahdollisilla lähdekohteilla. Kartoituksessa havaittiin Viiankiaavan, Pahanlaaksonmaan ja Kuusivaaran alueilla yhteensä 22 lähteikköluontotyypin määritelmän (Kontula & Raunio 2018) mukaista lähdekohdetta ja näistä neljä lukeutuu lisäksi luontodirektiivin liitteessä I mainittuun Lähteet ja lähdesuot-luontotyyppiin.

Varsin suuri osa hydrogeologisten menetelmien perusteella mahdollisiksi lähdekohteiksi tunnistetuista paikoista ei täyttänyt määritelmän (Kontula & Raunio 2018) mukaisia lähteikköluontotyyppien kriteerejä (Ramboll Finland Oy 2019b). Kasvillisuuskartoituksen avulla varmistettujen lähteiden sijainti on esitetty kuvassa 16-5.

Lähdekartoituksessa Kuusivaaran rinteeltä tunnistettiin yksi meso-eutrofinen lähdekohde Rytikurun länsipuolella (Kuva 16-7, lähde Kuu-L1). Lisäksi Eliasaavalla tunnistettiin meso-eutrofinen lähteikkö, jossa on avolähteitä sekä tihkupintoja (Kuva 16-7, lähde Eli-L1). Rytikurun alueella havaittiin kausikosteikkoja, mutta alueelta ei tunnistettu lähteikköluontotyypin määritelmän mukaisia lähdekohteita eikä pohjavesiriippuvaista kasvillisuutta. (Ramboll 2019b)

Vuoden 2019 lähdekartoitusta täydennettiin vuonna 2020 (Ramboll Finland Oy 2020g) Viiankiaavan itäosan alueella. Selvityksessä ei havaittu biologisella kartoitusmenetelmällä selkeästi lähteiksi luokiteltavia kohteita. Osa kohteista ei selkeästi ollut lähteitä, mutta osa kohteista jäi tulkinnanvaraisiksi lähteistä käytetyn biologisen määritelmän suhteen. Tarkistetuista kohteista Viiankijärven itäpuolelle sijoittuva kohde, Viiankilampien alueella sijaitseva kohde ja suon kaakkoisreunalla sijaitseva kohde ovat sellaisia, joiden osalta ei voi sulkea pois mahdollista pohjaveden vaikutteisuutta. (Ramboll Finland Oy 2020g.)

Kuva 16-6 Pohjaveden ajoittaista (A) ja pysyvää (B) purkautumista Viiankiaavalla Pahanlaaksonmaan itälaidalla. (Lähde: Salonen 2019)



Kuva 16-7 Kartta havaituista lähdekohteista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2019b)

16.2.5 Kalliopohjavesi

Kalliopohjavettä esiintyy alueella kallion yläosan rapautuneessa ja ruhjeisessa osassa matalana kalliopohjavetenä sekä kallion rakenteissa ja ruhjeissa syvänä kalliopohjavetenä. Syvemmällä ehjässä kalliossa vesi voi liikkua ainoastaan ruhjeissa ja rakenteissa, jos ne ovat vapaita rakotäytteistä. SRK Consulting (UK) Ltd (2019a) tutkimusten mukaan kallion rakenteet ovat huonosti yhteydessä toisiinsa, ja rakenteiden vedenjohtavuusominaisuudet vaihtelevat huomattavasti sekä rakenteiden sisällä että eri rakenteiden välillä. Kallion vedenjohtavuus on suurempi kallion rapautuneessa ja rikkonaisessa ylemmässä osassa ja tutkimusten mukaan kallion vedenjohtavuus pienenee syvemmälle mentäessä, ja noin 150–200 m syvyydessä vedenjohtavuus alenee selkeästi ja syvällä olevat rakenteet ovat huonosti yhteydessä toisiinsa. Ruhjeiden vedenjohtavuus vaihtelee alhaisesta kohtalaiseen. Alueen kalliorakenteista merkittävin on ns. pohjaruhje, joka tutkimusten perusteella on hyvin vettä johtava kallioperän lähes pystyasentoinen ruhje (ks. Luku 11 Vaikutukset maa- ja kallioperään) ja siihen varastoituneen veden määrä on huomattava. (SRK Consulting (UK) Ltd 2019a.)

Joissakin kalliopohjavesinäytteissä on todettu nuoria ikiä ja pintavesivaikutuksesta kertovia merkkejä koostumuksessa. Pohjaruhjeen veden ikä on todennäköisesti satoja miljoonia vuosia ja rakenteella ei ole havaittu yhteyttä pinnalla oleviin vesiin (Korkka-Niemi ym. 2020, Karhu ym. 2020.)

16.2.6 Pohjaveden pinnankorkeudet

AASM Oy on tarkkaillut pohjaveden laatua ja pohjavedenpinnanvaihteluita alueella huhtikuusta 2012 lähtien. Esiintymän ympärille on asennettu alun perin 22 pohjavesiputkea, joissa 17:ssä on jatkuvatoiminen pinnankorkeutta mittaava laitteisto. Vuosina 2017–2019 alueelle on asennettu 63 maaperä- ja kallioperän havaintoputkea (kuva 16-8). Näistä havaintoputkista 32 havaintoputkea on jatkuvatoimisia, maaperän pohjavesiputkia 21 kpl ja kalliopohjaveden havaintoputkia 42 kpl.

Kuva 16-8 Pohjaveden tarkkailuputket hankealueella.

Alueella ei ole varsinaista pohjavesipintoihin tai pohjaveden virtaussuuntiin vaikuttavaa toimintaa, vaan vaihtelu alueella on pääosin luontaista. Kitisen säännöstely on vedenpinnan nousun ja kevättulvien heikentymisen johdosta vaikuttanut Viiankiaavan alueen luontaisiin pohjavesiolosuhteisiin sekä hydrologiaan (Åberg ym. 2019). Matarakosken padon rakentaminen on aiheuttanut joen pinnankorkeuden nousun useilla metreillä padon pohjoispuolella, mikä on vaikuttanut todennäköisesti myös pohjaveden virtauskuvaan ja suon vetisyyden lisääntymiseen Viiankiaavan pohjoisosissa (Salonen ym. 2015, Suonperä 2016, Åberg ym. 2017, Åberg ym. 2019, Salonen 2020).

Pohjavedenpinnan vaihtelu riippuu mm. sadannasta, maaperän vedenjohtavuusominaisuuksista, pohjavesimuodostuman koosta, pohjavedenpinnan etäisyydestä maanpinnasta ja topografiasta. Vuosittaisessa pohjaveden pinnanvaihtelussa on yksi maksimi kesäkuussa johtuen sulamisvesistä ja yksi minimi huhtikuussa ennen lumen sulamista. Vuosittaisella pohjavedenpinnanvaihteluiden suuruudella on havaittu olevan yhteys etäisyyteen Kitisestä (Åberg ym. 2019). Kitisen läheisyydessä pohjavedenpintojen vuosivaihtelu on suurin ja kauempana Kitisestä pohjavedenpintojen vuosivaihtelu on vähäisempää (Salonen ym. 2015, Åberg ym. 2019). Runsassateiset kaudet näkyvät hetkellisinä nousuina pohjavesipinnoissa vuosivaihtelun ollessa selkeää. Vuosittaisen pohjavedenpinnan tason vaihtelu on suurimmillaan noin 1,5 m.

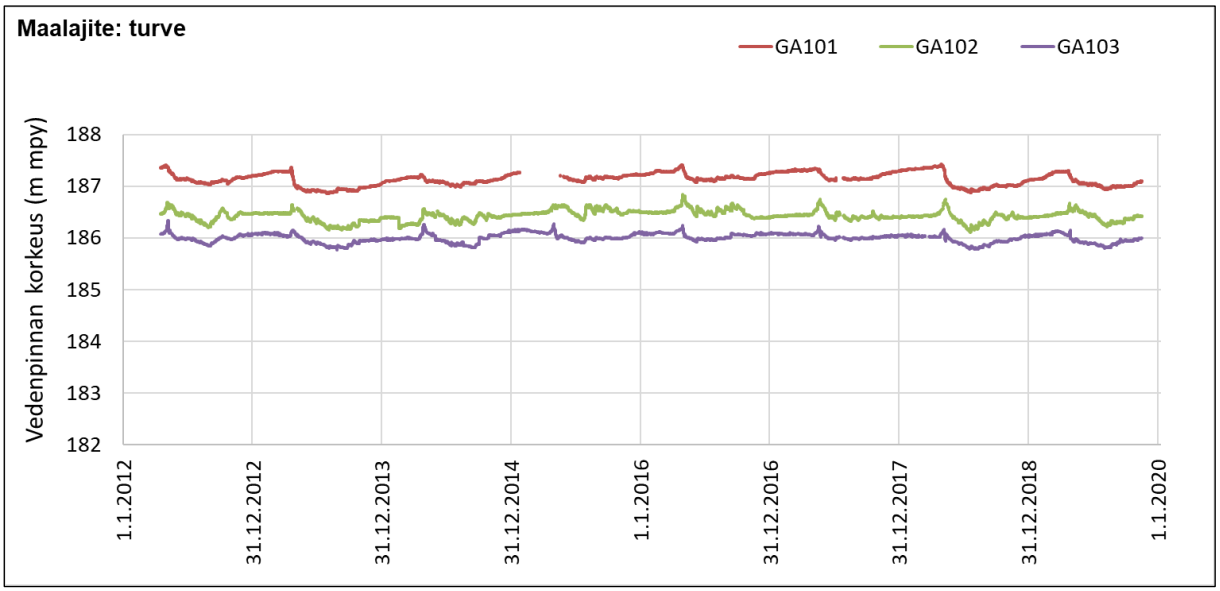
Kaavioissa (Kaavio 16-1Kaavio 16-2Kaavio 16-3) on esitetty alueelle asennettujen matalien GA-havaintoputkien automaattisten mittausten osoittamat veden korkeustason vaihtelut turpeessa, pohjaveden korkeustason vaihtelut lajittuneissa ja lajittumattomissa/joki- ja jäätikkö-syntyisissä kerrostumissa sekä kallioon asennetuissa havaintoputkissa ajanjaksolla 10.5.2012–17.11.2019. Aineistosta voidaan todeta veden pinnankorkeuksien vähäinen vaihtelu turpeeseen asennetuissa havaintoputkissa. Näissä havaintoputkissa (GA101, GA102 ja GA103) vedenpinnan vaihtelu kuvastaa suon pintavesitason vaihtelua eikä pohjaveden pinnan vaihtelua. Viiankiaavan suoalueella olevien havaintoputkiryhmien (GA101, GA301, GA401; GA102, 302, 402 sekä GA103, GA303, GA403) vedenpinnoissa ei ole havaittavissa suuria vuosittaisia vaihteluita eikä merkittävää vedenpinnan nousua roudan ja lumen sulaessa alueelta. Havaintoputkiryhmien automaattisten mittausten pohjavedenpinnan korkeudet on esitetty kaavioissa (Kaavio 16-4, Kaavio 16-5, Kaavio 16-6) ajanjaksolla 10.5.2012–17.11.2019.

Tutkimusalueen länsiosassa, lähellä Kitistä olevan pohjaveden havaintoputkiryhmän GA203 (hiekka/sora), GA305 (moreeni) ja GA405 (kallio) alueella pohjaveden pinnan korkeus vaihtelee selkeästi vuodenaikojen mukaan, ja putkissa GA203 ja GA305 (alimmat käyrät) on muita suurempi pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu (Kaavio 16-2,Kaavio 16-3). Suurempi pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu Kitisen rantaa lähellä olevissa muodostumissa on seurausta kohteiden moreeniainesta sisältävistä välikerroksista ja orsivesistä. Niiden vesivarastot täyttyvät kevätsulamisen yhteydessä ja vuodesta riippuen viivästyttävät pohjavedenpinnan kesäistä laskua. Pohjavedenpinnan taso nousee noin 1,0–1,5 metriä roudan ja lumien sulaessa alueelta ja laskee sen jälkeen syksyyn asti. Syksyllä on havaittavissa pohjaveden pinnan nousu ennen talvella tapahtuvaa vedenpinnan laskua (GA203, GA305 ja GA405). Kitisen itärannalla pohjavedenpinnantaso on keskimäärin muutamia metrejä maanpinnantasoa alempana. Hiekkaisilla ja soraisilla alueilla on havaittavissa pohjaveden painetason olevan kalliossa alempana kuin hiekoissa, sorissa ja moreenissa (Kaavio 16-3), mikä viittaa siihen, että pohjaveden virtaus suuntautuu maakerroksista kohti kallioperää. Putket GA405 ja GA404 reagoivat voimakkaasti vuotuiseen lumien sulamiseen osoittaen, että niissä kallion pintaosan pohjavesi on yhteydessä maaperän pohjaveteen (moreenikerros). Putkien GA401, GA402 ja GA403 vaihtelu noudattaa suon pintaveden korkeusvaihtelun

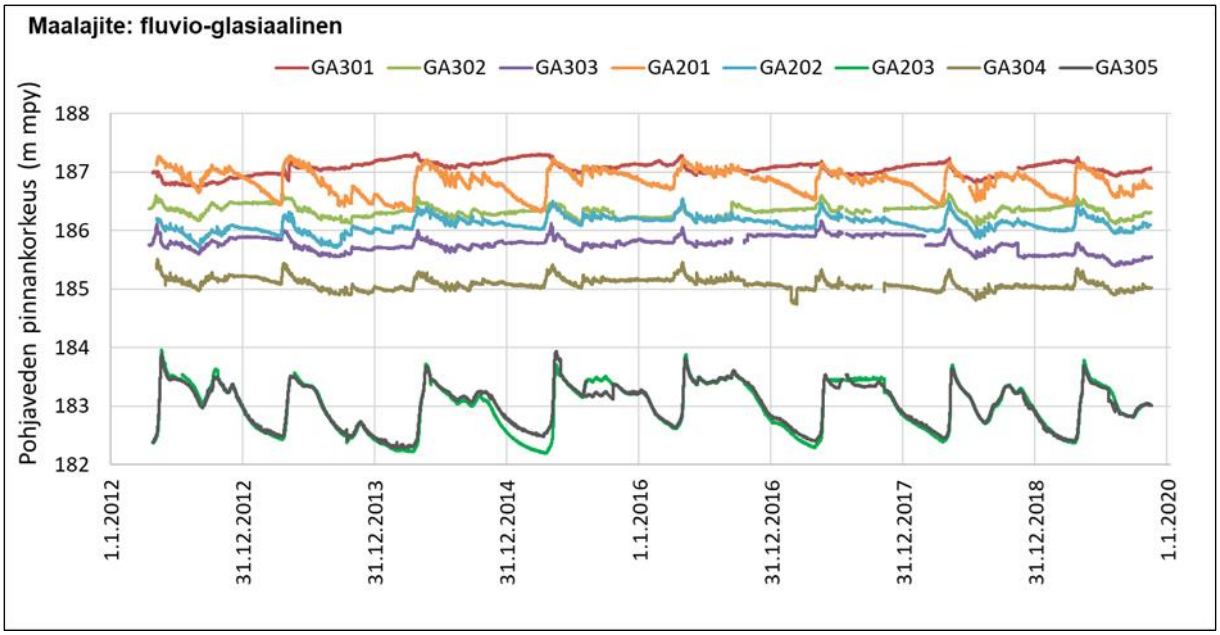
voimakkuutta. Eri yksiköiden (turve, maaperä, kallion yläosa) pohjavedet muodostavat näin toisiaan puskuroivan systeemin, joiden välinen vuorovaikutus vaihtelee vuodesta ja vuodenajasta toiseen.

Kairauksissa on havaittu joidenkin kallioperän rakenteiden veden olevan paineellista, jolloin kairareiässä ovat hetkellisesti vallinneet paineelliset olosuhteet. Kyseessä on kuitenkin ollut hetkellinen ilmiö. (SRK Consulting (UK) Ltd 2019c.)

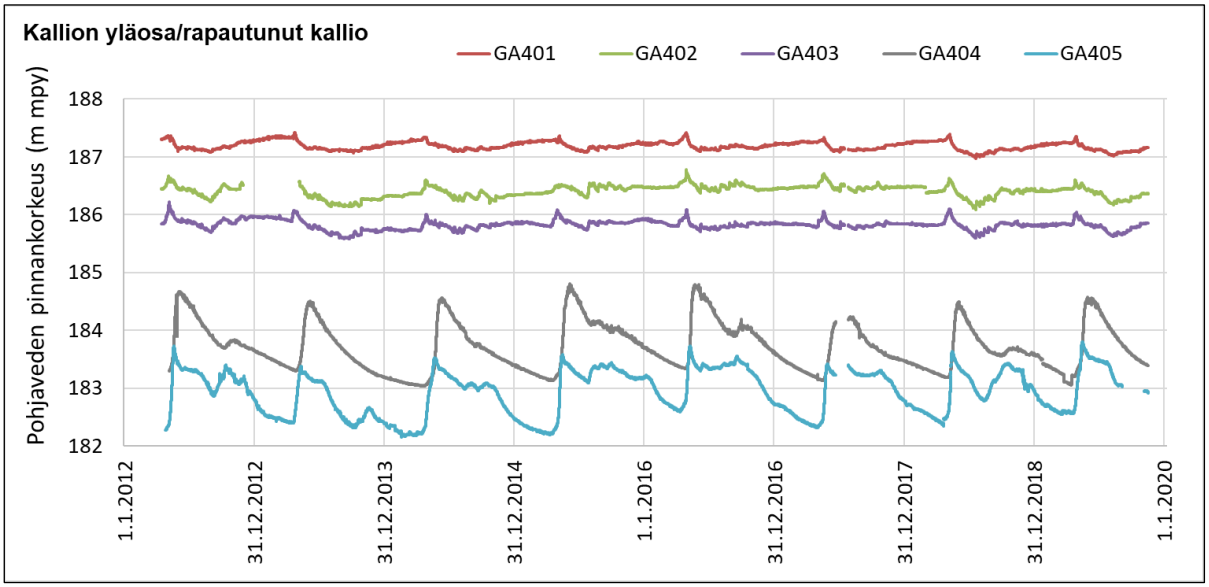
Kaavio 16-1 Turpeeseen asennettujen havaintoputkien vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 10.5.2012– 17.11.2019. Vedenpinnan vuotuinen vaihtelu on alle 50 cm suuruista ollen pienintä suon keskellä sijaitsevalla GA103 putkella noin 20–30 cm luokkaa.



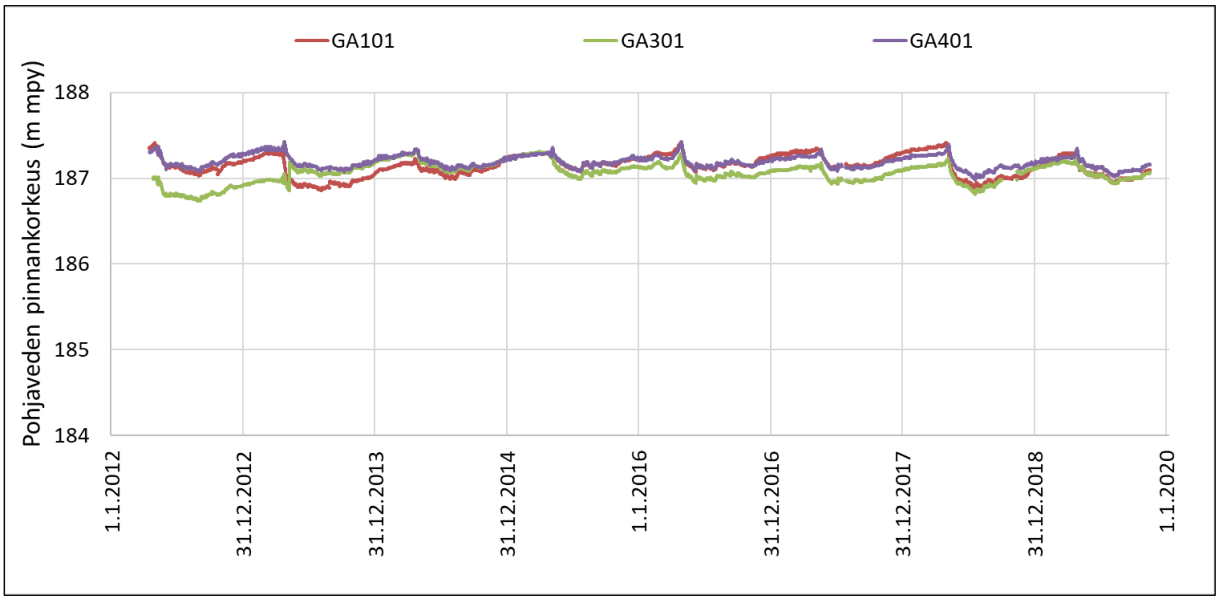
Kaavio 16-2 Maaperän lajittuneisiin (hiekka/sora) ja lajittumattomiin (moreeni) kerrostumiin asennettujen havaintoputkien vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 10.5.2012–17.11.2019.



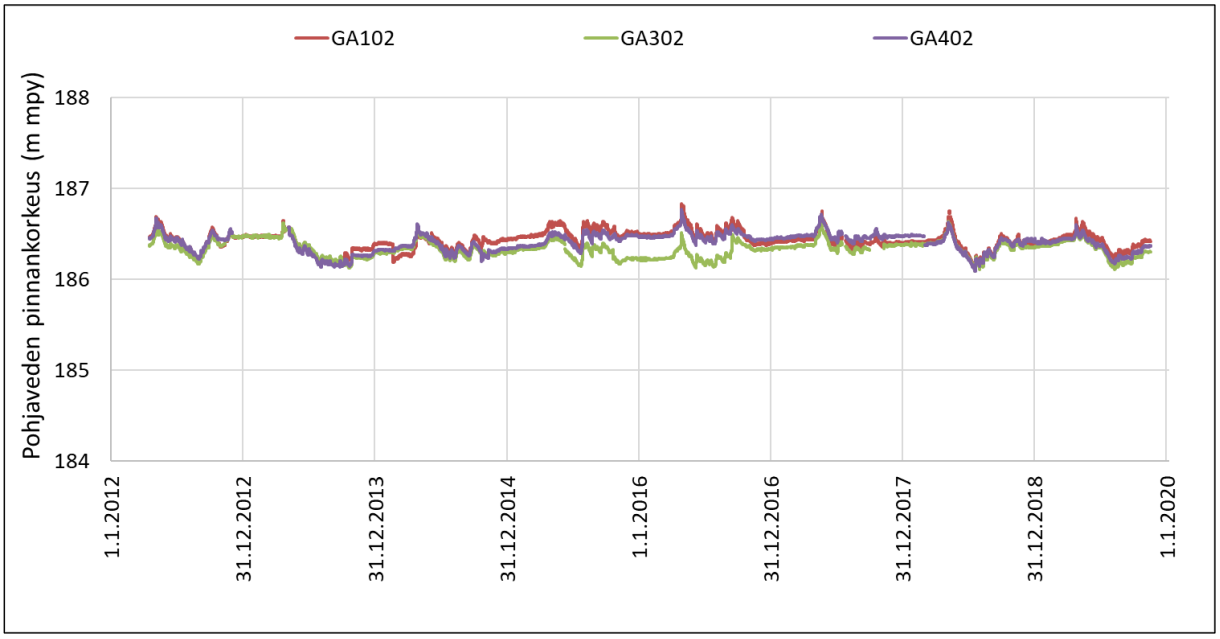
Kaavio 16-3 Kallion yläosaan asennettujen havaintoputkien vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 10.5.2012–17.11.2019.



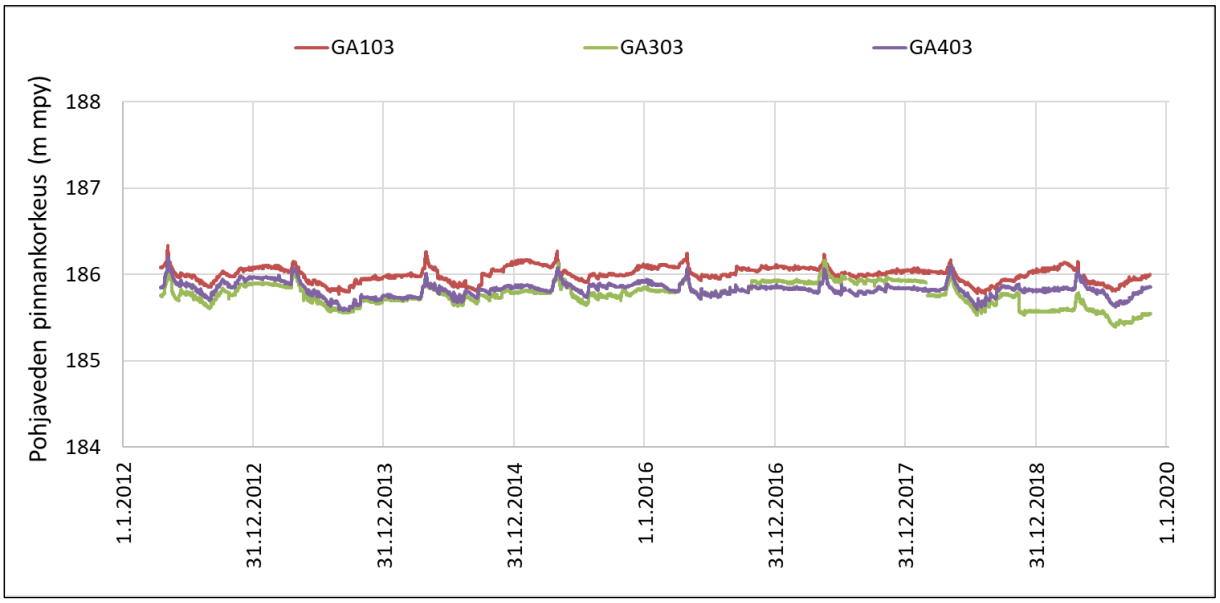
Kaavio 16-4 Havaintoputkiryhmän GA101, GA301 ja GA401 vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 10.5.2012–17.11.2019.



Kaavio 16-5 Havaintoputkiryhmän GA102, GA302 ja GA402 vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 10.5.2012–17.11.2019.



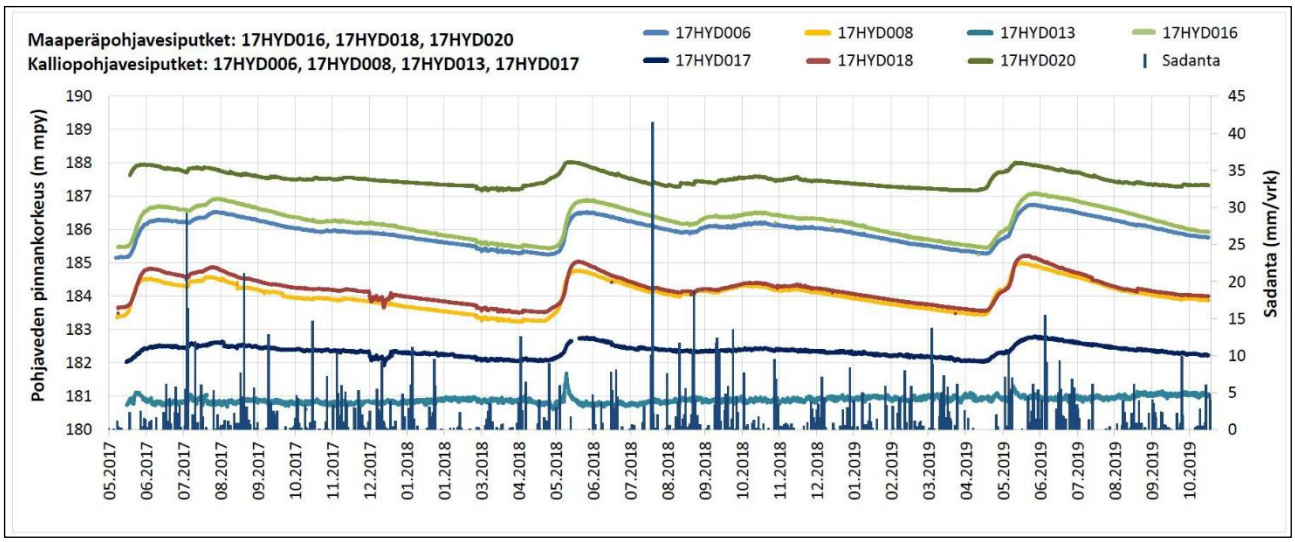
Kaavio 16-6 Havaintoputkiryhmän GA103, GA303 ja GA403 vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 10.5.2012–17.11.2019.



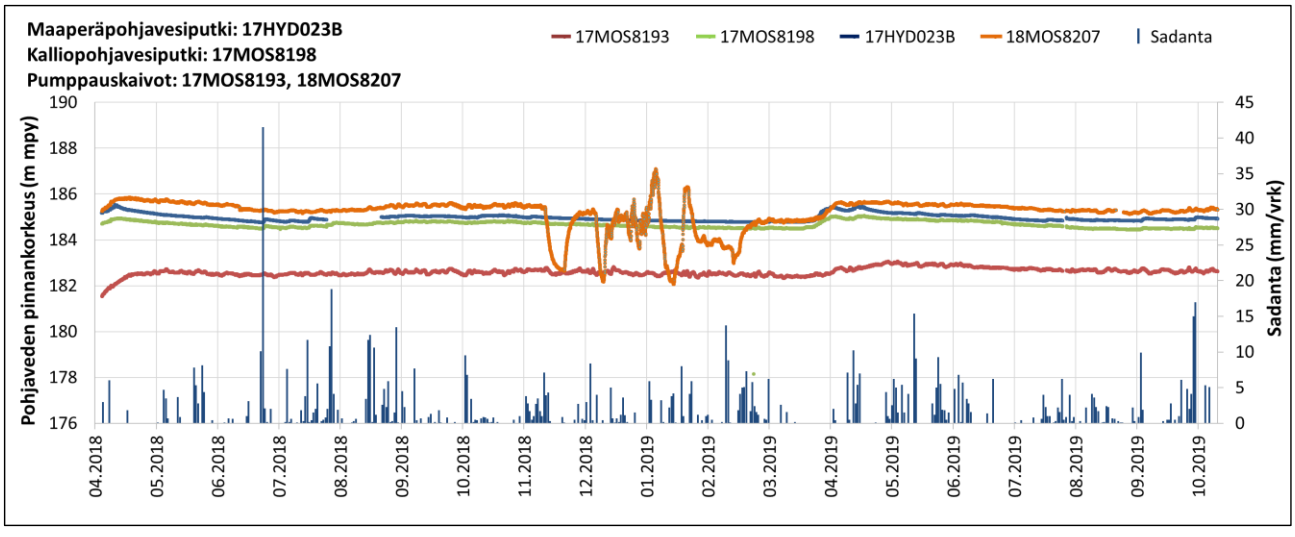
Kalliopohjavesiputkia (17HYD006, 17HYD008, 17HYD013, 17HYD017) on asennettu eri kivilajiyksiköihin ulottuen noin 100–250 m syvyyteen (Kaavio 16-7). Syviä kalliohavaintokaivoja on asennettu pohjaruhjeeseen (17MOS8193) noin 1000 m syvyyteen ja ruhjeeseen (18MOS8207) noin

900 m syvyyteen. Pinnankorkeusaineiston perusteella kalliopohjavesien pinnantasot reagoivat kevätsulantaan (Kaavio 16-7, Kaavio 16-8).

Kaavio 16-7 Kaudella 2016/2017 maaperän ja kalliopohjavedenhavaintoputkien vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 1.5.2017–20.10.2019. Lumien sulaminen näkyy kaikissa sarjoissa vedenpinnan nousuna keväällä 2018 ja 2019.



Kaavio 16-8 Kaudella 2017/2018 asennettujen pohjavesihavaintoputkien vedenpintojen korkeusvaihtelu ajanjaksolla 10.4.2018–18.10.2019. 17MOS8193-pumppauskaivossa havaittava vedenpinnan nousu tarkkailujakson alussa on vedenpinnan palautumista pitkäkestoisesta pumppauskokeesta keväällä 2018. Kevätsulannan vaikutus nähdään kaikissa havaintoputkissa keväällä 2019. 18MOS8207-pumppauskaivon painetasossa on voimakasta vedenpinnan vaihtelua johtuen kairaustoiminnasta.



16.2.7 Maa- ja kalliopohjaveden virtaussuunnat

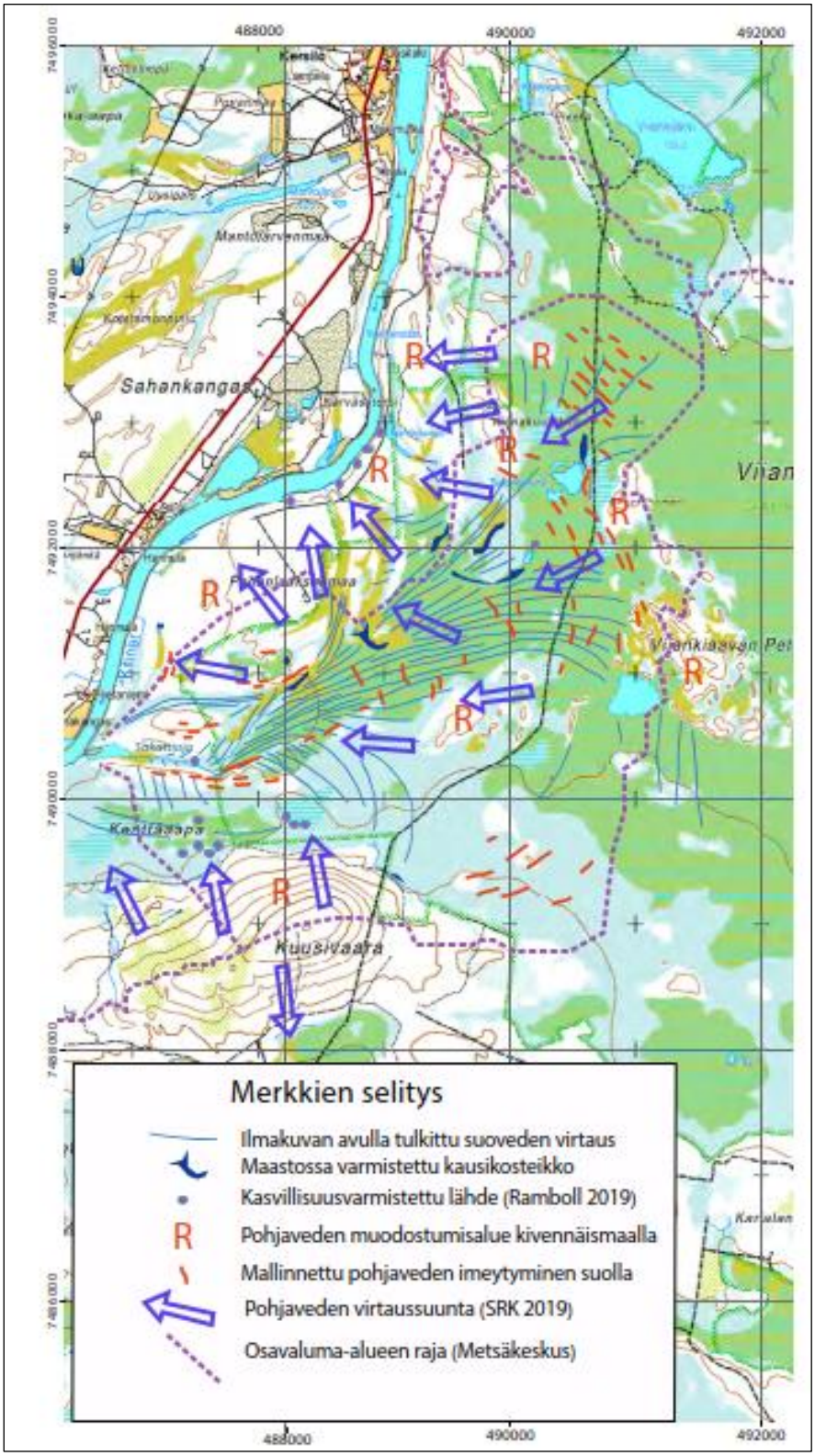
Helsingin yliopiston 3D-mallinnuksella (MODFLOW-2005) tehdyissä tutkimuksissa on määritetty pohjaveden virtaussuunnat sekä purkautumis- ja muodostumisalueet Viiankiaavan länsiosan ja Pahanlaaksonmaan alueella (Åberg ym. 2019, Åberg ym. 2020). Mallinnuksen pohjana on hyödynnetty aikaisempaa 3D-maaperämallinnusta (Åberg ym. 2017). Vaara-alueilla pohjaveden virtaussuuntia ohjailee pääasiassa kalliopinnan topografia sekä osaltaan kallioperän ruhjevyöhykkeet. Vaara-alueiden ulkopuolella pohjaveden virtaukseen vaikuttavat topografian lisäksi maaperäkerrostumien paksuudet, vedenjohtavuudet ja sisäinen rakenne.

Maaperän pohjavesi

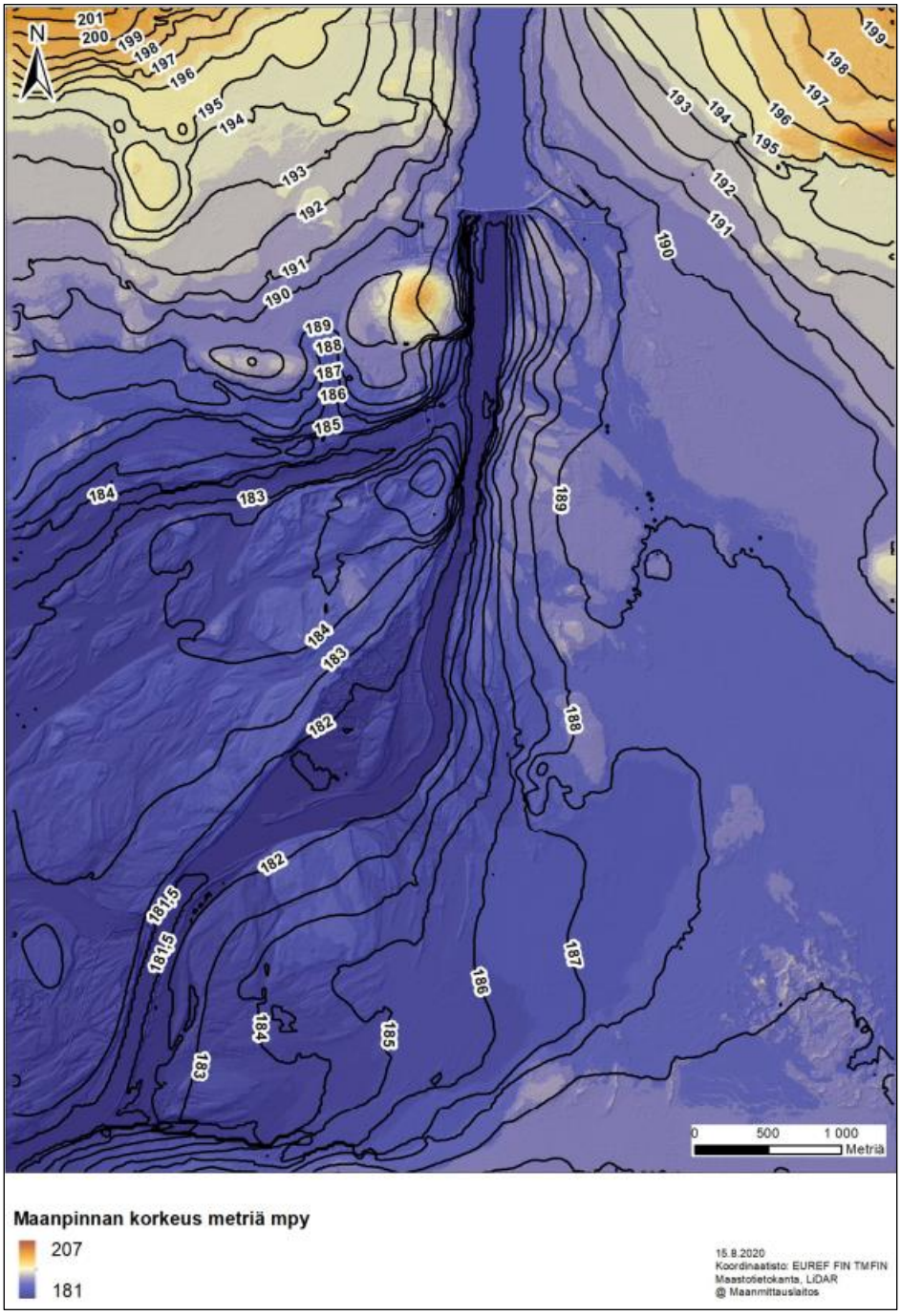
Helsingin yliopiston pohjavedenvirtausmallinnuksen ja AASM:n keräämän pohjaveden pinnankorkeuden seuranta-aineiston perusteella pohjaveden päävirtaussuunta on Viiankiaavan keskialueilta kohti Kitistä eli pääpiirteissään idästä länteen (Kuva 16-9, Kuva 16-10) (Salonen ym. 2015, Korkka-Niemi ym. 2017, Åberg ym. 2019, Åberg ym. 2020). Keväisin pohjaveden virtaussuunta kääntyy jossain määrin koillinen-lounas suuntaiseksi. Tämä muutos johtuu pohjaveden pinnan hieman nopeammasta noususta alueen pohjoisosissa.

Pohjavesivirtaus näyttää keskittyvän tietyille vyöhykkeille. Esimerkiksi Ruosteojan valuma-alueella, Kärväslammen ja Pahanlaaksonmaan välissä, Kitisen aikaisemman uoman sijoittuminen ja siihen liittyvien turpeen alaisten sorien ja hiekkojen esiintyminen (Åberg ym. 2017), kallioperän painanne siihen liittyvine siirroslinjoineen (Åberg ym. 2017, Luukas 2017, Stantec Consulting Ltd 2020) sekä pohjavesien virtausmalleissa (Åberg ym. 2019, SRK Consulting Ltd 2019a) ilmenevä pohjavesien virtauksien kääntyminen viittaavat kaikki siihen, että tälle alueelle ohjautuu pohjavettä, joka muodostuu laajalla alueella Viiankiaavalla. Pohjavesi purkautuu osittain rantatörmän lähteistä, mutta sitä virtaa myös kallion rakoja ja alimpia hiekkakerroksia myöten Kitiseen. Kaikissa pohjavesissä tällä nimenomaisella alueella, mukaan lukien kalliopohjavedessä, on ainakin 100 metrin syvyyteen asti havaittu merkittävä komponentti hapen ja vedyn isotooppikoostumukseltaan haihtunutta vettä, joka on siis lähtöisin laajoilla ylempänä olevilla suoalueilla vähitellen imeytyvistä pintavesistä (Karhu ym. 2020, Salonen 2020). Viiankiaavan alueella pohjavesien virtaus tapahtuu pääosin horisontaalisena, suon pinnan suuntaisena virtauksena suon turvekerroksen alla olevissa maakerrostumissa. Paikoin tapahtuu pienipiirteistä pohjaveden purkautumista (virtausta ylöspäin) ja paikoin vesien imeytymistä (virtausta alaspäin). (Salonen 2020.)

Viiankiaavan ja Sakattiojan eteläpuolella Kuusivaarassa vallitsee oma erillinen pohjavesisysteeminsä, jonka veden isotooppiarvot heijastavat paikallisen sadannan koostumusta. Kuusivaaralla pohjaveden imeytyminen on tehokasta huuhtoutuneen moreenin sekä rinteen juurella olevien hiekkakerrostumien ansiosta. Kuusivaara jakaa pohjaveden virtausta siten, että sen pohjoispuolelle virtaus on kohti luodetta kääntyen vähitellen kohti länttä ja Kitistä. Pohjoispuolisella alueella muodostunutta pohjavettä myös purkautuu Kenttäaavalla kartoitetuissa huurresammallähteissä (Ramboll 2019b). Kuusivaaran etelärinteeltä pohjaveden virtaus on kohti kaakkoa, etelää ja lounasta. Eliasaavan länsiosista pohjavesi virtaa kohti Kitistä.



Kuva 16-9 Pohjaveden muodostumis- ja imeytymisalueet ja päävirtaussuunnat. Pohjaveden virtaussuunta on määritetty Åberg ym. 2019 ja SRK Consulting (UK) Ltd 2019a mukaan. (Lähde: Salonen 2020) Kuvassa on virheellisesti esitetty Sakattiojan lähteen olevan kasvillisuusvarmistettu.



Kuva 16-10 Maaperän pohjaveden pinnankorkeudet. Maastokarttarasteri, LiDAR @ Maanmittauslaitos. (Åberg ym. 2019, muokattu).

Kalliopohjavesi

Syvemmällä kalliossa olevan pohjaveden virtauskuvio on monimutkainen ja tapahtuu kallioperän ruhjeissa ja raoissa korkeammasta painetasosta kohti alhaisempaa painetasoa. Ehjässä kalliossa vesi ei liiku. Myös kallion pinnalla oleva jääkautta vanhempi rapauma mahdollistaa pohjaveden virtauksen. Kalliopohjavettä virtaa rakoja pitkin myös Kitiseen (Salonen 2020).

Matalalla kallioperän vedellä (12-96 m) on yhteys suon haihtuneeseen pintaveteen. Kallioperän vedenjohtavuus pienenee 150–200 metrin syvyydessä (SRK 2019) ja syvällä olevat rakenteet ovat huonosti yhteydessä toisiinsa. 900 metrin syvyydellä olevan pohjaruhjeen veden ikä on todennäköisesti satoja miljoonia vuosia (Korkka-Niemi ym. 2019b, Karhu ym. 2020). Sillä ei ole yhteyttä pinnalla oleviin vesiin.

Alueella voi tapahtua rakoilleessa/rikkonaisessa kallioperässä olevan pohjaveden ja kallion yläpuolella hyvin vettä läpäisevässä maakerroksessa (hiekka/sora/hiekkamoreeni) olevan pohjaveden sekoittumista. Pohjavesien sekoittumiseen vaikuttavat kallioperän ja maaperän vedenläpäisevyys sekä pohjaveden painetasot eri pohjavesivyöhykkeissä.

16.2.8 Pohjaveden laatu

Pohjavesien laatua ja ominaisuuksia sekä pohjaveden virtausta ja vuorovaikutusta pintavesien kanssa on käsitelty Helsingin yliopiston tutkimuksissa (Salonen ym. 2014, Korkka-Niemi ym. 2017, Lahtinen 2017, Bigler 2018, Åberg ym. 2019, Karhu ym. 2020). Alueen pohjavesigeologiaan vaikuttavat luokitellut maaperän pohjavesiesiintymät (akviferit) ja niiden rakenne (hydrostratigrafia), lähteet ja pohjavesipurkautumat. Maaperä ja ilmasto mahdollistavat pohjavesien tehokkaan muodostumisen ja varastoitumisen. Tutkimusalueella suoritetut maaperätutkimukset (mm. Räisänen 2014, Salonen ym. 2014, 2016, Åberg ym. 2017, Åberg ym. 2020) osoittavat, että Kitisen itäpuolella olevalla alueella ei sijaitse laajoja yhtenäisiä lajittuneita hiekka- tai sorakerrostumia ja että olemassa olevat pohjavesimuodostumat sisältävät huonosti vettä johtavia moreenikerroksia. Helsingin yliopisto on ottanut vuosina 2015, 2016 ja 2017 laajalti vesinäytteitä eri vesityypeistä (pintavesi, turpeen huokosvesi, lähdevesi, maaperän pohjavesi). Näytteistä on analysoitu stabiilit hapen ja vedyn isotoopit ($\delta^{18}O$ and δD), liuennut silikaatti, pääionit, pH, alkaliniteetti, sähköjohtavuus, liuennut orgaaninen hiili ja valikoidut hivenaineet. Vesitutkimuksen keskeisinä tavoitteina on ollut määrittää erilaisten vesityyppien geokemiallista luonnetta, kartoittaa pintavesi–pohjavesivuorovaikutuksen ilmenemistä sekä arvioida geokemiallisten muuttujien vaikutusta uhanalaisten lajien esiintymiseen Viiankiaavalla. Tutkimustuloksia on raportoitu raporteissa, opinnäytetöissä ja julkaisuissa.

AASM on ottanut alueelta turpeen huokosvesinäytteitä ja pohjavesinäytteitä vuodesta 2012 lähtien. Metallit ja alkuaineet on vuodesta 2015 alkaen määritetty liukoisina pitoisuuksina ja ajanjaksolla 2012–2014 kokonaispitoisuuksina. Alla olevissa taulukoissa esitetään pohjavesiaineiston laatutulokset ajanjaksolla 2015–2020. Kattavampi yhteenveto tarkkailutuloksista on esitetty liitteessä 17. Näytteille on tehty laajat analyysit ml. pH, sähkönjohtavuus, hapen kylläisyysaste, liuennut happi, ravinteet (fosfori, fosfaatti, fosfaattifosfori, typpi, nitriittityppi, nitraattityppi, ammoniumtyppi), sameus, väri, alkaliniteetti, SO_4, kemiallinen hapenkulutus, väri, sameus, lämpötila sekä metallit (liuennut pitoisuus) Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cr^{6+}, Cu, F, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Sb, S, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V ja Zn. Lisäksi osassa pisteistä on analysoitu orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus (TOC), kiintoaine (SS), liukoinen kiintoaines (TDS) ja absorbanssi. Analyyseistä pääosa on tehty FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoimassa laboratoriossa (Ahma ympäristö Oy, myöhemmin Eurofins Ahma Oy). Osa analyyseistä on tehty SWEDAC-akkreditointipalvelun akkreditoimassa laboratoriossa (ALS Scandinavia AB).

Kaikille pohjavesiryhmille (maaperän pohjavesi, lähdevesi, kaivovesi, matala kalliopohjavesi, syvä kalliopohjavesi, pohjaruhjeen vesi) ja turpeen huokosvesille keskiarvon laskennassa on huomioitu määritysrajan alapuolelle jäävät pitoisuudet määritysraja-arvoina esim. lyijyn (Pb) keskiarvon laskemisessa on käytetty 0,02 µg/l arvoa (määritysraja 0,02 µg/l). Kaikille pohjavesiryhmille ja turpeen huokosvedelle on laskettu aritmeettinen keskiarvo ja mediaani. Mediaani kuvaa luotettavimmin

vesiryhmän tyypillistä arvoa suuremmissa aineistoissa annetulle muuttujalle kuin aritmeettinen keskiarvo.

Keskeisimpänä tuloksena AASM Oy:n pohjaveden tarkkailuohjelmasta sekä Helsingin yliopiston tutkimuksista ja konsulttitutkimuksista on tieto alueen matalien maaperän pohjavesien vaihtelevasta koostumuksesta. Se osoittaa, ettei alueella ole laajoja toisiinsa yhteydessä olevia yhtenäisiä pohjavesivarastoja, vaan pohjavesimuodostumat ovat toisistaan erillisiä ja pieniä. Tätä havaintoa tukee alueen maaperän pohjavesien suuri laadullinen vaihtelu, joka viittaa pieniin ja epäyhtenäisiin pohjavesimuodostumin (Åberg ym. 2017) vahvistaen alueen syntyhistoriasta olevaa käsitystä ja ollen linjassa maaperätutkimuksista saatujen löydösten kanssa.

Seuraavassa tarkastellaan pohjavedestä analysoituja laatuparametrejä näytteenottoryhmittäin (turve, maaperä, lähteet, kaivot, matala kalliopohjavesi, syvä kalliopohjavesi ja pohjaruhjeen vesi) ja lopuksi ryhmitellään vesiä niiden kemiallisten piirteiden nojalla.

Turpeen huokosvesi

AASM Oy:n tarkkailuohjelman puitteissa Viiankiaavan turpeen huokosvedestä on analysoitu 12 huokosvesinäytettä (Taulukko 16-6). Tuloksista havaitaan turpeen huokosveden liuenneiden aineiden mediaanipitoisuuksien olevan pääsääntöisesti alhaisempia kuin vastaavien maaperän pohjaveden pitoisuuksien (Taulukko 16-7), poikkeuksena arseeni, kalsium, koboltti, kromi, rauta, mangaani, magnesium, typpi, fosfori, lyijy, antimoni ja sinkki. Sähkönjohtavuuden, kiintoainespitoisuuden, orgaanisen hiilen ja ravinnepitoisuuksien mediaaniarvot ovat hieman suurempia turpeen huokosvedessä kuin maaperän pohjavedessä. Turpeen huokosveden mediaaniarvot happipitoisuudelle ja pH:lle ovat alhaisempia kuin vastaavat arvot maaperän pohjavedessä. Turpeen huokosveden liuenneiden aineiden mediaanipitoisuudet ovat pääosin korkeampia kuin purovesien vastaavat mediaanipitoisuudet (Tenhola ja Tarvainen 2008). Verrattaessa AASM Oy:n tarkkailuohjelman tuloksia Helsingin yliopiston keräämään laajempaan aineistoon turpeen huokosvedestä havaitaan pitoisuuksien olevan samansuuntaisia (taulukko 16-6).

Taulukko 16-6 Turpeen huokosveden fysikaalis-kemialliset tutkimukset ja alkuaineet kaudelta 2015–2020. Seurantatuloksien esitettävät tunnusarvot ovat: minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n). Taulukossa on esitetty vertailuarvoina Tenhola ja Tarvaisen 2008 esittämät purovesien laatutiedot vuodelta 2006 (mediaani, maksimiarvo, näytemäärä (n)) sekä Helsingin yliopiston turpeen huokosveden tutkimustuloksia kaudelta 2016–2017(minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n)) (Bigler 2018). (Lähde: AASM Oy 2020)

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Tenhola ja Tarvainen 2008, Purovedet			Vertailuaineisto Bigler 2018				
		Turpeen huokosvesi								Turpeen huokosvesi				
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Mediaani	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
pH	-	12	5,9	7,3	6,4	6,3	249	7,6	6,5	33	3,7	8,0	6,5	6,3
Alkaliniteetti	mmol/l	12	0,6	2,9	1,1	1,0	249	3,3	0,4	33	0,1	3,3	0,7	0,6
Sähkönjohtavuus	mS/m	12	9,6	27,0	14,7	14,0	249	101	5,2	33	0,02	0,33	0,08	0,06
Sameus	FTU	12	6,4	210	61	36	-	-	-	-	-	-	-	-
Kemiallinen hapenkulutus, CODMn	mg/l	12	3,9	19,0	13,2	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Väri	mg pt/l	12	5	410	196	215	249	1300	75	-	-	-	-	-
Kiintoainepitoisuus	mg/l	12	46	2800	598	365	-	-	-	-	-	-	-	-
Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, TOC	mg/l	12	4,2	13,2	8,7	7,9	-	-	-					
Liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus	mg/l	2	58	94	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Happi, liuennut	mg O_2/l	12	<0,2	2,2	0,7	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Happi, kyllästysaste	%	12	<1	17	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Absorbanssi 420 nm	-	12	0,02	2,4	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammoniumtyppi, NH_4-N	ug/l	12	49	1400	626	495	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfaattifosfori, PO_4-P	ug/l	12	16	130	64	75	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitriittityppi, NO_2-N	ug/l	12	<2	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitraattityppi, NO_3-N	ug/l	12	<5	<10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitriitti- ja nitraattitypen summa NO_2-N + NO_3-N	ug/l	12	<5	<20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hopea, Ag (*)	ug/l	2	<0,02	-	-	-	-	-	-	47	<0,0069	-	-	-
Alumiini, Al (*)	ug/l	12	5,4	151	41	19	249	4460	86	66	2,9	566	37	15
Arseeni, As (*)	ug/l	12	0,8	2,3	1,6	1,5	249	10,8	0,4	66	0,2	14,7	2,4	1,1
Boori, B (*)	ug/l	2	<0,5	5,6	-	-	249	133	4,0	-	-	-	-	-
Barium, Ba (*)	ug/l	2	11	14,3	12,7	-	249	88	10,1	66	1,8	81,5	14,1	11,4
Beryllium, Be (*)	ug/l	2	<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalsium, Ca (*)	mg/l	12	7,8	22,9	11,7	11,0	249	36,9	4,8	66	1,0	53,6	10,5	7,5
Kadmium, Cd (*)	ug/l	12	<0,01	<0,069	-	-	-	-	-	66	<0,0126	6,7	0,20	0,01
Kloridi, Cl	mg/l	12	0,22	1,1	0,6	0,6	249	163	1,8	33	0,19	1,1	0,5	0,5

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Tenhola ja Tarvainen 2008, Purovedet			Vertailuaineisto Bigler 2018				
Turpeen huokosvesi										Turpeen huokosvesi				
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Mediaani	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
Koboltti, Co (*)	ug/l	12	0,53	2,1	1,6	1,7	249	47,8	0,2	66	0,1	25,5	2,0	1,4
Kromi, Cr (*)	ug/l	12	0,32	4,9	2,8	3,1	249	4,44	0,4	66	0,1	11,4	1,1	0,5
Kromi, Cr 6+	ug/l	2	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kupari, Cu (*)	ug/l	12	0,068	0,88	0,4	0,4	249	21,4	0,6	66	<0,0837	3,5	0,4	0,2
Fluoridi, F	mg/l	2	<0.10	-	-	-	249	1,3	0,05	33	0,009	0,14	0,03	0,02
Rauta, Fe (*)	ug/l	12	2950	22400	16754	18300	249	16700	760	66	35	84025	14598	9391
Elohopea, Hg (*)	ug/l	10	<0,002	<0,02	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Kalium, K (*)	mg/l	12	<0,2	1,5	0,5	0,4	249	36,2	1,2	66	0,03	1,3	0,3	0,2
Magnesium, Mg (*)	mg/l	12	2,5	18,7	5,1	4,0	249	16,5	1,7	66	0,5	11,6	3,0	2,3
Mangaani, Mn (*)	ug/l	12	168	501	218	192	249	1530	33	66	3	584	183	147
Molybdeeni, Mo (*)	ug/l	2	<0,05	0,092	-	-	249	2,5	0,2	66	0,02	8,5	0,3	0,1
Typpi, N	ug/l	12	510	1500	953	980	-	-	-	-	-	-	-	-
Natrium, Na (*)	mg/l	12	0,3	7,5	2,9	2,7	249	136	2,63	66	0,1	3,5	1,0	0,9
Nikkeli, Ni (*)	ug/l	12	0,55	4,0	2,4	2,7	249	70,2	0,6	66	0,1	4,9	1,0	0,7
Fosfori, P	ug/l	12	31	180	96	102	-	-	-	-	-	-	-	-
Lyijy, Pb (*)	ug/l	12	<0,02	1,3	0,4	0,1	249	1,98	0,15	66	<0,0049	1,05	0,09	0,04
Antimoni, Sb (*)	ug/l	12	<0,05	0,13	0,06	0,05	-	-	-	66	0,004	0,33	0,05	0,03
Seleeni, Se (*)	ug/l	2	<0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfaatti, SO_4	mg/l	12	<0,2	-	-	-	249	263	3,8	33	0,3	0,5	0,3	0,3
Strontium, Sr (*)	ug/l	2	19,8	21	20,4	-	249	416	30,4	-	-	-	-	-
Titaani, Ti (*)	ug/l	2	<15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tallium, Tl (*)	ug/l	2	<0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uraani, U (*)	ug/l	12	0,011	0,046	0,03	0,04	249	13,4	0,09	66	<0.0022	0,04	0,005	0,002
Vanadiini, V (*)	ug/l	1	2,9	2,9	-	-	249	5,61	0,61	66	0,01	8,24	0,39	0,04
Sinkki, Zn (*)	ug/l	12	1,6	38	10,5	10,1	249	127	3,58	66	0,6	1094	39,3	11,0
Lämpötila (kenttämittaus)	°C	12	3,3	5,5	4,7	5,0	-	-	-	31	3,3	6,6	4,9	4,8

< pitoisuus alle määritysrajan

**määritetty liukoisena*

Maaperän pohjavesi

Taulukossa Taulukko 16-7 on esitetty maaperän pohjaveden laatuparametreja vuosien 2015−2020 ajalta. Taulukoissa Ahma Ympäristö Oy:n (myöhemmin Eurofins Ahma Oy) analyysitulosten (2015, 2017–2020) perusteella esiintymän ympärille asennettujen maaperäpohjavesiputkien vesi on hyvin sameaa. Suuressa osassa putkista pohjaveden oli havaittu olevan hapetonta tai vähähappista.

Ammoniumtyppi on ollut koholla vähähappisissa putkissa, ajoittain ympäristönlaatunormin ylittävällä tasolla. Metallipitoisuudet ovat olleet suurelta osin alhaisia, lukuun ottamatta suurimmassa osassa näytteitä todettuja kohonneita raudan ja mangaanin pitoisuuksia, sekä yksittäisissä näytteissä havaittuja kohonneita alumiini-, arseeni-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuuksia, jotka ovat olleet osittain ympäristölaatunormin ylittäviä. Nitriitti ja nitraattitaso on ollut alhaisella, hyvän kaivoveden tasolla. Maaperäpohjaveden pH on ollut pääsääntöisesti välillä 5,7…8,2.

Alhainen happipitoisuus on usein syy kohonneisiin raudan-, mangaanin ja ammoniumtyppipitoisuuksiin. Hapekkaissa olosuhteissa typpi muuntuisi nitrifikaation kautta nitraattitypeksi. Pelkistävissä (vähähappisissa) oloissa rauta on ferroraudan muodossa ja liukoinen, kun se taas hapekkaissa olosuhteissa saostuisi ferrirautana. Mangaani tarvitsee rautaakin korkeamman hapetuspotentiaalin ja pH-tason saostuakseen. Siellä missä maata peittävät suot ja soistumat, hajoava kasviaines kuluttaa maaperän ja pohjaveden happivaroja ja olosuhteet muodostuvat hapettomiksi. Maa- ja kallioperän ominaisuuksien lisäksi alueen suoekosysteemit heijastuvat pohjavesilaadussa.

Kallioperän mineraalikoostumuksella on merkitystä pohjaveden laatuun siten, että esimerkiksi liuenneiden aineiden määrä kasvaa kalkkikivien ja tummien kivilajien (gabro, amfiboliitti, mustaliuskeet, metavulkaniitit) suhteellisen osuuden lisääntyessä kallioperässä (Lahermo ym. 2002). Alueella, jossa kallioperä koostuu sulfidirikkaista kivistä ja maaperässä on ko. kiviainesta rapautuneena, pohjavesi voi luonnostaan sisältää korkeitakin metallipitoisuuksia (esim. Roman ym. 2001).

Taulukko 16-7 Maaperän pohjaveden fysikaalis-kemialliset tutkimukset ja alkuaineet kaudelta 2015–2020. Seurantatuloksien esitettävät tunnusarvot ovat: minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n). Taulukossa on esitetty vertailuarvoina Lahermo ym. 2002 esittämät pohjaveden laatutiedot rengaskaivoista (maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n)). Maaperän pohjaveden muuttujien arvot, jotka ylittävät pohjaveden ympäristönlaatunormit (Vna 341/2009) on korostettu punaisella värillä. (AASM Oy 2020)

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Maaperän pohjavesi							Rengaskaivot			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Kes-kiarvo	Medi-aani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
pH	-	128	5,7	8,2	6,8	6,7	698	9	6,5	6,4
Alkaliniteetti	mmol/l	127	0,2	4,3	1,1	0,9	739	8,2	0,8	0,5
Sähkönjohtavuus	mS/m	128	3,2	50,0	12,8	12,0	709	106	16,4	12,5
Kovuus	mmol/l	31	0,12	1,54	0,60	0,55	731	19,70	3,02	2,24
Sameus	FTU	128	0,35	7000	453	115	-	-	-	-
Kemiallinen hapenkulutus, CODMn	mg/l	128	<0,5	48	6,6	4,0	737	100	8,48	4,5
Väri	mg pt/l	97	<5	2200	156	23	737	150	13,4	10
Kiintoainepitoisuus	mg/l	97	<1	62000	3538	780	-	-	-	-
Liuenneiden aineiden koko-naispitoisuus , TDS	mg/l	36	32	170	77	68	-	-	-	-
Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, TOC	mg/l	97	<0,5	16,1	4,1	3,3	-	-	-	-
Happi, liuennut	mg O_2/l	97	<0,2	13	3,7	1,8	-	-	-	-
Happi, kyllästysaste	%	94	<1	97	28,4	13,0	693	108	57,9	60,9
Absorbanssi 420 nm	-	97	0,003	29	2,0	0,7	-	-	-	-
Ammonium, NH_4	ug/l	29	<50	609	98	50	-	-	-	-
Ammonium-typpi, NH_4-N	ug/l	128	<5	1400	271	47	-	-	-	-
Fosfaatti, PO_4	ug/l	31	<40	92	44	40	739	6700	-	<20
Fosfaattifosfori, PO_4-P	ug/l	126	<2	1300	118	45	-	-	-	-
Nitriitti, NO_2	ug/l	24	<10	10	10	10	-	-	-	-
Nitriittityppi, NO_2-N	ug/l	128	<2	60	6,0	5,0	-	-	-	-
Nitraatti, NO3	ug/l	29	<10	600	507	500	737	110000	8430	3190
Nitraattityppi, NO_3-N	ug/l	128	<10	200	48	22	-	-	-	-
Nitriitti- ja nitraattitypen summa NO_2-N + NO_3-N	ug/l	97	<20	210	40	20	-	-	-	-
Hopea, Ag (*)	ug/l	53	<0,02	-	-	-	-	-	-	-
Alumiini, Al (*)	ug/l	128	<5	2000	56,1	8,3	739	13500	101	18,5
Arseeni, As (*)	ug/l	128	<0,05	24,7	2,0	0,5	739	19,7	0,35	0,14
Boori, B (*)	ug/l	46	<0,5	209	27,2	6,5	739	362	22,8	13,8
Barium, Ba (*)	ug/l	77	2,25	163	30,9	23,0	-	-	-	-
Beryllium, Be (*)	ug/l	77	<0,001	<0,05	0,03	0,05	739	9,33	-	<0,10
Kalsium, Ca (*)	mg/l	128	2,6	41,8	11,5	9,0	739	116	15,2	11,4
Kadmium, Cd (*)	ug/l	128	<0,01	1,4	0,03	0,01	739	1,27	0,04	<0,02
Kloridi, Cl	mg/l	128	<0,2	4,60	0,71	0,65	739	149	8,60	4,46
Koboltti, Co (liukoinen)	ug/l	128	<0,02	11,4	1,6	0,8	739	113	0,77	0,09
Kromi, Cr (*)	ug/l	128	<0,05	21,50	2,08	0,9	739	3,76	0,33	0,20

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Maaperän pohjavesi						Rengaskaivot				
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Kes-kiarvo	Medi-aani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
Kromi, Cr 6+	ug/l	53	<4	8,2	4,5	5,0	-	-	-	-
Kupari, Cu (*)	ug/l	128	<0,05	74,70	1,91	0,50	739	410	14,10	2,49
Fluoridi, F (liukoinen)	mg/l	77	<0,1	0,20	0,14	0,10	728	3,48	-	<0,10
Rauta, Fe (*)	ug/l	128	<0,4	44000	6291	122	739	27600	-	<30
Elohopea, Hg (*)	ug/l	117	<0,002	<0.02	0,007	0,002	-	-	-	-
Kalium, K (*)	mg/l	128	<0.2	5,1	1,2	0,9	739	92,3	4,97	2,78
Magnesium, Mg (*)	mg/l	128	0,8	23,3	5,3	4,3	739	38,5	3,83	2,38
Mangaani, Mn (*)	ug/l	128	0,29	1220	207	127	739	5330	59,10	4,36
Molybdeeni, Mo (*)	ug/l	77	<0,05	23,1	2,2	0,6	739	8,39	0,30	0,13
Typpi, N	ug/l	97	<50	1400	497	330	-	-	-	-
Natrium, Na (*)	mg/l	128	0,39	127	6,6	2,7	739	169	7,02	4,18
Nikkeli, Ni (*)	ug/l	128	0,16	28,5	3,7	3,0	739	277	3,29	0,84
Fosfori, P	ug/l	128	1,15	3700	231	90	-	-	-	-
Lyijy, Pb (*)	ug/l	128	<0,02	0,93	0,08	0,03	739	18,7	0,25	0,04
Antimoni, Sb (*)	ug/l	128	<0,05	1,18	0,12	0,05	739	0,82	0,05	0,03
Seleeni, Se (*)	ug/l	77	<0,2	13,2	0,5	0,2	739	3,41	-	<0,5
Pii, Si (*)	mg/l	31	4,09	13,5	8,0	7,1	-	-	-	-
Tina, Sn (*)	ug/l	31	<0,05	5,85	0,24	0,05	700	0,69	-	<0.5
Sulfaatti, SO_4	mg/l	128	<0,2	57,5	3,1	1,4	739	400	14,6	12,9
Strontium, Sr (*)	ug/l	77	7,5	204	33,8	22,1	739	1170	78,8	59,9
Titaani, Ti (*)	ug/l	77	<0,001	288	14	15	-	-	-	-
Tallium, Tl (*)	ug/l	77	<0,01	0,097	0,014	0,010	739	0,19	-	<0,02
Uraani, U (*)	ug/l	128	0,0023	14,7	0,35	0,06	739	36,6	0,85	0,09
Vanadiini, V (*)	ug/l	64	<0,05	12	1,2	0,7	739	11,8	0,4	0,2
Sinkki, Zn (*)	ug/l	128	<0,2	399	7,7	1,9	739	2930	44,2	10,4
Lämpötila (kenttä-mittaus)	°C	97	1,4	11,2	4,3	4,2	706	19	7,2	6,8

< pitoisuus alle määritysrajan

**määritetty liukoisena*

Lähdevedet

Lähdeveden laadun seuranta on alkanut vuonna 2015, jolloin AASM Oy:n tarkkailuohjelmassa oli yksi lähde. Tehtyjen lähdekartoituksien myötä tieto lähteiden määrästä alueella on kasvanut ja lähdevesien tarkkailuohjelmaa on laajennettu vuonna 2018 lisäämällä tarkkailuohjelmaan lähdevesipisteitä Kuusivaaran ja Kitisen ranta-alueilta. Kesästä 2020 alkaen tarkkailuohjelmassa on ollut kuusi lähdettä. Lähdevesien osalta AASM Oy:n tarkkailuohjelmaa päivitetään kartoitustiedon kertyessä Viiankiaavan ja sen lähialueiden lähteistä.

Yksittäisissä lähdevesinäytteissä (3 kpl) ammoniumtyppi on ollut koholla ympäristönlaatunormin ylittävällä tasolla samalla kun niissä on mitattu matala happipitoisuus. Metallipitoisuudet ovat olleet suurelta osin alhaisia, lukuun ottamatta yksittäisissä näytteissä havaittuja kohonneita koboltti-, nikkeli- ja sinkkipitoisuuksia, jotka ovat olleet osittain ympäristölaatunormin ylittäviä. Nitriitti ja nitraattitaso on ollut alhaisella tasolla. Yksittäisissä lähdevesinäytteissä on havaittu kohonneita

raudan ja mangaanin pitoisuuksia todennäköisesti vähähappisuudesta aiheutuen. Verrattaessa lähdevesien metallipitoisuuksia havaitaan kromi-, rauta- ja mangaanipitoisuuksien olevan hieman korkeampia kuin Lahermo ym. (2002) esittämässä rengaskaivojen vertailuaineistossa. Lähdevesien hapen kyllästysasteen mediaaniarvo on samaa suuruusluokkaa kuin rengaskaivoilla (Lahermo ym. 2002). Lähdevesien pH on ollut pääsääntöisesti välillä 5,9…7,5.

Tarkkailuohjelmassa olevien lähteiden vedenlaatu poikkeaa selkeästi syvien kalliopohjavesien laadusta eikä Viiankiaavan tai sen lähialueen tunnetuista lähteistä analysoiduista vesistä nähdä syvän pohjaveden vaikutusta kohonneina liuenneiden aineiden pitoisuuksina (Taulukko 16-8).

Taulukko 16-8 Lähdeveden fysikaalis-kemialliset tutkimukset ja alkuaineet kaudelta 2015–2020. Seurantatuloksien esitettävät tunnusarvot ovat: minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n). Taulukossa on esitetty vertailuarvoina Lahermo ym. 2002 esittämät pohjaveden laatutiedot rengaskaivoista (maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n)). Lähdeveden muuttujien arvot, jotka ylittävät pohjaveden ympäristönlaatunormit (Vna 341/2009) on korostettu punaisella värillä. (AASM Oy 2020)

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Lähdevesi							Rengaskaivot			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
pH	-	37	5,9	7,5	6,6	6,5	698	9,0	6,5	6,4
Alkaliniteetti	mmol/l	37	0,1	1,2	0,5	0,5	739	8,2	0,8	0,5
Sähkönjohtavuus	mS/m	37	1,4	16	6,5	6,6	709	106	16,4	12,5
Kovuus	mmol/l	8	0,06	0,32	0,17	0,13	731	19,7	3,0	2,2
Sameus	FTU	37	0,15	74	11,3	0,25	-	-	-	-
Kemiallinen hapenkulutus, CODMn	mg/l	37	0,5	17	4,2	1,5	737	100	8,5	4,5
Väri	mg pt/l	29	<5	1000	72	5	737	150	13,4	10
Kiintoainepitoisuus	mg/l	29	<1	88	8,4	1,0	-	-	-	-
Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, TOC	mg/l	27	0,5	22,5	3,2	1,3	-	-	-	-
Liukoinen kiintoaines	mg/l	17	10	100	51	42	-	-	-	-
Liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus, TDS	mg/l	11	42	86	60	60	-	-	-	-
Happi, liuennut	mg O_2/l	29	0,2	11	7,5	8,0	-	-	-	-
Happi, kyllästysaste	%	29	1	87	59	62	693	108	58	61
Absorbanssi 420 nm	-	29	0,001	3,57	0,26	0,01	-	-	-	-
Näkösyvyys	m	2	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-
Syvyys	m	2	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-
Ammonium, NH_4	ug/l	8	<50	344	87	50	-	-	-	-
Ammonium-typpi, NH_4-N	ug/l	37	<5	570	47,4	5,3	-	-	-	-
Fosfaatti, PO_4	ug/l	8	<40	-	-	-	739	6700	-	<20
Fosfaattifosfori, PO_4-P	ug/l	37	<2	50	8,2	3,3	-	-	-	-
Nitriitti, NO_2	ug/l	8	<10	-	-	-	-	-	-	-
Nitriittityppi, NO_2-N	ug/l	37	<2	<5	-	-	-	-	-	-
Nitraatti, NO3	ug/l	8	<500	-	-	-	737	110000	8430	3190
Nitraattityppi, NO_3-N	ug/l	37	<5	100	56	61	-	-	-	-
Nitriitti- ja nitraattityppen summa NO_2-N + NO_3-N	ug/l	29	<5	94	45,7	50,0	-	-	-	-
Hopea, Ag (*)	ug/l	36	<0,02	0,10	0,03	0,02	-	-	-	-
Alumiini, Al (*)	ug/l	37	<5	233	16,5	5,0	739	13500	101	18,5

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Lähdevesi							Rengaskaivot			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
Arseeni, As (*)	ug/l	37	<0,05	4,72	0,39	0,05	739	19,7	0,35	0,14
Boori, B (*)	ug/l	28	<0,5	50,4	6,1	1,6	739	362	22,8	13,8
Barium, Ba (*)	ug/l	36	3,61	74,3	12,1	8,1	-	-	-	-
Beryllium, Be (*)	ug/l	36	<0,001	<0,05	-	-	739	9,33	-	<0,10
Kalsium, Ca (*)	mg/l	37	1,31	21	7,3	5,4	739	116	15,2	11,4
Kadmium, Cd (*)	ug/l	37	<0,002	<0,01	-	-	739	1,3	0,04	<0.02
Kloridi, Cl	mg/l	37	<0,1	2,90	0,65	0,57	739	149	8,60	4,46
Koboltti, Co (*)	ug/l	37	<0,02	10,8	0,6	0,1	739	113	0,8	0,1
Kromi, Cr (*)	ug/l	37	0,069	3,00	0,48	0,32	739	3,76	0,33	0,20
Kromi, Cr 6+	ug/l	35	<0,4	<50	-	-	-	-	-	-
Kupari, Cu (*)	ug/l	37	<0,05	2,70	0,40	0,27	739	410	14,10	2,49
Fluoridi, F	mg/l	33	<0,1	<0,2	-	-	728	3,5	-	<0,10
Rauta, Fe (*)	ug/l	37	<2,5	31000	3628	59	739	27600	-	<30
Elohopea, Hg (*)	ug/l	37	<0,002	<0.02	-	-	-	-	-	-
Kalium, K (*)	mg/l	37	<0,2	1,30	0,58	0,48	739	92,3	4,97	2,78
Magnesium, Mg (*)	mg/l	37	0,58	6,75	2,27	1,72	739	38,5	3,83	2,38
Mangaani, Mn (*)	ug/l	37	<0,2	4910	176	5	739	5330	59	4
Molybdeeni, Mo (*)	ug/l	36	<0,05	0,65	0,13	0,05	739	8,39	0,30	0,13
Typpi, N	ug/l	29	<50	1100	210	110	-	-	-	-
Natrium, Na (*)	mg/l	37	0,59	3,01	1,63	1,55	739	169	7,0	4,2
Nikkeli, Ni (*)	ug/l	37	0,13	10,70	1,00	0,28	739	277	3,29	0,84
Fosfori, P	ug/l	37	<3	114	18,6	5,7	-	-	-	-
Lyijy, Pb (*)	ug/l	37	<0,02	0,12	0,03	0,02	739	18,7	0,25	0,04
Antimoni, Sb (*)	ug/l	37	<0,05	0,082	0,04	0,05	739	0,8	0,05	0,03
Seleeni, Se (*)	ug/l	36	<0,2	<1	-	-	739	3,4	-	<0,5
Pii, Si (*)	mg/l	8	0,8	7,4	2,9	2,0	-	-	-	-
Tina, Sn (*)	ug/l	8	<0,05	<0,1	-	-	700	0,69	-	<0,5
Sulfaatti, SO_4	mg/l	37	<0,2	7,1	2,1	1,1	739	400	14,6	12,9
Strontium, Sr (*)	ug/l	36	2,63	34	17,4	18,2	739	1170	78,8	59,9
Titaani, Ti (*)	ug/l	36	0,739	<15	-	-	-	-	-	-
Tallium, Tl (*)	ug/l	36	<0,01	<0,02	-	-	739	0,19	-	<0,02
Uraani, U (*)	ug/l	37	0,0006	0,52	0,03	0,01	739	36,6	0,85	0,09
Vanadiini, V (*)	ug/l	34	0,024	1,70	0,22	0,06	739	11,8	0,39	0,20
Sinkki, Zn (*)	ug/l	37	0,24	70,7	17,1	2,0	739	2930	44,2	10,4
Lämpötila (kenttämittaus)	°C	29	2	20,1	5,2	3,6	706	19	7,2	6,8

< pitoisuus alle määritysrajan

**määritetty liukoisena*

Kaivovedet

Kuusivaaran lähiympäristössä on kaksi käytössä olevaa talousvesikaivoa (rengaskaivoja). Kaivojen sijainti on esitetty kuvassa 16-4. Kaivojen vedenlaatua on selvitetty vuoden 2019 tammikuussa ja lokakuussa otetuilla näytteillä. Suoritetut laboratoriotutkimukset ja -analyysit on esitetty taulukossa Taulukko 16-9 ja Taulukko 16-10.

Taulukko 16-9 Kaivovesistä tehdyt tutkimukset ja analyysit.

Mikrobiologiset tutkimukset	E. coli, enterokokit, koliformiset bakteerit
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset	Nitraatti, nitriitti, fluoridi, sameus, sähkönjohtavuus, pH, väri, kloridi, sulfaatti, haju, kemiallinen hapenkulutus ($KMnO_4$), ammonium, ulkonäkö, kokonaiskovuus, liuennut happi, happi kyllästysaste, typpi, fosfori, fosfaatti, TOC, TDS, kiintoaine
Alkuaineanalyysit	Arseeni, kadmium, kromi, kromi (6+), nikkeli, lyijy, antimoni, seleeni, boori, kupari, elohopea, alumiini, rauta, mangaani, barium, beryllium, koboltti, molybdeeni, vanadiini, sinkki, titaani, kalsium, kalium, magnesium, natrium, hopea, strontium, tallium, uraani

Vuoden 2019 näytteenottojen perusteella kiinteistöllä 758-416-26-1 sijaitsevan kaivon vesinäytteet täyttävät tutkituilta osin STM:n asetuksessa 401/2001 yksityistalouden kaivovedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset pH-arvoa lukuun ottamatta. Kiinteistön 758-416-26-3 kaivon vesinäyte (toisena näytteenottoajankohtana kaivo oli jäässä) täyttää tutkituilta osin STM:n asetuksessa 401/2001 yksityistalouden kaivovedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset enterokokkien, E.colin ja koliformisten bakteereiden lukumäärää lukuun ottamatta.

Taulukko 16-10 Kaivovesien fysikaalis-kemialliset tutkimukset ja alkuaineet vuodelta 2019. Seurantatuloksien esitettävät tunnusarvot ovat: minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n). Taulukossa on esitetty vertailuarvoina Lahermo ym. 2002 esittämät pohjaveden laatutiedot rengaskaivoista (maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n)). Kaivovesien arvot, jotka ylittävät STM:n asetuksessa 401/2001 yksityistalouden kaivovedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset on korostettu punaisella värillä. (AASM Oy 2020)

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym, 2002			
Kaivovesi							Rengaskaivot maksimi			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Kes-kiarvo	Medi-aani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
pH	-	3	6,1	7,9	6,7	6,2	698	9	6,5	6,4
Alkaliniteetti	mmol/l	3	0,2	1,6	0,7	0,3	739	8,2	0,8	0,5
Sähkönjohtavuus	mS/m	3	5	18	10	5	709	106	16	13
Kovuus	mmol/l	3	0,2	0,8	0,4	0,2	731	19,70	3,0	2,2
Sameus	FTU	3	<0,15	1,9	0,4	0,2	-	-	-	-
Kemiallinen hapen-kulutus, CODMn	mg/l	3	0,5	-	-	-	737	100	8,5	4,5
Väri	mg pt/l	3	<5	28	8	5	737	150	13	10
Kiintoainepitoisuus	mg/l	3	<0,5	1	0,8	0,8	-	-	-	-
Liuenneiden aineiden koko-naispitoisuus , TDS	mg/l	3	34	110	62	42	-	-	-	-
Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, TOC	mg/l	3	0,9	2,3	1,8	2,2	-	-	-	-
Haju	-	3		Hajuton			-	-	-	-
Ulkonäkö	-	3		Kirkas			-	-	-	-
Happi, kyllästysaste	%	3	39	58	50	53	693	108	58	61
Happi, liuennut	mg O_2/l	3	4,9	7,8	6,4	6,5	-	-	-	-
Koliformiset bakteerit	pmy/100ml	3	0	2700	-	-	-	-	-	-
Escherichia coli	pmy/100ml	3	0	2200	-	-				-
Enterokokit (suolistoperäiset / fekaaliset)	pmy/100ml	3	0	3100	-	-	-	-	-	-
Ammonium, NH_4	ug/l	3	<10	-	-	-	-	-	-	-
Fosfaatti, PO_4	ug/l	3	<6	23	12	6	739	6700	-	<20
Nitriitti, NO_2	ug/l	3	<10	-	-	-	-	-	-	-
Nitraatti, NO3	ug/l	3	<25	6600	3008	2400	737	110000	8430	3190
Hopea, Ag (*)	ug/l	3	<0,02	-	-	-	-	-	-	-
Alumiini, Al (*)	ug/l	3	35	67	54	61	739	13500	101	19
Arseeni, As (*)	ug/l	3	0,085	0,27	0,15	0,10	739	19,7	0,4	0,1
Boori, B (*)	ug/l	3	1,8	6,3	4,2	4,5	739	362	22,8	13,8
Barium, Ba (*)	ug/l	3	10,8	37,4	26,6	31,6	-	-	-	-
Beryllium, Be (*)	ug/l	3	<0,05	-	-	-	739	9,33	-	<0,10
Kalsium, Ca (*)	mg/l	3	6,05	29,7	14,0	6,4	739	116	15,2	11,4
Kadmium, Cd (*)	ug/l	3	<0,01	0,02	0,02	0,02	739	1,27	0,04	<0,02
Kloridi, Cl	mg/l	3	0,83	1,5	1,2	1,3	739	149	8,6	4,5
Koboltti, Co (*)	ug/l	3	<0,02	0,11	0,08	0,11	739	113	0,77	0,09
Kromi, Cr (*)	ug/l	3	0,54	0,63	0,59	0,60	739	3,76	0,33	0,20
Kromi, Cr6+	ug/l	3	<5	-	-	-	-	-	-	-
Kupari, Cu (*)	ug/l	3	16,2	89,5	47,7	37,4	739	410	14,1	2,5

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym, 2002			
Kaivovesi							Rengaskaivot maksimi			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Kes-kiarvo	Medi-aani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
Fluoridi, F	mg/l	3	<0,1	-	-	-	728	3,5	-	<0,10
Rauta, Fe (*)	ug/l	3	3,9	7,4	6	5,8	739	27600	-	<30
Elohopea, Hg (*)	ug/l	3	<0,02	-	-	-	-	-	-	-
Kalium, K (*)	mg/l	3	1,4	3,1	2,1	1,7	739	92,3	5,0	2,8
Magnesium, Mg (*)	mg/l	3	1,0	1,0	1,0	1,0	739	38,5	3,8	2,4
Mangaani, Mn (*)	ug/l	3	0,7	2,3	1,7	2,2	739	5330	59,1	4,4
Molybdeeni, Mo (*)	ug/l	3	<0,05	0,18	0,09	0,05	739	8,39	0,30	0,13
Typpi, N	ug/l	3	<50	<1600	-	-	-	-	-	-
Natrium, Na (*)	mg/l	3	0,78	4,0	1,9	0,9	739	169	7,0	4,2
Nikkeli, Ni (*)	ug/l	3	0,3	1,8	1,1	1,3	739	277	3,3	0,8
Fosfori, P	ug/l	3	<3	7,7	4,6	3,0	-	-	-	-
Lyijy, Pb (*)	ug/l	3	1,0	3,8	2,3	2,2	739	18,7	0,2	0,04
Antimoni, Sb (*)	ug/l	3	<0,05	-	-	-	739	0,82	0,05	0,03
Seleeni, Se (*)	ug/l	3	<0,2	0,2	0,2	0,2	739	3,4	-	<0,5
Sulfaatti, SO_4	mg/l	3	2,1	4,5	2,9	2,2	739	400	14,6	12,9
Strontium, Sr (*)	ug/l	3	18	47,8	29	22	739	1170	78,8	59,9
Titaani, Ti (*)	ug/l	3	<15	-	-	-	-	-	-	-
Tallium, Tl (*)	ug/l	3	<0,01	-	-	-	739	0,19	-	<0,02
Uraani, U (*)	ug/l	3	0,019	0,1	0,04	0,02	739	36,6	0,8	0,1
Vanadiini, V (*)	ug/l	3	0,1	1,3	0,5	0,0	739	11,8	0,4	0,2
Sinkki, Zn (*)	ug/l	3	35,0	94,3	57,3	42,6	739	2930	44,2	10,4
Lämpötila (kenttä-mittaus)	°C	3	3,1	6,5	5,1	5,6	706	19	7,2	6,8

< pitoisuus alle määritysrajan

**määritetty liukoisena*

16.2.9 Kalliopohjaveden laatu

Matalan kalliopohjaveden laatu

Matalaa kalliopohjavettä edustavat vesinäytteet on kerätty kairarei'istä 7 m ja 123 m välillä olevilta syvyyksiltä kallion ylemmästä rikkonaisesta vyöhykkeestä. Näin ollen vesinäytteen kuuluminen matalan ja syvän kalliopohjaveden ryhmään ei perustu ainoastaan näytesyvyyteen vaan myös kallioperän rikkonaisuuteen ja matalan ja syvän kalliopohjaveden näytesyvyydet menevät osittain päällekkäin (syvyysväli 74–123 m mpa).

Matalassa kalliopohjavedessä havaitaan korkeammat liuenneiden metallien pitoisuudet kuin turpeen huokosvedessä tai maaperän pohjavedessä (Taulukko 16-11) (AASM Oy 2020). Liuenneiden metallienpitoisuudet matalissa kalliopohjavesinäytteissä vaihtelivat eri kairareikien välillä. Matalan kalliopohjaveden fosfaatti- ja nitraattipitoisuuksien sekä pH:n ja alkaliniteetin mediaaniarvot ovat olleet koholla verrattuna Lahermon ym. (2002) esittämään porakaivojen vertailuaineistoon. Matalan kalliopohjaveden havaitaan olevan vähähappisempaa kuin Lahermon ym. (2002) aineistossa olevien porakaivovesien. Matalan kalliopohjaveden alumiini-, arseeni-, kalsium-, koboltti-, kromi-, rauta-, magnesium-, mangaani-, molybdeeni-, nikkeli-, antimoni- ja seleenipitoisuuksien mediaaniarvot ovat korkeampia kuin Lahermon ym. (2002) aineistossa olevien porakaivovesien. Edellä mainittujen mediaanipitoisuuksien lisäksi kadmium-, kupari-, tina- ja sulfaattipitoisuuksien maksimiarvojen havaitaan ylittävän vertailuaineiston Lahermon ym. (2002) vastaavien metallipitoisuuksien maksimiarvot. Matalien kalliopohjavesien pH on ollut pääsääntöisesti välillä 6,2…8,8.

Eri pohjavesiryhmien vesinäytteet on luokiteltu (Davis 1964) laskennallisen liuenneiden aineiden kokonaispitoisuuksien (TDS_{lask}) perusteella makeisiin vesiin (TDS_{lask} < 1 g/l), murtovesiin (1 g/l < TDS_{lask} <10 g/l) ja suolaisiin vesiin (TDS_{lask}> 10 g/l). Laskennalliset liuenneiden aineiden kokonaispitoisuudet on laskettu sähkönjohtavuusarvosta Ruotsalainen ym. 2000 kehittämän muunnoskaavan avulla. Matalalle kalliopohjavedelle laskennalliset liuenneiden aineiden kokonaispitoisuudet ovat alle 1 g/l ollen makeaa vettä, poikkeuksena on yksi vesinäyte, jonka laskennallinen liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus ylittää 1 g/l raja-arvon.

Kaikkien analysoitujen pohjavesien kemiallisten pääkomponenttien määräsuhteiden vertailu on esitetty alla olevassa (Kuva 16-11) Piper-diagrammissa, jossa vasemmanpuoleisen kolmio kuvaa pääkationien (kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium ja kalium (Na+K)) osuuksia ja oikeanpuoleinen kolmio kuvaa pääanionien (bikarbonaatti (HCO_3), sulfaatti (SO_4), kloridi (Cl)) osuuksia vedessä. Alemmista kahdesta kolmiosta pääkationit ja pääanionit projisoituvat keskellä olevaan vinoneliöön, missä vedet tyypitellään niiden pääkationien ja -anionien mukaan (Piper 1994).

Matala kalliopohjavesi edustaa valtaosin tyypillistä Ca-Mg-HCO_3-tyypin pohjavettä, jossa pääkationina on kalsium ja pääanionina bikarbonaatti. Matalassa kalliopohjavedessä toiseksi yleisempänä pääkationina on natrium ja pääanionina on kloridi. Pienehkö osa matalasta kalliopohjavedestä edustaa Ca-Mg-Cl-vettä, Ca-Mg-SO_4-vettä, tai Na-HCO_3-Cl-vettä. Kuvasta Kuva 16-11 havaitaan joidenkin matalan kalliopohjavesien olevan lähellä syvän kalliopohjaveden koostumusta. Muut matalampaa ympäristöä edustavat pohjavesiryhmät (turpeen huokosvesi, lähdevesi, kaivovesi, matala maaperän pohjavesi) edustavat pääosin Ca-Mg-HCO_3-tyypin vettä. Maaperän pohjavedestä pienempi osa edustaa Na-HCO_3-vettä ja Na-HCO_3-Cl-vettä. Syväkalliovesi on valtaosin Ca-Mg-SO_4-vettä ja Na-Cl-vettä, yksittäiset syvän kalliopohjaveden näytteet edustavat Ca-Mg-HCO_3-vettä tai Na-HCO_3-Cl-vettä. Pohjaruhjeen vesi edustaa Na-Cl-vettä.

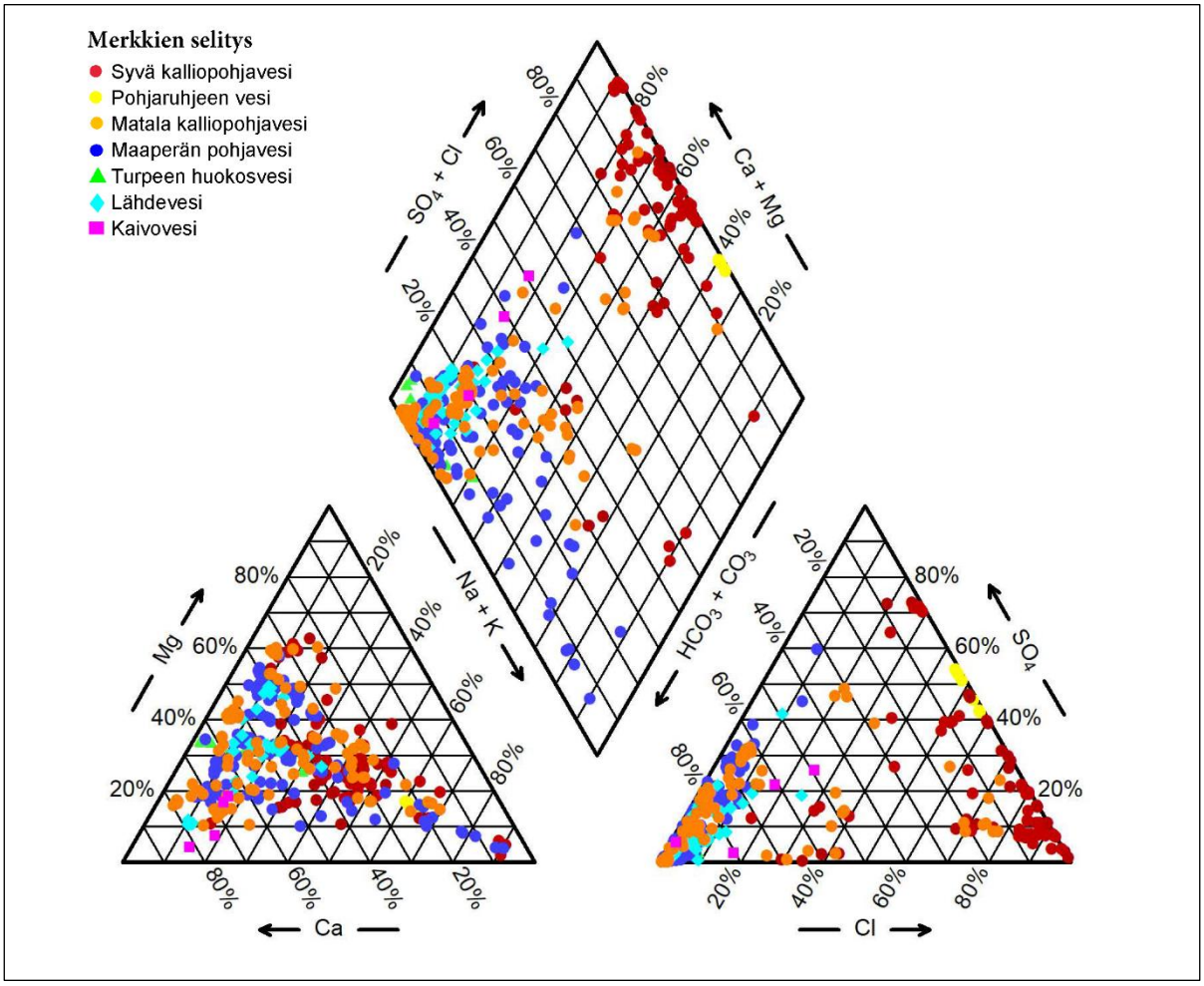
Taulukko 16-11 Matalan kalliopohjaveden fysikaalis-kemialliset tutkimukset ja alkuaineet kaudelta 2017–2020. Seurantatuloksien esitettävät tunnusarvot ovat: minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n). Taulukossa on esitetty vertailuarvoina Lahermo ym. 2002 esittämät pohjaveden laatutiedot porakaivoista (maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n)). Matalan kalliopohjaveden muuttujien maksimi- ja mediaaniarvot, jotka ylittävät porakaivojen vastaavat arvot on korostettu punaisella värillä. (AASM Oy 2020)

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Matala kalliopohjavesi							Porakaivot			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
pH	-	102	6,2	8,8	7,5	7,4	262	9,5	7,1	7,2
Alkaliniteetti	mmol/l	102	0,22	3,8	1,8	1,9	261	5,82	1,7	1,4
Sähkönjohtavuus	mS/m	102	3,5	242	31	22	261	714	34	23
Kovuus	mmol/l	53	0,3	9,3	1,5	1,1	258	198	5,5	3,4
Sameus	FTU	102	<0,15	840	69	19	-	-	-	-
Kemiallinen hapenkulutus, CODMn	mg/l	102	<0,5	148	5,5	2,5	263	65	6,4	3,8
Väri	mg pt/l	68	<5	450	64	17	262	80	11	5
Kiintoainepitoisuus, SS	mg/l	48	<1	6600	512	32	-	-	-	-
Liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus, TDS	mg/l	19	36	240	121	120	-	-	-	-
Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus, TOC	mg/l	48	<0,5	9,6	3,3	3,7	-	-	-	-
Happi, liuennut	mg O_2/l	47	<0,2	14	4,0	1,1	-	-	-	-
Happi, kyllästysaste	%	45	<1	110	31	10	252	116	45	40
Ammonium, NH_4	ug/l	46	<10	1060	215	94	-	-	-	-
Ammonium-typpi, NH_4-N	ug/l	102	<5	1200	256	125	-	-	-	-
Fosfaatti, PO_4	ug/l	53	<6	242	45	40	263	900	-	<20
Fosfaattifosfori, PO_4-P	ug/l	95	<2	410	58	16	-	-	-	-
Nitriitti, NO_2	ug/l	46	<10	160	13	10	-	-	-	-
Nitriittityppi, NO_2-N	ug/l	102	<2	50	4	2	-	-	-	-
Nitraatti, NO3	ug/l	46	<10	1480	481	500	263	88300	5430	260
Nitraattityppi, NO_3-N	ug/l	102	<5	340	61	59	-	-	-	-
Nitriitti- ja nitraattityppen summa NO_2-N + NO_3-N	ug/l	49	<5	140	26	20	-	-	-	-
Hopea, Ag (*)	ug/l	47	<0,02	<1	-	-	263	0,05	-	<0,01
Alumiini, Al (*)	ug/l	102	<0,2	1560	55,3	7,3	263	2750	30,1	2,5
Arseeni, As (*)	ug/l	102	<0,05	27,0	1,69	0,41	263	23,6	1,00	0,16
Boori, B (*)	ug/l	25	<0,5	35,8	9,1	4,6	263	478	54,6	27,0
Barium, Ba (*)	ug/l	78	2,8	154	29,2	29,4	-	-	-	-
Beryllium, Be (*)	ug/l	78	<0,001	0,06	0,02	0,01	263	1,52	-	<0,1
Kalsium, Ca (*)	mg/l	102	1,98	320	28,0	22,5	263	1310	28,1	16
Kadmium, Cd (*)	ug/l	102	<0,002	1,41	0,07	0,01	263	0,56	-	0,02
Kloridi, Cl	mg/l	102	0,44	606	30,8	0,8	263	3680	53,9	9,5
Koboltti, Co (*)	ug/l	102	0,008	4,7	0,58	0,12	263	33,5	0,42	0,04
Kromi, Cr (*)	ug/l	102	<0,01	18,8	1,53	0,44	263	2,50	-	<0,2
Kromi, Cr6+	ug/l	52	<0.4	<5	-		-	-	-	-

	AASM Oy:n tarkkailuohjelma						Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
	Matala kalliopohjavesi						Porakaivot			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Kes-kiarvo	Medi-aani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
Kupari, Cu (*)	ug/l	102	<0,05	1000	31,8	0,2	263	917	32,3	9,1
Fluoridi, F	mg/l	78	<0,1	2,6	0,2	0,2	253	6,0	0,7	0,2
Rauta, Fe (*)	ug/l	102	<0,4	25400	3492	86	263	39900	492	30
Elohopea, Hg (*)	ug/l	98	<0,002	0,04	0,007	0,002	-	-	-	-
Kalium, K (*)	mg/l	102	0,3	19,6	3,0	1,8	263	40,2	4,4	3,0
Magnesium, Mg (*)	mg/l	102	0,89	50,4	11,6	8,5	263	91,9	6,7	4,5
Mangaani, Mn (*)	ug/l	102	0,40	1450	243	161	263	4140	106	16
Molybdeeni, Mo (*)	ug/l	78	<0,05	172	8,7	1,2	263	53,8	2,3	0,5
Typpi, N	ug/l	49	<50	1200	466	460	-	-	-	-
Natrium, Na (*)	mg/l	102	1,9	159	18,4	3,7	263	1040	36,2	9,0
Nikkeli, Ni (*)	ug/l	102	<0,05	72,3	5,2	1,3	263	67,5	1,8	0,6
Fosfori, P	ug/l	102	<1	7660	150	45	-	-	-	-
Lyijy, Pb (*)	ug/l	102	<0,01	12,6	0,41	0,02	263	7,0	0,42	0,15
Antimoni, Sb (*)	ug/l	102	<0,01	1,60	0,14	0,05	263	1,46	0,04	0,02
Seleeni, Se (*)	ug/l	78	<0.2	10	0,7	0,5	263	4,6	-	<0,5
Pii, Si (*)	mg/l	53	1,3	9,8	5,4	5,2	-	-	-	-
Tina, Sn (*)	ug/l	53	<0,05	50,7	1,8	0,05	254	1,9	-	<0,5
Sulfaatti, SO_4	mg/l	102	<0,2	266	17,0	3,6	263	240	19,9	12,2
Strontium, Sr (*)	ug/l	78	7	1850	120	56	263	13300	190	81
Titaani, Ti (*)	ug/l	78	<0,001	<15	-	-	-	-	-	-
Tallium, Tl (*)	ug/l	78	<0,01	<0.2	-	-	263	0,1	-	<0,02
Uraani, U (*)	ug/l	102	0,00083	1	0,12	0,04	263	643	13,70	0,64
Vanadiini, V (*)	ug/l	70	<0,005	4,95	0,51	0,15	263	13,6	0,49	0,16
Sinkki, Zn (*)	ug/l	102	<0,2	2450	148	2	263	2810	85	22
Lämpötila (kenttä-mittaus)	oC	49	2,1	6,0	3,9	3,8	261	9,5	7,1	7,2

< pitoisuus alle määritysrajan

**määritetty liukoisena*



Kuva 16-11 Piper-diagrammi vesinäytteiden pääkationi ja -anioni koostumuksesta eri pohjavesiryhmissä (Piper 1994). Tutkimusalueen eri pohjavesiryhmien vedet jakautuvat pääsääntöisesti seuraaviin vesityyppeihin: Ca-Mg-HCO_3-tyypin vesiin (lähdevedet, kaivovedet, turpeen huokosvesi, pääosa maaperän ja matalan kalliopohjaveden vesistä) ja Ca-Mg-SO_4-vesiin (pääosa kalliopohjavedestä). Vähälukuisempina vesityyppeinä ovat Na-HCO_3-vedet (pieni osa maaperän pohjavesistä), Na-HCO_3-Cl-vedet (pieni osa maaperän pohjavesistä, syvästä kalliopohjavedestä ja matalasta kalliopohjavedestä) ja Na-Cl-vedet (pohjaruhjeen vesi ja pieni osa syvistä kalliopohjavesistä).

Syvän kalliopohjaveden laatu

Syvää kalliopohjavettä edustavat vesinäytteet on kerätty kairarei'istä 74 m ja 1 049 m välillä olevilta syvyyksiltä kerrosvesinäytteenottimella pääosin vettä johtavista rakenteista. Koska kallioperän yläosan rikkonaisen vyöhykkeen paksuus vaihtelee, menevät matalan ja syvän kalliopohjaveden näytesyvyydet osittain päällekkäin (syvyysväli 74–123 m mpa).

Syvä kalliopohjavesi poikkeaa selkeästi muista pohjaveden ryhmistä ja siinä havaitaan muihin pohjavesiryhmiin verrattuna korkeammat liuenneiden metallien pitoisuudet (Taulukko 16-12) (AASM Oy 2020). Liuenneiden metallien pitoisuudet syvissä kalliopohjavesinäytteissä vaihtelivat eri kairareikien välillä sekä yksittäisissä kairarei'issä eri syvyyksillä. Syvän kalliopohjaveden fosfaatti- ja nitraattipitoisuuksien mediaaniarvot ovat alhaisempia verrattuna Lahermon ym. (2002) esittämään porakaivojen vertailuaineistoon. Syvän kalliopohjaveden alkaliniteetin, sähkönjohtavuuden sekä

useimpien liuenneiden metallien pitoisuuksien mediaaniarvot ovat korkeampia verrattaessa Lahermon ym. (2002) esittämään porakaivojen vertailuaineistoon. Syvien kalliopohjavesien pH on ollut pääsääntöisesti välillä 6,1…9,0 ja pH:n mediaaniarvo on hieman koholla verrattaessa suomalaisten kallioporakaivojen mediaaniarvoon (Lahermo ym. 2002).

Syvälle kalliopohjavedelle laskennalliset liuenneiden aineiden kokonaispitoisuudet (Ruotsalainen ym. 2000) sähkönjohtavuudesta laskettuna vaihtelevat pääosin välillä 0,08—10 g/l edustaen murtovettä. Hyvin korkeita liuenneiden aineiden kokonaispitoisuuksia (yli 10 g/l) on tavattu kolmessa kairareiässä yhteensä kuudessa vesinäytteessä, jotka edustavat suolaista vettä. Kaksi korkeimman liuenneiden aineiden kokonaispitoisuuden omaavaa vesinäytettä on otettu yli 800 metrin syvyydeltä. Syvän kalliopohjaveden ja pohjaruhjeen erilainen kemiallinen koostumus ja pääionien määräsuhteiden erilaisuus verrattuna muihin vesiryhmiin nähdään selkeästi Piper-diagrammista (Kuva 16-11), jossa syvä kalliopohjavesi erottuu omaksi ryhmäkseen vinoneliön oikeanpuoleiseen yläosaan.

Kuvissa Kuva 16-12 ja Kuva 16-13 muuttujien arvoja ja pitoisuuksia on esitetty logaritmisella asteikolla lineaarisen asteikon sijasta muuttujien arvojen ja pitoisuuksien suuren vaihteluvälin takia. Pääkationi ja -anionien pitoisuudet (Na, K, Ca, Mg, SO_4, Cl, HCO_3) sekä sähköjohtavuus matalassa ja syvässä kalliopohjavedessä eivät ole suoraan riippuvaisia syvyydestä, vaikka pääsääntöisesti sähkönjohtavuus, liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus, kloridi-, natrium- ja sulfaattipitoisuus kasvavat syvyyden kasvaessa (Kuva 16-12). Toisaalta yli 700 metrin syvyydeltä on kerätty vesinäytteitä, joiden liuenneiden aineiden laskennalliset kokonaispitoisuudet ovat alhaisia (0,22 g/l). pH:ssa ei havaita korrelaatiota syvyyden suhteen (Kuva 16-12) (AASM Oy 2020).

Osin matalan kalliopohjaveden ja syvän kalliopohjaveden havaitaan päällekkäisyyttä Piper-diagrammissa (Kuva 16-11). Maaperän pohjavesi, lähdevedet, kaivovedet ja turpeen huokosvedet erottuvat matalista ja syvistä kalliovesistä ollen laimeampia, joissa liuenneiden aineiden laskennalliset kokonaispitoisuudet ovat alle 0,26 g/l. Liuenneista metalleista raudan, mangaanin, kromin, kuparin, nikkelin, kadmiumin, koboltin ja uraanin pitoisuudet eivät vaikututa olevan suoraan riippuvaisia syvyydestä tai pohjaveden ryhmästä tarkasteltaessa aineistoa (Kuva 16-12). Arseenipitoisuudet ovat maaperän pohjavedessä ja matalassa kalliopohjavedessä korkeammat kuin syvässä kalliopohjavedessä (Kuva 16-13). Kupari-, nikkeli-, strontium- ja sinkkipitoisuudet ovat suurimmat syvän kalliopohjaveden ryhmässä kuten kuvasta Kuva 16-13 voidaan havaita.

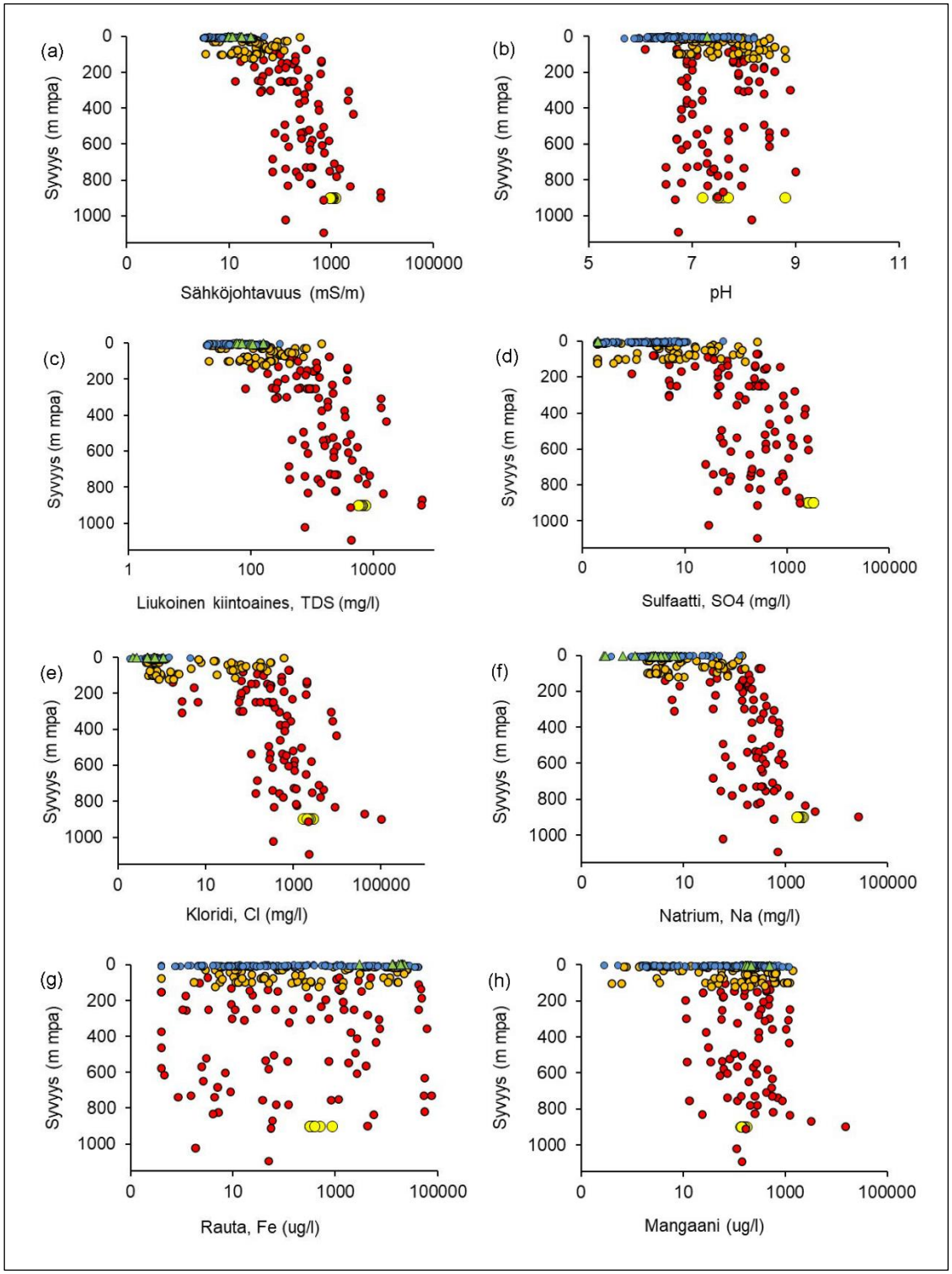
Taulukko 16-12 Syvän kalliopohjaveden fysikaalis-kemialliset tutkimukset ja alkuaineet kaudelta 2017–2020. Seurantatuloksien esitettävät tunnusarvot ovat: minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n). Taulukossa on esitetty vertailuarvoina Lahermo ym. 2002 esittämät pohjaveden laatutiedot porakaivoista (maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo, mediaani ja näytemäärä (n)). Syvän kalliopohjaveden muuttujien maksimi- ja mediaaniarvot, jotka ylittävät porakaivojen vastaavat arvot on korostettu punaisella värillä. (AASM Oy 2020)

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Syvä kalliopohjavesi							Porakaivot			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
pH	-	86	6,1	9,0	7,5	7,6	262	9,5	7,1	7,2
Alkaliniteetti	mmol/l	86	0,2	5,9	1,5	1,2	261	5,8	1,7	1,4
Sähkönjohtavuus	mS/m	86	14	9440	613	228	261	714	34	23
Kovuus	mmol/l	81	0,4	735	32,3	7,0	258	198	5,5	3,4
Sameus	FTU	86	0,4	11200	396	46	-	-	-	-
Kemiallinen hapen-kulutus, CODMn	mg/l	86	0,6	471	23,0	10,9	263	65	6,4	3,8
Väri	mg pt/l	40	<2	920	174	42	262	80	11	5
Ammonium, NH_4	ug/l	67	<50	13200	894	219	-	-	-	-
Ammonium-typpi, NH_4-N	ug/l	86	18	10300	636	185	-	-	-	-
Fosfaatti, PO_4	ug/l	81	<40	1440	65	40	263	900	-	<20
Fosfaattifosfori, PO_4-P	ug/l	72	8,1	470	25	10	-	-	-	-
Nitriitti, NO_2	ug/l	65	<5	<1500	-	-	-	-	-	-
Nitriittityppi, NO_2-N	ug/l	84	<2	<450	-	-	-	-	-	-
Nitraatti, NO3	ug/l	67	<270	<4000	-	-	263	88300	5430	260
Nitraattityppi, NO_3-N	ug/l	86	<60	<800	-	-	-	-	-	-
Nitriitti- ja nitraatti-typen summa NO_2-N + NO_3-N	ug/l	7	<20	<150	-	-	-	-	-	-
Hopea, Ag (*)	ug/l	52	<0,02	<3	-	0,05	263	0,05	-	<0,01
Alumiini, Al (*)	ug/l	87	0,29	689	91	19	263	2750	30,1	2,5
Arseeni, As (*)	ug/l	87	<0,05	3,70	0,67	0,24	263	23,60	1,00	0,16
Boori, B (*)	ug/l	5	3,0	12,3	7,6	6,1	263	478	54,6	27,0
Barium, Ba (*)	ug/l	87	4,4	341	73,5	54,4	-	-	-	-
Beryllium, Be (*)	ug/l	85	<0,001	0,38	0,04	0,004	263	1,52	-	<0,1
Kalsium, Ca (*)	mg/l	87	7,2	8390	485	168	263	1310	28	16
Kadmium, Cd (*)	ug/l	87	<0,002	0,61	0,08	0,03	263	0,56	-	0,02
Kloridi, Cl	mg/l	86	1,8	104000	2818	499	263	3680	54	9
Koboltti, Co (*)	ug/l	87	0,02	34,3	1,66	0,47	263	33,5	0,42	0,04
Kromi, Cr (*)	ug/l	87	<0,01	60,2	5,3	0,4	263	2,50	-	<0,2
Kromi, Cr 6+	ug/l	63	<0,4	<40	-	-	-	-	-	-
Kupari, Cu (*)	ug/l	87	<0,05	2170	92	6	263	917	32	9
Fluoridi, F	mg/l	86	<0,1	<2	-	-	253	6,01	0,71	0,15
Rauta, Fe (*)	ug/l	87	<0,4	77200	6506	118	263	39900	492	30
Elohopea, Hg (*)	ug/l	87	<0,002	0,054	0,004	0,002	-	-	-	-
Kalium, K (*)	mg/l	87	3	2420	59	19	263	40	4	3
Magnesium, Mg (*)	mg/l	87	2,3	12800	446	69	263	92	6,7	4,5
Mangaani, Mn (*)	ug/l	87	11,4	15300	521	260	263	4140	106	16,3
Molybdeeni, Mo (*)	ug/l	87	0,6	291	43	7,8	263	54	2,3	0,5

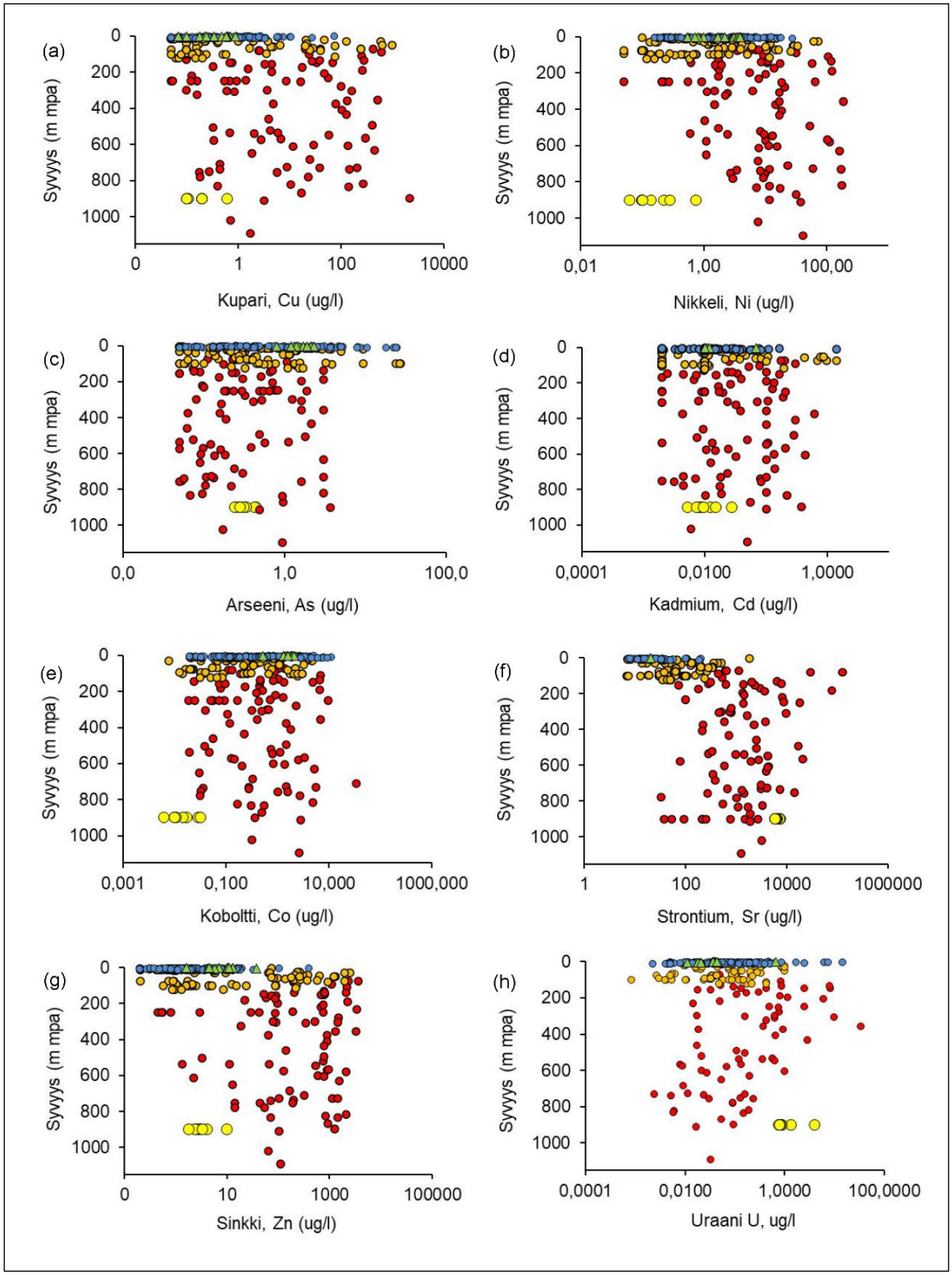
AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Syvä kalliopohjavesi							Porakaivot			
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
Typpi, N	ug/l	5	300	620	504	520	-	-	-	-
Natrium, Na (*)	mg/l	87	4	27300	649	217	263	1040	36	9
Nikkeli, Ni (*)	ug/l	87	<0,05	188	24,8	9,3	263	67,5	1,8	0,6
Fosfori, P	ug/l	87	<1	22300	295	14	-	-	-	-
Lyijy, Pb (*)	ug/l	87	<0,01	7,58	0,84	0,07	263	6,96	0,42	0,15
Antimoni, Sb (*)	ug/l	85	<0,01	2,22	0,42	0,23	263	1,46	0,04	0,02
Seleeni, Se (*)	ug/l	85	<0,2	30,6	4,24	0,50	263	4,59	-	<0,5
Pii, Si (*)	mg/l	82	0,3	16,4	4,2	3,4	-	-	-	-
Tina, Sn (*)	ug/l	80	<0,05	26,9	1,48	0,09	254	1,9	-	<0,5
Sulfaatti, SO_4	mg/l	86	0,9	2600	421	212	263	240	20	12
Strontium, Sr (*)	ug/l	87	33,1	124000	5187	1340	263	13300	190	81
Titaani, Ti (*)	ug/l	85	<0,001	23	3,53	0,57	-	-	-	-
Tallium, Tl (*)	ug/l	85	<0,01	<0.5	-	-	263	0,12	-	<0,02
Uraani, U (*)	ug/l	85	0,002	33,40	1,14	0,15	263	643	13,7	0,6
Vanadiini, V (*)	ug/l	85	<0,005	2,51	0,33	0,10	263	13,60	0,49	0,16
Sinkki, Zn (*)	ug/l	87	0,45	3650	680	201	263	2810	85	22

< pitoisuus alle määritysrajan

**määritetty liukoisena*



Kuva 16-12 Sähkönjohtavuudet (a), pH, (b), liuenneiden aineiden kokonaispitoisuudet (c), sulfaatti- (d), kloridi- (e), natrium- (f), rauta- (g) ja mangaanipitoisuudet (h) esitettyinä logaritmisella akselilla syvyyttä vasten turpeen huokosvedelle (vihreät kolmiot), maaperän pohjavedelle (siniset pallot), matalalle kalliopohjavedelle (oranssit pallot), syvälle kalliopohjavedelle (punaiset pallot) ja pohjaruhjeen vedelle (keltaiset pallot).



Kuva 16-13 Kromi (d)-, kupari (e)-, nikkeli (f)-, arseeni (g)-, kadmium (h)-, koboltti (i)-, strontium (j)-, sinkki (k)- ja uraanipitoisuudet (l) esitettyinä logaritmisella akselilla syvyyttä vasten turpeen huokosvedelle (vihreät kolmiot), maaperän pohjavedelle (siniset pallot), matalalle kalliopohjavedelle (oranssit pallot), syvälle kalliopohjavedelle (punaiset pallot) ja pohjaruhjeen vedelle (keltaiset pallot).

Pohjaruhjeen veden laatu

Pohjaruhjeen vedestä on kerätty vesinäytteitä pitkäkestoisen pumppauskokeen yhteydessä keväällä 2018 (Taulukko 16-13). Pohjaruhjeen vedenlaadussa on samankaltaisuuksia syvän kalliopohjaveden koostumuksen kanssa poiketen muista pohjavesiryhmistä (Kuvat A ja B). Syvässä kalliopohjavedessä raudan, arseenin, kadmiumin, koboltin, kuparin, nikkelin ja uraanin liuenneet pitoisuudet ovat samankaltaisia tai alhaisempia kuin matalassa kalliopohjavedessä tai maaperän pohjavedessä. Laskennallisen liuenneiden aineiden kokonaispitoisuuden perusteella pohjaruhjeen vesi edustaa murtovettä. Pohjaruhjeen veden pH vaihteli pitkäkestoisen pumppauskokeen aikana välillä 7,2…8,8 ja pH:n mediaaniarvo on hieman koholla verrattaessa suomalaisten kallioporakaivojen mediaaniarvoon (Lahermo ym. 2002).

Taulukko 16-13 Pohjaruhjeen veden fysikaalis-kemialliset tutkimukset ja alkuaineet vuodelta 2018. Seurantatuloksien esitettävät tunnusarvot ovat: minimiarvo, maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo ja näytemäärä (n). Taulukossa on esitetty vertailuarvoina Lahermo ym. 2002 esittämät pohjaveden laatutiedot porakaivoista (maksimiarvo, aritmeettinen keskiarvo ja näytemäärä (n)). Syvän kalliopohjaveden muuttujien maksimi- ja keskiarvot, jotka ylittävät porakaivojen vastaavat arvot on korostettu punaisella värillä. (AASM Oy 2020)

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Pohjaruhjeen vesi								Porakaivot		
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
pH	-	8	7,2	8,8	7,7	7,5	262	9,5	7,1	7,2
Alkaliniteetti	mmol/l	8	1,2	1,5	1,3	1,3	261	5,8	1,7	1,4
Sähkönjohtavuus	mS/m	8	951	1230	1067	1040	261	714	34	23
Kovuus	mmol/l	8	24,7	27,9	25,8	25,2	258	35,2	1,0	3,4
Sameus	FTU	8	0,2	2,1	0,6	0,4	-	-	-	-
Kemiallinen hapenkulutus, CODMn	mg/l	8	2,1	25,0	9,0	5,2	263	65,0	6,4	3,8
Ammonium, NH_4	ug/l	8	92	160	114	102	262	80	11	-
Ammonium-typpi, NH_4-N	ug/l	8	72	124	88	79	-	-	-	-
Fosfaatti, PO_4	ug/l	8	<40	-	-	-	263	900	-	<20
Fosfaattifosfori, PO_4-P	ug/l	8	<10	-	-	-	-	-	-	-
Nitriitti, NO_2	ug/l	8	<5	<600	-	-	-	-	-	-
Nitriittityppi, NO_2-N	ug/l	8	<2	<150	-	-				-
Nitraatti, NO3	ug/l	8	<500	1120	790	800	263	88300	5430	260
Nitraattityppi, NO_3-N	ug/l	8	<160	250	161	160	-	-	-	-
Hopea, Ag (*)	ug/l	8	<0,1	-	-	-	-	-	-	-
Alumiini, Al (*)	ug/l	8	6,6	44,3	18,9	16,6	263	2750	2,47	2,5
Arseeni, As (*)	ug/l	8	0,24	0,44	0,32	0,30	263	23,60	1,00	0,16
Barium, Ba (*)	ug/l	8	6,18	13,80	8,11	7,35	-	-	-	-
Beryllium, Be (*)	ug/l	8	<0,001	0,004	0,003	0,003	263	1,52	-	<0,1
Kalsium, Ca (*)	mg/l	8	574	657	597	580	263	1310	28	16
Kadmium, Cd (*)	ug/l	8	0,005	0,028	0,012	0,009	263	0,56	-	0,02
Kloridi, Cl	mg/l	8	1690	2840	2248	2200	263	3680	54	9
Koboltti, Co (*)	ug/l	8	0,006	0,032	0,016	0,013	263	33,50	0,42	0,04
Kromi, Cr (*)	ug/l	8	0,22	1,08	0,47	0,42	263	2,50	-	<0,2
Kromi, Cr 6+	ug/l	8	<4	-	-	-	-	-	-	-
Kupari, Cu (*)	ug/l	8	<0,1	0,61	0,21	0,20	263	917	32	9
Fluoridi, F	mg/l	8	<0,4	0.5	-	-	253	6,01	0,71	0,15

AASM Oy:n tarkkailuohjelma							Vertailuaineisto Lahermo ym. 2002			
Pohjaruhjeen vesi								Porakaivot		
Parametri	Yksikkö	n	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	n	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani
Rauta, Fe (*)	ug/l	8	318	873	434	365	263	39900	492	30
Elohopea, Hg (*)	ug/l	8	<0,002	-	-	-	-	-	-	-
Kalium, K (*)	mg/l	8	44	53	47	45	263	40	4,4	3,0
Magnesium, Mg (*)	mg/l	8	256	283	266	260.5	263	92	7	4
Mangaani, Mn (*)	ug/l	8	138	179	149	142	263	4140	106	16,3
Molybdeeni, Mo (*)	ug/l	8	9,5	18,9	11,1	9,7	263	54	2,3	0,5
Natrium, Na (*)	mg/l	8	1700	2200	1849	1740	263	1040	36,2	9,0
Nikkeli, Ni (*)	ug/l	8	0,06	0,75	0,22	0,12	263	68	1,8	0,6
Fosfori, P	ug/l	8	3,7	207,0	37,3	6,7	-	-	-	-
Lyijy, Pb (*)	ug/l	8	0,02	0,11	0,07	0,06	263	6,96	0,42	0,15
Antimoni, Sb (*)	ug/l	8	0,014	0,036	0,020	0,020	263	1,46	0,04	0,02
Seleeni, Se (*)	ug/l	8	<1	-	-	-	263	4,59	-	<0,5
Pii, Si (*)	mg/l	8	7,8	8,5	8,1	8,1	-	-	-	-
Tina, Sn (*)	ug/l	8	<0,1	-	-	-	254	1,92	-	<0,5
Sulfaatti, SO_4	mg/l	8	2520	3300	2973	2955	263	240	20	12
Strontium, Sr (*)	ug/l	8	5860	7400	6399	6180	263	13300	190	81,2
Titaani, Ti (*)	ug/l	8	<0,002	1,660	0,275	0,082	-	-	-	-
Tallium, Tl (*)	ug/l	8	<0,01	<0,02	-	-	263	0,12	-	<0,02
Uraani, U (*)	ug/l	8	0,8	4,0	1,3	0,8	263	643	14	1
Vanadiini, V (*)	ug/l	8	0,0	0,2	0,1	0,1	263	14	0,5	0,2
Sinkki, Zn (*)	ug/l	8	1,8	9,8	3,7	2,9	263	2810	85	22

< pitoisuus alle määritysrajan

**määritetty liukoisena*

Vesien stabiilien isotooppien koostumus

Perustilatarkkailun yhteydessä on aloitettu hapen ($\delta^{18}O$) ja vedyn ($\delta^{2}H$) stabiilin isotooppikoostumuksen tarkkailu vuonna 2015, aluksi Helsingin yliopiston tutkimusprojekteihin liittyen (Salonen ym. 2015, Korkka-Niemi ym. 2017) ja vuodesta 2018 alkaen AASM Oy:n tarkkailuohjelmana. Stabiilien isotooppien tarkkailuohjelman tavoitteena on saada tietoa eri vesiryhmien koostumusvaihteluista ja vuorovaikutuksista sekä veden kiertokulusta Viiankiaavalla ja sen lähiympäristössä. Hydrologinen kiertokulku tuottaa veden stabiilien isotooppien määräsuhteisiin muutoksia, joiden perusteella on mahdollista jäljittää pohjaveden alkuperää sekä tutkia hydrologisen kiertokulun prosesseja ja vuorovaikutuksia. Sadannan $\delta^{18}O$ ja $\delta^{2}H$ -arvojen välillä on lineaarinen yhteys, jota kuvataan globaalilla meteoristen vesien suoralla (GMWL, Dansgaard 1964) sekä paikallisella meteoristen vesien suoralla (LMWL, Kortelainen 2007) Suomen alueella (Kuva 16-14).

Lauhkeilla ja arktisilla alueilla hapen ja vedyn isotooppikoostumukset pohjavesissä seuraavat hyvin tarkasti alueen sadannan vastaavia keskimääräisiä arvoja, mikä on osoitettu esimerkiksi Kanadassa ja Suomessa tehdyissä tutkimuksissa (esim. Kortelainen ja Karhu 2004). Pohjavesien isotooppiarvot $\delta^{18}O$ ja $\delta^{2}H$ -diagrammilla yleensä osuvat GMWL tai LMWL-suoralle. Sopivissa olosuhteissa vesistöjen ja soiden haihtunut vesi voi paikallisesti imeytyä pohjaveteen, mikä siirtää haihtumisen tuoman isotooppikoostumuksen muutoksen mukanaan pohjaveteen ja tarjoaa mahdollisuuden tutkia

haihtuneen veden imeytymistä ja kulkeutumisreittejä pohjavedessä. Pintavesien haihtuminen vaikuttaa veden isotooppikoostumukseen. Haihtuminen suosii kevyempiä isotooppeja ^{16}O ja ^{1}H, minkä seurauksena jäljelle jäänyt vesi rikastuu raskaampien isotooppilajien suhteen, jolloin veden $\delta^{18}O$ ja $\delta^{2}H$-arvot kasvavat alkuperäiseen koostumukseen verrattuna. Tämä vaikutus on havaittavissa vesistöjen ja soiden vesien isotooppikoostumuksissa. Haihtuneet näytteet sijaitsevat $\delta^{18}O$ ja $\delta^{2}H$-diagrammille GMWL ja LMWL suorien alapuolella (Kuva 16-14).

Aikaisemmissa tutkimuksissa on sadanta-asemien pitkäaikaisen seurannan perusteella osoitettu (Kortelainen 2007) hapen ja vedyn isotooppikoostumuksien systemaattinen vaihtelu sadannassa alueen keskilämpötilan mukaan siten, että kylmien seutujen sadanta on köyhtynyt hapen ja vedyn isotooppien suhteen lämpimiin seutuihin verrattuna. Sadannan vuotuinen keskimääräinen isotooppikoostumus säilyy paikallisesti suunnilleen samanlaisena vuodesta toiseen vaihdellen säännöllisesti vuodenaikojen tahtiin (Kortelainen 2007). Tarkkailuaineiston perusteella Viiankiaavan laajat suoalueet tuottavat turvemaassa ja avoimissa vesialtaissa tapahtuvan haihtumisen vaikutuksesta pintavettä, joka on tunnistettavissa muuttuneiden $\delta^{18}O$ ja $\delta^{2}H$ arvojen perusteella ja nämä Viiankiaavan haihtuneet pintavedet ovat merkittävä muodostumislähde Viiankiaavan ja lähiympäristön pohjavesille (Karhu ym. 2020). Haihtuneen pintavesikomponentin omaavan pohjaveden virtaus alueella ei rajoitu maaperän pohjaveteen vaan ulottuu paikoin myös kallion rikkonaiseen yläosaan (Karhu ym. 2020). Viiankiaavalta kerätyn maaperän pohjaveden tarkkailuaineiston hapen ja vedyn isotooppikoostumuksen paikallinen vaihtelevuus ja haihtumisen leimaama koostumus ovat poikkeavaa verrattaessa aineistoa aikaisempiin tutkimuksiin muilta alueilta (Kortelainen 2007, Rautio 2017).

Viiankiaavalta ja lähiympäristöstä otettujen lähdevesinäytteiden hapen ja vedyn isotooppikoostumuksessa on huomattavaa paikallista vaihtelua sekä haihdunnan leimaama koostumus, mikä nähdään isotooppikoostumuksen poikkeamisena GMWL ja LMWL suorien alapuolelle $\delta^{18}O$-$\delta^{2}H$ kuvaajassa (Kuva 16-14) sekä isotooppikoostumuksen suurena vaihteluna. Kuusivaaran ja Moskuvaaran alueilta otetuissa lähdevesinäytteissä havaitaan vain vähäistä hapen ja vedyn isotooppikoostumuksen vaihtelua. Moskuvaaran ja Kuusivaaran lähteistä otettujen vesinäytteiden isotooppikoostumus (Taulukko 16-14) ei analyyttisissä virherajoissa eroa toisistaan eikä Siurunmaan lähteen arvoista ($\delta^{18}O$ arvojen mediaani ja keskihajonta -14,7 ± 0,7 ‰ ja $\delta^{2}H$ -107,1 ± 5,4 ‰). Kuusivaaran sekä Moskuvaaran lähdevedet ovat muodostuneet suoraan sadannasta vailla haihtumisprosessin vaikutusta, mikä nähdään isotooppikoostumuksen sijoittumisena GMWL ja LMWL suorille $\delta^{18}O$-$\delta^{2}H$ kuvaajassa lähelle Siurunmaan lähteen koostumusta, joka edustaa parasta arviota alueen keskimääräisestä vuotuisesta sadannan isotooppikoostumuksesta sekä keskimääräisestä maaperän pohjaveden isotooppikoostumuksesta (Kuva 16-14). Viiankiaavan länsireunassa Kitisen itärannalla sijaitsevien lähteiden veden isotooppikoostumus sijoittuu $\delta^{18}O$-$\delta^{2}H$ kuvaajassa GMWL ja LMWL suorien alapuolelle, mikä viittaa haihdunnan vaikutukseen muodostumisvedessä (Taulukko 16-14, Kuva 16-14). Lisäksi Kitisen itärannalla sijaitsevien lähteiden veden isotooppikoostumuksessa havaitaan suurehko vaihtelu.

Viiankiaavalla ja sen lähialueilla Kiimakuusikon alueella ja Kersilönkankaalla maaperän pohjaveden happi- ja vetyisotooppiarvoissa havaitaan hieman haihdunnan vaikutusta mutta alueiden maaperän pohjavesi heijastaa normaalilla tavalla paikallisen sadannan isotooppikoostumusta (Karhu ym. 2020). Alueella näyttää vallitsevan oma suoraan sadannasta syntynyt pohjavesisysteeminsä, jossa pohjaveden virtaus tapahtuu metsäsaarekkeen reuna-alueita kohti. Viiankiaavan haihtuneen komponentin sisältävien pohjavesien virtaus ei ulotu näille alueelle. Viiankiaavan ulkopuolella Kuusivaarassa ja Moskuvaarassa vallitsevat omat erilliset pohjavesisysteeminsä, missä pohjaveden

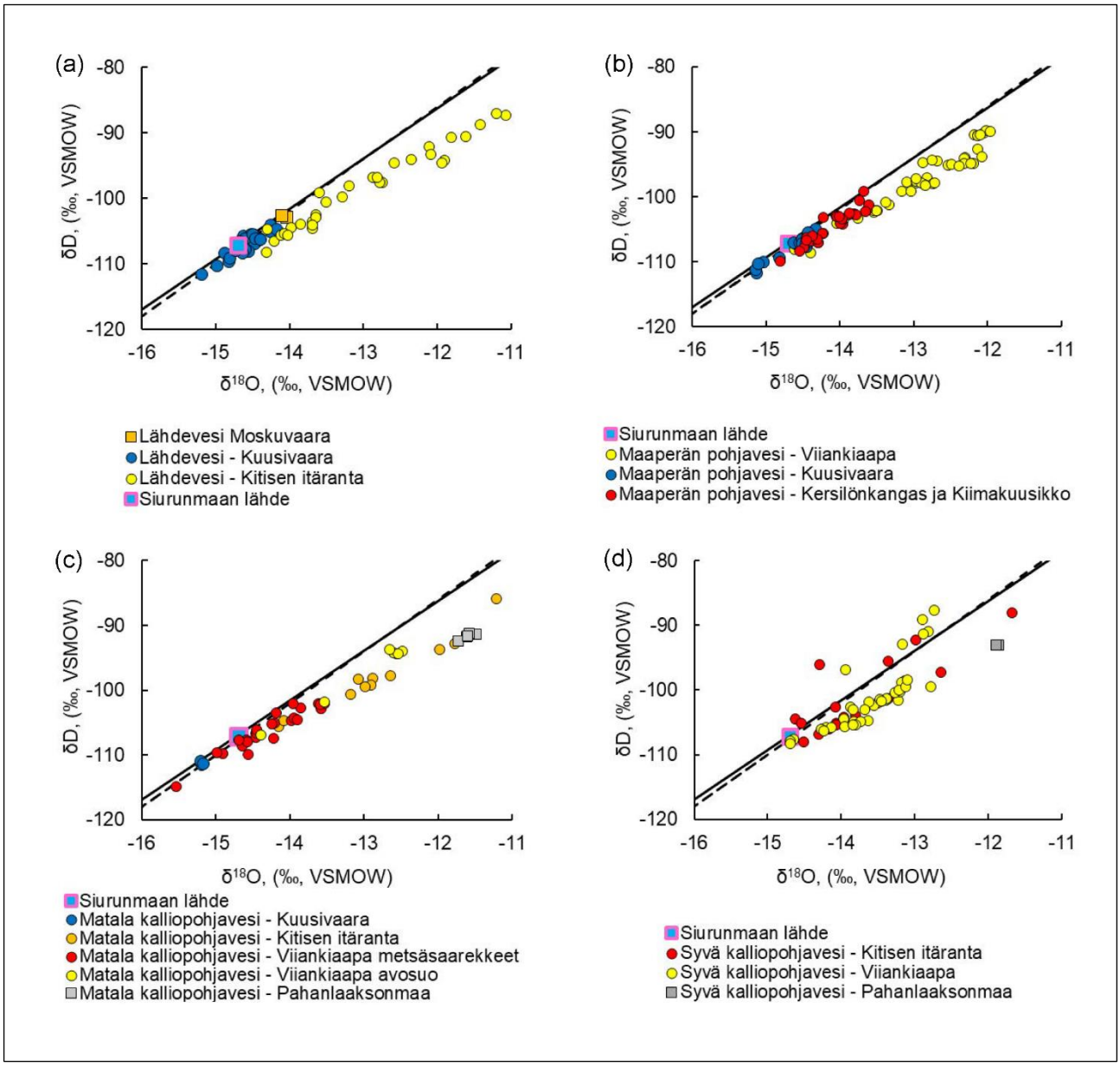
happi- ja vetyisotooppiarvot heijastavat normaalilla tavalla paikallisen sadannan isotooppikoostumusta (Karhu ym. 2020) (Kaavio 16-9).

Tarkasteltaessa matalan kalliopohjaveden ja syvän kalliopohjaveden isotooppikoostumusta havaitaan haihtuneen komponentin sisältävien matalien ja syvien kalliopohjavesien levinneisyyden poikkeavan Pahanlaaksonmaan ja Kiimakuusikon alueilla haihtuneiden maaperän pohjavesien levinneisyydestä. Tämä havainto viittaa siihen, ettei maaperän pohjavedellä ja kalliopohjavedellä ole näillä alueilla suoraa yhteyttä. Viiankiaavan alueella matalan ja syvän kalliopohjaveden koostumuksessa ja haihtuneen komponentin esiintymisessä havaitaan yleisesti suuria alueellisia eroja ja syvyyssuuntaisia vaihtelevuuksia (Kaavio 16-9, Taulukko 16-14). Haihtuneen vesityypin huomattava paikallinen syvyysulottuvuus liittyy mahdollisesti vettä johtavien rakenteiden esiintymiseen kallioperässä. Kuusivaaran alueella sekä matala kalliopohjavesi on lähellä alueen keskimääräistä maaperän pohjaveden isotooppikoostumusta (Kaavio 16-9).

Taulukko 16-14 Viiankiaavan ja lähialueiden lähdevesien, maaperän pohjaveden, matalan kalliopohjaveden ja syvän kalliopohjaveden hapen ja vedyn isotooppikoostumus $\delta 18O$ ja $\delta 2H$ arvoina, jotka ilmaisevat vesinäytteen 2H/1H- ja 18O/16O-isotooppisuhteiden promillepoikkeaman kansainvälisestä VSMOW-standardista (Vienna Standard Mean Ocean Water). (näytemäärä = n, keskihajonta = SD).

Pohjavesiryhmä ja alue	n	Mediaani $\delta^{18}O$, ‰ (VSMOW)	Mediaani δD, ‰ (VSMOW)	SD $\delta^{18}O$	SD δD
Lähdevesi - Moskuvaara ja Kuusivaara	31	-14,6	-106,6	0,2	2,0
Lähdevesi - Kitisen Itäranta	36	-12,8	-97,6	1,3	8,3
Maaperän pohjavesi - Kuusivaara	17	-14,5	-107,2	0,3	2,0
Maaperän pohjavesi - Viiankiaapa	45	-12,84	-97,57	0,7	5,0
Maaperän pohjavesi - Kersilönkangas ja Kiimakuusikko	29	-14,0	-103,4	0,3	2,6
Matala kalliopohjavesi - Kuusivaara	9	-14,6	-107,1	0,3	2,5
Matala kalliopohjavesi - Kitisen itäranta	11	-12,9	-98,3	0,9	5,5
Matala kalliopohjavesi - Viiankiaapa metsäsaarekkeet	27	-14,5	-106,6	0,5	3,1
Matala kalliopohjavesi - Viiankiaapa suoalueet	11	-12,65	-94,41	0,6	4,2
Matala kalliopohjavesi - Pahanlaaksonmaa	6	-11,6	-91,5	0,1	0,4
Syvä kalliopohjavesi - Kitisen itäranta	19	-14,07	-103,9	1,0	6,9
Syvä kalliopohjavesi - Viiankiaapa	35	-13,5	-101,7	0,5	7,9

Kaavio 16-9 Viiankiaavan ja lähialueiden lähdevesien (a), maaperän pohjaveden (b), matalan kalliopohjaveden (c) ja syvän kalliopohjaveden (d) hapen ja vedyn isotooppikoostumus δ18O-δ2H kuvaajassa. LMWL kuvaa paikallisen sadannan isotooppikoostumuksen vaihtelua (yhtenäinen musta suora) ja GMWL kuvaa globaalin sadannan isotooppikoostumuksen vaihtelua (musta katkoviiva). Lisäksi on esitetty sadannan Siurunmaan lähdeveden δ18O ja δ2H arvot, joka on paras arvio keskimääräisen maaperän pohjaveden isotooppikoostumuksesta.



16.2.10 Viiankiaavan hydrogeologia

Kooste Viiankiaavan hydrologiaan vaikuttavista tekijöistä on laadittu Salosen toimesta (2020). Kitisen kevättulvien merkityksen vähennyttyä on nykyisen Viiankiaavan hydrologian tärkein tapahtumasarja sadanta, veden talviaikainen varastoituminen lumipeitteeseen, pintavalunta ja imeytyminen turpeeseen, maavesivyöhykkeeseen tai monimuotoiseen pohjavesien kiertoon. Pohjaveden pintojen

vuotuinen vaihtelu on Viiankiaavan suoalueella puolen metrin luokkaa, mutta moreenialueilla ja joen itäreunoilla olevissa moreenivälikerroksia sisältävissä hiekka- ja sorakerrostumissa vuotuinen korkeusvaihtelu on orsivesistä johtuen yli metrin suuruista. Korkeimmillaan pohjaveden pinnat ovat touko−kesäkuussa lumien sulettua, minkä jälkeen niiden painetasot laskevat tasaisesti vuoden mittaan ollen alimmillaan lopputalvesta, maalis–huhtikuussa. (Salonen 2020.)

Pohjavesien virtaus tapahtuu Viiankiaavan alueella pääosin horisontaalisena, suon pinnan suuntaisena virtauksena suon turvekerroksen alla olevissa maakerrostumissa. Paikoin tapahtuu pienipiirteistä pohjaveden purkautumista ja paikoin vesien imeytymistä. Pohjavesi/pintavesi -vuorovaikutus on Viiankiaavalla varsin vaihteleva ilmiö, jossa imeytymistä on etupäässä suon keskusosissa sekä kivennäismaalajeista muodostuneilla kohoumilla. Pohjaveden purkautumista tapahtuu aika ajoin kaikkialla, keskittyen kuitenkin Sakattiojan suualueelle ja Kitisen väylälle. (Salonen 2020.) Viiankiaavan alueella purkautuva pohjavesi on pääasiassa suon alueella imeytynyttä, melko nuorta vettä, eikä lähteisiin purkautuva vesi ole peräisin syvemmistä kallioperän kerroksista. Kalliopohjaveden on mahdollista purkautua Kitiseen kallioperän vertikaalirakoja pitkin. (Luukas 2017, Salonen 2020.)

Pohjaveden päävirtaussuunta Viiankiaavalla on idästä länteen, suoalueilta kohti Kitistä. Pohjaveden pinta on tavallisesti 2–4 m syvyydellä maanpinnasta.

16.2.11 Vaikutuskohteiden herkkyys

Hankealueella sijaitsee Pahalaksonmaan 2-luokan pohjavesialue ja osa Kersilönkankaan 2-luokan pohjavesialueesta. Näillä pohjavesialueilla ei ole vedenottamoita. Mahdollisella vaikutusalueella on kaksi talousvesikaivoa. Pahanlaaksonmaalla, Kenttäaavalla Kuusivaaran pohjoispuolella sekä Kuusivaaran ja Kitisen välisellä alueella on lukuisia lähteitä ja tihkupintoja. Pohjavesivaikutusten kannalta vaikutuskohteiden herkkyys on kaikissa vaihtoehdoissa suuri.

16.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

16.3.1 Pohjavesimallinnukset

Stantec Consulting Ltd (2020) on mallintanut suunniteltujen kaivostilojen louhinnan ja niistä tapahtuvan vedenpoiston vaikutuksia Viiankiaavan alueen pohjavesien virtaukseen ja pohjaveden pintaan. Pohjavesimallinnuksessa on käytetty lähtöaineistona aikaisempia maaperäselvityksiä ja tutkimuksia Viiankiaavan hydrogeologiasta (mm. Gustavsson ym. 1979, Lappalainen 1970, Helsingin yliopisto 2015–2019, Golder Associates 2012–2015), AASM Oy:n keräämää pohjaveden pitkäaikaista pinnankorkeuden seuranta-aineistoa (2012–2019), pohjamoreeniaineistoa (AASM Oy) sekä AASM Oy:n ja SRK Consulting (UK) Ltd tuottamaa testausaineistoa (2017–2019). Kallioperän vedenjohtavuusominaisuuksista on saatu tietoja timanttikairausten yhteydessä tehdyillä testauksilla ja asennetuista kalliopohjavesikaivoista. Kallioperän osalta lähtöaineistona on käytetty mm. GTK:n tietokantoja alueellisten kallioperärakenteiden (ruhjeet, siirrokset) sijainneista sekä kairasydänten (kivinäytteet) yksityiskohtaiseen tarkasteluun perustuvia havaintoja. Mallinnuksen lähtöarvot perustuvat ajantasaisiin meteorologisiin tietoihin, pohjaveden pintojen pitkäaikaiseen tarkkailuun sekä Helsingin yliopiston tekemään geologiseen mallinnukseen (useita julkaisuja, mm. Åberg ym. 2017), jossa on otettu huomioon vettä johtavien ja varastoivien yksiköiden monimutkainen rakenne.

Helsingin yliopiston tekemän mallinnuksen lähtökohdat olivat seuraavat:

- Numeerinen pohjaveden virtausmallinnus MODFLOW-NWT (Niswomger et al. 2011)
- Pohjaveden virtausmallin perustana geologinen Leapfrog GEO –malli
- Mallinnusalue 6 x 8 km
- Virtausmallissa 10 kerrosta
- Solukoko 20 x 20 m
- Mallin vedenjohtavuudet: lajittuneet maakerrokset 1,2E-06...4,3E-03, moreeni 5,0E-08…1,3E-04 m/s, turve 1,0E-06…8,8E-05 m/s

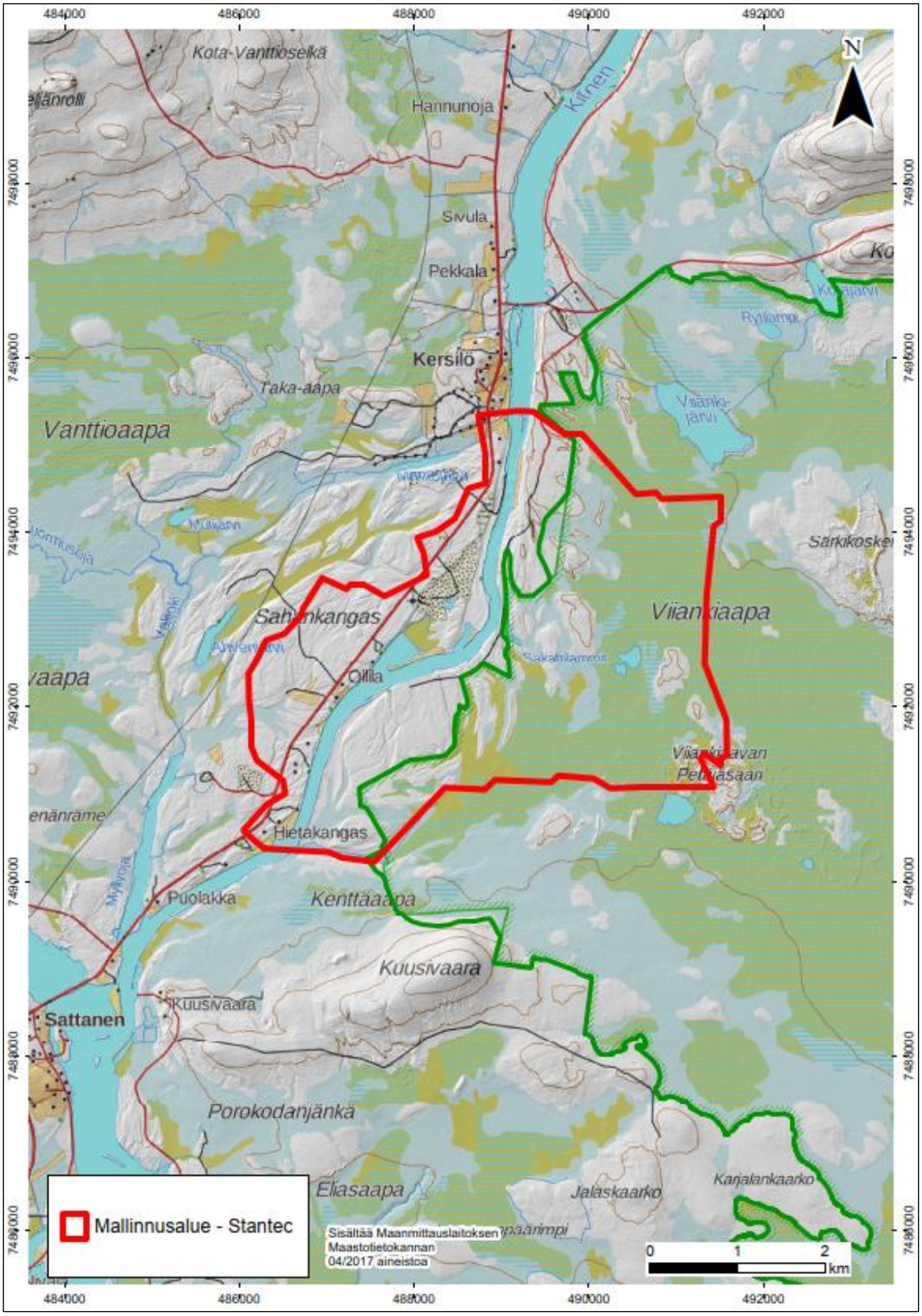
Stantec Consulting Ltd yhdisti omassa mallinnuksessaan SRK Consulting (UK) Ltd kalliomallin ja Helsingin yliopiston laatiman maaperämallin. Mallinnuksen lähtökohdat olivat:

- Mallinnusohjelmisto FEFLOW
- FEFLOW -mallin perustana on geologinen 3D-malli (Leapfrog GEO)
- Aktiivisia soluja yhteensä 1 115 478
- Mallinnusalue 17 km^2, malli ulottuu maan pinnalta 200 m kaivoksen alapuolelle
- Solukoko vaihtelee ollen tarkin kaivoksessa ja sen läheisyydessä
- Mallin vedenjohtavuudet (horisontaalinen): 10-6 maaperä, 10-7 rapautunut kallio, 10-7 m/s kallion rakenteet (poikkeuksena pohjaruhje 10-6 m/s), 10-8 m/s ehjä kallio
- Transient-malli tammikuusta 2011 joulukuuhun 2018
- Ennustava-malli kattaen kaivoksen eliniän 22 kaivosvuotta kuukauden ajallinen resoluutio
- Mallinnus on jaettu viiteen ajanjaksoon: vuosi 1; vuodet 2–3; vuodet 4–8; vuodet 9–15; vuodet 16–22

Kuvassa Kuva 16-14 on esitetty yhdistelmämalliin (Stantec Consulting Ltd 2020) sisällytetty mallinnusalue. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu tarkemmin Stantec Consulting Ltd in mallinnuksessa käytettyä käsitteellistä mallia sekä mallin kalibrointia, epävarmuuksia ja mallinnuksen tuloksia.

Käsitteellinen malli

Käsitteellinen malli luodaan pohjavesimallinnuksen perustaksi. Siinä esitetään mallinnuksessa käytettävät hydrogeologiset yksiköt, esim. maakerrokset, kallioperän rakenteet ja pohjaveden virtaukset. Stantec Consulting Ltd in luomassa mallissa käytetyt avainosat on esitetty taulukossa Taulukko 16-15 ja kuvassa Kuva 16-15.

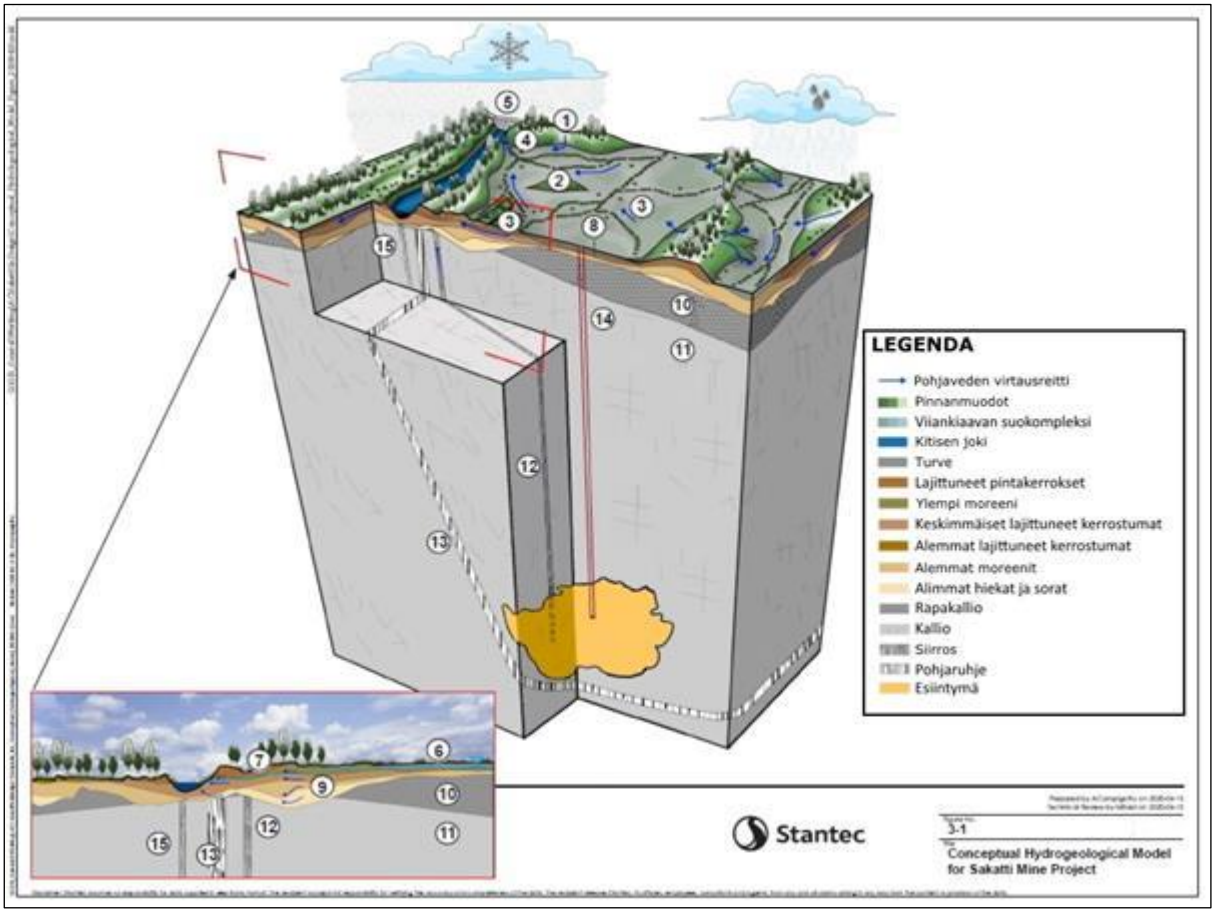


Kuva 16-14 Yhdistelmämallin mallinnusalue. (Lähde: Stantec Consulting Ltd 2020/AASM Oy 2020)

Taulukko 16-15 Käsitteellisen mallin avainosat.

Numero	Nimi	Kuvaus
1	Sulamisvedet ja kevättulva	Suoalueelle pakkaantunut lumi ja sinne muodostunut jää ovat turpeen, sen alapuolisen maaperän ja rapautuneen/rikkonaisen kallion pohjaveden pääasiallinen lähde.
2	Suoalue	Suoalueella on nähtävissä veden virtausuomia. Sulamiskaudella ilmenee pintavalumaa suoalueella, osa vedestä jää suoalueelle.
3	Pintaveden ja maapohjaveden virtaus	Osa suoalueen pintavalumasta päätyy Kitiseen. Lisäksi maaperän pohjavesi virtaa kohti Kitistä muodostaen lähteitä suoalueen reunamilla ja Kitisen rantamilla (ns. vapaa pohjavesi). Viiankiaavan alla pohjavesi on paikoitellen salpavettä.
4	Ihmisen aikaansaamat vaikutukset	Kitisen ja Viiankiaavan välissä sijaitseva metsäautotie muodostaa virtausesteen suoalueelta tulevalle pintavalumalle.
5	Kitisen pato	Kitisen säännöstely on muuttanut Kitisen ja Viiankiaavan hydrologiaa tulvimisen vähennyttyä ja Kitisen vedenpinnan vaihtelujen pienennyttyä.
6	Turpeessa oleva vesi	Valtaosin huokosissa olevaa vettä. Turvekerrostuman alaosa on osalla Viiankiaapaa tiivistä ja sen vedenläpäisevyys on erittäin pieni estäen hydraulisen yhteyden muihin maakerroksiin. Paikoitellen yhteys voi kuitenkin olla olemassa.
7	Pohjaveden painetasot	Pohjaveden painetasot ovat maa- ja kallioperässä samankaltaiset. Pienellä osalla hankealuetta kalliopohjaveden painetaso ylittää maanpinnan tason vähäisessä määrin.
8	Maaperän kerrostumat	Maaperäkerrostumien pohjavesi on ns. vapaata pohjavettä Viiankiaavan reunamilla ja ulkopuolella ja ns. salpavettä niillä Viiankiaavan alueilla, joilla turvekerroksen alaosa on heikosti vettäläpäisevää. Vedenjohtavuus on hyvä sora- ja hiekkakerroksissa, kohtalainen tai huono moreenikerroksissa.
9	Maapohjaveden virtaus	Maapohjaveden virtaus keskittyy hiekka- ja sorakerrostumiin, vähemmässä määrin moreenikerrostumiin. Mahdollinen pohjaveden pinnan alenema kohdistuu näihin kerroksiin.
10	Rapautunut kallioperä	Rapautuneen kallioperän vedenjohtavuus vaihtelee kohtuullisesta huonoon. Vedenläpäisevyys pienenee syvemmälle mentäessä ylimmän 50 m vyöhykkeen ollessa parhaiten vettä johtavaa. Rapautuneella kallioperällä on hydraulinen yhteys maaperän pohjaveteen.
11	Ehjä kallioperä	Ehjä kallioperä on yleisesti huonosti vettäläpäisevää pohjaveden virtauksen rajoittuessa siirroksiin ja rakoihin. Pohjaveden lievä suolaisuus viittaa siihen, että ehjän kallioperän pohjavedellä on heikko yhteys rapautuneen kallioperän ja maaperän pohjaveteen.
12	Kallioperän pystysuuntaiset raot	Kallioperän pystysuuntaisia siirroksia (rakoja) esiintyy koko hankealueella. Ne ovat yleisesti huonosti vettäläpäiseviä ja niiden välillä on huono yhteys. Siirrosten ominaisuudet vaihtelevat

		kuitenkin samankin siirroksen sisällä huomattavasti. Osa siirroksista lävistää varsinaisen malmiesiintymän.
13	Pohjaruhje	Tutkimusalueen kallioperän merkittävin hydrogeologinen yksikkö. Pohjaruhjeen paksuus vaihtelee muutamasta metristä aina 80-90 metriin. Sen vedenläpäisevyys vaihtelee kohtuullisesta korkeaan. ja se voi toimia paikallisesti pohjavesivarastona. Pohjaruhje ei ole yhteydessä kaivostiloihin lukuun ottamatta vinotunneleita, jotka läpäisevät ruhjeen. Pohjaruhjeella on merkittävä vaikutus kaivoksen louhinnan kannalta, mutta se ei vaikuta maaperän pohjaveteen.
14	Kairareiät	Malminetsintätutkimusten yhteydessä kairatut reiät, jotka ovat osin tulppaamatta. Ne voivat muodostaa yhteyden maaperän pohjaveden ja ehjän kallioperän pohjaveden välille. (Huom! Maaperän pohjaveden pääsy malminetsintäreikiin on sittemmin estetty: (1) kairareikiin on asennettu suojaputki ehjään kallioon asti, joka on sementoitu paikoilleen, (2) Jokaiseen kairareikään on asennettu pintamansetti sekä hattu. Vuodesta 2016 kairareiät on tulpattu.)
15	Kitisen alapuoliset ruhjeet	Tutkimuksissa on saatu viitteitä Kitisen alapuolella sijaitsevista ruhjeista, jotka voivat muodostaa yhteyden jokiveden ja kallioperän välille.



Kuva 16-15 Stantec Consulting Ltd in pohjavesimallilla simuloitiin suunnitellun kaivostoiminnan ennakoitua vaikutusta Viiankiaavan pohjaveden pintoihin. Selitteet numeroille: 1. Sulamisvedet ja kevättulva 2. Suoalue 3. Pintaveden ja maapohjaveden virtaus 4. Ihmisen aikaansaamat vaikutukset 5. Kitisen pato 6. Turpeessa oleva vesi 7. Pohjaveden painetasot 8. Maaperän kerrostumat 9. Maaperän pohjaveden virtaus 10. Rapautunut kallioperä 11. Ehjä kallioperä 12. Pystysuorat raot kallioperässä 13. Pohjaruhje 14. Kairareiät 15. Kitisen alapuoliset ruhjeet kallioperässä. (Lähde: Stantec Consulting Ltd 2020)

Mallin kalibrointi ja epävarmuudet

Mallin kalibroinnilla tarkoitetaan mallin säätämistä yhteneväiseksi sen fyysisen systeemin kanssa, jota malli kuvaa. Mallia kalibroitaessa verrataan mallin laskemia tuloksia maastohavaintoihin. Mallialueen kuvausta ja kertoimia tarkennetaan, kunnes mallilla lasketut tulokset vastaavat havaittuja arvoja. Tässä vaiheessa lähtötietoja joudutaan usein ongelmakohdissa arvioimaan uudelleen ja tarkentamaan aikaisempaa näkemystä ja konseptuaalista mallia. Kalibrointituloksen perusteella voidaan arvioida pohjaveden virtausmallin luotettavuutta. (Seppälä & Tuominen 2005.)

Stantec Consulting Ltd (2020) kalibroi mallin sekä steady state- että transient-tilanteeseen. Steady state eli tasapainotilanteessa virtaustekijät pysyvät ajan suhteen muuttumattomina. Muuttuvia tilanteita, esimerkiksi vuodenaikoihin liittyviä imeytymisen vaihteluita tai vedenotosta johtuvia muutoksia, voidaan arvioida transient-mallinnuksella. Tällä saadaan kuva siitä, miten nopeasti pohjavedenpinnat muuttuvat ja kuinka kauan kestää saavuttaa tasapainotila erilaisten olosuhdemuutosten jälkeen.

Seuraavassa kuvattu pohjaveden virtausmallin kalibrointimenettely perustuu Stantec Consulting Ltd:n (2020) raporttiin. Kalibroinnissa käytettiin vuosien 2012−2019 pohjavedenpinnan seuranta-aineistoa yhteensä 28:sta pohjavesiputkesta ja tutkimusreiästä. Kalibrointi tehtiin keskimääriseen pohjaveden pinnankorkeuteen. Putket on asennettu turvekerrostumiin, jäätikkö- ja jokikerrostumiin, rapautuneeseen kallioperään sekä ehjään kallioperään.

Tasapainotilanteen virtausmalli on kalibroitu ensisijaisesti matalimpiin havaintoputkiin sekä tutkimusreikiin, joista oli olemassa pohjaveden pinnankorkeuden mittaustuloksia. Kalibrointitulosta verrattiin yleisesti käytössä olevaan ohjeistukseen (Hill 1998). Kalibroinnin tunnuslukuina käytettiin maastossa havaittujen ja mallin laskemien pohjavedenpintojen korkeuksien erotuksien (residuaali) keskimääräistä virhettä ja normalisoitua keskimääräistä neliövirhettä. Kalibrointitulos oli vertailun mukaan hyväksyttävä etenkin mallin ylimmässä kerroksessa, joka koostuu turve- sekä jäätikkö- ja joki-syntyisistä kerroksista (maapohjaveden kerros). Maapohjavesipisteissä residuaalit olivat pääosin alle yhden metrin luokkaa. Kalibrointituloksessa oli joitakin epäjohdonmukaisuuksia kalliopohjavesipisteiden osalta kallioperän heterogeenisyyden ja kalliopohjavesipisteiden sijoittumisen vuoksi, mutta myös kalliopohjaveden osalta kalibrointi täyttää yleisesti käytössä olevan ohjeistuksen (Hill 1998). Kallioperän heikkousvyöhykkeissä sijaitsevien pisteiden kalibrointia ei pystytty tekemään rajallisesta tarkkailutiedosta johtuen.

Ajasta riippuvainen virtausmalli on tehty tasapainotilanteen virtausmallin pohjalle, jotta voitiin tehdä ajasta riippuvaisia simulointeja kaivoksen suunnitellulta toiminta-ajalta ja sen jälkeiseltä ajalta. Transient-malli kalibroitiin vertaamalla visuaalisesti vuodenaikojen mukaan vaihtelevia pohjaveden pinnankorkeuden vaihteluita mallin laskemiin vastaaviin pinnankorkeuksiin. Pintoja on mahdotonta saada vastaamaan toisiaan täydellisesti, mutta transient-tilanteen mallinkin kalibrointitulos todettiin hyväksyttäväksi verrattuna yleisesti käytössä olevaan ohjeistukseen (Hill 1998). Suurimmat poikkeavuudet todettiin ehjän kallion osalta johtuen etupäässä kallion fysikaalisten piirteiden epäyhtenäisyydestä.

Pohjaveden virtausmalli on aina yleistys luonnonolosuhteista ja korkeintaan niin tarkka kuin mallin lähtötiedot ovat. Stantec Consulting Ltd:n tekemä pohjaveden virtausmalli (Stantec Consulting Ltd 2020) perustuu laaja-alaisiin selvityksiin ja lähtötietoihin ja mallin kalibrointitulos on hyväksyttävä.Pohjaveden virtausmalli on riittävän luotettava mallinnetun hankevaihtoehdon VE1a ympäristövaikutusten arviointia varten. Mallin soveltamismahdollisuuksia muiden hankevaihtoehtojen arviointiin on tarkemmin käsitelty luvussa 16.3.2.

Tulokset

Stantec Consulting Ltd:n (2020) tekemässä pohjavesimallinnuksessa huomioitiin yksityis-kohtaisemmin maaperän eri kerrosyksikköjen, kalliorapauman ja rakojen vedenjohtavuusvaihtelut. Simuloitaessa kaivoksen 22 vuotta kestävää toiminta-aikaa, havaittiin kaivostiloihin tulevan veden määrän vähitellen toiminnan kuluessa kasvavan lopulliseen arvoonsa, noin 3 200 m^3/vrk (ks. luku 4.4.7, kuva 4-18). Mallinnus osoitti, että Pahanlaaksonmaan ja Poikkijoenkankaan välisellä kaistaleella oleva kallion heikkousvyöhyke, rapauma ja maakerrosten pohjalla olevat lajittuneiden ainesten kerrostumat johtavat pohjavettä alueen alle louhittaviin kaivostiloihin siten, että maaperän pohjaveden pinnassa tapahtuu jopa 50 cm:n luokkaa oleva alenema.

Pohjaveden pinnan alenema koskettaisi erityisesti Pahanlaaksonmaata, jonka alla sijaitsevat suunnitelmien mukaiset esiintymään johtavat vinotunnelit (vaihtoehto VE1a) (Stantec Consulting Ltd 2020). Mallilla simuloitiin myös erityisten suojaamistoimien vaikutusta. Havaittiin, että alenema saadaan pienennettyä enimmillään alle 30 cm:n suuruiseksi ja alueellisesti hyvin suppeaksi, mikäli

kaivostiloja rakennettaessa toteutetaan kuivatusvesimäärän vähentämiseksi erityisinä lievennystoimenpiteinä ruhjeiden laaja-alaista injektoimista. Samalla on oleellisen tärkeää huolehtia siitä, että kaikki maanpinnalta esiintymään tehdyt kairareiät tulpataan. Tällöin vuorokaudessa kaivostiloihin tulevan veden määräksi jää enimmillään noin 1 750 m^3 (ks. luku 4.4.7, kuva 4-18). Seuraavassa tekstiosuudessa tarkastellaan pohjavedenpinnan alenemista kaivoksen eri vaiheissa käytettäessä erityisiä lievennystoimenpiteitä. Tarkastelu koskee vaihtoehtoa VE1a.

Vuosi 1

Ensimmäisenä vuonna rakennetaan viiden kilometrin pituinen vinotunneli. Rakentamisen aikana ei ole havaittavissa rakentamisesta aiheutuvaa pohjavedenpinnan alenemista hankealueella (Kuva 16-16).

Vuodet 2-3

Vuosina 2-3 rakennetaan muut maanalaiset kaivosrakenteet ja kulkuyhteydet. Pohjavedenpinnan asemassa on havaittavissa kaksi alenema-aluetta (Kuva 16-17). Pahalaksonmaan pohjavesialueen kohdalla sijaitsee noin 150 x 500 m oleva alue, jolla alenema on 10-19 cm. Pohjoisempi alue sijoittuu alenemavyöhykkeelle 20-29 cm, ja sijaitsee Kärväslammen lähistöllä, Viiankiaavan Natura 2000 −alueen ja Kitisen välisellä alueella ulottuen kuitenkin osin myös Viiankiaavan puolelle.

Vuodet 4-8

Vuosina 4-8 louhitaan pääesiintymää ja satelliittimalmiota. Pahalaksonmaan pohjavesialueen kohdalla sijainnut alenema-alue on käytännöllisesti katsoen hävinnyt ja tilanne palautunut normaaliksi (Kuva 16-18). Pohjoisemman alenema-alueen koko on pienentynyt ja on noin 150 x 150 m, aleneman ollessa 10-19 cm. Lisäksi uutena alenema-alueena on havaittavissa Tihiämaalla noin 300 x 300 m oleva alue (alenemavyöhyke 10-19 cm), joka sijaitsee valtaosin Viiankiaavan Natura 2000 –alueella.

Vuodet 9-15

Vuosina 9-15 pääesiintymän ja satelliittiesiintymä louhinta jatkuu. Pohjaveden alenema-alueet ovat vastaavat kuin edellisellä mallinnusjaksolla (Kuva 16-19).

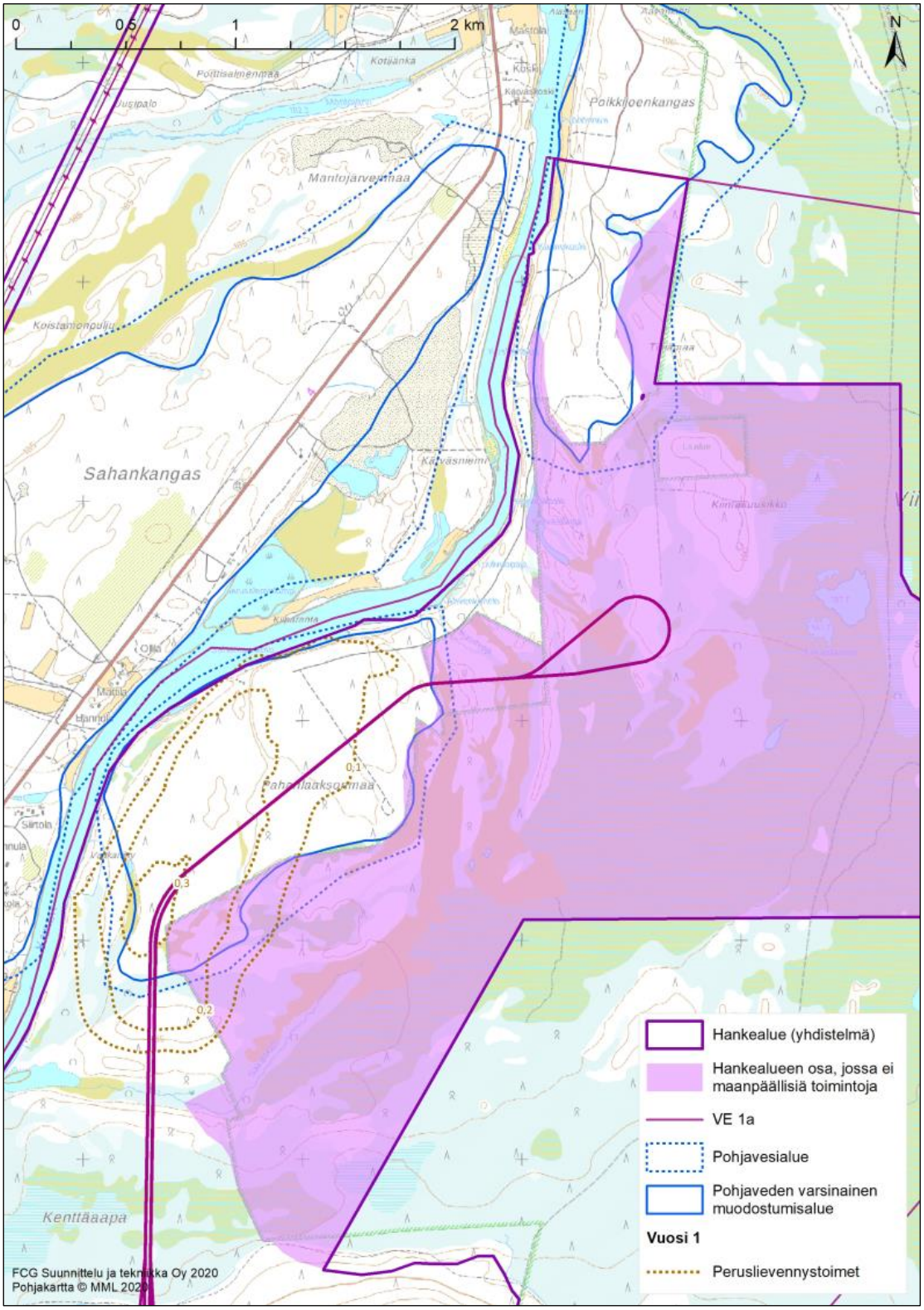
Vuodet 16-22

Vuosina 16-22 kaivostoiminta jatkuu ja kaivoksen sulkeminen alkaa, kaivostoiminta päättyy. Tilanne pohjaveden aleneman osalta pysyy vastaavanlaisena kuin edellisellä mallinnusjaksolla (Kuva 16-20).

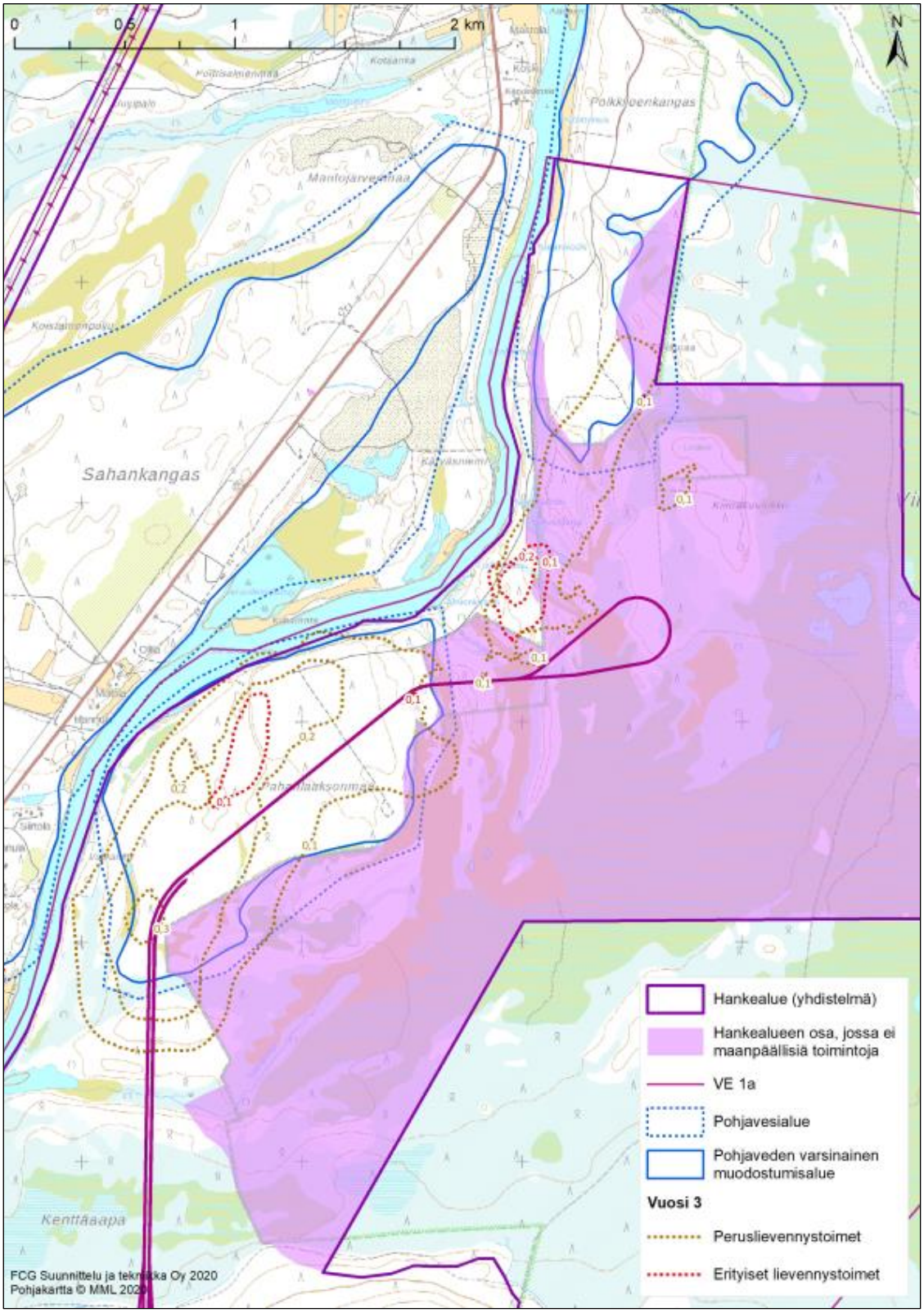
Vuodet kaivoksen lopettamisen jälkeen

Toiminnan aikaisen pohjaveden pinnan alenemisen mallintamisen lisäksi on mallinnettu pohjaveden pinnan palautumista kaivoksen lopettamisen jälkeen. Pohjaveden pinnan palautuminen tapahtuu hiekka- ja sorakerrostumissa vuoden sisällä pumppauksen lopettamisesta. Tilanne normalisoituu keväällä lumen sulamisvesien vaikutuksesta. Kalliopohjaveden osalta palautumisaika on noin 250−300 vuotta. Palautuminen on alussa nopeampaa. Jos kaivoksessa ei olisi toteutettu lieventämistoimenpiteitä, 95 % palautumisesta tapahtuisi ensimmäisten 80 vuoden aikana. (Stantec Consulting Ltd 2020.)

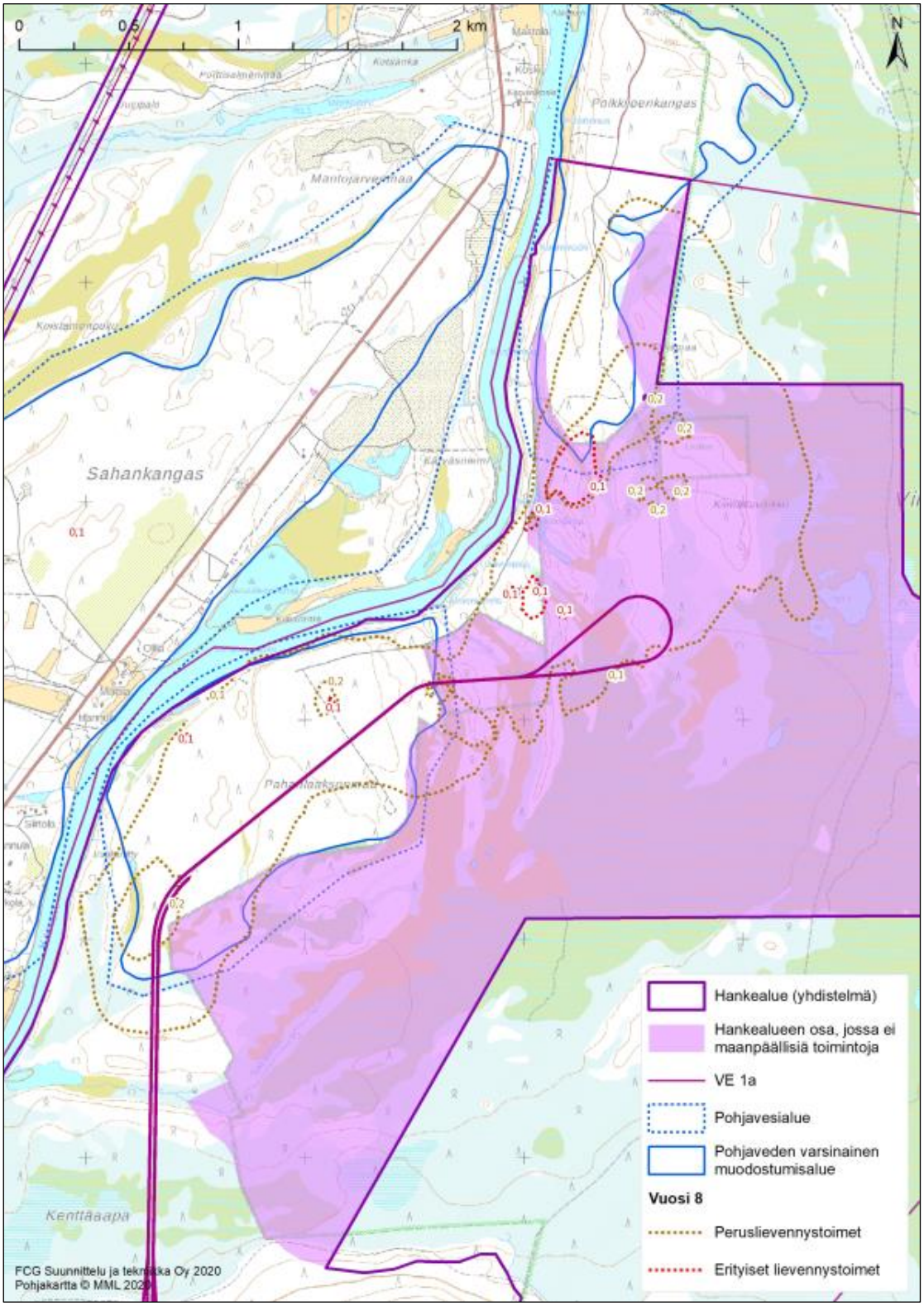
Seuraavissa kuvissa (Kuva 16-16−Kuva 16-20) on esitetty pohjavedenpinnan alenemat maaperässä kaivoksen eri vaiheissa. Kuvat on piirretty Stantec Consulting Ltd:n (2020) mallinnuksen tulosaineiston pohjalta. Kuvissa on esitetty pohjaveden pinnan alenemat sekä peruslievennystoimenpiteillä että erityisillä lievennystoimenpiteillä. Mallinnuksessa on huomioitu vaihtoehdon VE1a mukainen tunnelilinjaus. Mallinnettu maapohjaveden alenema vaihtelee vuodenajoittain. Se on suurin lopputalvella ja pienin lumien sulamisvesien täydentäessä pohjavesivarastoja keväällä touko-kesäkuussa. Alenema on syklinen vuodenaikojen suhteen ja pohjaveden pinnankorkeus palautuu normaalitasolle joka kevät.



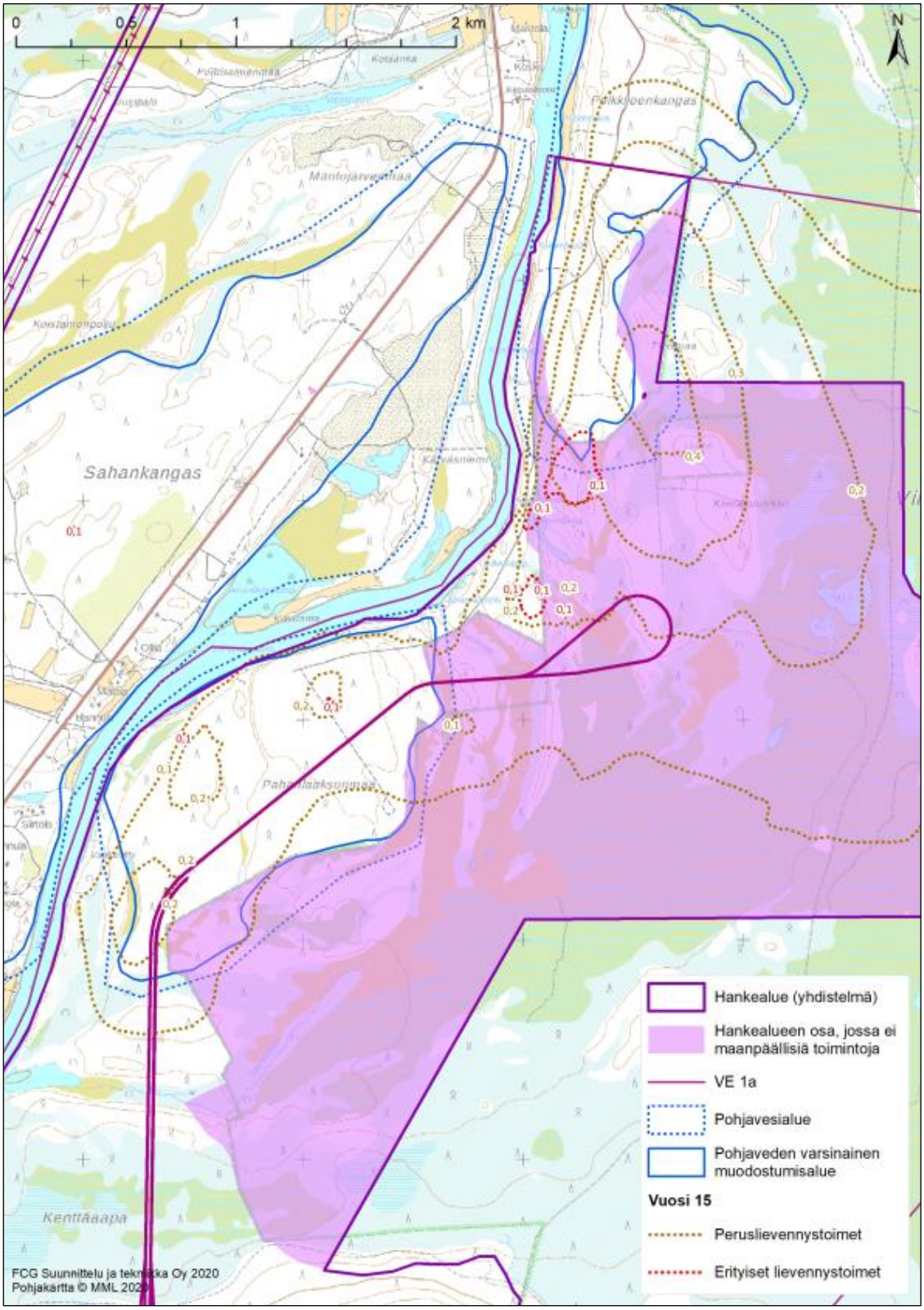
Kuva 16-16 Pohjavedenpinnan alenema hiekka- ja sorakerrostumissa kaivostoiminnan vuonna 1 kaivoksen toiminnan aloittamisesta. Kuvassa näkyvät vain alenemakäyrät (m) peruslievennystoimien mukaisessa skenaariossa. Erityisten lievennystoimenpiteiden skenaariossa pohjaveden pinta ei alene tässä vaiheessa. (Lähde: Stantec Consulting Ltd 2020)



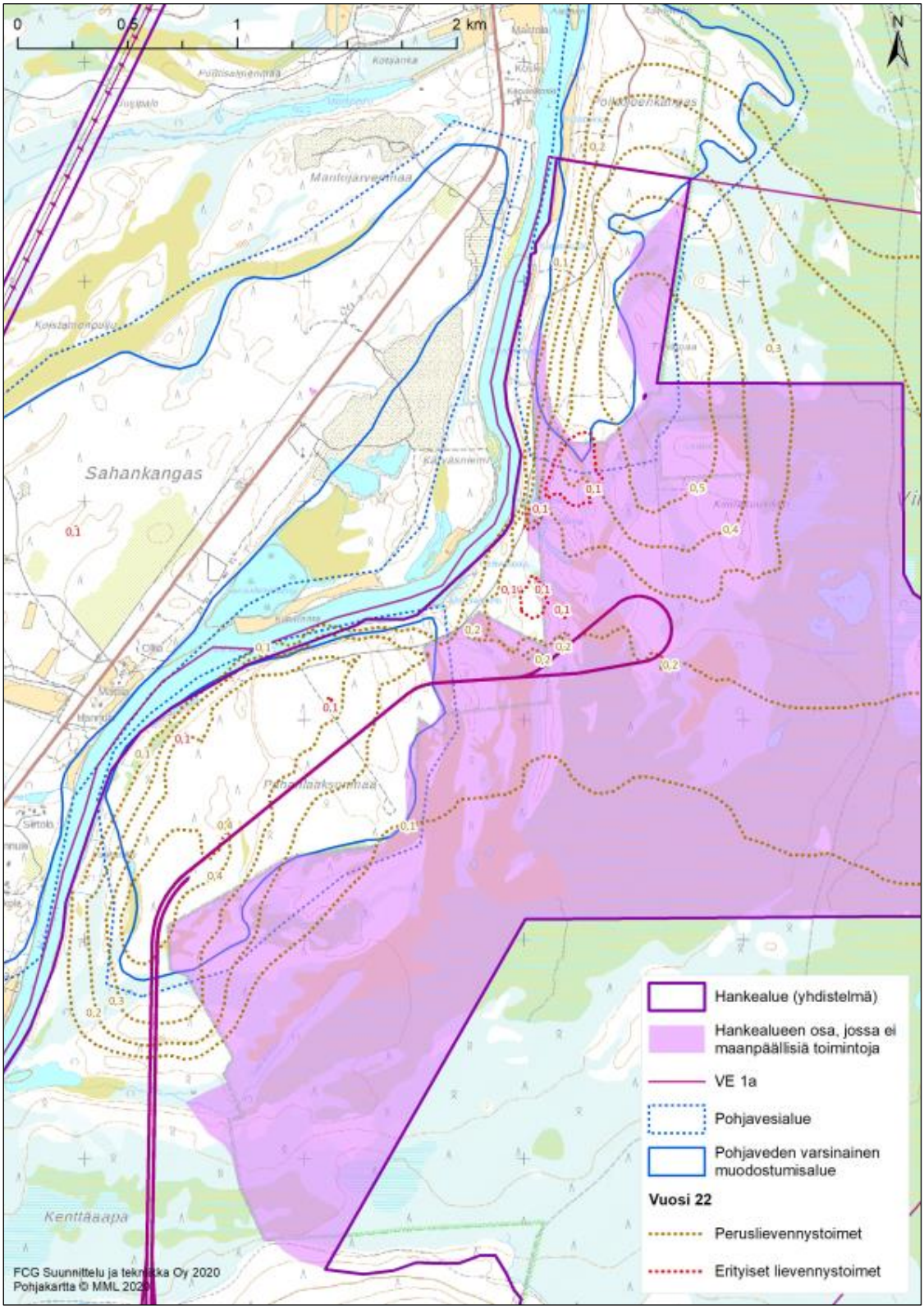
Kuva 16-17 Pohjavedenpinnan alenema (m) hiekka- ja sorakerrostumissa kaivostoiminnan vuonna 3. (Lähde: Stantec Consulting Ltd 2020)



Kuva 16-18 Pohjavedenpinnan alenema (m) hiekka- ja sorakerrostumissa kaivostoiminnan vuonna 8. (Lähde: Stantec Consulting Ltd 2020)



Kuva 16-19 Pohjavedenpinnan alenema (m) hiekka- ja sorakerrostumissa kaivostoiminnan vuonna 15. (Lähde: Stantec Consulting Ltd 2020).



Kuva 16-20 Pohjavedenpinnan alenema (m) hiekka- ja sorakerrostumissa kaivostoiminnan vuonna 22. (Lähde: Stantec Consulting Ltd 2020).

16.3.2 Pohjaveden virtausmallinnuksen soveltamismahdollisuudet eri hankevaihtoehdoissa

Sakatin hankealueen ja sen lähiympäristön pohjavesiolosuhteita ja -virtauksia on mallinnettu erikseen maaperän osalta (Helsingin yliopisto 2017–2019) ja kallioperän osalta (SRK Consulting (UK) Ltd 2019a). Lisäksi on laadittu yhdistelmämalli (Stantec Consulting Ltd 2020), jossa em. mallit on yhdistetty. Numeerista pohjavesimallinnusta on käytetty yhtenä hankkeen pohjavesivaikutusten arvioinnin apuvälineenä.

Pohjavesimallinnuksen avulla luodaan todellisuutta kuvaavia malleja, minkä avulla esitetään vallitsevia luonnollisia sekä toiminnan aikaisia pohjavesiolosuhteita. Pohjavesimallinnuksessa keskeistä on alueen maa- ja kallioperäolosuhteiden kuvaaminen geologisella mallilla ja konseptuaalisella eli käsitteellisellä mallilla. Konseptuaalinen malli kuvaa olemassa olevaa käsitystä mallinnettavan alueen pinta- ja pohjavesioloista ja geologisesta ympäristöstä avainyksikköihin perustuen. Olosuhteiden kuvaamisessa korostuvat maalajien ja kallioperän ominaisuudet, erityisesti vedenjohtavuusominaisuudet, sekä maa- ja kallioperän kerrokset ja rakenteet. Pohjavesimallin tarkkuus on riippuvainen käytettyjen lähtötietojen tarkkuudesta ja määrästä. Käytettävissä olevien lähtötietojen avulla rakennetaan kuvaus mallinnettavan alueen pohjaveden virtausolosuhteista ja arvioidaan mm. mallin reunaehtoja, joiden avulla malli liitetään ympäröivään alueeseen. Mallinnuksen tavoitteena on laatia yleistetty kuvaus mallinnusalueen pohjaveden virtauksesta, jonka avulla voidaan tarkastella mm. pohjaveden päävirtaussuuntia ja mallinnettavalla alueella toteutettavien kaivostoiminnan aiheuttamia muutoksia pohjavesiolosuhteissa. Malliin liittyvästä yleistyksestä johtuen mallin avulla ei pyritä tarkastelemaan pohjaveden virtaussuuntia yksittäisissä pisteissä.

Käytetty lähtöaineisto

Pohjaveden virtausmallinnuksessa on käytetty lähtöaineistona aikaisempia selvityksiä alueen maaperän ja Viiankiaavan kehittymisestä, pohjavesi- ja pintavesiolosuhteista sekä uhanalaisten lajien esiintymiin vaikuttavista geologisista, hydrologisista ja ekologisista tekijöistä (mm. Gustavsson ym. 1979, Lappalainen 1970, Helsingin yliopisto 2015–2019, Golder Associates 2012–2015). Lisäksi lähtöaineistona on käytetty AASM Oy:n keräämää pohjaveden pinnankorkeuden seuranta-aineistoa (2012–2019) ja pohjamoreeniaineistoa sekä AASM Oy:n ja SRK Consulting (UK) Ltd tuottamaa hydrogeologista testausaineistoa (2017–2019). Kallioperän osalta lähtöaineistona on käytetty mm. GTK:n tietokantoja alueellisten kallioperärakenteiden (ruhjeet, siirrokset) sijainneista sekä kairasydänten (kivinäytteet) yksityiskohtaiseen tarkasteluun perustuvia havaintoja. Kallioperän vedenjohtavuusominaisuuksista on saatu tietoja timanttikairausten yhteydessä, kalliopohjavesikaivoista sekä hydrogeologisen testaamisen avulla.

Mallinnuksen toteutus ja mallinnustulosten yleistettävyys

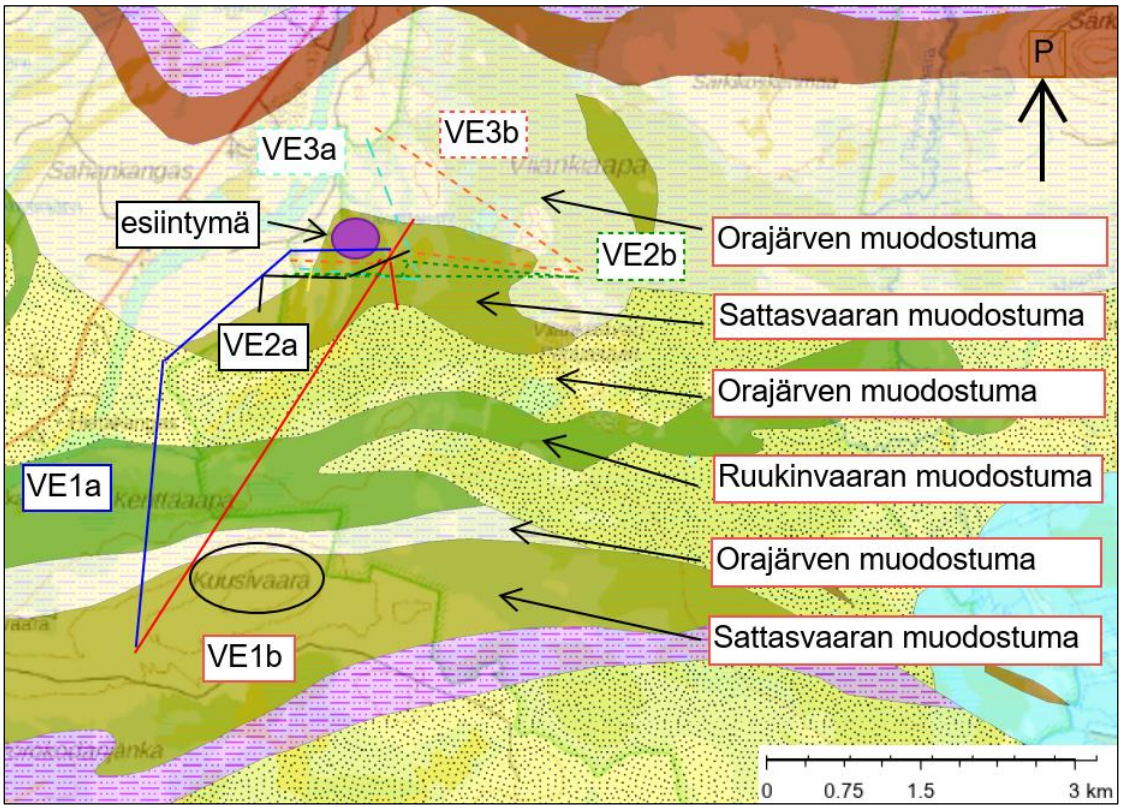
Pohjavesien yhdistelmämalli on laadittu siten, että maaperä- ja kallioperäolosuhteet on kuvattu viitenä mallinnettavana kokonaisuutena: maaperäkerrokset maalajeittain, kallion rapautunut ja rikkoutunut yläosa, ehjä kallio, siirrokset ja ns. pohjaruhje. Kyseisille yksiköille annettiin tarvittavat lähtötiedot (mm. vedenjohtavuusarvo K), joilla kuvattiin vedenjohtavuutta.

Pohjaveden virtausmallinnuksen kattama alue on esitetty edellä kuvassa 16-15. Maanalaisten rakenteiden (tunnelit, maanalaiset toiminnot) ja louhintojen osalta mallinnuksessa on huomioitu VE1a:n mukainen vinotunnelilinjaus ja kaikille vaihtoehdoille yhteinen esiintymän louhinta. Koska vinotunnelien sijainti ja muoto ovat erilaisia eri vaihtoehdoissa, on syytä tarkastella tehdyn pohjaveden yhdistelmämallin yleistettävyyttä kattamaan kaikki hankevaihtoehdot. Edellä esitetyistä mallinnetuista geologisista yksiköistä maaperäkerrokset ja kallioperän rapautunut yläosa ovat

yleistettävissä kaikkiin hankevaihtoehtoihin. Tämä perustuu maalajien osalta siihen, että pääpiirteissään maalajit ovat eri hankevaihtoehtojen alueella saman tyyppiset niin ominaisuuksiltaan kuin koostumukseltaan. Luonnollisesti maalajikerroksien esiintyminen ja kerrospaksuudet vaihtelevat alueittain, mutta alueellisessa tarkastelussa nämä erot tasoittuvat osin ja mallinnuksen mahdollistamassa tarkkuudessa erojen merkitys pienenee. Toisaalta kerrosjärjestyksellä on suurikin merkitys etenkin huonosti vettä johtavien kerrosten osalta. Viiankiaavan alueella tiiviin turvekerroksen esiintymisellä ja kallion yläpuolisen maakerroksen laadulla on merkittävä vaikutus pohjavesiolosuhteisiin.

Kallioperän rapautuneen yläosan osalta asia on vastaava kuin maaperän osalta. Rapautunutta kalliota esiintyy kaikkien hankevaihtoehtojen alueilla, mutta vaihtelevan paksuisena. Myös rapakallion vedenjohtavuusominaisuudet vaihtelevat. Yleisesti paksuimmat rapakalliokerrokset sijaitsevat kallioperän ruhjevyöhykkeiden kohdilla.

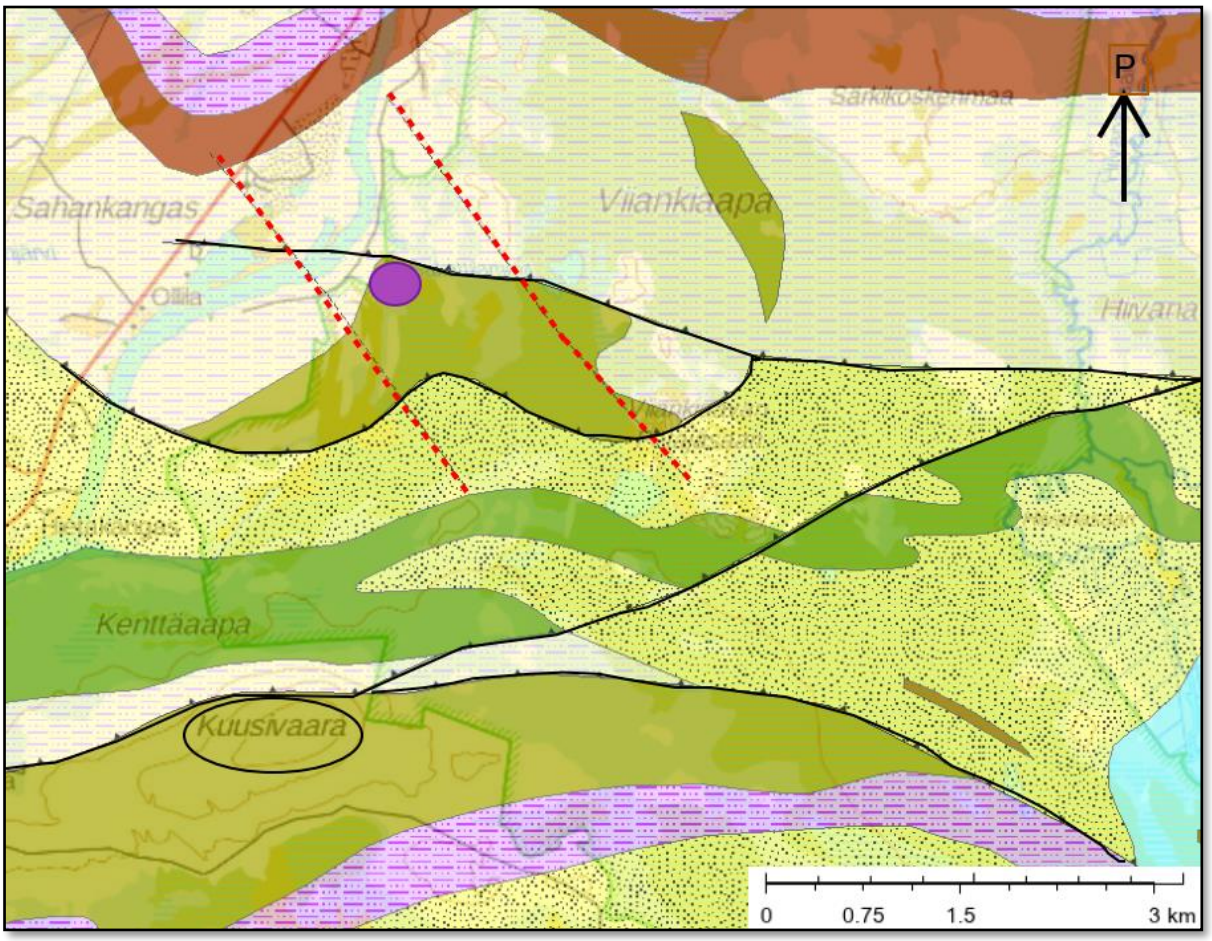
Rapautuneen ja rikkonaisen kerroksen alapuolella on mallinnuksessa ehjän kallion yksikkö. Sakatin alueella pääkivilajivyöhykkeet ovat itä-länsisuuntaisia muodostumia. Geologian tutkimuskeskuksen laatima Sakatin alueen kallioperäkartta on esitetty alla (Kuva 16-21).



Kuva 16-21 Sakatin alueen yksinkertaistettu kallioperäkartta (© GTK), muokattu. Kartassa on esitetty eri väreillä suuntaa antavat kalliotunnelien sijainnit eri hankevaihtoehdoissa. Kuusivaaran sijainti on korostettu mustalla soikiolla ja pääesiintymän suuntaa antava sijainti on merkitty violetilla soikiolla. (Lähde: Geological Survey of Finland. Geological Unit Reports 1.3.2018; Sattasvaara formation, Orajärvi formation, Ruukinvaara formation, Tepsanniemi member and Vanttioselkä member).

Mallinnettu vinotunnelivaihtoehto VE1a läpäisee samat kivilajivyöhykkeet kuin vaihtoehto VE1b. Vaihtoehdot VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b sijoittuvat mallinnetun vaihtoehdon läpäisemistä kivilajivyöhykkeistä ainoastaan pohjoisimpana sijaitsevien ultraemäksisen vulkaniitin ja silttikiven vyöhykkeille. Kivilajikoostumus vaihtelee myös esitettyjen päävyöhykkeiden sisällä. Malli on tarkimmillaan esiintymän ympäristössä, johon valtaosa eri hankevaihtoehtojen vinotunneleista sijoittuu.

Kalliota halkovat erilaiset rakenteet, kuten siirrokset ja ruhjeet, joiden laajuudet, vedenjohtavuus- ja vedenvarastointikykyominaisuudet ovat mallintamisen kannalta oleellisia. Kuvassa Kuva 16-22 on esitetty Sakatin alueen kallioperän suurrakenteiden (siirrokset) sijainti. Kallio on myös rakoillutta. Kivilajien rakoilu on lähtökohtaisesti kivilajista riippuvaista, esim. graniitilla rakoilu on kuutiomaista ja liuskeilla yhdensuuntaista. Ehjässä kalliossa pohjavesi voi liikkua ainoastaan em. rakenteissa ja raoissa, edellyttäen, että ne ovat avoimia tai rakotäytteet ovat vettä johtavia. SRK Consulting (UK) Ltd (2019a) tutkimusten mukaan hankealueella kallion rakenteet ovat huonosti yhteydessä toisiinsa ja rakenteiden vedenjohtavuusominaisuudet vaihtelevat huomattavasti sekä rakenteiden sisällä että eri rakenteiden välillä. Kallion vedenjohtavuus on suurempi kallion rapautuneessa ja rikkonaisessa ylemmässä osassa kuin syvemmällä ehjässä kalliossa. Tutkimusten mukaan kallion vedenjohtavuus pienenee syvemmälle mentäessä ja noin 150–200 m syvyydessä vedenjohtavuus alenee selkeästi (SRK Consulting Ltd 2019a). Ruhjeiden vedenjohtavuus vaihtelee huomattavasti vastaten pienimmillään saven ja suurimmillaan hiekan vedenjohtavuutta. Alueen kalliorakenteista merkittävin on pohjaruhje, joka tutkimusten perusteella on hyvin vettä johtava ja siihen varastoituneen veden määrä on huomattava. Pohjaruhje on huomioitu mallinnuksessa omana yksikkönään. Pohjaruhje vaikuttaa niissä hankevaihtoehdoissa, joissa vinotunneli läpäisee pohjaruhjeen (vaihtoehdot VE1A ja VE1B). Kaivostoiminnan aikana pohjaruhjeeseen pidetään etäisyyttä. Pohjaruhjeella ei ole todennettua yhteyttä muihin ruhjeisiin eikä näin ollen voida sanoa, että se vaikuttaa pohjaveden virtaukseen esiintymässä.



Kuva 16-22 Sakatin alueen kallioperän suurrakenteet (© GTK), muokattu. Punainen katkoviiva = määrittelemätön siirros, musta viiva = ylityöntösiirros. Kuusivaaran sijainti on korostettu mustalla soikiolla ja pääesiintymän suuntaa antava sijainti on merkitty violetilla soikiolla.

Vaihtoehtojen VE1a ja VE1b vinotunnelit läpäisevät samat yllä (Kuva 16-22) esitetyt kallioperän suurrakenteet. Läpäisykohdan sijainti on eri, mutta alueellisessa tarkastelussa rakenteiden pienipiirteisellä ominaisuuksien vaihtelulla ei ole merkitystä mallinnuksen tulosten kannalta. Muissa vaihtoehdoissa vinotunnelit läpäisevät osin samat rakenteet kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Valtaosa vinotunneleista sijoittuu esiintymän lähiympäristön siirrosten alueelle, jossa pohjavesimallin tarkkuus on suurin. Vaihtoehtojen olosuhteet verrattuna pohjaveden virtausmallinnuksen lähtökohtiin on esitetty taulukossa Taulukko 16-16.

Taulukko 16-16 Vaihtoehtojen olosuhteiden vertailu pohjaveden virtausmallinnuksen lähtökohtiin.

Mallinnuksen lähtökohdat	Vaihtoehto VE1a	Muut vaihtoehdot
Maaperä	Moreeni vallitseva maalaji, Viiankiaavalla ja soistuneilla alueilla turvekerroksia moreenin päällä, lajittuneita maalajeja paikoitellen, vanhoja jokiuomia turvekerrosten alla, maakerrosten paksuus vaihtelee ollen keskimäärin 7 m	Vastaavat olosuhteet kuin VE1a:ssa
Rapautunut kallio	Keskimäärin 10—20 m paksu, ruhjeiden kohdalla paksuin	Vastaavat olosuhteet kuin VE1a:ssa
Ehjä kallio	Emäksinen vulkaniitti, kvartsiitti, silttikivi, ultraemäksinen vulkaniitti	VE1b: vastaavat kivilajit kuin VE1a:ssa. VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b: silttikivi, ultraemäksinen vulkaniitti
Siirrokset	Siirroksia ja ylityöntösiirroksia	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b: vinotunnelit läpäisevät osin samoja ja osin eri rakenteita kuin vaihtoehdon VE1a vinotunneli. Rakenteilla on vaihtelevat ominaisuudet.
Pohjaruhje	Sijaitsee esiintymän alapuolella eikä ole suoraan yhteydessä esiintymään, vinotunneli läpäisee pohjaruhjeen kauempana esiintymästä	VE1b: tunneli läpäisee pohjaruhjeen kuten VE1a:ssa. Vaihtoehdot VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b eivät läpäise pohjaruhjetta.

Yhteenveto

Maaperän monimuotoisuus ja rapakallion paksuusvaihtelu ovat pohjaveden virtausmallinnuksen kannalta haasteellisia. Kuitenkin voidaan sanoa, että kaivosmallin pysyessä samana voidaan kaivoksen louhimisen vaikutusta pitää samana kaikille vaihtoehdoille maaperän ja rapakallion osalta. Ehjän kallion osalta on todettavissa, että vedenjohtavuuden vaihtelu ei ole riippuvainen kivilajikoostumuksesta vaan kallion rakenteilla on ratkaiseva merkitys. Vinotunnelien osalta on ratkaisevaa mitä rakenteita vinotunnelit leikkaavat ja millaiset yhteydet ko. rakenteilla on rapakallioon. Mallinnetun vaihtoehdon VE1a:n tuloksia voidaan siten soveltaa myös muiden vaihtoehtojen vaikutusten arviointiin esiintymän louhinnan osalta. Vaihtoehdoissa VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b vinotunnelin louhinnan vaikutusten arviointi voidaan tehdä vain sanallisena arviona.

Tarkentavat tutkimukset

Valittavan vinotunnelivaihtoehdon linjauksella tullaan tekemään tarkentavia kairauksia ja tutkimuksia kallioperän laadun ja rikkonaisuuden selvittämiseksi. Tämä koskee myös mallinnetun vaihtoehdon VE1a linjausta, jos se valitaan toteutettavaksi. Täydentävien tutkimusten pohjalta tehdään uusi virtausmallinnus valittavalle kaivoksen sisäänkäynnille (VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b). Jos vaihtoehdon VE1a mukainen vinotunneli valitaan toteutettavaksi, niin olemassa oleva virtausmallinnus tullaan päivittämään uudella aineistolla.

16.3.3 Pohjaveden geokemiallinen mallinnus

Kalliopohjaveden laadun muuttumista kaivoksen toiminta-aikana ja sen lopettamisen jälkeen on mallinnettu geokemiallisella mallilla (SRK Consulting (UK) Ltd 2019b). Käytetty ohjelmisto oli PHREEQC (United States Geological Survey, USGS), jota käytetään standardimenetelmänä kaivosten

pohjaveden laadun mallintamiseen. Mallinnuksen tuloksia on käsitelty jäljempänä vaikutusten arvioinnin yhteydessä.

16.3.4 Ilmastonmuutoksen vaikutus

Ilmastonmuutostutkimuksen tuloksia julkaistaan hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC toimesta erilaisina raportteina. Suomen osalta vuoden 2016 mallinnuksiin perustuvat tulokset (Ruosteenoja ym. 2016) on koottu kansalliseen Ilmasto-oppaaseen (https://ilmasto-opas.fi/fi/etusivu), johon tässä esitetyt arviot Sodankylän ilmaston kehityksestä pohjaavat. Kooste ilmastonmuutoksesta Sodankylässä pohjautuu Salosen (2020) laatimaan yhteenvetoon. Ilmastonmuutoksen arvioidut vaikutukset hydrologiaan perustuvat Stantec Consulting Ltd:n (2020) raporttiin.

Vuoden keskilämpötila on noussut 2000-luvulla n. 0,5°C -asteella. Vuoteen 2070 mennessä arvioidaan RCP mallin (Representative Concentration Pathways) pienten päästöjen skenaariolla keskilämpötilan nousevan Sodankylässä vielä 3–4 asteella. Vuonna 2050 keskilämpötila Sodankylässä olisi ennusteen mukaan +1°C. (https://ilmasto-opas.fi/fi/datat/mennyt-ja-tuleva-ilmasto#DoubleMapTimelinePlace:vertailu.)

Sademäärässä on kasvava trendi, niin että vuotuinen sadanta lisääntyy 10 % vuoteen 2070 mennessä saavuttaen arvon 580 – 620 mm. Etenkin alkutalvisen sadannan (marras-, joulu- ja tammikuu) osuus skenaarioissa kasvaa.

Normaalitalvina maalis–huhtikuun vaihteen lumipeitteen suurin paksuus Sodankylässä on 80 cm. Tulevassa ilmastossa lumen osuuden ennakoidaan talvisesta sadannasta pienenevän ja lumipeiteajan keskipituuden lyhenevän 20 – 40 päivällä. Lumen vuotuinen maksimivesiarvo on tällä hetkellä keskimäärin 180 kg/m^2. Sen arvioidaan tulevan ilmaston keskiskenaariossa (https://ilmasto-opas.fi) laskevan n. 20 prosentilla tulevan 50 vuoden aikana.

Tulevan ilmaston haihduntasumman ennakoidaan kasvavan 15 – 20 % ja koko vuoden valuntasumman pienenevän 0-20 %. Vuodenajoittain muutos tapahtuu eri suuntiin siten, että kevätvalunta pysyy lähes ennallaan, mutta kesän valunta pienenee huomattavasti, 20 – 40 %. Syksyinen valuntakin pienenee 0-20 % kun taas talviset valunnat kasvavat jopa 40 – 60 %. (https://ilmasto-opas.fi).

Sateiden muutoksilla vuosina 2010-2040 olisi eniten vaikutuksia Viiankiaapaan. Lisääntynyt sadannan määrä, erityisesti vesisateiden muodossa, voi johtaa tulviin rankkasateiden aikana. Sadannan kasvusta huolimatta myös kuivat kaudet yleistyvät. Sateiden lisääntyminen talvi- ja kevätkuukausina lisäisi pohjaveden muodostumista. Tämä voi kompensoida kaivoksen aiheuttaman pohjaveden pinnan laskun. Kesän kuivuusjaksojen odotetaan johtavan pohjaveden tason laskuun Viiankiaavalla ja sen alla olevissa maakerroksissa. Tämä vesitason lasku voi ylittää kaivoksen vedestä aiheutuvan laskun, mikä peittää kaivostoiminnan aiheuttamat vaikutukset pohjaveden pinnan tasoihin. (Stantec Consulting Ltd 2020.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että ilmastonmuutoksen myötä nousevan lämpötilan ja lisääntyneiden sateiden voidaan odottaa muuttavan pohjaveden pinnan tasoa Viiankiaavalla ja sen ympäristössä. Nämä muutokset ovat asteittaisia ja kasvavat ajan myötä, varsinkin vuoden 2040 jälkeen. Nämä muutokset summautuvat Sakatin kaivoshankkeen aiheuttaman pohjaveden pinnan alenemisen kanssa ja ne saattavat peittää kaivostoiminnan aiheuttamat vedenpinnan muutokset. Tämä vaikeuttaa kaivostoiminnan aiheuttamien pohjaveden pinnan muutosten erottamista ilmastonmuutoksen aiheuttamista vaikutuksista. (Stantec Consulting Ltd 2020.)

16.3.5 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisvaiheen kesto on arviolta noin kaksi vuotta, ja yhdystien rakentamisen kestoksi on arvioitu yksi vuosi.

Vaihtoehto VE0

Mikäli hanketta ei toteuteta, alue säilyy nykymuotoisena, eikä alueen pohjavesiolosuhteisiin kohdistu vaikutuksia. Suojelualueiden ulkopuolella tapahtuva metsätalouden harjoittaminen ja koko hankealueella ilmastonmuutos voivat pitemmällä aikavälillä aiheuttaa muutoksia pohjaveden laatuun ja määrään.

Kuusivaaran tehdasalueen ulkopuoliset maanpäälliset rakennustyöt

Tehdasalueen ulkopuolisia rakennuskohteita ovat kaikissa toteutusvaihtoehdoissa yhdystie, silta Kelujoen tai Kitisen yli ja voimajohto.

Vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a silta ylittää Kelujoen ja vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b Kitisen.

Kaikissa vaihtoehdoissa rakennetaan tehdasalueelle tuleva yhdystie. Tieyhteys alueelle tulee alavaihtoehdoissa a etelä-lounaasta ja alavaihtoehdoissa b luoteen suunnasta Myllymaan ja Ahvenjärvenkankaan pohjavesialueiden välistä.

Vaihtoehdot VE1a ja VE1b

Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b ei ole muuta kuin edellä kerrottua maanpäällistä rakentamista tehdasalueen ulkopuolella.

Tehdasalueen ulkopuolisten maanpäällisten rakenteiden rakennusaikaiset pohjavesivaikutukset aiheutuvat lähinnä pintamaakerrosten poistosta (humuspitoisuuden kohoaminen). Maarakentaminen vaikuttaa myös paikallisesti pohjaveden muodostumiseen muuttaen sadevesien imeytymisolosuhteita ja pintavaluma-alueiden rajoja. Vaikutukset ovat pienimuotoisia ja paikallisia. Muutokset voivat olla sekä myönteisiä että kielteisiä. Tien rakentaminen alavaihtoehdossa b ei vaikuta lähimpien pohjavesialueiden Myllymaan (etäisyys alle 500 m) ja Ahvenjärvenkankaan pohjavesialueiden vedenlaatuun tai vedenantoisuuteen.

Pohjaveden laatuun voi paikallisesti kohdistua riskejä työkoneiden ja ajoneuvojen öljy- ja polttoainevuodoista.

Vaihtoehdot VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b

Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Pahanlaaksonmaalla, jonne rakennetaan lisäksi pastalaitos, kaivosvesien keräilyallas sekä ilmanvaihtoasema. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a Pahanlaaksonmaalle sijoittuu myös nostotorni. Pahanlaaksonmaalle sijoitettavat toiminnot sijaitsevat vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b Pahalaksonmaan pohjavesialueella ja vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläpäässä.

Tehdasalueen ulkopuolisten maanpäällisten rakenteiden rakennusaikaiset pohjavesivaikutukset ovat kaikissa vaihtoehtoissa samankaltaiset eli lähinnä pintamaakerrosten poistosta aiheutuva humuspitoisuuden kohoaminen ja räjäytysten mahdollisesti aiheuttama typpipitoisuuksien kohoaminen pohjavedessä. Maarakentaminen vaikuttaa myös paikallisesti pohjaveden muodostumiseen muuttaen sadevesien imeytymisolosuhteita ja pintavaluma-alueiden rajoja. Vaikutukset ovat pienimuotoisia ja paikallisia. Muutokset voivat olla sekä myönteisiä että kielteisiä.

Tien rakentaminen alavaihtoehdoissa b ei vaikuta lähimpien pohjavesialueiden Myllymaan (etäisyys alle 500 m) ja Ahvenjärvenkankaan pohjavesialueiden vedenlaatuun tai vedenantoisuuteen.

Vaihtoehdossa VE3 voivat Kersilönkankaalla suoritettavat maarakennustyöt aiheuttaa muutoksia paikalliseen vesitaseeseen ja sitä kautta vaikuttaa vähäisessä määrin myös Kitisen rannassa sijaitsevista lähteistä purkautuvan pohjaveden määrään.

Pohjaveden laatuun voi paikallisesti kohdistua riskejä työkoneiden ja ajoneuvojen öljy- ja polttoainevuodoista.

Kokonaisuutena pohjavesiolosuhteissa ei arvioida tapahtuvan havaittavaa muutosta.

Kuusivaaran tehdasalueen maanpäälliset rakennustyöt

Kaikissa vaihtoehdoissa tehdasalueen rakentamiskohteita ovat vesienkäsittelysakan sijoitusalue, korkearikkisen rikastushiekan varastoallas, matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalue, vesivarastoallas, rikastamoalue, korkearikkisen sivukiven sijoitusalue, matalarikkisen sivukiven sijoitusalue, pintamaan sijoitusalue, tarvekivilouhos sekä erilaisia rakennuksia kuten lämpölaitos. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee tehdasalueella.

Tehdasalueella maanpäällisten rakenteiden rakennusaikaiset pohjavesivaikutukset ovat kaikissa vaihtoehdoissa samankaltaiset eli lähinnä pintamaakerrosten poistosta aiheutuva humuspitoisuuden kohoaminen, kallion louhinnasta mahdollisesti aiheutuva typpipitoisuuksien kohoaminen pohjavedessä sekä maarakennustöistä mahdollisesti aiheutuvat muutokset vedenjakajiin ja pohjaveden muodostumiseen. Kaikkien vaihtoehtojen kohdalla tehdasalueen toiminnot on sijoitettu aina samalle puolelle Kuusivaarassa sijaitsevaa pinta- ja pohjaveden jakajaa, joten vaikutukset kohdistuvat vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b Kuusivaaran alueelta etelän ja lännen väliselle alueelle ja vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b luoteen ja lännen väliselle alueelle. Poikkeuksena tästä on tarvekivilouhos, jonka mahdolliset pohjavesivaikutukset suuntautuvat vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 myös luoteeseen. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tarvekivilouhos sijaitsee Kuusivaaran korkeimmalla kohdalla, joten sen vaikutukset voivat kohdistua myös pohjoisen suuntaan, Natura-alueen lähivaluma-alueelle. Riippuen louhoksen lopullisesta sijainnista, laajuudesta ja syvyydestä, louhoksen kuivanapito saattaa vaikuttaa myös Kuusivaaran pohjoispuolella sijaitseviin pohjavesipurkaumiin.

Lähdekartoituksissa havaittu lähde Kuusivaarassa (Kuu-L1) tuhoutuu kaikissa hankevaihtoehdoissa. Eliasaavalla havaittuun lähteeseen (Eli-L1) kohdistuu mahdollisesti vaikutuksia tehdasalueen rakentamisen muuttaessa valuma-alueen pintavesien virtaus- ja imeytymisolosuhteita vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. VesiL:n (587/2011) 2 luvun 11.1 §:n mukaan luonnontilaisen enintään 10 ha:n suuruisen fladan, kluuvijärven tai lähteen luonnontilan vaarantaminen on kielletty. 2 luvun 11.2 §:n mukaan lupaviranomainen voi yksittäistapauksissa hakemuksesta myöntää poikkeuksen 1 momentin kiellosta, jos momentissa mainittujen vesiluontotyyppien suojelutavoitteet eivät huomattavasti vaarannu.

Pohjaveden laatuun voi paikallisesti kohdistua riskejä työkoneiden ja ajoneuvojen öljy- ja polttoainevuodoista.

Pohjavesiolosuhteisiin kohdistuvien vaikutusten suuruusluokan arvioidaan olevan kaikissa vaihtoehdoissa pieni kielteinen.

Vinotunnelin ja muiden maanalaisten kaivostilojen rakentaminen

Vaihtoehto VE1a

Vaihtoehto VE1a sisältää kaivoksen kuivatusvesimäärää pienentävänä toimenpiteenä vinotunnelilinjan isompien vettä johtavien ruhjeiden injektoinnin sekä kaivostäytön Erityisinä lisälieventämistoimenpiteinä käytetään lisäksi ruhjeiden laajempialaista injektointia.

Mallinnustulosten perusteella (Stantec Consulting Ltd 2020) vinotunnelin rakentamisvaiheessa (1 vuosi) tunneliin purkautuvan pohjaveden määrä on enimmillään 452 m^3 vuorokaudessa. Vettä tulee kaivostiloihin kallion rakoja ja siirroksia myöten. Suurin merkitys on ns. pohjaruhjeella, joka joudutaan läpäisemään Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan välisellä osuudella vinotunnelia louhittaessa.

Vinotunnelin kuivatusvesien vaikutus näkyy pohjaveden pinnan alenemisena. Mallinnuksen perusteella alenema on enimmillään luokkaa 10-20 cm (ks. kuva 16-17). Ensimmäisenä vuonna vinotunnelin vaikutusta ei ole vielä havaittavissa. Toisena ja kolmantena vuonna vaikutus on suurimmillaan ja pienenee sen jälkeen vähitellen. Suurin alenema sijoittuu Pahalaksonmaan pohjavesialueelle. Osa vinotunnelista sijaitsee suoraan Pahalaksonmaan pohjavesialueen alapuolella. Vaikutuksen ei katsota olevan erityisen merkityksellinen pohjavesialueelle.

Muiden maanalaisten kaivostilojen rakentaminen aiheuttaa pohjavedenpinnan alenemista Pahalaksonmaan ja Kersilönkankaan pohjavesialueiden välisellä kannaksella. Alenema on suurimmillaan kolmantena vuonna louhinnan aloittamisesta, ollen välillä 20-30 cm. Tämän jälkeen alenemavyöhykkeen laajuus pienenee noin kahdeksanteen vuoteen saakka ja pysyy siitä eteenpäin suurin piirtein samanlaajuisena. Vaikutuksen ei katsota olevan merkityksellinen kummankaan pohjavesialueen pohjavesiolosuhteiden kannalta. Alenemalla voi olla lievä vaikutus Kitisen rannassa sijaitsevista lähteistä purkautuviin vesimääriin.

Vinotunnelin ja muiden maanalaisten kaivostilojen rakentaminen voi aiheuttaa vaikutuksia pohjaveden laatuun lähinnä räjähdysaineiden typpijäämien vuoksi. Mikäli vinotunneli toteutetaan tunneliporalla poraus/panostus –menetelmän sijaan, typpipäästöjä ei tältä osin aiheudu (lukuun ottamatta vinotunnelin alkupään osuutta, noin 300-500 m, joka louhitaan räjähteitä käyttäen). Kuivatusvesien pumppaamisen vaikutuksia pohjaveden laatuun on käsitelty luvussa 16.3.7.

Kokonaisuutena pohjavesiolosuhteisiin ja pohjaveden laatuun kohdistuvien vaikutusten suuruusluokan arvioidaan olevan vaihtoehdossa VE1a pieni kielteinen maanalaisen rakentamisen aikana.

Vaihtoehdot VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b

Vaihtoehtojen VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b vinotunnelien rakentamisen vaikutusta ei ole erikseen mallinnettu. Mallinnetun vaihtoehdon VE1a:n tuloksia voidaan soveltaa myös muiden vaihtoehtojen vaikutusten arviointiin esiintymän louhinnan osalta. Vaihtoehdoissa VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b vinotunnelin louhinnan vaikutusten arviointi voidaan tehdä vain sanallisena arviona. Vaihtoehdon VE1a mallinnuksen tulosten soveltamismahdollisuuksia muihin vaihtoehtoihin on käsitelty tarkemmin luvussa 16.3.2.

Ramboll Finland Oy:n (2020e) laatimassa Natura-arvioinnissa on todettu rakentamisen aikaisten pohjavesivaikutusten osalta seuraavaa. Vaihtoehdossa VE1b vinotunneli johtaa Kuusivaaralta suoraan Natura-alueen alitse kohti malmiota. Tämän vuoksi etenkin vinotunnelin rakentamisen aikana ilmenevä maapohjaveden alenema kohdistuu todennäköisesti enemmän Natura-alueelle kuin

vaihtoehdossa VE1a. Koska tämän tunnelivaihtoehdon alueella ei ole tehty kallioperän tutkimuksia Natura-alueella, ei voida varmuudella arvioida, että alenema-alue olisi vastaavan laajuinen kuin vaihtoehdossa VE1a, mutta vain enemmän Natura-alueen puolelle siirtyneenä. Mahdollisuus laaja-alaisempiin hydrologisiin vaikutuksiin vaihtoehdon VE1b vinotunnelin osalta on myös mahdollista.

Pohjavesialueisiin kohdistuvien vaikutusten osalta vaihtoehdossa VE1b voidaan todeta, että vaikutukset jäävät vaihtoehtoon VE1a nähden pienemmiksi etäisyyden kasvaessa vinotunnelin ja pohjavesialueiden välillä.

Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b eri vinotunneliratkaisut sijoittuvat Natura-alueen alle Pahanlaaksonmaan itä-koillispuolella. Tämän vuoksi vinotunnelin rakentamisen hydrologiset vaikutukset kohdistuisivat eri alueelle kuin vaihtoehdoissa VE1a tai VE1b. Vaihtoehdossa VE2a tunneli sijoittuu muita vaihtoehtoja keskitetymmin Pahalaksonmaan pohjavesialueelle, jossa myös kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee, joten sen vaikutukset pohjavesialueeseen ovat oletettavasti suurimmat kaikista vaihtoehdoista. Natura-alueelle kohdistuvien pohjavesivaikutusten osalta tilanne on päinvastainen vaikutusten ollessa todennäköisesti vähäisimmät tai sama suuruusluokkaa vaihtoehto VE1a:n kanssa. Mallinnusten puuttuessa tästä ei voida kuitenkaan esittää varmaa johtopäätöstä.

Vaihtoehdoissa VE2b pohjavesivaikutukset kohdistuvat Pahalaksonmaan pohjavesialueelle sekä Viiankiaavalle. Vaihtoehtoon VE1a verrattuna pohjavesialueella tapahtuva pohjaveden pinnan aleneminen kohdistuu todennäköisesti pienemmälle alueelle kuin vaihtoehdossa VE1a, mutta alenema voi olla suurempi. Mallinnustulosten perusteella esiintymän louhinnasta aiheutuva pohjaveden pinnan alenema on olennaisempi tekijä kaivoksen koko toiminta-aikana ja vinotunnelin rakentamisesta aiheutuvat vaikutukset pienenevät sitä mukaa, kun erityiset lievennystoimet saadaan toteutettua.

Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b vinotunnelien rakentamisesta aiheutuva pohjaveden pinnan alenema voi vaikuttaa sekä Pahalaksonmaan että Kersilönkankaan pohjavesialueisiin. Lisäksi vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavalle.

Vinotunnelin rakentaminen voi aiheuttaa vaikutuksia pohjaveden laatuun lähinnä räjähdysaineiden typpijäämien vuoksi. Pohjaveden pumppaamisen vaikutuksia pohjaveden laatuun on käsitelty luvussa 16.3.4.

Kokonaisuutena maa- ja kallioperän pohjavesiolosuhteisiin ja pohjaveden laatuun kohdistuvien vaikutusten suuruuden arvioidaan olevan hankevaihtoehtojen VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b osalta maanalaisen rakentamisen aikana pieni/keskisuuri kielteinen. Pohjaveden pinnan alenemat palautuvat kokonaan tai osittain rakentamisen loputtua ja tunneleiden tiivistystöiden valmistuttua.

16.3.6 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Vaihtoehto VEO

Hanketta ei toteuteta, vaan alue säilyy nykymuotoisena, eikä alueen pohjavesiolosuhteisiin kohdistu vaikutuksia. Luonnonsuojelualueiden ulkopuolella metsätalouden harjoittaminen ja koko hankealueella ilmastonmuutos voivat pitemmällä aikavälillä aiheuttaa muutoksia pohjaveden laatuun ja määrään.

Vaihtoehto VE1a

Stantec Consulting Ltd in (2020) pohjavesimallin koko kaivostoimintaa kattavan mallinnuksen perusteella (22 vuotta) on todettu kaivostiloihin tulevan vesimäärän kasvavan vinotunnelin rakentamisen jälkeen maltillisesti, ollen loppuvaiheessa noin 1 745 m³/vrk, josta vinotunnelien osuus

on noin 320 m^3/vrk. Mallinnuksen perusteella Pahanlaaksonmaan ja Poikkijoenkankaan välisellä alueella sijaitseva kallion heikkousvyöhyke, rapakallio ja maakerrosten pohjimmaisena oleva lajittuneiden maa-ainesten kerrostumat johtavat pohjavettä alapuolella louhittaviin kaivostiloihin siten, että maaperän pohjavedessä tapahtuva alenema on enimmillään 0,5 m:n luokkaa (vuodet 16-22). Kun kaivostilojen rakentamisessa toteutetaan kuivatusvesimäärän vähentämiseksi erityiset lievennystoimenpiteet, saadaan alenema pienenemään 0,10-0,20 metriin (kuva 16-21).

Vinotunnelin rakentamisesta aiheutuva pohjaveden pinnan lasku Pahalaksonmaan pohjavesialueella palautuu lähemmäs nykytilaa tunnelin ja sen tiivistystöiden valmistuttua. Varsinaisesta kaivostoiminnasta aiheutuva edellä esitetty enintään noin 0,20 m alenema kohdentuu kaivoksen toiminta-aikana Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan sekä Pahalaksonmaan ja Kersilönkankaan pohjavesialueiden väliselle kaistaleelle. Aleneman vaikutuksen pohjavesiolosuhteisiin voidaan katsoa olevan vähäinen.

SRK Consulting (UK) Ltd (2019a) mallinnuksessa koko Viiankiaavan suoalueelta tapahtuva veden väheneminen olisi kaivostoiminnan aikana vain 150 m^3/vrk, mikä tarkoittaisi noin 1 mm:n vedenpinnan alenemaa vuositasolla. Se on suuruusluokaltaan merkityksetön. Mallin mukaan selkein kaivostoiminnasta aiheutuva muutos on alivirtaaman pieneminen jokisysteemissä: purkautuminen jokeen vähenee noin 1 000 m^3/vrk. Suhteessa Kitisen virtaamaan (5,8 milj. m^3/vrk) on vaikutus kuitenkin minimaalinen. (Salonen 2020.) Vaikutus näkyy kuitenkin yksittäisistä lähteistä purkautuvissa vesimäärissä, mutta muutoksen arvioidaan olevan suuruusluokaltaan pieni. Lähteiden kuivuminen ei ole todennäköistä.

Sakattiojan valuma-alueen hydrologiaa ylläpitävä tekijä on talvinen lumen tulo ja sen sulaminen keväällä. Koska suoalueen maatuneen turpeen vedenjohtavuus on hyvin pieni, se varastoi pintavesiä orsiveden tapaan altaina, joista tapahtuu hidasta imeytymistä ja virtausta alaspäin. Suunnitellut kaivostilat eivät tule tehtyjen mallinnusten perusteella vaikuttamaan suon pintaosien vesitilanteeseen kyseisellä osavaluma-alueella. Edellisen perusteella voidaan päätellä, että louhittavat tilat eivät myöskään tule vaikuttamaan Viiankiaavalla tapahtuvaan pohjaveden purkautumiseen kausikosteikkoina. Kenttäaavalla olevat huurresammallähteet saavat puolestaan vetensä Kuusivaaralla muodostuvista pohjavesistä, minkä vuoksi nekään eivät ole suunniteltujen louhostilojen vaikutuspiirissä. (Salonen 2020.)

Pohjavesiolosuhteisiin kohdistuvan vaikutuksen suuruusluokan arvioidaan olevan kokonaisuudessaan pieni kielteinen.

Vaihtoehdot VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b

Vaihtoehtojen VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b toimintavaiheen vaikutusta ei ole erikseen mallinnettu. Eri vaihtoehdoissa esiintymän louhimisen vaikutukset pysyvät samanlaisina, erot syntyvät vinotunnelien toteustavasta ja sijainnista. Tältä osin ratkaisevaa on mitä rakenteita eri tunnelit leikkaavat ja millaiset vedenjohtavuusominaisuudet ko. rakenteilla on. Vaihtoehdon VE1a mallinnuksen tulosten soveltamismahdollisuuksia muihin vaihtoehtoihin on käsitelty tarkemmin luvussa 16.3.2.

Mallinnetussa vaihtoehdossa VE1a noin 20 % toimintavaiheessa kalliotiloihin purkautuvan veden kokonaismäärästä on peräisin vinotunneleista. Jos oletetaan, että muiden vaihtoehtojen osalta vinotunnelit leikkaavat suunnilleen samassa määrin hyvin vettäjohtavia rakenteita, voidaan todeta merkittävimpien pohjavesivaikutusten aiheutuvan esiintymän louhinnasta kaikissa vaihtoehdoissa. Seuraavassa on arvioitu vaikutuksia vaihtoehdoittain.

VE1b

Vaihtoehdossa VE1b esiintymän louhimisesta enimmilllään aiheutuva 10-20 cm alenema kohdentuu kaivoksen toiminta-aikana Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan sekä Pahalaksonmaan ja Kersilönkankaan pohjavesialueiden väliselle kaistaleelle. Aleneman vaikutuksen pohjavesiolosuhteisiin voidaan katsoa olevan vähäinen. Vinotunneleiden sijainti Viiankiaavan alapuolella voi vaikuttaa pohjaveden pintojen alenemiseen suoalueella. Viiankiaavan alueella pohjavesivaikutuksen voidaan arvioida olevan suuruusluokaltaan keskisuuri tai pieni riippuen vinotunneleihin purkautuvan veden määrästä sekä suoalueella havaitun tiiviin turvekerroksen laajuudesta ym. hydrologisiin yhteyksiin vaikuttavista tekijöistä.

VE2a ja VE2b

Pohjaveden pinnan alenema kohdistuu Pahalaksonmaan pohjavesialueelle, Pahalaksonmaan ja Kersilönkankaan pohjavesialueiden väliselle alueelle, Kersilönkankaan eteläosaan sekä Viiankiaavalle. Pahalaksonmaan pohjavesialueella aleneman vaikutuksen suuruusluokka voi olla keskisuuri (VE2a)/pieni (VE2b). Vaihtoehdossa VE2a Viiankiaavalle kohdistuvat vaikutukset voivat olla muita vaihtoehtoja vähäisemmät, mutta Pahalaksonmaan pohjavesialueen osalta suurimmat. Vaihtoehdossa VE2b vaikutukset kohdistuvat oletettavasti enemmän Viiankiaavan suuntaan. Aleneman vaikutuksen Viiankiaavan pohjavesiolosuhteisiin voidaan katsoa olevan keskisuuri kielteinen (VE2b)/pieni kielteinen (VE2a).

VE3a ja VE3b

Pohjaveden pinnan alenema kohdistuu Pahalaksonmaan ja Kersilönkankaan pohjavesialueiden väliselle alueelle, Kersilönkankaan eteläosaan sekä Viiankiaavalle. Lisäksi vaihtoehdossa VE3a vaikutukset kohdistuvat myös Pahalaksonmaan pohjavesialueelle. Kersilönkankaalla vettäjohtavat maaperäkerrokset ovat ohuita ja heikosti lajittuneita. Lisäksi sekalajitteiset (moreenit) ja hienorakeiset (siltti ja savi) maalajit heikentävät osaltaan veden virtausolosuhteita maaperässä. Myös vaihtoehdossa VE3a vaikutukset Pahalaksonmaan pohjavesialueelle jäänevät pienialaisiksi, joten kaiken kaikkiaan pohjavesialueisiin kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan suuruusluokaltaan pieniä. Viiankiaavan alueella pohjavesivaikutuksen voidaan arvioida olevan suuruusluokaltaan keskisuuri tai pieni riippuen vinotunneleihin purkautuvan veden määrästä sekä suoalueella havaitun tiiviin turvekerroksen laajuudesta ym. hydrologisiin yhteyksiin vaikuttavista tekijöistä.

Pohjaveden laatu (VE1, VE2, VE3)

Kaivoksen toiminta-aikana kallioperästä lähtöisin olevien kuivatusvesien nikkelipitoisuuden on ennustettu nousevan ajan myötä. Pitoisuus ylittää pintavesimallinnuksessa käytetyn (ks. luku 17 Vaikutukset vesistöihin ja veden laatuun), Kitiseen johdettavan veden pitoisuusarvon noin 14. toimintavuonna. Kaivoksen tuotannon ollessa huippuvaiheessa, kuivatusvesien nikkelipitoisuus nousee ennustettuun maksimiarvoonsa 1,48 mg/l. (SRK Consulting (UK) Ltd 2019b.) Kuivatusvedet puhdistetaan tarvittaessa.

Rikastushiekka-alueelta, sivukiven sijoitusalueilta ja vesivarastoaltaasta voi suojarakenteiden rikkoutuessa päästä haitallisia aineita maaperään ja pohjaveteen. Riskejä ja niihin varautumista on tarkasteltu luvussa 31 Poikkeus-, häiriö- ja onnettomuustilanteet. Normaalitilanteessa suotovedet kerätään talteen ja johdetaan niiden sisältämien aineiden perusteella puhdistukseen tai kierrätettäväksi prosessissa.

Pohjaveden laatu voi heikentyä louhittavien alueiden ympäristössä myös räjähdysaineiden typpijäämien vuoksi. Valtaosa mahdollisista typpijäämistä poistuu kaivoksesta louhitun kiven mukana.

Pohjaveden laatuun voi paikallisesti kohdistua riskejä työkoneiden ja ajoneuvojen öljy- ja polttoainevuodoista. Lisäksi kemikaalien, polttoaineiden ja rikasteiden kuljetuksiin liittyy onnettomuusriski. Mahdollisilla rikasteiden kuljetusreiteillä sijaitsee useita luokiteltuja pohjavesialueita, joista vain kolmella on varmuudella pohjavesisuojaukset. Kyseisillä tieosuuksilla liikennöi huomattavan paljon myös muuta raskasta liikennettä, mukaan lukien kemikaali- ja polttoainekuljetuksia. Onnettomuuden tapahtuessa rikasteet voivat levitä ympäröivään maastoon. Rikasteet ovat kiinteässä muodossa, joten ne eivät sellaisenaan aiheuta pohjaveden pilaantumisriskiä. Sakatin kaivoksen toiminnasta aiheutuvat muut kuljetukset lisäävät pohjavesialueisiin kohdistuvia riskejä, mutta kokonaisuutena katsoen näiden kuljetusten määrä on vähäinen kokonaisliikennemääriin nähden.

Pohjaveden laadun osalta vaikutusten suuruuden arvioidaan olevan kaikissa hankevaihtoehdoissa maaperän pohjaveden sekä matalan ja syvän kalliopohjaveden osalta pieni kielteinen.

16.3.7 Sulkemisen vaikutukset

Vaihtoehto VEO

Hanketta ei toteuteta, vaan alue säilyy luonnontilaisena, eikä alueen pohjavesiolosuhteisiin kohdistu vaikutuksia. Suojelualueiden ulkopuolella metsätalouden harjoittaminen ja koko hankealueella ilmastonmuutos voivat pitemmällä aikavälillä aiheuttaa muutoksia pohjaveden laatuun ja määrään.

Vaihtoehdot VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b

Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa (VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) vaikutukset ovat samankaltaiset. Kaivos suljetaan hallitusti sulkemissuunnitelman mukaan. Kaivoksen kuivana pitäminen eli veden pumppaaminen lopetetaan, ja kaivos täyttyy vedestä, jonka seurauksena maa- ja kallioperän pohjaveden pinnantasot alkavat kohota. Pohjaveden pinnan palautuminen tapahtuu hiekka- ja sorakerrostumissa vuoden sisällä pumppauksen lopettamisesta. Tilanne normalisoituu keväällä lumen sulamisvesien vaikutuksesta. Kalliopohjaveden osalta palautumisaika on noin 250−300 vuotta. Palautuminen on alussa nopeampaa. Jos kaivoksessa ei olisi toteutettu lieventämistoimenpiteitä, 95 % palautumisesta tapahtuisi ensimmäisten 80 vuoden aikana. (Stantec Consulting Ltd 2020.)

Hankealueella sijaitsee lukuisia toimintoja, jotka sulkemisvaiheessa joko poistetaan kokonaan tai suljetaan paikalleen. Osa rakenteista, esimerkiksi tiestö, voi palvella myös alueen käyttöä kaivostoiminnan jälkeen.

Matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalueelle rakennetaan tiivis peiterakenne ja pinta muotoillaan valumavesien johtamiseksi keräysojiin. Varsinainen sijoitusalueen sulkemisen jälkeinen vesienhallinta suunnitellaan vasta lupavaiheen tarkentavan suunnittelutyön yhteydessä. Pintavalunnan lisäksi matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalueella tapahtuu rikastushiekka-alueen sisäisen veden suotautumista pohjarakenteiden ja padon läpi. Pohjan läpi suotautuvan veden on arvioitu sisältävän lievästi kohonneina pitoisuuksina kloridia ja nikkeliä sekä jossain määrin sulfaattia ja sinkkiä. Suotovesi päätyy maaperän pohjavesivyöhykkeeseen. Padon läpi suotautuva vesi on laadultaan vastaavanlaista kuin pohjan läpi suotautuva vesi ja se kerätään suotovesiojiin, josta osa voi imeytyä maaperän pohjavesikerrokseen. Pohjaveteen päätyvien haitta-aineiden pitoisuudet

laimenevat pohjaveden virtaussuunnassa ja osa haitta-aineista pidättyy maapartikkeleihin. (AFRY Finland 2020f.)

Pohjaveden ympäristönlaatunormien (Vna 1040/2006 ja muutos 341/2009) on laskettu ylittyvän suljetun rikastushiekka-alueen alapuolella maaperän pohjavedessä kloridin ja sinkin osalta (SRK Consulting (UK) Ltd 2019b), mallinnettuna kuivaläjitysalueen parametreilla. Kloridipitoisuus on 79 mg/l (ympäristönlaatunormi 25 mg/l) ja sinkkipitoisuus 0,19 mg/l (ympäristönlaatunormi 0,06 mg/l). Vastaavien pitoisuuksien voidaan olettaa olevan koholla myös märkäläjitetyn rikastushiekka-alueen alapuolisessa maaperän pohjavedessä. Vaikutus voi olla jossain määrin kuivaläjitystä korkeampi huomioiden rikastushiekka-alueen vesipinnan ja ympäröivän alueen välillä vallitseva suuri gradientti. (AFRY Finland Oy 2020f.)

Rikastushiekka-alueen tiiviit pinta- ja pohjarakenteet estävät myös sadeveden imeytymistä pohjaveteen ja vähentävät siten osaltaan pohjaveden virtausta. Pitoisuuksien ollessa suhteellisen alhaisella tasolla jopa läjitysten alapuolella ja pohjaveden liikkeen alueelta ympäristöön maltillista, voidaan myös mittavia haitta-aineiden kulkeutumiseen liittyviä haittoja pitää suhteellisen epätodennäköisinä. (AFRY Finland 2020f.)

Kalliopohjavesi voi reagoida louhittujen kalliopintojen, täyttöön käytetyn sivukiven ja pastatäytön kanssa rakojen toimiessa pohjaveden virtauskanavina. Geokemiallisen mallinnuksen (SRK Consulting (UK) Ltd 2019b) tulosten perusteella voidaan todeta, että toimintavaiheessa tapahtuvan nikkelipitoisuuden nousu kääntyy laskuun, kun tuotanto vähitellen pienenee. Sulkemisvaiheessa kalliopohjaveden nikkelipitoisuus ylittää edelleen pintavesimallinnuksessa käytetyn pitoisuuden, mutta jo pari vuotta sulkemisen jälkeen pitoisuus alittaa em. tason. Myös typpipitoisuus ylittää noin viiden vuoden ajan vastaavan pintavesimallinnuksessa käytetyn pitoisuuden. (SRK Consulting (UK) Ltd 2019b.)

Kun pohjaveden pinnan taso on palautunut kallioperässä nykyiselle tasolle, mallinnuksen perusteella seuraavat alkuaineet ylittävät pohjaveden ympäristönlaatunormit (Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä annetun asetuksen muuttamisesta 341/2009): Cd, Ni, Hg, Sb ja Zn. Lisäksi kloridin ja sulfaatin pitoisuudet ylittävät em. normin. Sinkin osalta pitoisuudet vastaavat nykytilaa (SRK Consulting (UK) Ltd 2019b). On kuitenkin huomattava, että ympäristönlaatunormeja tulee käyttää vain suuntaa-antavina arvoina pitoisuuksien suuruusluokan arvioinnissa. Ympäristönlaatunormit on tarkoitettu maaperän pohjavesimuodostumien tilan arviointiin.

Tilanteessa, jossa kalliopohjaveden pinnan taso on palautunut nykyistä vastaavalle tasolle, kaivostilasta ei purkaudu kalliopohjavettä maan pinnalle kaivoksen sisäänkäynnin tai muiden mahdollisten yhteyksien kautta.

16.3.8 Vaikutusten merkittävyys

Vaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa lähtökohtana on pidetty sitä, että maanalaisessa kaivoksessa toteutetaan erityiset lievennystoimenpiteet, jolloin vaikutukset pohjaveteen jäävät pienemmiksi kuin peruslievennystoimenpiteitä käytettäessä.

Hankealueella on lähteitä, ja maaperän vedenjohtavuus on paikoitellen erittäin hyvä. Kallioperässä on vettäjohtavia ruhjeita, siirroksia ja rakoja. Hankealueella sijaitsee Pahalaksonmaan 2-luokan pohjavesialue ja osa Kersilönkankaan 2-luokan pohjavesialueesta. Pohjavesialueilla ei ole vedenottoa. Hankealueella sijaitsee kaksi yksityiskäytössä olevaa kaivoa. Pohjaveden laatu pohjavesialueilla ja kaivoissa täyttää juomavedelle asetetut vaatimukset määritettyjen muuttujien osalta.

Hankealueen ja sen lähiympäristön pohjaveden herkkyys muutoksille on asetetuilla kriteereillä suuri (ks. luku 16.1.4 ja 16.2.11). Vaikutusten suuruuden on asetettujen kriteereiden (ks. luku 16.1.4) mukaisesti arvioitu olevan rakentamisvaiheessa pohjavesiolosuhteiden ja pohjaveden laadun muutosten osalta vaihtoehdossa VE1a pieni kielteinen ja kaikissa muissa vaihtoehdoissa pieni/keskisuuri kielteinen. Toiminta-aikana pohjavesiolosuhteiden muutosten suuruuden on arvioitu olevan vaihtoehdossa VE1a ja VE2a pieni kielteinen. Kaikissa muissa vaihtoehdoissa pohjavesiolosuhteiden muutosten suuruuden on arvioitu olevan pieni/keskisuuri kielteinen. Vaihtoehtoa VE1a lukuun ottamatta vaikutusten suuruuden määrittämiseen liittyy epävarmuuksia pohjavesimallinnuksen tulosten soveltamisen osalta. Tästä syystä vaikutusten suuruuden oletetaan olevan varmuusperiaatteen vuoksi keskisuuri kaikilla muilla vaihtoehdoilla paitsi VE1a.

Pahalaksonmaan pohjavesialueeseen kohdistuvien vaikutusten katsotaan olevan suurimmat vaihtoehdossa VE2a, jossa sekä kaivoksen sisäänkäynti että muihin vaihtoehtoihin nähden eniten vinotunnelia sijoittuu pohjavesialueelle. Myös vaihtoehdossa VE1a vinotunnelia sijoittuu pohjavesialueen alapuolelle, mutta tällä alueella vinotunneli sijaitsee noin 400-500 m syvyydessä kallioperässä, mikä pienentää maaperän pohjavesivyöhykkeessä havaittavia vaikutuksia. Vaihtoehto VE2b:ssä kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee niin ikään pohjavesialueella, minkä vuoksi sen pohjavesivaikutukset Pahalaksonmaan pohjavesialueella ovat oletettavasti suuremmat kuin vaihtoehdoilla VE3a ja VE3b. Vähäisimmät vaikutukset Pahalaksonmaan pohjavesialueeseen aiheutuvat arvion mukaan vaihtoehdoista VE1b ja VE3b.

Kaikissa vaihtoehdoissa kielteisiä vaikutuksia kohdistuu myös Kersilönkankaan pohjavesialueelle. Vaikutukset aiheutuvat lähinnä esiintymän louhimisesta. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Kersilönkankaan eteläosassa, josta aiheutuu lisävaikutuksia, etenkin rakennusaikana.

Pohjaveden laadun muutosten suuruuden on toiminta-aikana arvioitu olevan kaikissa vaihtoehdoissa maaperän sekä kallioperän matalan ja syvän pohjaveden osalta pieni kielteinen.

Kokonaisuutena pohjaveteen kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arvioidaan olevan sekä rakentamis- että toimintavaiheessa vaihtoehdolla VE1a **kohtalainen kielteinen** ja vaihtoehdoilla VE1b, VE2a, VE3a ja VE3b **suuri kielteinen** (Taulukko 16-17).

Taulukko 16-17 Pohjavesivaikutusten merkittävyys rakennus- ja toimintavaiheessa.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys		VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE1a	VE0			

16.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Pintavaluma- ja hulevesiä hallitaan rakennettujen alueiden ympärille kaivettavilla niska- ja ympärysojilla ja ohjaamalla pinnoitetuilta alueilta vedet hulevesikaivoihin ja edelleen hulevesialtaaseen. Puhtaat valumavedet ohjataan alueen ulkopuolelle. Vesivarastoaltaan vedet ohjataan joko uudelleen kiertoon tai käsittelyn kautta ulos alueelta Kitiseen. Miltään rakennetulta alueelta ei aiheudu vapaasti kulkeutuvia huuhtoumia, jotka voisivat päätyä pohjaveteen.

Kaivoksen kuivana pitäminen on sen toiminnan kannalta perusedellytys. Kuivana pitämisestä aiheutuvaan pohjavesialenemaan voidaan vaikuttaa erityisillä lievennyskeinoilla, joita ovat kallioperän rakojen ja ruhjeiden laaja-alainen tiivistäminen injektoimalla. Kaivostilaa täytetään louhinnan edetessä, jolloin avoimen kalliotilan tilavuus jää mahdollisimman pieneksi.

Rakentamisen ja toiminnan aikana paikallista vaikutusta lähinnä maaperän pohjaveden laatuun voi aiheutua polttonesteiden varastoinnista ja jakelusta sekä kaluston käytöstä ja huoltamisesta. Mahdollisiin öljy- ja polttoainevuotoihin varaudutaan sijoittamalla varastot, jakelupisteet ja huoltotoiminnot tiivispohjaisille (kalvorakenne) alueille.

Pintamaiden, sivukivien ja rikastushiekan sijoitusalueista mahdollisesti aiheutuvia pohjavesivaikutuksia ehkäistään sijoitusalueiden huolellisella suunnittelulla, pohjarakenteilla ja sijoitusalueilla muodostuvien suotovesien keräämisellä ja vedenkäsittelyllä.

Hankkeen pohjavesivaikutuksia (pinnankorkeus ja vedenlaatu) tarkkaillaan ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. Ennen toiminnan aloittamista on tehty pohjavesitarkkailua usean vuoden ajan, joten hankkeessa on tiedossa luontaiset pohjaveden laadun ja pinnanvaihtelut. Kaivoksen toiminnasta mahdollisesti aiheutuvat vaikutukset ympäristön pohjavesiin ovat siten nopeasti havaittavissa, mikä mahdollistaa ajoissa tehtävät toimenpiteet muutosten hallitsemiseksi.

17 VAIKUTUKSET VESISTÖIHIN JA VEDEN LAATUUN

17.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

17.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

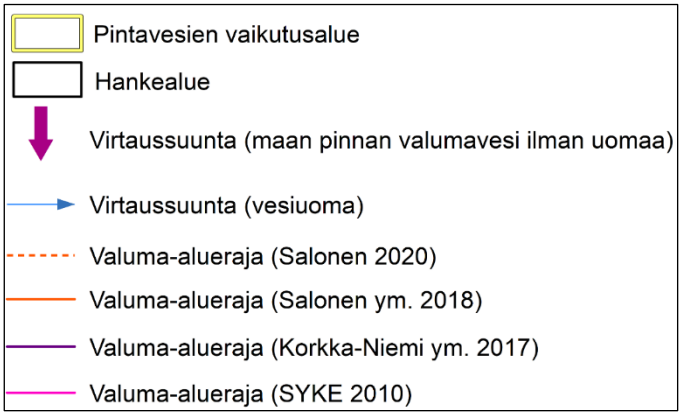
Kaivoksen vesistövaikutukset muodostuvat seuraavista osatekijöistä:

- Vesistöön toiminnan aikana johdettavat kaivoksen ylijäämävedet voivat aiheuttaa pitoisuusnousuja vastaanottavassa vesistössä.
- Kaivoksen tehdasalueen sekä siihen liittyvät valuma- ja hulevesien johtamisjärjestelyiden muutokset lähivaluma-alueen pinta-alassa ja vesien johtamisreiteissä voivat vaikuttaa virtaamiin ja veden korkeuksiin kaivoksen toiminta-aikana ja toiminnan jälkeen.
- Kaivoksen vinotunneliin sekä muihin maanalaisen kaivoksen tiloihin tuleva vesi voi vaikuttaa pohjaveden valuma-alueen rajojen sisällä pohjaveden pinnan korkeuteen, mikä puolestaan voi vaikuttaa pohjaveden muodostumisalueella pintavesien korkeuteen ja virtaamaan.
- Rakenteiden rakentamisen ja purkamisen aikana rakennusmassojen vesikontaktit ja maan pinnan kasvittomuus rakennuskohteella voivat aiheuttaa lyhytaikaista kiintoaineen huuhtoutumista ja eroosiota, kun valumavesi, sadevesi tai sulamisvesi huuhtelee kasvitonta maan pintaa ja rakennusmassoja.
- Toiminnan loppumisen jälkeen alueelle jää rikastusprosessista peräisin oleva matalarikkinen rikastushiekka, joka on läjitetty omalle rikastushiekka-alueelle. Tälle alueelle rakennetaan peiterakenne ja alue muotoillaan pintavalumavesien ohjaamiseksi kokoomaojiin, mutta pienessä määrin huuhtoutumista voi tapahtua alapuoliseen vesistöön.

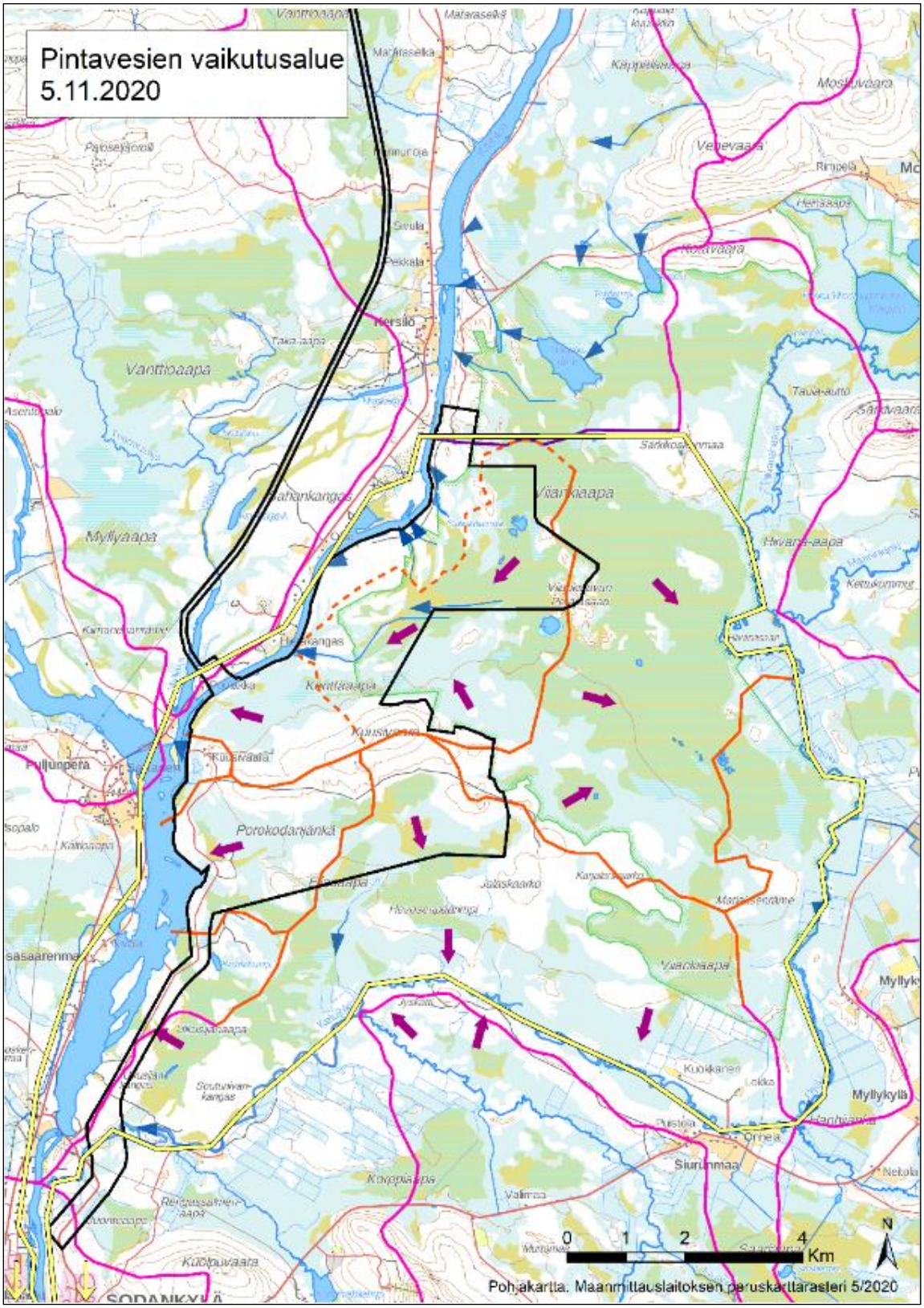
Kaivoksen vesiä johdetaan vain Kitiseen. Kuusivaaran teollisuusalueen hulevedet ja kaivoksen kuivanapitovedet johdetaan kaivoksen sisäiseen vesikiertoon ja puhdistettujen ylijäämävesien mukana Kitiseen. Muissa vesistön osissa kuin Kitisessä mahdolliset vaikutukset muodostuvat rakentamisen tai rakenteiden purkamisen aikaisista vaikutuksista, Kuusivaaran tehdasalueen aiheuttamista muutoksista lähivaluma-alueiden kokoon, ja lisäksi Viiankiaavan alueella vesistövaikutuksia voi aiheutua kaivoksen vinotunnelista ja maanalaisesta kaivoksesta johtuvista pohjaveden korkeuden muutoksista.

Kaivoshankkeen kaikki toiminnot sijaitsevat Kitisen ja sen sivujoen Kelujoen valuma-alueilla. Lisäksi tarkastelualueena ovat Viiankiaavan alueella tai sen välittömässä läheisyydessä pohjoisen, idän ja etelän suunnassa sijaitsevat lammet, järvet ja purot. Pintavesiin kohdistuva vaikutusalue rajautuu eri ilmansuunnissa seuraavasti (ks. *Kuva 17-2* ja selitteet *Kuva 17-1*):

- Pohjoisen suunnassa rajana on itä-länsi-suuntainen vedenjakaja joka sijaitsee Viiankijärvestä etelään.
- Koillisessa, idässä ja kaakossa vaikutusalueen rajana on Hiivanahaara-joki ja Ylijoki, jotka ovat samaa uomaa (Hiivanahaara on ylävirran puolella). Ylijoki on Kelujoen sivuhaara.
- Etelän suunnassa vesistövaikutusten rajana on Kelujoki. Kelujokeen laskee Kuusivaaran tehdasalueen suunnasta Eliasoja. Kelujoki laskee Kitiseen, jossa vaikutuksia on tarkasteltuna aina Kemijärveen laskevaan Kemijoen tulovirtaamaan asti.
- Lounaan, lännen ja luoteen suunnassa rajana on Kitinen.



Kuva 17-1 Kuvassa 17-2 käytettyjen merkintöjen selitteet.



Kuva 17-2 Pintavesien vaikutusalue. Vaikutusalue jatkuu Kitisessä etelän suunnassa kartan alareunan ulkopuolelle.

17.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Sakatin kaivoshankkeen merkittävin vesistövaikutus on ylijäämävesien johtaminen Kitiseen kaivoksen toiminnan aikana. AFRY Finland Oy (2020d) arvioi erillisessä selvityksessä kaivoksen ylijäämävesien aiheuttamia muutoksia Kitisen vedessä virtaus- ja vedenlaatumallia käyttäen. Pitoisuusmuutoksia suhteutettiin nykytilan pitoisuuksiin ja ympäristönlaatunormeihin.

Muualle kuin Kitiseen kohdistuvissa vesistövaikutuksissa lähtötietona olivat hankkeen tekniset kuvaukset rakenteista ja vesienjohtamisen järjestelyistä, vesistöjen valuma-alueen pinta-ala- ja virtaamatiedot, arviot valuma-alueiden pinta-alojen mahdollisista muutoksista, vesien ekologisen luokituksen tiedot sikäli kuin niitä oli käytettävissä, tutkimustulokset vesistöjen ekologisesta tilasta ja hydrogeologiseen virtausmalliin pohjautuvat arviot kaivoksen vaikutuksista pohjaveden korkeuteen. Vaikutukset arvioitiin asiantuntija-arviona em. lähtötietojen avulla.

17.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Pintavesien vaikutusarvioon liittyvistä tekijöistä mm. seuraavat sisältävät epävarmuutta: prosessivesien pitoisuuksien arviointi ennen käsittelyä, prosessivesien virtaama, prosessivesien käsittelyllä saavutettava puhdistustulos ja prosessiveden pitoisuuksiin, määrään tai korkeuteen liittyvien laskentamallien soveltuvuus ja mallien tarvitsemien lähtötietojen, kerrointen ja vakioiden määrittely, ja malleille valittujen laskentavaihtoehtojen (ns. skenaarioiden) edustavuus suhteessa todellisuuteen.

Kitisessä yhteisvaikutusten arvioinnissa on oletettu, että kaikkien haitta-aineiden pitoisuuksien vaikutus on suoraan summautuva, mutta summautuvuuden astetta ei tarkemmin tiedetä.

Vaikutus pohjaveden alenemaan, jolla voi olla vaikutusta lähialueen pintavesien virtaamaan, on arvioitu mallitarkasteluna vain vaihtoehdolle VE1a (Stantec Consulting Ltd 2020). Muille vaihtoehdoille on pintavesien vaikutustarkastelussa karkeasti arvioituna oletettu sama pohjaveden alenema kuin vaihtoehdossa VE1a. Kaivoksen vinotunnelin sijoittamisessa on eroa vaihtoehtojen välillä. Sen sijaan muut maanalaiset rakenteet ovat samoja kaikissa vaihtoehdoissa.

Osa vaikutusarvioista on tehty ns. asiantuntija-arviona ilman numeerista laskentaa. Asiantuntija-arviot ovat aina subjektiivisia ja sisältävät useita oletuksia.

17.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutuskohteen herkkyyden arvioinnin pohjana olivat tiedot veden laadusta, tiedot Lapin vesistöjen yleisestä laadusta, biologisten tekijöiden tutkimustulokset, valuma-alueiden pinta-alat, jotka kuvaavat virtaaman suuruutta, ja ekologisen tilan luokitustiedot sekä virtaamatiedot sikäli kuin niitä oli käytettävissä.

Kitisessä pitoisuuksien nousut arvioitiin virtaus- ja vedenlaatumallia käyttäen.

Muissa vesistöissä muutosten suuruusluokka arvioitiin asiantuntija-arviona perustuen kaivoksen aiheuttamiin muutoksiin lähivaluma-alueen pinta-alassa, ja valuma-alueen pinta-alan muutokset suhteutettiin valuma-alueiden kokonaispinta-aloihin. Rakentamis- ja sulkemistöiden vesistövaikutuksia arvioitiin vastaavista maanrakennuskohteista muualla saatujen havaintojen perusteella.

Vesistöjen herkkyyden ja muutoksen voimakkuuden arvioinnissa käytettyjä perusteita on esitetty alla olevissa taulukoissa (Taulukko 17-1 ja Taulukko 17-2). Arvioinnin perusteet liittyvät vesiekologiaan.

Taulukko 17-1 Vaikutuskohteen herkkyys, pintavedet.

Vähäinen	Ekologinen tai kemiallinen tila heikkenee vasta suuresta lisäkuormituksesta. Vesimuodostuman herkkyys lisääntyvälle kuormitukselle on vähäinen: vesimuodostuma on suuri tai virtaamat ovat suuria, laimenemisolosuhteet ovat hyvät, veden viipymä on lyhyt eivätkä vesistön ravinnetaso ja puskurikyky ole herkkiä muutoksille. Vesieliöstö kestää hyvin vedenlaadun muutoksia. Nopeasti toipuva ekosysteemi.
Kohtalainen	Alue on paikallisesti ainutlaatuinen ja siinä on luonnontilaisia piirteitä. Ekologinen tai kemiallinen tila heikkenee kohtalaisesta lisäkuormituksesta. Vesimuodostuman herkkyys lisääntyvälle kuormitukselle on kohtalainen: vesimuodostuma on keskisuuri tai virtaamat, laimenemisolosuhteet, veden ja viipymä ovat kohtalaiset eivätkä vesistön ravinnetaso ja puskurikyky ole kovinkaan herkkä muutoksille. Vesieliöstö kestää melko hyvin vedenlaadun muutoksia. Melko nopeasti toipuva ekosysteemi.
Suuri	Alueellisesti ainutlaatuinen, lähestulkoon luonnontilainen tai lajistoltaan arvokas alue. Vesimuodostumaan on kohdistettu kunnostustoimenpiteitä. Ekologinen tai kemiallinen tila heikkenee vähäisestä lisäkuormituksesta. Vesimuodostuman herkkyys lisääntyvälle kuormitukselle on suuri: vesimuodostuma on pieni tai vähävirtaamainen, laimenemisolosuhteet ovat heikot, veden viipymä on pitkä tai vesistön ravinnetaso ja puskurikyky ovat herkkiä muutoksille. Vesieliöstö herkkä vedenlaadun muutoksille. Hitaasti toipuva ekosysteemi.

Taulukko 17-2 Muutoksen voimakkuus ja suunta, pintavedet.

Suuri kielteinen	Toiminnan aiheuttamat kielteiset muutokset vedenlaatuun, vesieliöstöön, pohjaolosuhteisiin, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen tai päästöt vesistöihin ovat suuria. Rehevyystaso nousee selvästi ja ekologinen tai kemiallinen luokitus heikkenee selvästi. Vesiekosysteemi tai sen osa tuhoutuu osittain.
Keskisuuri kielteinen	Toiminnan aiheuttamat kielteiset muutokset vedenlaatuun, vesieliöstöön, pohjaolosuhteisiin, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen tai päästöt vesistöihin ovat kohtalaisia. Rehevyystaso nousee ja ekologinen tai kemiallinen laatu heikkenee. Vesiekosysteemi tai sen osa tuhoutuu vähäisessä määrin.
Pieni kielteinen	Toiminnan aiheuttamat kielteiset muutokset vedenlaatuun, vesieliöstöön, pohjaolosuhteisiin, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen tai päästöt vesistöihin ovat vähäisiä. Rehevyystaso ja ekologinen tai kemiallinen laatu heikkenee vähän. Vesiekosysteemejä tai niiden osia ei menetetä.
Ei vaikutusta	Toiminnasta ei aiheudu muutoksia pintavesiin.
Pieni myönteinen	Toiminnan aiheuttamat myönteiset muutokset vedenlaatuun, vesieliöstöön, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen ovat vähäisiä. Rehevyystaso ja ekologinen tai kemiallinen laatu paranee hieman.
Keskisuuri myönteinen	Rehevyystaso vähenee ja ekologinen tai kemiallinen luokitus paranee.
Suuri myönteinen	Toiminnan aiheuttamat myönteiset muutokset vedenlaatuun, vesieliöstöön, virtauksiin, virtaamaan tai vedenkorkeuteen ovat suuria. Rehevyystaso laskee ja ekologinen tai kemiallinen luokitus paranevat selvästi.

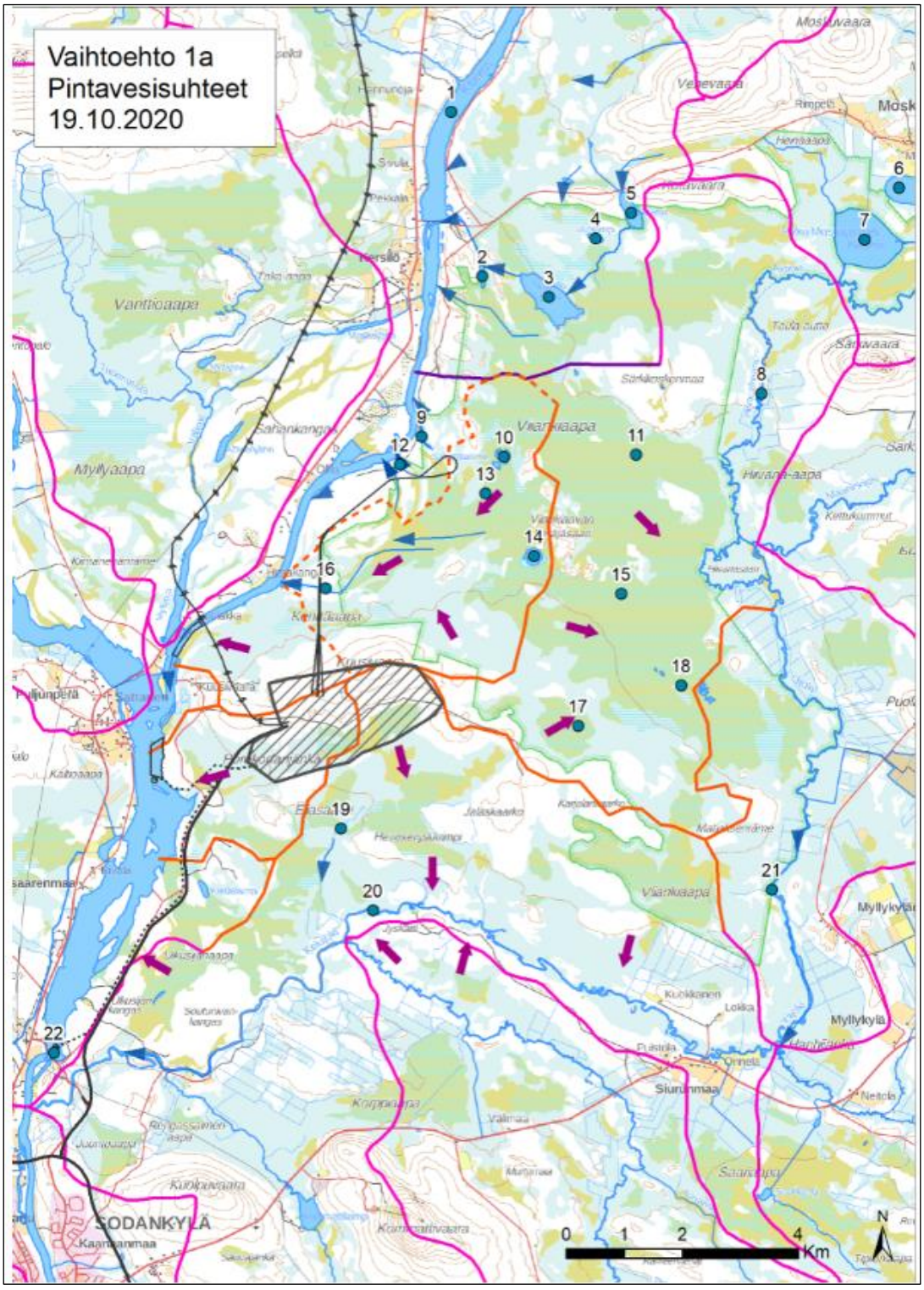
17.2 Nykytila

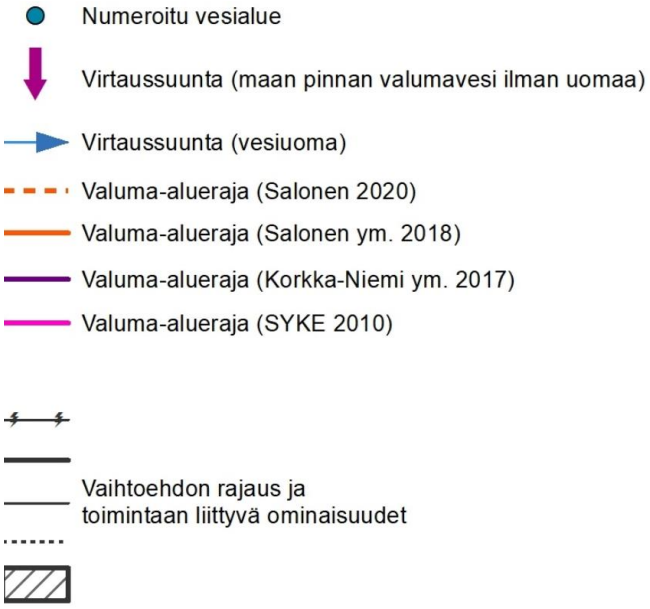
17.2.1 Virtavedet

Suunniteltu hankealue sijaitsee Suomen toiseksi suurimmalla vesistöalueella, Kemijoella (65. Kemijoen vesistöalue, VHA5). Hankealueen tarkempi sijoittuminen on Kitisen keskiosassa (65.8, Kitisen alue) sijaitsevalla Kersilön valuma-alueella nro 65.821. Kemijoen vesistön valuma-alue on esitetty Kuva 17-3. Kemijoen pääuoma saa alkunsa Pelkosenniemeltä, jossa yhdistyvät suuret latvajoet Kitinen, Luiro ja Ylä-Kemijoki. Hankealueen läheisyydessä Kitiseen vetensä purkavat pohjoispuolella (ylävirran puolella) Ala-Postojoki ja Mataraoja, sekä hankealueen kohdalla tai sen eteläpuolella (alavirran puolella) Sattanen, Jeesiöjoki ja Kelujoki. Pääosa kaikista kaivoshankkeen vaikutusalueen läheisyydessä sijaitsevista vesistä on virtavesiä.

Kuva 17-3 Kemijoen vesistön valuma-alue.

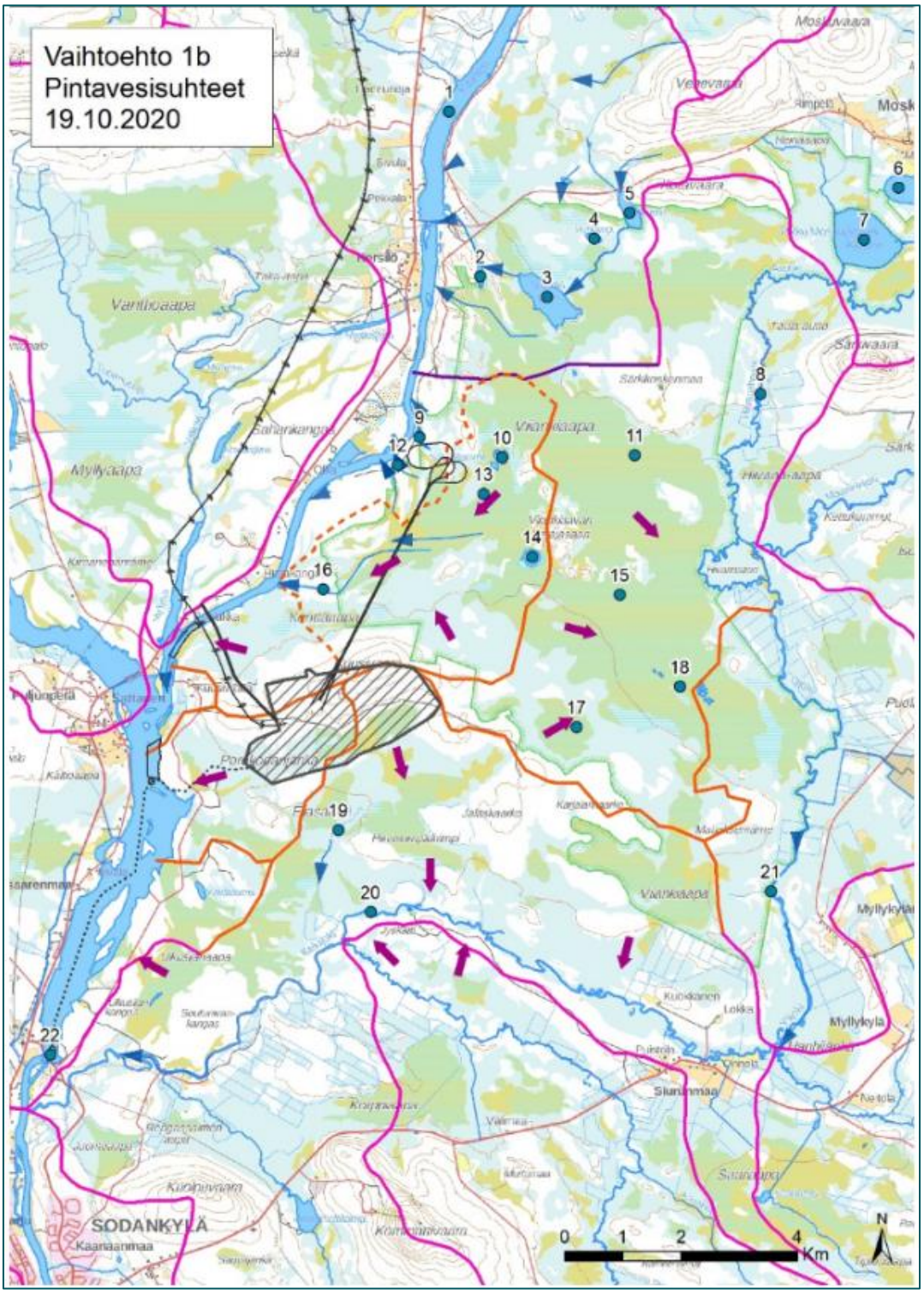
Alla kuvissaKuva 17-4–Kuva 17-9 on esitetty hankevaihtoehdoittain kaivoksen toimintojen sijoittuminen suhteessa lähialueen vesistöihin ja lähialueen valuma-alueisiin.



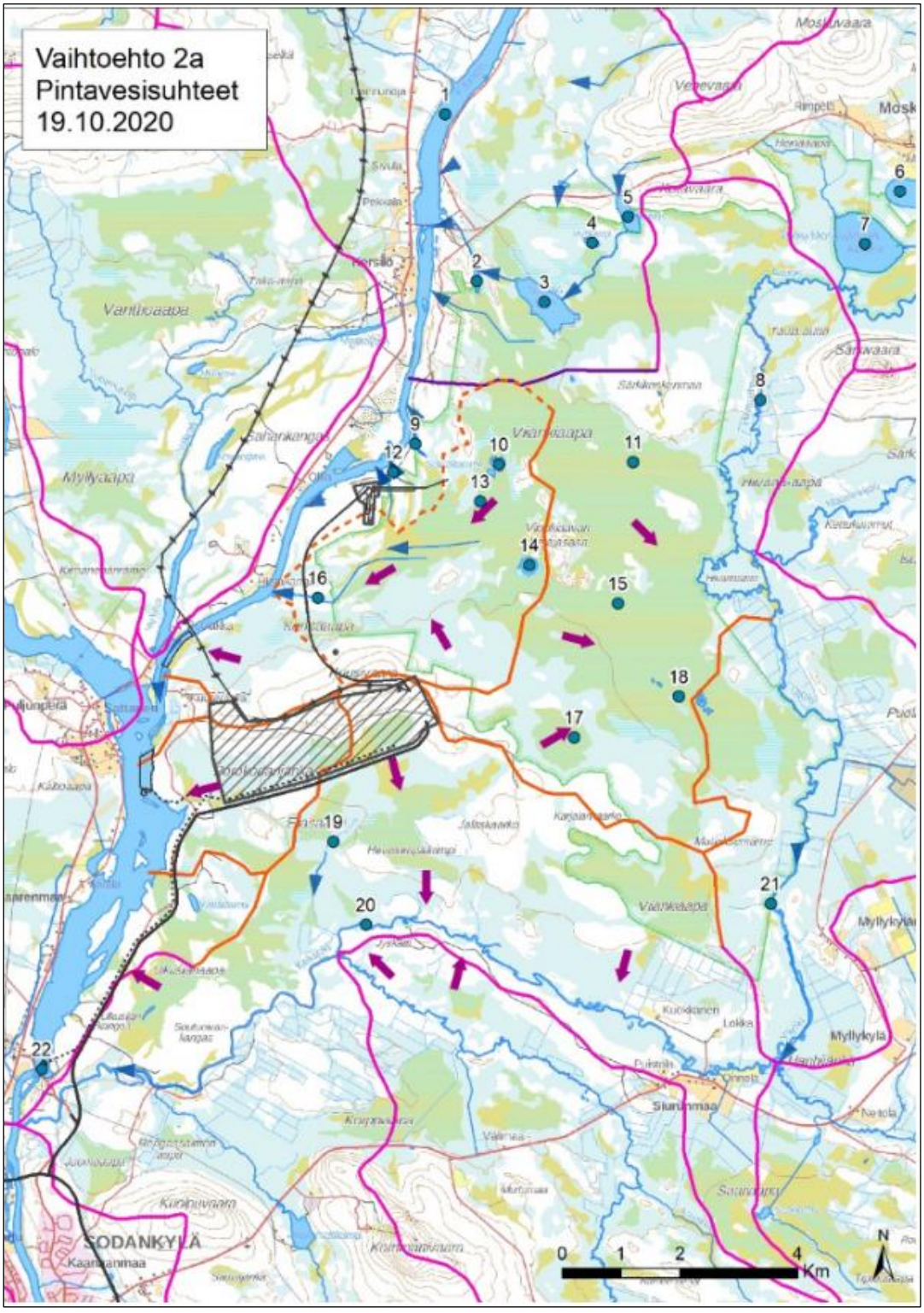


Vesialueen numero	Vesialueen nimi
1	Kitinen
2	Kokkolampi
3	Viiankijärvi
4	Rytilampi
5	Kotajärvi
6	Iso Moskujärvi
7	Pikku Moskujärvi
8	Hiivanhaara
9	Kärväslampi
10	Sakattilammit
11	Nimetön suolampi 3
12	Ruosteoja
13	Nimetön lampi 1
14	Nimetön lampi 2
15	Nimetön suolampi 4
16	Sakattioja
17	Nimetön suolampi 5
18	Viiankilammit
19	Eliasoja
20	Kelujoki
21	Ylijoki
22	Kelukoski

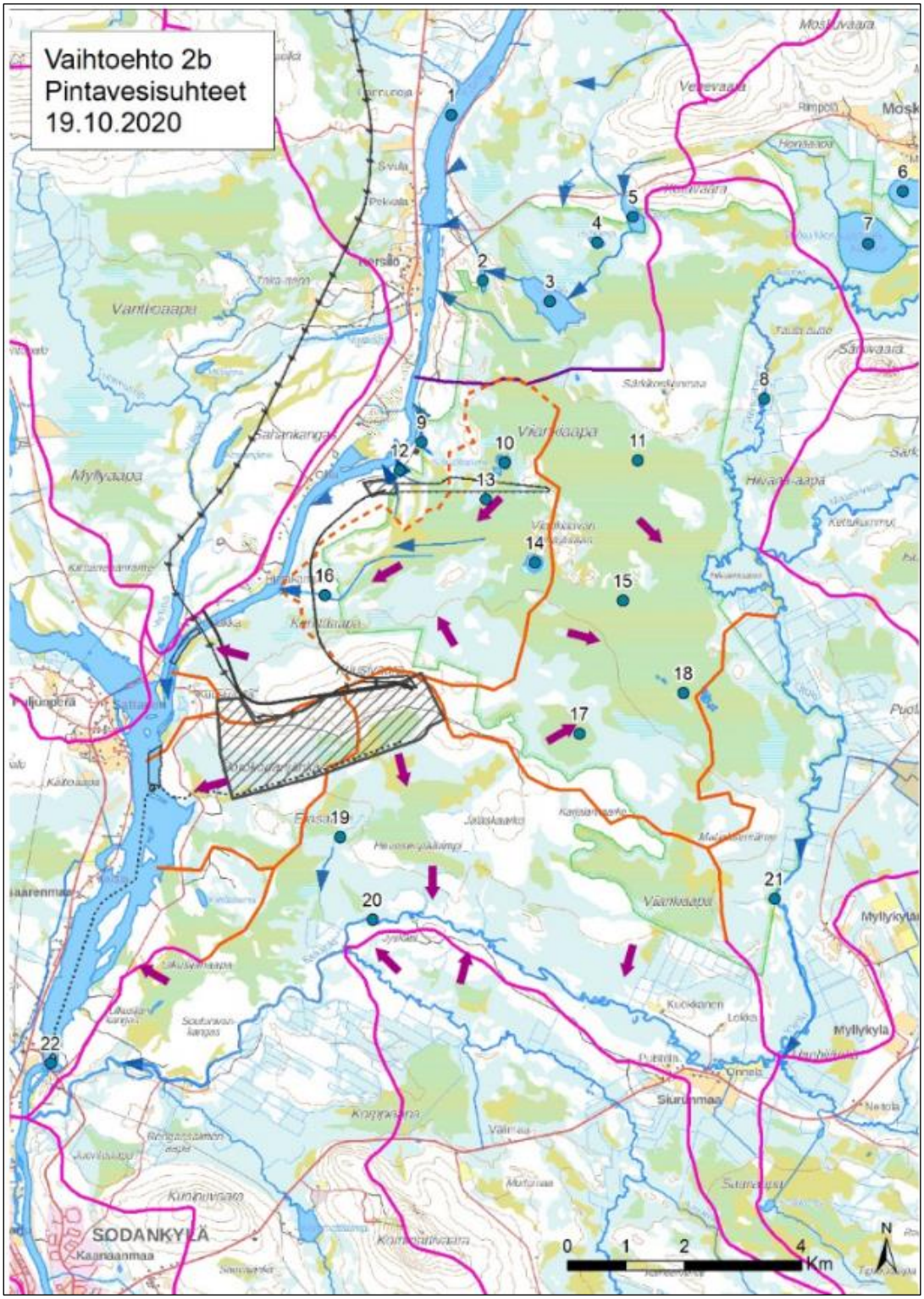
*Kuva 17-4 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella (edellinen sivu). Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE1a** osalta. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja). Yllä on esitetty kartan 17-4 merkinnät, joita on käytetty myös seuraavissa kartoissa.*



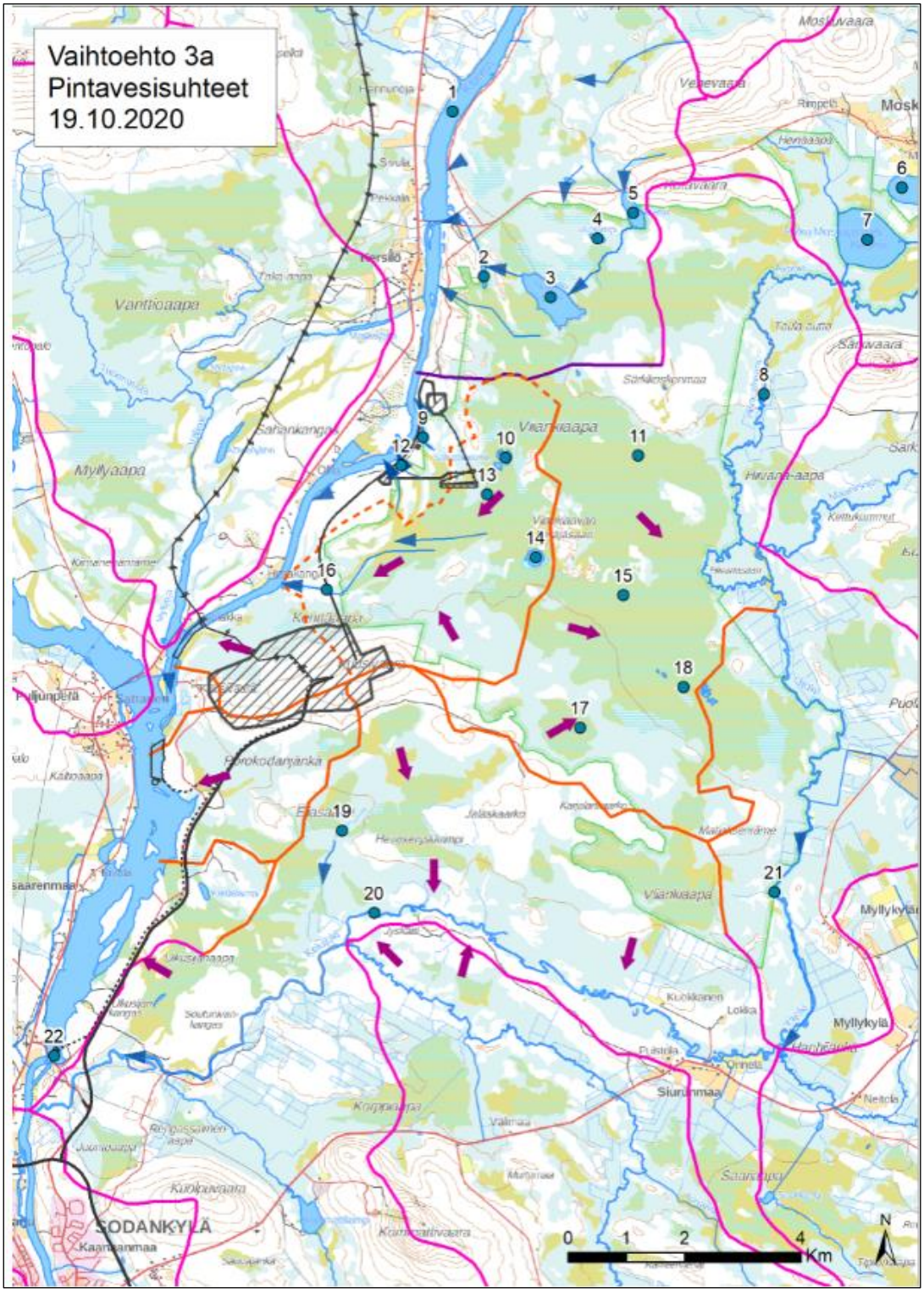
*Kuva 17-5 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE1b** osalta. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja). Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: katso Kuva 17-15 Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



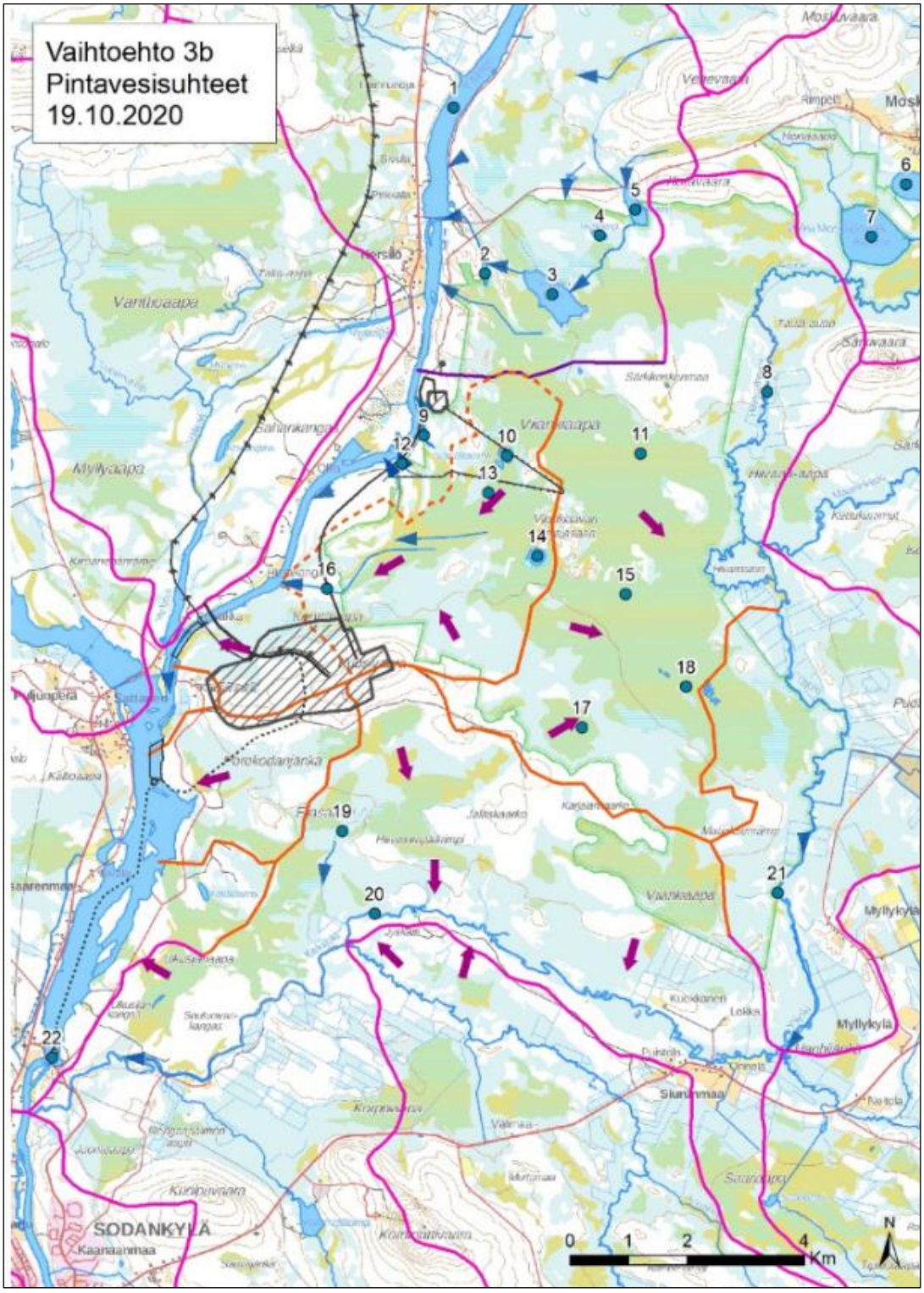
*Kuva 17-6 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE2a** osalta. Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: ks. Kuva 17-4. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



*Kuva 17-7 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE2b** osalta. Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: ks. Kuva 17-4. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



*Kuva 17-8 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE3a** osalta. Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: ks. Kuva 17-4. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



*Kuva 17-9 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE3b** osalta. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja). Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: ks. Kuva 17-4.*

Virtaamat

Kitinen (FI65_800_001) on ympäristöhallinnon vesistötyyppiluokituksessa suuri turvemaiden joki, jonka kokonaispituus on 235 km ja valuma-alue 12 087 km^2. Kitinen on täysin porrastettu ja yläjuoksulta lähtien joessa on seitsemän voimalaitosta: Porttipahta, Kurittukoski, Vajukoski, Matarakoski, Kelukoski, Kurkiaska ja Kokkosniva. Suurin osa Kitisen vedestä tulee Porttipahdan tekoaltaasta, jonka kautta purkautuu myös pääosa Lokan tekoaltaan vesistöistä. Vesistörakentaminen on muuttanut Kitisen rakenteellista ja hydrologista tilaa, minkä seurauksena vedenkorkeus ja virtausolosuhteet poikkeavat luonnontilaiseen verrattuna.

Kitisen virtaamiin vaikuttaa voimakkaasti Lokan ja Porttipahdan tekojärvien säännöstely. Talviaikana tehdyt juoksutukset kohottavat virtaamia luontaisia suuremmiksi juoksutuksen aikana ja toisaalta säännöstelyn vuoksi tulvavirtaamat eivät kohoa poikkeusolosuhteita lukuun ottamatta erityisen korkeiksi. Keskimäärin virtaama Kitisessä on pienimmillään ennen sulamisvesien aiheuttaman tulvan alkua keväällä ja vastaavasti suurimmillaan toukokuun tulva-aikana.

Hankealue sijoittuu pohjoisemman ylävirrassa sijaitsevan Matarakosken ja eteläisemmän alavirrassa sijaitsevan Kelukosken voimalaitosten väliin.

Keskiylivirtaama Vajukosken altaalta vuosien 1985 ja 2018 välisenä aikana on ollut 199 m^3/s ja suurin virtaama 409 m^3/s (3.9.1992). Kelukoskella kauden 2002–2018 keskiylivirtaama on ollut 377 m^3/s ja suurin virtaama 718 m^3/s (12.5.2018).

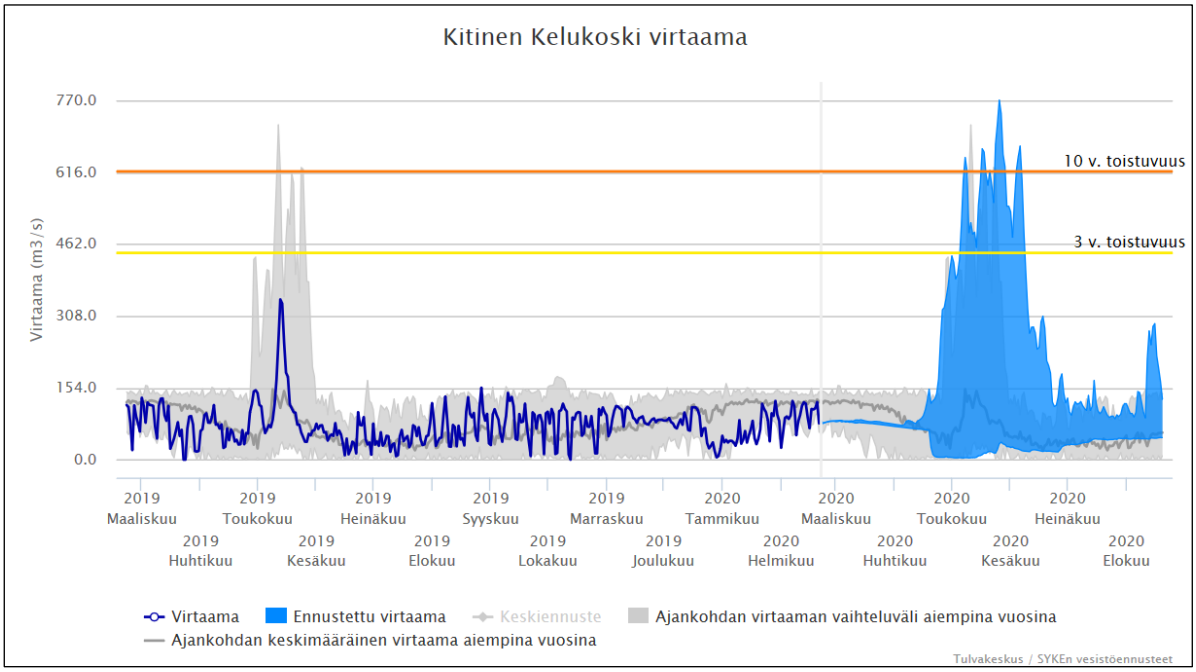
Taulukko 17-3 on esitetty Kitisen osavaluma-alueet ja kaaviossa 17-1 Kitisen virtaama vuosilta 2019–2020.

Taulukko 17-3 Kitisen osavaluma-alueiden pinta-alat, keskivirtaamat (MQ), keskialivirtaamat (MNQ) ja keskiylivirtaamat (MHQ) jaksolla 1984–2016.

Valuma-alue	Pinta-ala km²	MQ m³/s	MNQ m³/s	MHQ (1991-2016) m³/s
Kitinen Vajukoski	3 429[1] (5 781[2])	62,6	1,1	200
Kitinen, Matarakoski	3 864[1]	70,8	1,0	260
Kelukoski	4 963[1]	78,8	0,8	370
Kitisen alaosa	12 087[1]	107,8[3]	4,12	570

[1] Ilman Lokan tekojärven valuma-aluetta.
[2] Sisältää Lokan tekojärven valuma-alueen, joka on 2 352 km^2. Lokan tekojärven virtaamasta 85 % johdetaan Porttipahdan tekojärveen eli Kitisen valuma-alueelle (Ekholm 1993).
[3] Kitisen alaosan virtaamatieto on Kokkosnivan voimalaitoksen kohdalta, jossa valuma-alueen pinta-ala on ilman Lokan tekojärven valuma-aluetta 7 468 km^2 ja Lokan tekojärven valuma-alue mukaan lukien 9 820 km^2 (Ekholm 1993).

Kaavio 17-1 Kitisen vuosien 2019–2020 mitattu ja ennustettu virtaama Kelukosken voimalaitoksella (Syke vesistöennusteet)



Alavirrassa Kitinen liittyy Kemijoen pääuomaan. Kemijoki laskee Kemijärven kautta Perämeren pohjoispäähän Kemin taajaman pohjoispuolella.

17.2.2 Suunnitellun kaivoksen lähivaluma-alueen ojat

Kahdesta Viiankiaavan länsiosasta Kitiseen laskevasta ojasta, Sakattiojasta ja Ruosteojasta, on saatavilla tarkempia tietoja.

Sakattioja

Kitiseen virtaava Sakattioja sijaitsee Viiankiaavan länsiosassa (ks.Kuva 17-4, näytepiste 16). Valuma-alueesta suurin osa on avosuota. Valuma-alueen keskiosassa on muutamia vetisen nevan ympäröimiä suolampia kuten Sakattilammit. Sakattiojan valuma-alueen pinta-ala on noin 15,5 km^2 ja arvioitu keskivirtaama 50 l/s. Pohjavettä arvioidaan muodostuvan suunnilleen saman verran (Salonen 2020). Suovesien virtaus on suurimmillaan keväällä lumeen varastoituneen sadannan vapautuessa. Pohjoisessa yli puolet vuoden pintavalunnasta tapahtuu keväällä lumen sulamisesta johtuvien kevättulvien aikana (Sallantaus 2006).

Ruosteoja

Kitiseen virtaava Ruosteoja sijaitsee Viiankiaavan länsiosassa (ks. Kuva 17-4Kuva 17-15, näytepiste 12) ja Sakattiojan valuma-alueen pohjoispuolella. Ruosteojan ja sen eteläpuolisen pienen ojan valuma-alueen pinta-ala on yhteensä noin 0,51 km^2. Ruosteojan valuma-alue on pieni ja maaperän imeytymiskyky on hyvä, minkä vuoksi virtaama purossa yleensä ehtyy kesän kuluessa. Ruosteojaan tuleva vesi on suurelta osin peräisin pohjavedestä (Salonen 2020).

17.2.3 Suunnitellun kaivoksen lähivaluma-alueen lammet ja järvet

Lähivaluma-alueeseen kuuluvat Viiankiaavan alueen ja Viiankiaavan ja Kitisen välialueen järvet ja pienet ja pienehköt lammet, jotka ovat seuraavat (sijainti ks. Kuva 17-4*):*

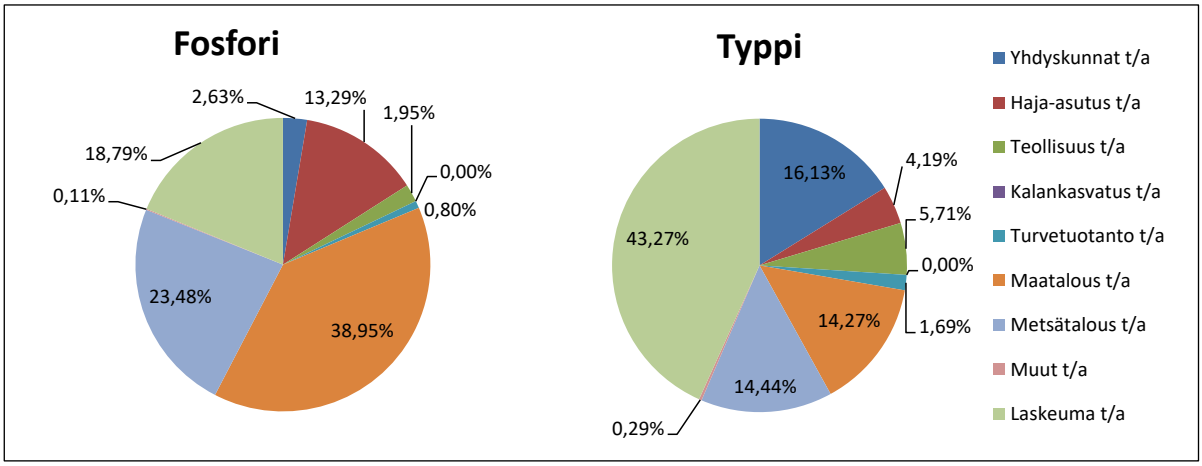
- Viiankijärvi (Viiankiaavan pohjoisosassa)
- Sakattilammit (kolme suolampea Viiankiaavan länsiosassa)
- Kärväslampi (lähellä Kitisen rantaa)
- Kokkolampi (Viiankijärven koillispuolella)
- Rytilampi (Viiankijärven pohjoispuolella)
- Viiankilammit (n. 10 erillisen suolammen ryhmä Viiankiaavan kaakkoisosassa)
- Nimetön suolampi 1 (Petäjäsaaren luoteispuolinen)
- Nimetön suolampi 2 (Petäjäsaaren lounaispuolinen)
- Nimetön suolampi 3 (Petäjäsaaren koillispuolinen ja Kolottamasaaren luoteispuolinen)
- Nimetön suolampi 4 (Petäjäsaaren kaakkoispuolinen)
- Nimetön suolampi 5 (Petäjäsaaren eteläpuolinen)

17.2.4 Vesistöihin kohdistuva kuormitus

Kitisen valuma-alueella on suhteellisen runsaasti turvemaita ja soita. Kitiseen kohdistuva kuormitus on pääosin luonnonhuuhtoumaa. Vuosina 2006–2012 kerätyn aineiston (Lapin ELY-keskus 2015a) perusteella Kitisen vesistöalueen fosforikuormitus oli yhteensä 59 t/v ja typpikuormitus 1 227 t/v. Aineistossa esitetyn kuormituksen ja luonnonhuuhtouman arvioinnissa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen kehittämää WSFS-VEMALA –vesistömallijärjestelmää (Watershed Simulation and Forecasting System). Fosforikuormituksesta 85 % ja typpikuormituksesta 86 % muodostui luonnonhuuhtoumasta. Loput kuormituksesta (n. 15 %) muodostui yhdyskunnista, teollisuudesta ja laskeumasta. Teollisuuden osuus fosforikuormituksesta oli alle 2 % ja typpikuormituksesta alle 6 %.

Hajakuormituksen ja luonnonhuuhtouman määrät vaihtelevat hydrologisten olosuhteiden mukaan: runsassateisina vuosina ravinteiden huuhtoutuminen oli tarkasteluajanjaksolla noin kaksinkertaista verrattuna vähäsateisempiin vuosiin. Vuositasolla ravinteiden huuhtouma on suurinta sateisina kausina, sekä keväisin lumen sulaessa. Fosfori- ja typpikuormituksen jakautuminen (pois lukien luonnonhuuhtoumasta lähtöisin oleva kuormitus) on esitetty oheisessa kaaviossa (Kaavio 17-2).

Kaavio 17-2 Muun kun luonnonhuuhtoumasta peräisin olevan fosfori- ja typpikuormituksen jakautuminen Kitisen valuma-alueella 2006–2012. (Lähde: Lapin ELY-keskus 2015a).



Suurimmat pistemäiset kuormittajat hankealueen lähistöllä ovat vuodesta 1993 saakka käytössä ollut Turveruukki Oy:n Paarnitsa-aavan turvetuotantoalue, sekä Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan kaivos. Lähin pintavesiä Sakatin hankealueen läheisyydessä kuormittava kohde on Kitisen yläjuoksulla sijaitseva Kevitsan kaivos. Kevitsa ottaa prosessiin tarvittavan raakaveden ja purkaa puhdistetut ylijäämävedet Vajukosken padon pohjoispuoliseen altaaseen. Turveruukki Oy:n Paarnitsa-aavan turvetuotantoalueen vedet johdetaan Kelujoen kautta Kitiseen Sakatin hankealueen eteläpuolella.

Paarnitsa-aavan turvetuotanto on käynnissä (tilanne syyskuussa 2020) ja tuotannon oletetaan jatkuvan vielä usean vuoden ajan (Turveruukki Oy 2020).

Rupert Resources Oy:n omistama Pahtavaaran kaivos ei ole tällä hetkellä toiminnassa (tilanne syyskuussa 2020), mutta kaivostoiminnan uudelleen aloittamisen mahdollisuutta Pahtavaarassa selvitetään. Vaikka Pahtavaaran kaivoksella ei ole tuotantoa, sieltä kohdistuu kuivatusvesistä, rikastushiekka-altaasta ja sivukivialueilta jossakin määrin mm. typen ja metallien kuormitusta vesistöön. Pahtavaaran vedet johdetaan Kitiseen Ala-Postojoen kautta. Ala-Postojoki sijaitsee Kitisen länsipuolella. Vuonna 2019 Pahtavaaran kaivoksen kuormituksen vaikutus oli Ala-Postojoessa vähäinen tai olematon (Eurofins Ahma Oy 2020a ja 2020b).

Lisäksi hajakuormitusta alueen vesistöihin tulee asutuksesta, maataloudesta, loma-asutuksesta ja virkistystoiminnasta.

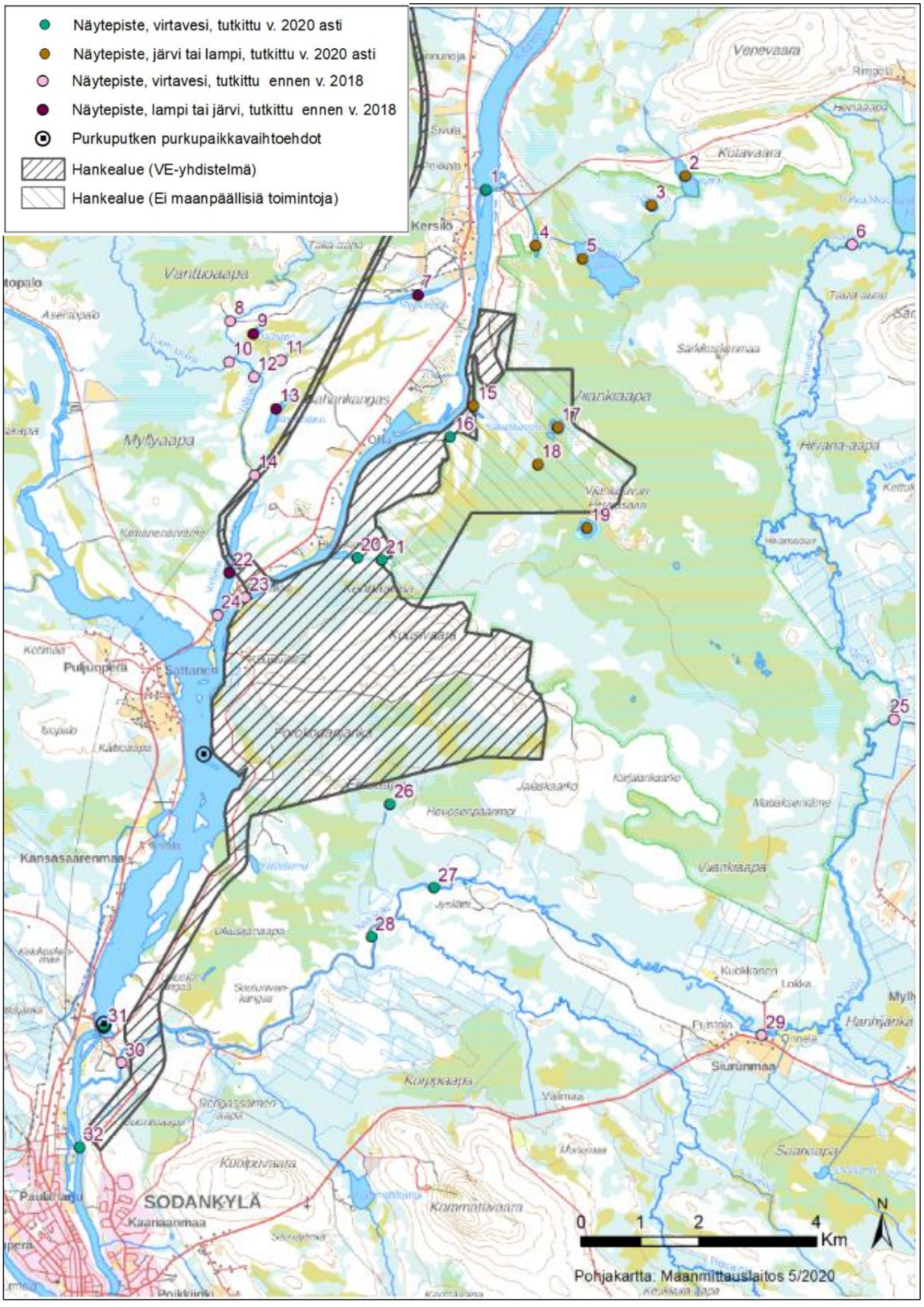
Veden laatu

Alueella pirtavesien pintaveden laatua seurataan useista pisteistä AASM Oy:n toimesta ja Kitisen yläosan alueen muiden toiminnanharjoittajien velvoitetarkkailuissa. Pintaveden laatutietoja on saatavilla SYKE:n ylläpitämästä Hertta–tietojärjestelmästä. Vedenlaadun nykytilan osalta Kitisen vedenlaatua kuvattiin YVA-ohjelmassa hankealueen yläpuoliselta (Kim, YVA-ohjelmassa Kitinen P9) ja alapuoliselta mittauspisteeltä (KiS, YVA-ohjelmassa vastaava piste Sodankylän silta 14).

Uusia seurantapisteitä on lisätty hankealueen läheisyyteen vuonna 2018. AASM Oy on tehnyt omaa pintavesiseurantaa yhteensä 29 näytepisteestä, joihin kuuluu virtavesiä, järviä ja lampia ajanjaksolla 2015–2020. Pintavesien seurantaohjelmassa on ollut 21 näytepistettä ajanjaksolla 2018–2020. AASM Oy:lla on ollut omaa näytteenottoa pintavesien perustilan ja malminetsinnän mahdollisten vaikutusten selvittämiseksi vuodesta 2009 alkaen. Tutkittavien vedenlaatutekijöiden määrää on lisätty hankkeen edetessä. Näytteistä on tutkittu pH, sähkönjohtavuus, hapen kyllästysaste, liukoinen

happi, kloridi, sulfaatti, humuspitoisuutta kuvaava kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}), TOC, sameus, väri, kiintoaine GF/C eli karkea kiintoaine, alkaliniteetti, fluoridi, kokonaistyppi, nitraattityppi, nitriittityppi, nitraatti- ja nitriittitypen summa, ammoniumtyppi, kokonaisfosfori, fosfaattifosfori, absorbanssi 420 nm, kuusiarvoinen kromi, liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus (TDS), hopea, alumiini, arseeni, boori, barium, beryllium, kalsium, kadmium, koboltti, kromi, kupari, rauta, elohopea, kalium, magnesium, mangaani, molybdeeni, natrium, nikkeli, lyijy, antimoni, uraani ja seleeni. Metallit ja alkuaineet on v. 2015 alkaen määritetty liukoisina pitoisuuksina ja aiemmin kokonaispitoisuuksina.

Pintavesien tutkimuspisteet on esitetty alla kuvassa (Kuva 17-10) ja tutkimuspisteet taulukossa Taulukko 17-4 sekä tiivistelmä pintavesien tutkimustuloksista taulukoissaTaulukko 17-5 –*Taulukko 17-7*. Tulokset on lisäksi esitetty kattavammin liitteessä 17.



Kuva 17-10 Pintavesien tutkimuspisteet 2009–2020.

Taulukko 17-4 Pintavesien kuvaan Kuva 17-10 merkityt pintavesien näytteenottopisteet.

Pintavesien näytepisteen numero	Pintavesien näytepisteen nimi	Pintavesien näytepisteen numero	Pintavesien näytepisteen nimi
1	Kitinen (Kim)	17	Sakattilammit
2	Kotajärvi syv. 1	18	Nimetön suolampi 1
3	Rytilampi syv. 1	19	Nimetön suolampi 2
4	Kokkolampi syv. 1	20	Sakattioja
5	Viiankijärvi syv. 1	21	Sakattioja, lähde
6	Hoikkavuopaja	22	Tuormuslampi
7	Mantojärvi	23	Kitinen, Sattanen (KiS)
8	Takaoja	24	Myllyoja
9	Mutijärvi	25	Ylijoki PA1
10	Tuormusoja2	26	Eliasoja
11	Korteoja	27	Kelujoki Keluj1
12	Tuormusoja	28	Kelujoki Keluj2
13	Ahvenjärvi	29	Kelujoki Ke2
14	Välijoki	30	Kelujoki Ke1
15	Kärväslampi	31	Kitinen, Kelukoski
16	Ruosteoja	32	Kitinen, Kelukosken alapuoli

Taulukko 17-5 Pintavesien tutkimustulokset (tiivistelmä) mediaaniarvoina (solun ylin rivi), vedenlaatutietojen aikaväli (esim. 2011-2017 on merkitty 2011-17; solun keskimmäinen rivi) ja vedenlaatutietojen kappalemäärä (N; solun alin rivi).

Näytepiste ja näytteenotto-syvyys	pH	Sähkön-johtavuus	Happi	Kloridi	Sulfaatti	Kem. hapenk. CODMn	Sameus	Väriluku	Kiinto-aine GF/C[1]	Alkalini-teetti	Kok. typpi
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	FTU	mg Pt/l	mg/l	mmol/l	µg/l
Lammet ja järvet											
Mutijärvi, 0,3–1 m	6,8 2011-17 N=22	1,7 2011-17 N=22	10 2011-17 N=22	0,7 2015-17 N=9	0,6 2011-17 N=22	4,8 2011-17 N=22	0,5 2011-17 N=22	26 2011-17 N=22	<1,3 2011-17 N=22	0,10 2011-17 N=22	360 2011-17 N=22
Mantojärvi, 0,4–1 m	6,7 2011-17 N=22	4,7 2011-17 N=22	7,6 2011-17 N=22	0,8 2015-17 N=9	0,7 2011-7 N=22	12 2011-17 N=22	2,9 2011-17 N=22	140 2011-17 N=22	2,6 2011-17 N=22	0,40 2011-17 N=22	390 2011-17 N=22
Ahvenjärvi, 0,2–1 m	6,7 2011-17 N=22	1,3 2011-17 N=22	10 2011-17 N=22	0,4 2015-17 N=9	<0,2 2011-17 N=22	7,7 2011-17 N=22	0,8 2011-17 N=22	59 2011-17 N=22	<1,7 2011-17 N=22	0,07 2011-17 N=22	390 2011-17 N=22
Tuormuslampi, 0,3–1 m	6,7 2011-17 N=22	6,1 2011-17 N=22	7,0 2011-17 N=22	1,0 2015-17 N=9	1,3 2011-17 N=22	16 2011-17 N=22	6,5 2011-17 N=22	190 2011-17 N=22	4,8 2011-17 N=22	0,53 2011-17 N=22	515 2011-17 N=22
Kotajärvi, 1 m	7,2 2009-20 N=31	5,4 2009-20 N=31	9,8 2009-20 N=31	0,6 2015-20 N=20	3,0 2009-20 N=31	9,1 2009-20 N=31	0,7 2009-20 N=31	55 2009-20 N=31	<1,2 2015-20 N=20	0,38 2009-20 N=31	290 2009-20 N=31

Näytepiste ja näytteenotto-syvyys	pH	Sähkön-johtavuus	Happi	Kloridi	Sulfaatti	Kem. hapenk. CODMn	Sameus	Väriluku	Kiinto-aine GF/C[1]	Alkalini-teetti	Kok. typpi
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	FTU	mg Pt/l	mg/l	mmol/l	µg/l
Rytilampi, 0,2–1 m	7,2 2009-20 N=30	8,1 2009-20 N=30	8,4 2009-20 N=30	0,7 2015-20 N=18	0,8 2009-20 N=30	8,1 2009-20 N=30	5,2 2009-20 N=30	120 2009-20 N=30	1,8 2015-20 N=18	0,70 2009-20 N=30	420 2009-20 N=30
Viiankijärvi, 0,2–1 m	7,0 2009-20 N=32	3,9 2009-20 N=32	8,7 2009-20 N=32	0,6 2015-20 N=20	0,5 2009-20 N=32	7,4 2009-20 N=32	2,7 2009-20 N=32	69 2009-20 N=32	2,3 2015-20 N=20	0,32 2009-20 N=32	430 2009-20 N=32
Kokkolampi, 0,2–1 m	6,9 2009-20 N=31	4,0 2009-20 N=31	8,3 2009-20 N=31	0,6 2015-20 N=20	0,4 2009-20 N=31	8,1 2009-20 N=31	2,2 2009-20 N=31	84 2009-20 N=31	2,4 2015-20 N=20	0,34 2009-20 N=31	460 2009-20 N=31
Kärväslampi, 0,2–1 m	6,7 2009-20 N=28	3,9 2009-20 N=28	8,1 2009-20 N=27	0,9 2015-20 N=18	0,1 2009-20 N=28	6,5 2009-20 N=28	1,4 2009-20 N=28	49 2009-20 N=28	2,5 2015-20 N=18	0,34 2009-20 N=28	325 2009-20 N=28
Sakattilammit, 0,1–1 m	6,9 2009-20 N=31	3,5 2009-20 N=31	8,9 2009-20 N=31	0,6 2015-20 N=20	<0,2 2009-20 N=31	6,0 2009-20 N=31	2,7 2009-20 N=31	63 2009-20 N=31	4,0 2015-20 N=20	0,30 2009-20 N=31	460 2009-20 N=31
Nimetön suolampi 1, 0,2–1 m	6,5 2009-20 N=29	5,7 2009-20 N=29	6,0 2009-20 N=29	0,6 2015-20 N=20	<0,2 2009-20 N=29	7,9 2009-20 N=29	15 2009-20 N=29	130 2009-20 N=29	17 2015-20 N=20	0,50 2009-20 N=29	460 2009-20 N=29
Nimetön suolampi 2, 0,2–1 m	6,2 2009-20 N=16	4,5 2009-20 N=16	6,5 2009-20 N=16	0,6 2015-20 N=13	<0,2 2009-20 N=16	17 2009-20 N=16	1,7 2009-20 N=16	100 2009-20 N=16	5,2 2015-20 N=13	0,22 2009-20 N=16	1250 2009-20 N=16
Virtavedet											
Kitinen Sattanen (KiS), 0,2–1 m	6,9 2009-20 N=32	3,8 2009-20 N=32	9,9 2009-20 N=32	0,8 2015-20 N=20	2,6 2009-20 N=32	8,1 2009-20 N=32	1,2 2009-20 N=32	70 2009-20 N=32	1,3 2015-20 N=20	0,23 2009-20 N=32	350 2009-20 N=32
Kitinen Kim, 0,2–1 m	6,9 2009-20 N=29	3,8 2009-20 N=29	9,8 2009-20 N=29	0,9 2015-20 N=20	2,8 2009-20 N=29	8,2 2009-20 N=29	1,1 2009-20 N=29	68 2009-20 N=29	<1 2015-20 N=20	0,23 2009-20 N=29	330 2009-20 N=29
Kitinen, Kelukoski, 0,2–1 m	6,9 2018-20 N=10	4,3 2018-20 N=10	9,4 2018-20 N=10	0,8 2018-20 N=10	2,9 2018-20 N=10	7,5 2018-20 N=10	0,9 2018-20 N=10	61 2018-20 N=10	1,1 2018-20 N=10	0,26 2018-20 N=10	330 2018-20 N=10
Kitinen, Kelukosken alapuoli, 0,2–1 m	6,8 2018-20 N=10	4,0 2018-20 N=10	9,3 2018-20 N=10	0,8 2018-20 N=10	2,9 2018-20 N=10	7,4 2018-20 N=10	1,3 2018-20 N=10	63 2018-20 N=10	1,7 2018-20 N=10	0,25 2018-20 N=10	350 2018-20 N=10
Kelujoki Ke1, 0,1–0,5 m	6,8 2009-10 N=12	4,7 2009-10 N=12	9,1 2009-10 N=12	(ei tutk.)	1,1 2009-10 N=12	13 2009-10 N=12	4,2 2009-10 N=12	140 2009-10 N=12	(ei tutk.)	0,35 2009-10 N=12	400 2009-10 N=12
Kelujoki Ke2, 0,2–1 m	6,8 2009-10 N=12	5,2 2009-10 N=12	8,7 2009-10 N=12	(ei tutk.)	1,4 2009-10 N=12	12 2009-10 N=12	4,5 2009-10 N=12	145 2009-10 N=12	(ei tutk.)	0,40 2009-10 N=12	460 2009-10 N=12
Kelujoki Keluj1, 0,2–1m	6,8 2018-20 N=11	7,5 2018-20 N=11	7,7 2018-20 N=11	1,2 2018-20 N=11	3,6 2018-20 N=11	8,9 2018-20 N=11	8,5 2018-20 N=11	120 2018-20 N=11	3,4 2018-20 N=11	0,56 2018-20 N=11	430 2018-20 N=11
Kelujoki Keluj2, 0,2–1 m	6,8 2018-20	6,5 2018-20	7,8 2018-20	1,0 2018-20	3,0 2018-20	9 2018-20	7,9 2018-20	120 2018-20	3,2 2018-20	0,47 2018-20	420 2018-20

Näytepiste ja näytteenotto-syvyys	pH	Sähkön-johtavuus	Happi	Kloridi	Sulfaatti	Kem. hapenk. CODMn	Sameus	Väriluku	Kiinto-aine GF/C[1]	Alkalini-teetti	Kok. typpi
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	FTU	mg Pt/l	mg/l	mmol/l	µg/l
	N=11	N=11	N=11	N=11	N=11	N=11	N=11	N=11	N=11	N=11	N=11
Eliasoja, 0,2–1 m	6,7 2018-20 N=10	10,2 2018-20 N=10	6,0 2018-20 N=10	0,8 2018-20 N=10	1,4 2018-20 N=10	12 2018-20 N=10	13 2018-20 N=10	125 2018-20 N=10	5,7 2018-20 N=10	0,85 2018-20 N=10	590 2018-20 N=10
Korteoja, 0,2–0,4 m	6,4 2011-17 N=22	4,9 2011-17 N=22	0,8 2011-17 N=22	0,7 2015-17 N=9	<0,2 2011-17 N=21	14 2011-17 N=22	6,7 2011-17 N=22	175 2011-17 N=22	8,4 2011-17 N=22	0,41 2011-17 N=22	480 2011-17 N=22
Takaoja, 0,2 m	6,8 2011-17 N=22	4,1 2011-17 N=22	8,6 2011-17 N=22	0,6 2015-17 N=9	0,4 2011-17 N=22	9 2011-17 N=22	2,3 2011-17 N=22	84 2011-17 N=22	2 2011-17 N=22	0,34 2011-17 N=22	440 2011-17 N=22
Tuormusoja, 0,2–1 m	6,8 2011-17 N=22	8,4 2011-17 N=22	8,1 2011-17 N=22	0,6 2015-17 N=9	1,1 2011-17 N=22	14 2011-17 N=22	4,6 2011-17 N=22	135 2011-17 N=22	3,6 2011-17 N=22	0,80 2011-17 N=22	550 2011-17 N=22
Tuormusoja2, 0,2–1 m	6,9 2011-17 N=22	9,5 2011-17 N=22	8,2 2011-17 N=22	0,6 2015-17 N=9	1,3 2011-17 N=22	17 2011-17 N=22	4,1 2011-17 N=22	160 2011-17 N=22	3 2011-17 N=22	0,83 2011-17 N=22	660 2011-17 N=22
Välijoki, 0,2–1 m	6,7 2011-17 N=22	8,8 2011-17 N=22	4,4 2011-17 N=22	0,8 2011-17 N=9	1,0 2011-17 N=22	15 2011-17 N=22	14 2011-17 N=22	185 2011-17 N=22	7,7 2011-17 N=22	0,83 2011-17 N=22	535 2011-17 N=22
Myllyoja, 0,2– 1 m	6,9 2011-17 N=22	4,5 2011-17 N=22	8,9 2011-17 N=22	0,9 2015-17 N=9	2,2 2011-17 N=22	12 2011-17 N=22	3,3 2011-17 N=22	135 2011-17 N=22	2,8 2011-17 N=22	0,32 2011-17 N=22	425 2011-17 N=22
Hoikkavuopaja, 0,2–1 m	7,0 2009-17 N=21	6,3 2009-17 N=21	2,3 2009-17 N=21	1,3 2015-17 N=9	3 2009-17 N=21	16 2009-17 N=21	3,4 2009-17 N=21	130 2009-17 N=21	4,7 2015-17 N=9	0,47 2009-17 N=21	590 2009-17 N=21
Ylijoki, 0,2–1 m	6,9 2009-17 N=21	5,9 2009-17 N=21	63 2009-17 N=20	1 2015-17 N=9	2,5 2009-17 N=21	12 2009-17 N=21	4,6 2009-17 N=21	150 2009-17 N=21	4,7 2015-17 N=9	0,45 2009-17 N=21	520 2009-17 N=21
Ruosteoja, 0,05–0,2 m	6,6 2009-20 N=17	3,1 2009-20 N=17	7,8 2009-20 N=17	0,2 2015-20 N=10	<0,2 2009-20 N=17	5,3 2009-20 N=17	2,3 2009-20 N=17	61 2009-20 N=17	3,3 2015-20 N=10	0,27 2009-20 N=17	240 2009-20 N=17
Sakattioja, 0,1–0,2 m	6,3 2009-20 N=28	5,6 2009-20 N=28	3,5 2009-20 N=28	0,6 2015-20 N=19	<2 2009-20 N=28	9,2 2009-20 N=28	22 2009-20 N=28	165 2009-20 N=28	15 2015-20 N=19	0,47 2009-20 N=28	415 2009-20 N=28

[1] *GF/C tarkoittaa karkeaa kiintoainetta.*

Taulukko 17-6 Pintavesien tutkimustulokset (tiivistelmä) mediaaniarvoina (solun ylin rivi), vedenlaatutietojen aikaväli (esim. 2011-2017 on merkitty 2011-17; solun keskimmäinen rivi) ja vedenlaatutietojen kappalemäärä (N; solun alin rivi).

Näytepiste ja näytteenottosyvyys	Ammonium-typpi	Kok. Fosfori	Fosfaattifosfori	Arseeni (liukoinen)	Kadmium (liukoinen)	Koboltti (liukoinen)	Kromi (liukoinen)	Kupari (liukoinen)	Rauta (liukoinen)	Mangaani (liukoinen)	Nikkeli (liukoinen)
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Lammet ja järvet											
Mutijärvi, 0,3–1 m	20 2011-17 N=22	7 2011-17 N=22	<2 2011-17 N=22	0,09 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,03 2015-17 N=6	0,25 2015-17 N=6	0,21 2015-17 N=6	89 2015-17 N=6	2,7 2015-17 N=6	0,29 2015 N=1
Mantojärvi, 0,4–1 m	22 2011-17 N=22	18 2011-17 N=22	5 2011-17 N=22	0,51 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,45 2015-17 N=6	1,4 2015-17 N=6	0,33 2015-17 N=6	1500 2015-17 N=6	100 2015-17 N=6	3,0 2015 N=1
Ahvenjärvi, 0,2–1 m	19 2011-17 N=22	10 2011-17 N=22	<2 2011-17 N=22	0,13 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,08 2015-17 N=6	0,41 2015-17 N=6	0,13 2015-17 N=6	600 2015-17 N=6	14 2015-17 N=6	0,15 2015 N=1
Tuormuslampi, 0,3–1 m	30 2011-17 N=22	37 2011-17 N=22	16 2011-17 N=22	0,58 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,46 2015-17 N=6	1,7 2015-17 N=6	0,48 2015-17 N=6	1800 2015-17 N=6	97 2015-17 N=6	2,5 2015 N=1
Kotajärvi, 1 m	8,9 2009-20 N=31	6 2009-20 N=31	<2 2009-20 N=31	0,12 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	0,03 2015-20 N=17	1,0 2015-20 N=17	0,56 2015-20 N=17	240 2015-20 N=17	6,4 2015-20 N=17	2,0 2015-20 N=12
Rytilampi, 0,2–1 m	25 2009-20 N=30	20 2009-20 N=30	5 2009-20 N=30	0,38 2015-20 N=15	<0,01 2015-20 N=15	0,07 2015-20 N=15	1,1 2015-20 N=15	0,16 2015-20 N=15	1400 2015-20 N=15	140 2015-20 N=15	0,24 2015-20 N=10
Viiankijärvi, 0,2–1 m	51 2009-20 N=32	19 2009-20 N=32	5 2009-20 N=32	0,23 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	0,04 2015-20 N=17	0,28 2015-20 N=17	0,12 2015-20 N=17	1200 2015-20 N=17	25 2015-20 N=17	0,31 2015-20 N=12
Kokkolampi, 0,2–1 m	41 2009-20 N=31	18 2009-20 N=31	4 2009-20 N=31	0,30 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	0,14 2015-20 N=17	0,56 2015-20 N=17	0,14 2015-20 N=17	1400 2015-20 N=17	38 2015-20 N=17	0,58 2015-20 N=12
Kärväslampi, 0,2–1 m	11 2009-20 N=28	9 2009-20 N=28	<2 2009-20 N=28	0,17 2015-20 N=18	<0,01 2015-20 N=18	0,31 2015-20 N=18	0,24 2015-20 N=18	0,25 2015-20 N=18	650 2015-20 N=18	56 2015-20 N=18	0,42 2015-20 N=13
Sakattilammit, 0,1–1 m	36 2009-20 N=31	21 2009-20 N=31	6 2009-20 N=31	0,37 2015-20 N=18	<0,01 2015-20 N=18	0,08 2015-20 N=18	0,16 2015-20 N=18	0,16 2015-20 N=18	900 2015-20 N=18	17 2015-20 N=18	0,19 2015-20 N=13
Nimetön suolampi 1, 0,2–1 m	49 2009-20 N=29	31 2009-20 N=29	14 2009-20 N=29	0,42 2015-20 N=18	<0,01 2015-20 N=18	0,49 2015-20 N=18	0,58 2015-20 N=18	0,13 2015-20 N=18	2450 2015-20 N=18	95 2015-20 N=18	0,32 2015-20 N=13
Nimetön suolampi 2, 0,2–1 m	425 2009-20 N=16	14 2009-20 N=16	<2 2009-20 N=16	0,31 2015-20 N=11	<0,01 2015-20 N=11	0,81 2015-20 N=11	0,33 2015-20 N=11	0,10 2015-20 N=11	1240 2015-20 N=11	94 2015-20 N=11	0,17 2015-20 N=9
Virtavedet											
Kitinen Sattanen (KiS), 0,2–1 m	7,9 2009-20 N=32	13 2009-20 N=32	3,1 2009-20 N=32	0,12 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	0,06 2015-20 N=17	0,45 2015-20 N=17	0,33 2015-20 N=17	476 2015-20 N=17	24 2015-20 N=17	0,39 2015-20 N=12

Näytepiste ja näytteenottosyvyys	Ammonium-typpi	Kok. Fosfori	Fosfaattifosfori	Arseeni (liukoinen)	Kadmium (liukoinen)	Koboltti (liukoinen)	Kromi (liukoinen)	Kupari (liukoinen)	Rauta (liukoinen)	Mangaani (liukoinen)	Nikkeli (liukoinen)
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Kitinen Kim, 0,2–1 m	7,9 2009-20 N=29	13 2009-20 N=29	2,8 2009-20 N=29	0,13 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	0,05 2015-20 N=17	0,34 2015-20 N=17	0,28 2015-20 N=17	462 2015-20 N=17	24 2015-20 N=17	0,41 2015-20 N=12
Kitinen, Kelukoski, 0,2–1 m	8,5 2018-20 N=10	12 2018-20 N=10	2,3 2018-20 N=10	0,13 2018-20 N=10	<0,01 2018-20 N=10	0,07 2018-20 N=10	0,35 2018-20 N=10	0,31 2018-20 N=10	413 2018-20 N=10	26 2018-20 N=10	0,45 2018-20 N=10
Kitinen, Kelukosken alapuoli, 0,2–1 m	9,7 2018-20 N=10	12 2018-20 N=10	3,7 2018-20 N=10	0,12 2018-20 N=10	<0,01 2018-20 N=10	0,07 2018-20 N=10	0,33 2018-20 N=10	0,36 2018-20 N=10	523 2018-20 N=10	37 2018-20 N=10	0,39 2018-20 N=10
Kelujoki Ke1, 0,1–0,5 m	16 2009-10 N=12	30 2009-10 N=12	14 2009-10 N=12	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)
Kelujoki Ke2, 0,2–1 m	31 2009-10 N=12	32 2009-10 N=12	18 2009-10 N=12	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)
Kelujoki Keluj1, 0,2–1m	63 2018-20 N=11	29 2018-20 N=11	21 2018-20 N=11	0,19 2018-20 N=11	<0,01 2018-20 N=11	0,26 2018-20 N=11	0,76 2018-20 N=11	0,43 2018-20 N=11	1520 2018-20 N=11	85 2018-20 N=11	0,88 2018-20 N=11
Kelujoki Keluj2, 0,2–1 m	52 2018-20 N=11	30 2018-20 N=11	19 2018-20 N=11	0,18 2018-20 N=11	<0,01 2018-20 N=11	0,23 2018-20 N=11	0,81 2018-20 N=11	0,47 2018-20 N=11	1450 2018-20 N=11	80 2018-20 N=11	0,84 2018-20 N=11
Eliasoja, 0,2–1 m	98 2018-20 N=10	43 2018-20 N=10	35 2018-20 N=10	0,29 2018-20 N=10	<0,01 2018-20 N=10	0,24 2018-20 N=10	0,25 2018-20 N=10	0,15 2018-20 N=10	1950 2018-20 N=10	110 2018-20 N=10	0,2 2018-20 N=10
Korteoja, 0,2–0,4 m	11 2011-17 N=22	66 2011-17 N=22	42 2011-17 N=22	2,9 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	1,2 2015-17 N=6	0,95 2015-17 N=6	0,12 2015-17 N=6	10200 2015-17 N=6	241 2015-17 N=6	1,2 2015 N=1
Takaoja, 0,2 m	14 2011-17 N=22	9,5 2011-17 N=22	2,1 2011-17 N=22	0,28 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,35 2015-17 N=6	1,4 2015-17 N=6	0,20 2015-17 N=6	971 2015-17 N=6	60 2015-17 N=6	2,8 2015 N=1
Tuormusoja, 0,2–1 m	50 2011-17 N=22	28 2011-17 N=22	19 2011-17 N=22	0,62 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,33 2015-17 N=6	2,2 2015-17 N=6	0,51 2015-17 N=6	1300 2015-17 N=6	106 2015-17 N=6	3,8 2015 N=1
Tuormusoja2, 0,2–1 m	54 2011-17 N=22	35 2011-17 N=22	26 2011-17 N=22	0,74 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	1,25 2015-17 N=6	2,8 2015-17 N=6	0,60 2015-17 N=6	1570 2015-17 N=6	82 2012-17 N=10	5,2 2015 N=1
Välijoki, 0,2–1 m	30 2011-17 N=22	47 2011-17 N=22	33 2011-17 N=22	0,93 2011-17 N=22	<0,01 2015-17 N=6	1,3 2015-17 N=6	1,8 2015-17 N=6	0,53 2015-17 N=6	2600 2015-17 N=6	330 2015-17 N=6	3,1 2015 N=1
Myllyoja, 0,2– 1 m	18 2011-17 N=22	22 2011-17 N=22	7,8 2011-17 N=22	0,25 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,28 2015-17 N=6	0,68 2015-17 N=6	0,24 2015-17 N=6	835 2015-17 N=6	78 2015-17 N=6	1,2 2015 N=1
Hoikkavuopaja, 0,2–1 m	33 2009-17 N=21	25 2009-17 N=21	4,6 2009-17 N=21	0,19 2015-17 N=6	<2 2009-17 N=15	0,17 2015-17 N=6	0,82 2015-17 N=6	0,46 2015-17 N=6	647 2015-17 N=6	40 2015-17 N=6	1,1 2015 N=1

Näytepiste ja näytteenottosyvyys	Ammonium-typpi	Kok. Fosfori	Fosfaatti-fosfori	Arseeni (liukoinen)	Kadmium (liukoinen)	Koboltti (liukoinen)	Kromi (liukoinen)	Kupari (liukoinen)	Rauta (liukoinen)	Mangaani (liukoinen)	Nikkeli (liukoinen)
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Ylijoki PA1, 0,2–1 m	49 2009-17 N=21	31 2009-17 N=21	13 2009-17 N=21	0,20 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	0,32 2015-17 N=6	0,98 2015-17 N=6	0,32 2015-17 N=6	1430 2015-17 N=6	82 2015-17 N=6	1 2015 N=1
Ruosteoja, 0,05–0,2 m	5,9 2009-20 N=17	7,8 2009-20 N=17	<2,0 2009-20 N=17	0,15 2015-20 N=10	<0,01 2015-20 N=10	1,1 2015-20 N=10	0,30 2015-20 N=10	0,19 2015-20 N=10	883 2015-20 N=10	221 2015-20 N=10	0,72 2015-20 N=6
Sakattioja, 0,1–0,2 m	26 2009-20 N=28	43 2009-20 N=28	35 2009-20 N=28	0,46 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	0,81 2015-20 N=17	0,79 2015-20 N=17	0,12 2015-20 N=17	3300 2015-20 N=17	260 2015-20 N=17	0,44 2015-20 N=17

Taulukko 17-7 Pintavesien tutkimustulokset (tiivistelmä) mediaaniarvoina (solun ylin rivi), vedenlaatutietojen aikaväli (esim. 2011-2017 on merkitty 2011-17; solun keskimmäinen rivi) ja vedenlaatutietojen kappalemäärä (N; solun alin rivi).

Näytepiste ja näytteenottosyvyys	Lyijy (liukoinen)	Antimoni (liukoinen)	Uraani (liukoinen)	Sinkki (liukoinen)	Elohopea (liukoinen)
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Lammet ja järvet					
Mutijärvi, 0,3–1 m	0,06 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	1,4 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=6
Mantojärvi, 0,4–1 m	0,05 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	1,9 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=5
Ahvenjärvi, 0,2–1 m	0,09 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	3,1 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=5
Tuormuslampi, 0,3–1 m	0,08 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	1,7 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=5
Kotajärvi, 1 m	0,03 2015-20 N=17	<0,05 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	1,6 2015-20 N=17	0,013 2015-20 N=16
Rytilampi, 0,2–1 m	0,13 2015-20 N=15	<0,05 2015-20 N=15	<0,01 2015-20 N=15	1,7 2015-20 N=15	<0,002 2015-20 N=15
Viiankijärvi, 0,2–1 m	0,03 2015-20 N=17	<0,05 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	1,2 2015-20 N=17	<0,002 2015-20 N=17
Kokkolampi, 0,2–1 m	0,04 2015-20 N=17	<0,05 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	2,1 2015-20 N=17	<0,002 2015-20 N=17
Kärväslampi, 0,2–1 m	0,03 2015-20 N=18	<0,05 2015-20 N=18	<0,01 2015-20 N=18	3,0 2015-20 N=18	<0,002 2015-20 N=16

Näytepiste ja näytteenottosyvyys	Lyijy (liukoinen)	Antimoni (liukoinen)	Uraani (liukoinen)	Sinkki (liukoinen)	Elohopea (liukoinen)
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Sakattilammit, 0,1–1 m	0,03 2015-20 N=18	<0,05 2015-20 N=18	<0,01 2015-20 N=18	2,4 2015-20 N=18	<0,002 2015-20 N=16
Nimetön suolampi 1, 0,2–1 m	0,01 2015-20 N=18	<0,05 2015-20 N=18	<0,01 2015-20 N=18	2,6 2015-20 N=18	<0,002 2015-20 N=16
Nimetön suolampi 2, 0,2–1 m	0,1 2015-20 N=11	<0,05 2015-20 N=11	<0,01 2015-20 N=11	8 2015-20 N=11	<0,02 2015-20 N=10
Virtavedet					
Kitinen Sattanen (KiS), 0,2–1 m	0,04 2015-20 N=17	<0,05 2015-20 N=17	0,03 2015-20 N=17	<10 2015-20 N=17	<0,02 2015-20 N=16
Kitinen Kim, 0,2–1 m	0,04 2015-20 N=17	<0,05 2015-20 N=17	0,03 2015-20 N=17	<10 2015-20 N=17	<0,02 2015-20 N=16
Kitinen, Kelukoski, 0,2–1 m	0,03 2018-20 N=10	<0,05 2018-20 N=10	0,03 2018-20 N=10	2,3 2018-20 N=10	<0,02 2018-20 N=10
Kitinen, Kelukosken alapuoli, 0,2–1 m	0,04 2018-20 N=10	<0,05 2018-20 N=10	0,03 2018-20 N=10	2,6 2018-20 N=10	<0,02 2018-20 N=10
Kelujoki Ke1, 0,1–0,5 m	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)
Kelujoki Ke2, 0,2–1 m	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)	(ei tutk.)
Kelujoki Keluj1, 0,2–1m	0,03 2018-20 N=11	<0,05 2018-20 N=11	0,03 2018-20 N=11	3,4 2018-20 N=11	<0,02 2018-20 N=11
Kelujoki Keluj2, 0,2–1 m	0,03 2018-20 N=11	<0,05 2018-20 N=11	0,03 2018-20 N=11	3,3 2018-20 N=11	<0,02 2018-20 N=11
Eliasoja, 0,2–1 m	0,02 2018-20 N=10	<0,05 2018-20 N=10	<0,01 2018-20 N=10	4,8 2018-20 N=10	<0,02 2018-20 N=10
Korteoja, 0,2–0,4 m	0,09 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	2,9 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=5
Takaoja, 0,2 m	0,04 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	1,6 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=6
Tuormusoja, 0,2–1 m	0,07 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	1,5 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=6
Tuormusoja2, 0,2–1 m	0,10 2015-17	<0,05 2015-17	<0,01 2015-17	1,8 2015-17	<0,002 2015-17

Näytepiste ja näytteenottosyvyys	Lyijy (liukoinen)	Antimoni (liukoinen)	Uraani (liukoinen)	Sinkki (liukoinen)	Elohopea (liukoinen)
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	N=6	N=6	N=6	N=6	N=6
Välijoki, 0,2–1 m	0,05 2015-17 N=6	<0,05 201517 N=6	<0,01 2015-17 N=6	2,4 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=5
Myllyoja, 0,2– 1 m	0,04 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	0,03 2015-17 N=6	1,4 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=5
Hoikkavuopaja, 0,2–1 m	0,09 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	<0,01 2015-17 N=6	3 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=6
Ylijoki PA1, 0,2–1 m	0,06 2015-17 N=6	<0,05 2015-17 N=6	0,03 2015-17 N=6	1,9 2015-17 N=6	<0,002 2015-17 N=5
Ruosteoja, 0,05–0,2 m	0,02 2015-20 N=10	<0,05 2015-20 N=10	<0,01 2015-20 N=10	1,7 2015-20 N=10	<0,002 2015-20 N=8
Sakattioja, 0,1–0,2 m	<0,02 2015-20 N=17	<0,05 2015-20 N=17	<0,01 2015-20 N=17	2,3 2015-20 N=17	<0,02 2015-20 N=16

Seurannan tulosten perusteella Kitisen vesi on neutraalia tai lievästi hapanta, vähähumuksista ja väriltään rusehtavaa. Kiintoainepitoisuudet ovat keskimäärin pieniä.

Kitisessä ja suurimmassa osassa muissa tarkastelualueen vesistöissä fosfori- ja typpipitoisuudet ovat pääosin karuille vesille tyypillistä tasoa. Fosfori ja typpi ovat pääravinteita, joiden pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin vesistöjen rehevyystasoon. Rehevässä vesistössä yhteyttävien kasvien eli vapaan veden (yleensä yksisoluisen) kasviplanktonin, kiinteille alustoille kiinnittyneiden levien ja vesikasvien tuotanto on kasvukaudella suhteellisen suurta, koska fosforia ja typpeä on hyvin saatavilla kasvuun eli biomassan tuotantoon. Karuissa vesistöissä pääravinteiden niukka saatavuus rajoittaa yhteyttävien kasvien tuotantoa kasvukaudella. Kasvukauden ulkopuolella muut tekijät kuten valon määrä ja lämpötila ovat tärkeimpiä kasvua rajoittavia tai kasvun pysäyttäviä tekijöitä.

Kitisessä ja suurimmassa osassa muissa tarkastelualueen vesistöissä veden puskurikykyä happamoitumista vastaan kuvaava alkaliteetti on hyvä (n. 0,1–0,8 mmol/l) (alkaliteettiluokitus ks. Oravainen 1999).

Turvemaiden läpi kulkeville vesistöille on tyypillistä raudan ja mangaanin luontaisesti korkeat pitoisuudet. Kelujoessa näytepisteissä Ke1 ja Ke2 kokonaisraudan korkeahko pitoisuustaso 2 000 µg/l ylittyy ajoittain. Myös kokonaismangaanin pitoisuus on Kelujoen em. pisteissä muiden alueen virtavesien tasoa korkeampi. Geokemiallisilta ominaisuuksiltaan mangaani ja rauta muistuttavat toisiaan, raudan pitoisuudet vedessä ovat yleensä korkeammat. Kelujoen korkeita rauta- ja mangaanipitoisuuksia voi selittää myös Paarnitsa-aavan turvetuotantoalueelta purkautuvat vedet.

Kitisessä hankealueesta ylä- ja alavirtaan sijaitsevien tarkkailupisteiden (Kim ja KiS) perusteella veden laatu on keskimäärin tasalaatuista, eikä tasoa 2 000 µg/l ylittäviä kokonaisraudan pitoisuuksia ole havaittu. Sekä rauta- että mangaanipitoisuuksissa on vaihtelua näytteenottokertojen välillä. Metalleista muiden kuin raudan ja mangaanin pitoisuudet ovat olleet suhteellisen alhaisia. Seurannan

perusteella veden laadussa ei ole tapahtunut tarkastelujakson 2009–2020 aikana selkeästi nähtävillä olevia muutoksia. Vuosina 2018-–2020 on muutaman kerran havaittu vähän korkeampia (n. 5 mg/l) sulfaatin pitoisuuksia suhteessa sulfaatin perustasoon (<1…4 mg/l).

Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila

Vesiensuojelun ja -hoidon yleisinä tavoitteina on saavuttaa pinta- ja pohjavesien vähintään hyvä tila. Vesien tila ei saa myöskään heiketä (ymparisto.fi 2020a). Manner-Suomessa vesienhoitoa suunnitellaan seitsemällä eri vesienhoitoalueella, joille on hyväksytty vuonna 2015 vesienhoitosuunnitelmat ja toimenpideohjelmat vuosille 2016–2021 (vesien hoidon ns. toinen suunnittelukausi) (ymparisto.fi 2020b).

Vuosina 2012–2017 kerätyn aineiston perusteella laadittiin vuonna 2019 pintavesien ekologisen tilan luokittelu Suomen joille, järville ja rannikkovesille (pintavesien ns. kolmas tila-arvio) (ymparisto.fi 2020c).

Pintavesien ekologisen tilan arvioinnin pääpaino on biologisissa laatutekijöissä (vesimuodostuman tyypistä riippuen kasviplankton, pohjaeläimet, kalat, makrolevät ja koppisiemeniset kasvit) ja ekologinen tila luokitellaan joko erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäväksi tai huonoksi (Aroviita ym. 2019). Luokitteluaineiston laajuus vaihtelee, ja vesistön ekologisen tilan luokittelutietojen yhteydessä ilmoitetaan luokittelun taso oheisen taulukon (*Taulukko 17-8*) mukaisesti.

Taulukko 17-8 Vesistön ekologisen tilan luokittelun tasot (Aroviita ym. 2019).

Luokittelun taso	Kuvaus	Peruste
0	Ei luokittelua	Aineisto puuttuu tai on riittämätön; saattaa sisältää vain yksittäisiä havaintoja
1	Veden fysikaalis-kemiallisen laadun luokitus	Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden havaintomäärä riittävä; biologiset havainnot satunnaisia ja/tai epäedustavia
2	Suppea aineisto	Niukasti luokittelumuuttujien havaintoja ja niukasti luokittelun laatutekijöitä
3	Laaja aineisto	Useiden laatutekijöiden ajallisesti ja paikallisesti edustavaa aineistoa
4	Asiantuntija-arvio muiden vesimuodostumien tietoihin perustuen	Vesimuodostuman todennäköinen tila saman maantieteellisen alueen muista vastaavan tyyppisistä vesistöistä saatavilla olevan tiedon perusteella
5	Alustava asiantuntija-arvio	Vesimuodostuman todennäköinen tila siihen kohdistuvien paineiden perusteella

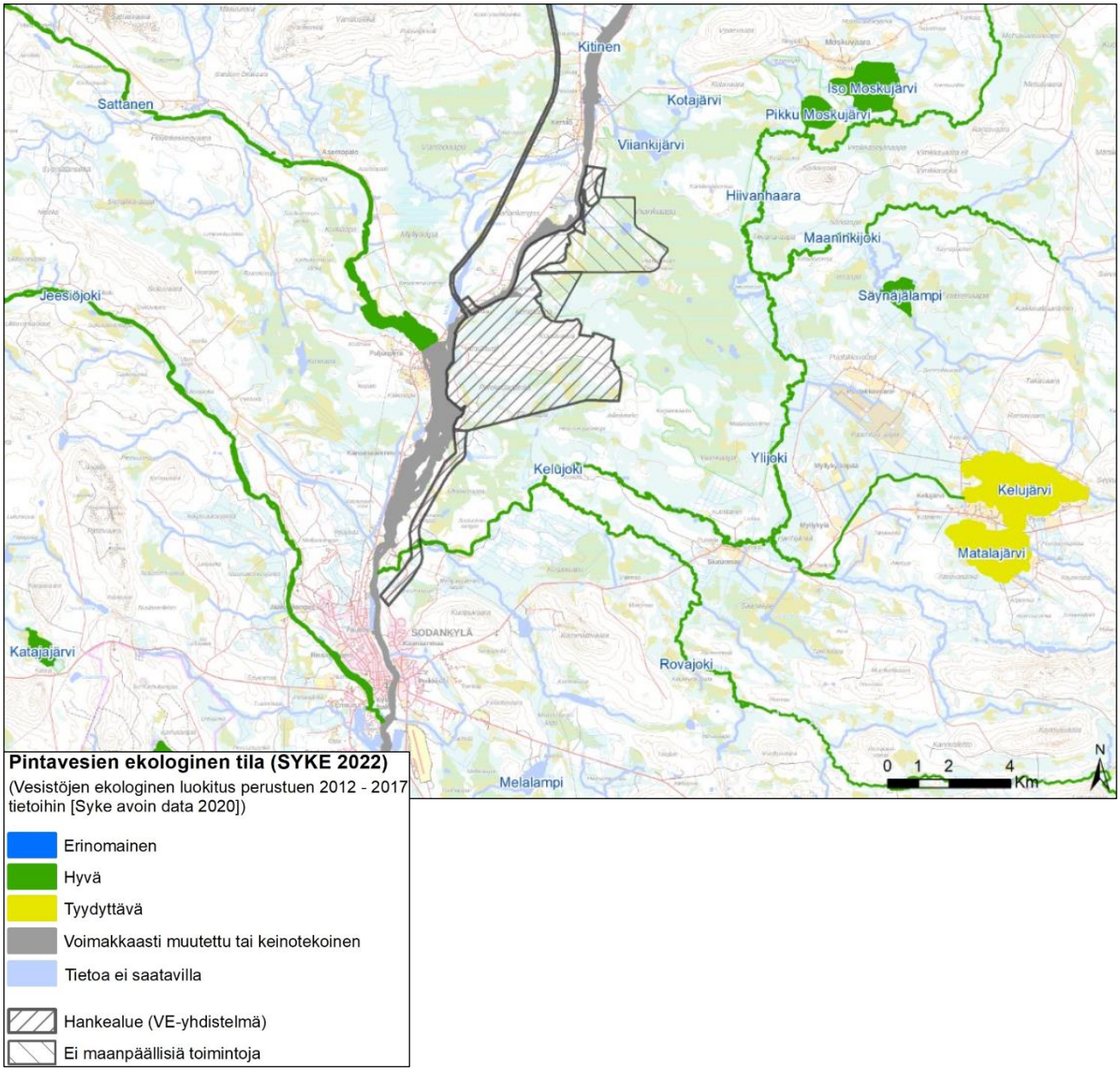
Luokittelussa huomioidaan maantieteelliset ja maaperästä johtuvat syyt pintaveden laadulle. Pintavedet tyypitellään ennen arviointia, ja luokittelutyypeille on määritelty omat luokittelumuuttujien vertailuolot sekä eri tilaluokkien luokkarajat.

Kitinen on vuosien 2012–2017 havaintoaineiston perusteella luokiteltu ekologiselta tilaltaan voimakkaasti muutetuksi tai keinotekoiseksi vesistöksi, jonka ekologinen tila on hyvä suhteutettuna parhaaseen saavutettavissa olevaan tilaan (Vesien ekologinen tila 2022, SYKE avoin data). Hankealueella tai sen läheisyydessä olevista isoista jokivesistöistä Sattasen, Mataraojan ja Kelujoen ekologinen tila on luokiteltu hyväksi (Kuva 17-11).

Kitisen ja Kelujoen ekologisen luokittelun perusteet on esitetty taulukossa alla (Taulukko 17-9).

Taulukko 17-9 Kitisen ja Kelujoen ekologisen tilan luokittelun perusteet. (Lähde: Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta)

Vesimuodostuma ja sen numero	Pinta-vesi-tyyppi	Ekologinen luokka	Luokituksen taso	Hydrologis-morfologinen muuttuneisuus	Fysikaa-lis-kemial-liset tekijät	Biologiset tekijät
Kitinen						
65 800_001	Erittäin suuret turvemaiden joet	Hyvä	2	On voimakkaasti muutettu	Erinomainen	Tyydyttävä
Kelujoki						
65 800_004	Keskisuuret turvemaiden joet	Hyvä	2	Ei voimakkaasti muutettu	Hyvä	Hyvä



Kuva 17-11 Pintavesien ekologinen tila perustuen vuosien 2012–2017 tietoihin. Pintavesien ekologinen tila 2022 -luokitus on julkaistu vuonna 2019. Luokituksen nimessä esiintyvä vuosiluku 2022 on vain hallinnollinen, ja luokitus perustuu vuosien 2012-–2017 tietoihin. Tähän raporttiin luokitustieto on haettu SYKEn avoimesta datasta vuonna 2020.

17.2.5 Järvet

Viiankiaavan Natura-alueella ja sen pohjoispuolella sijaitsevat järvet ovat pienehköjä ja pinta-alaltaan suurimmillaan muutamia satoja hehtaareja (Taulukko 17-10).

Taulukko 17-10 Viiankiaavan Natura-alueella ja sen pohjoispuolella sijaitsevien vesistöjen tietoja. Vesistöjen sijainti: katso Kuva 17-15 jäljempänä.

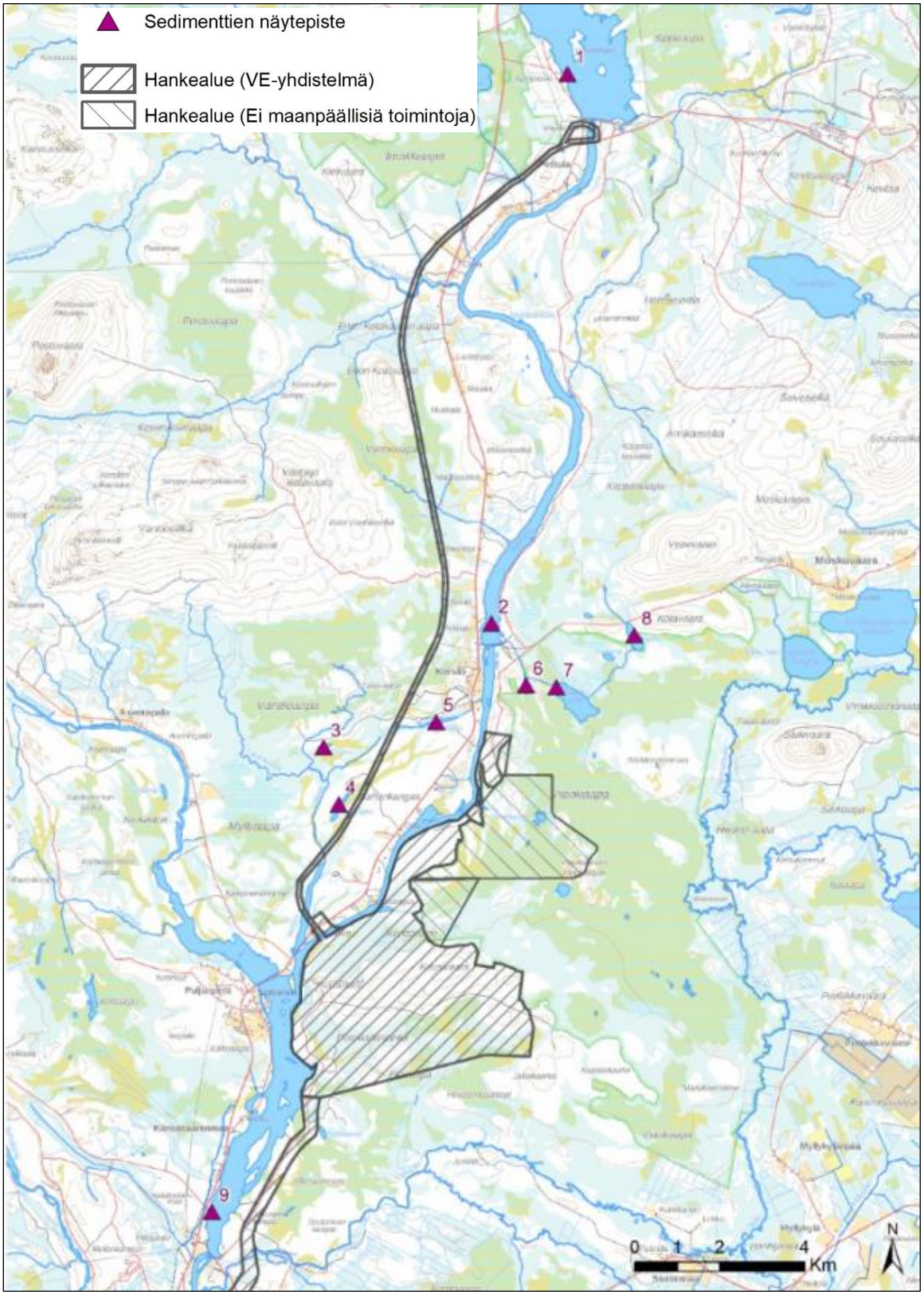
Vesialue	Pinta-ala[1] (ha)	Valuma-alue[1] (ha)	Pintavesityyppi[2]	Kuuluu suojeltuun luontotyyppiin[3]
Viiankiaavan Natura-alueen pohjoispuoliset järvet				
Iso Moskujärvi (Kotijärvi)	234	24 800	matala runsashumuksinen järvi (MRh)	ei
Kotajärvi	13	344	(ei määritelty)	ei
Viiankiaavan Natura-alueella sijaitsevat järvet ja lammet				
Pikku-Moskujärvi (Alajärvi, Vähä Moskujärvi)	88,5	31 000	matala runsashumuksinen järvi (MRh)	kyllä
Viiankijärvi	42	988	(ei määritelty)	kyllä
Kärväslampi	1,6	31,8	(ei määritelty)	kyllä
Sakattilammit (3 erillistä suolampea)	0,3-3,6	353	(ei määritelty)	kyllä
Rytilampi	2,8	109	(ei määritelty)	kyllä
Kokkolampi	1,6	11 200	(ei määritelty)	ei
Viiankilammit (n. 10 erillisen suolammen ryhmä)	yhteensä n. 3,2[4]	(ei määritelty)	(ei määritelty)	kyllä
Nimetön suolampi 1 (Viiankiaapa, Petäjäsaaren luoteispuolinen)	0,5	(ei määritelty)	(ei määritelty)	kyllä
Nimetön suolampi 2 (Viiankiaapa, Petäjäsaaren lounaispuolinen)	9,9	(ei määritelty)	(ei määritelty)	kyllä
Nimetön suolampi 3 (Viiankiaapa, Petäjäsaaren koillispuolinen)	0,03[4]	(ei määritelty)	(ei määritelty)	kyllä
Nimetön suolampi 4 (Viiankiaapa, Petäjäsaaren kaakkoispuolinen)	0,08[4]	(ei määritelty)	(ei määritelty)	kyllä
Nimetön suolampi 5 (Viiankiaapa, Petäjäsaaren eteläpuolinen)	0,05[4]	(ei määritelty)	(ei määritelty)	kyllä

[1]Lähdeviite: Lapin Vesitutkimus Oy 2011a
[2]Lähdeviite: ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta
[3]Vesistö kuuluu luontodirektiivin I liitteen luontotyyppiin 3160 Humuspitoiset järvet ja lammet
[4]Pinta-ala mitattu Maanmittauslaitoksen kartasta

17.2.6 Pohjasedimentit

Kaivoshankkeen vaikutusalueen järvistä ja lammista on otettu 0–2..0–6 cm:n syvyydeltä pintasedimenttinäytteitä Viiankijärvestä, Kokkolammesta, Mantojärvestä, Mutijärvestä, Kotajärvestä ja Ahvenjärvestä. Luonnontilaisten vesistöjen ohella sedimentin pitoisuuksia on tutkittu Kitisestä Kelukosken, Matarakosken sekä Vajukosken voimalapatojen altaista. Näytteitä on otettu vuosina 2015, 2016 ja 2017. Sedimenttinäytepisteiden sijainnit on esitetty alla kuvassa (Kuva 17-12) ja tiivistelmä tutkimustuloksista alla taulukossa (Taulukko 17-12).

Tässä YVA-selostuksessa esitetyt alkuaineiden pitoisuudet kuvaavat vesistöjen pintasedimenttien nykytilaa hankealueella ja sen läheisyydessä. Alkuaineet ovat peräisin näytepisteiden valuma-alueen maaperän luontaisista pitoisuuksista ja valuma-alueella olevasta nykyisestä ihmistoiminnasta. Tulokset toimivat vertailuaineistona tarkkailtaessa mahdollisen kaivostoiminnan alkamisen jälkeen syntyneitä vaikutuksia sedimentteihin.



Kuva 17-12 Sedimenttinäytteenottopisteiden sijainti 2015–2017.

GTK on lisäksi selvittänyt vuosina 1990, 1995, 2000 ja 2006 purovesien alkuainepitoisuuksia orgaanisista sedimenteistä valtakunnallisessa purovesien ja purosedimenttien alkuainepitoisuuskartoituksessa (Tenhola & Tarvainen 2008). Purojen ja järvien sedimenttinäytteet eivät kuitenkaan ole suoraan vertailukelpoisia johtuen erilaisesta kerrostumisympäristöstä. Tässä hankealueen lähistöltä kerätyistä sedimenttinäytteistä tutkittuja alkuainepitoisuuksia on pääasiassa arvioitu suhteessa Ruotsin ympäristöhallinnon esittämiin raja-arvoihin, jotka on tarkoitettu käytettäväksi suuntaa antavasti apuna järvisedimenttien nykytilan arvioinnissa (Taulukko 17-11).

Taulukko 17-11 Ruotsin ympäristöhallinnon esittämät raja-arvot järvisedimenttien alkuainepitoisuuksille (mg/kgKA[1]) (Naturvårdsverket 1999). Vaikutukset tarkoittavat vesiympäristöön kohdistuvia vaikutuksia.

	Ei vaikutusta tai vähäinen vaikutus	Vaikutukset todennäköisiä	Suuria vaikutuksia	Erittäin suuria vaikutuksia
Arseeni	<32	32–160	160–800	>800
Kadmium	<7	7–35	35–170	>170
Koboltti	<150	150–750	750–3 700	>3 700
Kromi	<160	160–800	800–1 400	>4 100
Kupari	<100	100–500	500–2 600	>2 600
Nikkeli	<80	80–400	400–2 000	>2 000
Lyijy	<400	400–2 000	2 000–10 000	>10 000
Vanadiini	<200	200–1 000	1 000–5 000	>5 000
Sinkki	<1 000	1 000–5 000	5 000–10 000	>10 000
Elohopea	<1	1–5	5–26	>26

[1]KA = kuiva-aine (raja-arvot on ilmoitettu kuiva-ainetta kohti).

Sedimenttinäytteistä tutkittiin Ahma ympäristö Oy:n laboratoriossa pienvesien osalta elohopean (Hg), alumiinin (Al), arseenin (As), boorin (B), bariumin (Ba), berylliumin (Be), kalsiumin (Ca), kadmiumin (Cd), koboltin (Co), kromin (Cr), kuparin (Cu), raudan (Fe), magnesiumin (Mg), mangaanin (Mn), molybdeenin (Mo), nikkelin (Ni), fosforin (P), lyijyn (Pb), rikin (S), antimonin (Sb), seleenin (Se), titaanin (Ti), vanadiinin (V), sinkin (Zn), tinan (Sn) ja uraanin (U) pitoisuudet, sekä patoaltaista kerätyistä näytteistä elohopean, alumiinin, arseenin, bariumin, kadmiumin, koboltin, kromin, kuparin, mangaanin, molybdeenin, nikkelin, lyijyn, vanadiinin, sinkin ja uraanin pitoisuudet. Keskeisimpien alkuaineiden tulokset on esitetty alempana (Taulukko 17-12).

Alkuainepitoisuudet olivat pääsääntöisesti tasolla, jolla Ruotsin ympäristöviranomaisen esittämien raja-arvojen mukaan vaikutuksia vesiympäristöön ei ole tai vaikutukset ovat pieniä. Kokkolammessa havaittu arseenipitoisuus (61–67 mg/kgKA) sekä Matarakosken altaasta 4–5 cm syvyydeltä mitattu kromipitoisuus (170 mg/kgKA) olivat hieman kohonneita. Hieman kohonneita raja-arvoihin verrattuna olivat myös nikkelipitoisuus Kotajärvessä (86–100 mg/kgKA) ja Matarakosken altaassa syvyydessä 4–5 cm (81–88 mg/kgKA).

Taulukko 17-12 Vesistöjen sedimenttinäytteiden metallien ja alkuaineiden tutkimustulokset 2015–2017 (keskeisimmät alkuaineet). Pitoisuuden yksikkö on mg/kgKA1.

Näytepiste, päivämäärä ja syvyys[2]	Arseeni	Kadmium	Koboltti	Kromi	Kupari	Nikkeli	Lyijy	Vanadiini	Sinkki	Elohopea	Uraani
Kitinen											
Kelukosken allas, 12–13.8.2015, 0–1 ja 0–2 cm	4–10	<0,3	13–22	44–65	11–19	18–32	<3	46–49	34–51	(ei tutk.)	0,7–1,1
Vajukosken allas, 12–13.8.2015, 0–2 ja 4–5 cm	14–15	0,5	36–37	69–77	22–23	32–35	8–9	49–80	68–73	(ei tutk.)	2,0–2,1
Matarakosken allas, 12–13.8.2015, 0–2 ja 4–5 cm	9–13	0,4–0,5	60–85	110–170	32–66	60–88	4–6	62–90	73–110	(ei tutk.)	2,3–3,3
Järvet											
Mantojärvi, 6.9.2016, 0–2 ja 4–6 cm	31–37	0,6–0,9	22–50	70–110	32–47	36–71	7–15	34–46	82–120	0,14–0,18	0,4–0,6
Mutijärvi, 6.9.2016, 0–2 ja 4–6 cm	9–10	1,2–1,3	9–14	54–59	16	26–30	48–60	28–31	200–240	0,12–0,13	0,5–0,6
Kotajärvi, 6.9.2016, 0–2 ja 4–6 cm	6–10	0,8–1,1	24–32	120–130	36–43	86–100	18–42	36–40	110–150	0,21–0,22	0,6–0,7
Ahvenjärvi, 6.9.2016, 0–2 ja 4–6 cm	8–9	0,8–1,4	28–36	76–78	17–21	22–24	33–62	34	170–320	0,15–0,27	0,5–0,6
Viiankijärvi, 4.4.2017, 0–2 ja 4–6 cm	17–18	0,4–0,6	5–11	36–60	6–7	20–27	11–22	11–18	47–65	0,07–0,08	0,08–0,1
Viiankijärvi, 9.11.2017, 0–2 ja 4–6 cm	21–28	0,5–0,6	7–9	46–58	9	23–25	14–24	16–23	45–59	0,04–0,07	0,1–0,2
Kokkolampi, 5.4.2017, 0–2 ja 4–6 cm	62–64	0,6–0,7	13–15	71–77	10–12	25–26	14–16	28–30	57–65	0,07–0,09	0,2
Kokkolampi, 9.11.2017, 0–2 ja 4–6 cm	61–67	0,6	15–16	69–80	11	23–27	9–15	28–31	48–54	0,04–0,07	0,2

[1]KA = kuiva-aine (raja-arvot on ilmoitettu kuiva-ainetta kohti).
[2]Syvyys on ilmoitettu sedimentin pinnasta alaspäin.

Vertailtaessa tuloksia valtakunnalliseen GTK:n vuosina 1990–2006 kokoamaan purojen sedimenttiaineistoon (Tenhola & Tarvainen 2008), alueen järvistä ja lammista mitatut rautapitoisuudet sedimenteissä olivat linjassa GTK:n raportoimien purosedimenttitulosten kanssa. Pohjois-Suomessa havaitaan yleisesti suhteellisen suuria rautapitoisuuksia sedimenteissä. Myös suurimmat purosedimenttien uraanipitoisuudet sijoittuivat GTK:n tutkimuksessa (Tenhola & Tarvainen 2008) Pohjois-Suomeen. Tämän YVA-hankkeen yhteydessä mitatut uraanipitoisuudet olivat kuitenkin pienempiä kuin valtakunnallisessa purosedimenttiaineistossa keskimäärin. Vain Matarakosken patoaltaan sedimentistä havaittu uraanipitoisuus oli valtakunnallista purosedimenttien keskiarvoa suurempi, mutta pitoisuus ei poikennut keskiarvosta merkittävästi.

17.2.7 Vaikutuskohteiden herkkyys

Yhteenvetona voidaan sanoa, että tarkasteltujen vesistöjen herkkyyttä kuormituksen ja veden laadun muutoksille voidaan pitää kohtalaisena. Jokaisella vesistöllä on yksittäisiä tekijöitä, joista osa puoltaa

keskimääräistä suurempaa ja osa keskimääräistä pienempää herkkyyttä. Herkkyyteen liittyviä tekijöitä on tarkasteltu alla vesistökohtaisesti.

Kitisen veden laadun ominaispiirteitä ovat suhteellisen pieni sähkönjohtavuus (3–5 mS/m), pieni sulfaattipitoisuus (2–6 mg/l), pieni sameus (yleensä alle 2 FTU), kohtalaisesta korkeahkoon (40–120) vaihteleva väriluku, pieni kiintoainepitoisuus (yleensä alle 2 mg/l), kohtalainen humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} yleensä 6-15 mg/l), pieni kokonaistyppipitoisuus (yleensä 250–400 µg/l) ja pieni kokonaisfosforipitoisuus (yleensä 10–20 µg/l). Raskasmetallipitoisuudet ovat pieniä. Pienet pitoisuudet tarkoittavat keskimääräistä suurempaa herkkyyttä kyseisten vedenlaatutekijöiden osalta. Kitisen suhteellisen suuri keskivirtaama vähentää joen herkkyyttä muutoksille. Toisaalta virtaaman melko suuri vaihtelu kasvattaa herkkyyttä, koska pienen virtaaman aikana kuormituksen laimentuminen on pienempää.

Kelujoen valuma-alue on suuri suhteessa kaivoksen aiheuttamiin pieniin muutoksiin osavaluma-alueiden pinta-aloissa, mikä vähentää Kelujoen herkkyyttä muutoksille. Tämä vähentää myös herkkyyttä rakentamis- ja purkamistöiden aikaisille vesistövaikutuksille. Kelujoen veden laadun ominaisuuksia ovat pieni tai kohtalainen sähkönjohtavuus (yleensä 2–10 mS/m), pieni tai pienehkö sameus (yleensä 3–10 FTU), korkea (yleensä 100–200) väriluku, kohtalainen tai korkeahko humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} yleensä 8–20 mg/l), pieni tai pienehkö kokonaistyppipitoisuus (yleensä 300–700 µg/l) ja pienehkö kokonaisfosforipitoisuus (yleensä 25–40 µg/l). Hieman korkeammat pitoisuudet vähentävät Kelujoen herkkyyttä muutoksille.

Ylijoki on Kelujoen sivujoki. Ylijoen alueella ei sijaitse kaivoksen toimintoja. Ylijoenveden laadun ominaisuuksia ovat pieni tai melko pieni sähkönjohtavuus (5–15 mS/m), pieni sulfaattipitoisuus (<2–8 mg/l), pieni tai hieman kohonnut sameus (2–17 FTU), melko korkea tai korkea väriluku (90-230), pieni tai melko pieni kiintoainepitoisuus (<1–8 mg/l), kohtalainen tai jonkin verran kohonnut humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} 7–23 mg/l), pieni tai pienehkö kokonaistyppipitoisuus (400–700 µg/l) ja pienehkö tai kohtalainen kokonaisfosforipitoisuus (20–50 µg/l). Raskasmetallipitoisuudet ovat pieniä.

Pienikokoinen Eliasoja laskee Kuusivaaran ja kaivoksen suunniteltujen maanpäällisten alueiden eteläpuolelta etelän suuntaan päätyen Kelujokeen. Ojan valuma–alue on pieni, joten oja on keskitasoa herkempi valuma–alueen pinta–alan muutoksille ja valuma–alueella tapahtuville rakennustöille. Eliasojan veden sähkönjohtokyky on ollut pieni tai pienehkö, n. 3–15 mS/m, ja jonkin verran vaihteleva. Happipitoisuus on ollut yleensä tyydyttävä, n. 5 mg/l tai enemmän, ja alimmillaan välttävä n. 3 mg/l. Kloridin (<0,1–n. 1 mg/l) ja sulfaatin (<0,2–n. 2 mg/l) pitoisuudet ovat olleet pieniä. Humuspitoisuus (COD_{Mn} n. 7–19 mg/l) on ollut kohtalainen tai hieman kohonnut suhteessa luonnonvesien perustasoon. Ajoittain vesi on ollut sameaa n. 20–30 FNU. Väriluku n. 70–270 on ollut kohtalaisesti tai vahvasti humusvaikutteisten vesien tasoa. Kokonaistypen pitoisuus 300–1300 µg/l on vaihdellut pienestä jonkin verran kohonneeseen. Ammoniumtypen pitoisuus on ajoittain ollut kohtalaisesti tai selvästi kohonnut (n. 300–700 µg/l). Kokonaisfosforin pitoisuus on ajoittain ollut kohonnut tai korkea (n. 70–600 µg/l). Liukoisen raudan pitoisuus on ajoittain ollut korkea (2000–5000 µg/l), mutta muuten liukoisten metallien pitoisuudet ovat olleet pieniä tai melko pieniä. Ojan pieni koko lisää sen herkkyyttä kuormitukselle, mutta ajoittain luonnonvesien perustasoa korkeammat pitoisuudet ja pitoisuustasojen vaihtelu vähentävät herkkyyttä.

Pienikokoinen Sakattioja sijaitsee Viiankiaavan länsiosassa ja sen virtaussuunta on länteen. Oja laskee Kitiseen. Valuma–alueen pienen alan vuoksi oja on keskimääräistä herkempi vesistövaikutuksille. Osassa havainnoista happipitoisuus on ollut pieni, alle 3 mg/l, ja v. 2018–2020 kolmella

tutkimuskerralla vesi oli hapetonta. Veden sähkönjohtokyky on ollut jonkin verran vaihteleva, n. 2–12 mS/m, mutta enimmäkseen pieni. Kloridin ja sulfaatin pitoisuudet ovat yleensä olleet pieniä (<1 mg/l). Humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} n. 6–26 mg/l) on ollut kohtalainen tai jonkin verran kohonnut. Sameus (n. 2–80 FTU) on vaihdellut pienestä selvästi kohonneeseen ja väriluku on useimmiten ollut korkea (n. 100–600). Kokonaistyppipitoisuus on yleensä ollut pieni tai kohtalainen (n. 200–700 µg/l) ja muutamalla kerralla kohonnut (900–1300 µg/l). Kokonaisfosforipitoisuus usein jonkin verran kohonnut (n. 20–80 µg/l) ja kerran korkea (320 µg/l). Veden laatu vähentää Sakattiojan herkkyyttä muutoksille, koska useat pitoisuudet ovat kohtalaisia tai hieman kohonneita, ja pitoisuuksissa on merkittävää vaihtelua.

Pienikokoinen Ruosteoja sijaitsee Viiankiaavan länsiosassa (Sakattiojasta pohjoiseen) ja sen virtaussuunta on länteen. Ruosteoja sijaitsee osin Uusitalon yksityisellä suojelualueella. Oja usein kuivuu loppukesän ja talven alivirtaamakausilla (AA Sakatti Mining Oy:n antama tieto 13.9.2020). Ruosteoja laskee Kitiseen. Valuma-alueen pienen alan vuoksi oja on keskimääräistä herkempi vesistövaikutuksille. Kahdessa havainnossa tammikuussa 2016 vesi oli lähes hapetonta (n. 0,5 mg/l). Veden sähkönjohtokyky on ollut jonkin verran vaihteleva, n. 2–11 mS/m, mutta enimmäkseen pieni (<4 mS/m). Kloridin (<1 mg/l) ja sulfaatin (<1 mg/l) pitoisuudet ovat olleet pieniä. Humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} n. 2–20 mg/l) on ollut vaihteleva, mutta useimmiten melko pieni (<7 mg/l). Sameus on vaihdellut pienestä korkeaan (n. 0,2–70 FTU) ja useimmiten se on ollut melko pieni (<4 FTU). Väriluku on ollut erittäin vaihteleva (<5–200). Myös kokonaistyppipitoisuus (n. 150–750 µg/l) on ollut vaihteleva, mutta kokonaisfosforipitoisuus varsin pieni (n. 4–15 µg/l). Veden vaihteleva laatu vähentää ojan herkkyyttä mahdollisille lyhytaikaisille kuormitusvaikutuksille.

Kärväslampi sijaitsee Viiankiaavan länsireunalla n. 70 m etäisyydellä Kitisestä. Lammella ei ole Maanmittauslaitoksen karttaan merkittyä pysyvää tulo- tai lähtöuomaa. Lammen tulovirtaaman arvioidaan olevan peräisin suolta tulevasta pintavalunnasta. Maastohavaintojen mukaan kevättulvan aikana lammen pohjoispäästä on purku-uoma Kitiseen, minkä virtaama vähenee kesäisin pintavalunnan vähentyessä (AA Sakatti Mining Oy:n antama tieto 13.9.2020). Hyvin kuivina kesinä Kärväslampi voi kuivua lähes kokonaan (AA Sakatti Mining Oy:n antama tieto 13.9.2020). Valuma-alueen pienen alan vuoksi lampi on keskimääräistä herkempi vaikutuksille. Muutamissa havainnoissa jääpeiteaikana vesi on ollut hapetonta tai lähes hapetonta (<0,2–0,8 mg/l). Veden sähkönjohtokyky on ollut vaihteleva, n. 2–20 mS/m, mutta enimmäkseen melko pieni (<8 mS/m). Kloridin (<2 mg/l) ja sulfaatin (yleensä <2 mg/l) pitoisuudet ovat olleet pieniä. Humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} n. 4–30 mg/l) on ollut vaihteleva, mutta useimmiten pienehkö (<10 mg/l). Sameus on vaihdellut pienestä korkeaan (n. 0,5–50 FTU, huhtikuussa 2018 350 FTU) ja useimmiten se on ollut melko pieni (<3 FTU). Väriluku on ollut erittäin vaihteleva (n. 30–1 300). Myös kokonaistyppipitoisuus (n. 260–2 800 µg/l, huhtikuu 2018 5 200 µg/l) ja kokonaisfosforipitoisuus (n. 6–110 µg/l, huhtikuu 2018 1 200 µg/l) ovat olleet erittäin vaihtelevia. Huhtikuussa 2018 useat pitoisuudet olivat poikkeuksellisen korkeita ja esim. kiintoainepitoisuus 3 800 mg/l oli erittäin korkea. Syynä oli todennäköisesti kevättulvan aiheuttama eroosio ja huuhtoutuminen lammen lähivaluma-alueella. Veden vaihteleva laatu vähentää lammen herkkyyttä mahdollisille lyhytaikaisille kuormitusvaikutuksille.

Sakattilammit ovat kolme lampea, jotka sijaitsevat Viiankiaavan suoalueella. Niillä ei ole tulo- tai lähtöuomia. Valuma-alueen pienen alan vuoksi lammet ovat keskimääräistä herkempiä ympäristövaikutuksille. Muutamina vuosina vesi on ollut hapetonta tammi- tai huhtikuussa. Joinakin muina vuosina vesi on tammi-helmikuussa ollut erittäin vähähappista (n. 1–2 mg/l). Veden sähkönjohtokyky on ollut jossakin määrin vaihteleva, 2–16 mS/m, mutta enimmäkseen melko pieni

(<7 mS/m). Kloridin ja sulfaatin pitoisuudet (<2 mg/l) ovat olleet pieniä. Humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} 5–41 mg/l) on ollut vaihteleva, mutta useimmiten pienehkö (<8 mg/l). Sameus on vaihdellut pienestä korkeaan (n. 1–80 FTU) ja useimmiten se on ollut melko pieni (<4 FTU). Väriluku on ollut erittäin vaihteleva (n. 20–900) ja tavallisimmin se on ollut 40–100. Myös kokonaistyppipitoisuus (n. 300–1 500 µg/l) ja kokonaisfosforipitoisuus (11–240 µg/l) ovat olleet erittäin vaihtelevia. Yleensä kokonaisfosforipitoisuus on ollut n. 11–30 µg eli pienehkö tai hieman kohonnut. Veden vaihteleva laatu vähentää lammen herkkyyttä mahdollisille lyhytaikaisille kuormitusvaikutuksille.

Nimetön lampi 1 (Viiankiaavan Petäjäsaaren luoteispuolella, Sakattilammista etelään) ja nimetön lampi 2 (Viiankiaavan Petäjäsaaren lounaispuolella) sijaitsevat Viiankiaavan suoalueella. Niillä ei ole tulo- tai lähtöuomia. Valuma-alueen pienen alan vuoksi lammet ovat keskimääräistä herkempiä ympäristövaikutuksille. Jääpeiteaikana on havaittu hapettomuutta useina vuosina. Veden sähkönjohtokyky on ollut vaihteleva, 1–18 mS/m, mutta enimmäkseen pieni (<6 mS/m). Kloridin ja sulfaatin (<2 mg/l) pitoisuudet ovat olleet alhaisia. Humuspitoisuus (kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} n. 4–49 mg/l) on ollut vaihteleva ja lammessa 2 korkeampi kuin lammessa 1. Sameus on vaihdellut pienestä korkeaan (n. 1–180 FTU). Väriluku on ollut erittäin vaihteleva (n. 30–900) ja tason 100 ylittävät väriluvut ovat olleet melko tavallisia. Lampi 2:ssa osa kokonaistyppipitoisuuksista on ollut erittäin korkeita n. 6 000–29 000 µg/l. Erittäin korkeat kokonaistyppipitoisuudet ovat jossakin määrin epäilyttäviä ja kyseessä saattaa olla orgaanisen aineen korkean pitoisuuden aiheuttama häiriö kokonaistypen määrityksessä. Myös osa kokonaisfosforipitoisuuksista on ollut korkeita, lampi 1:ssä 320 µg/l saakka ja lampi 2:ssa 300 µg/l saakka. Korkeat kokonaisfosforin pitoisuudet ovat osittain liittyneet korkeisiin (550 mg/l saakka) kiintoainepitoisuuksiin. Veden vaihteleva laatu vähentää lampien herkkyyttä mahdollisille lyhytaikaisille kuormitusvaikutuksille.

17.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

17.3.1 Käsitteiden määrittely: pitoisuus ja pitoisuuden nousu Kitisessä

Kaivoshankkeen vaikutuksia Kitisen veden pitoisuuksiin on arvioitu vedenlaatumallin avulla. Mallin tulosten tarkastelussa keskeisiä käsitteitä ovat pitoisuudet ja pitoisuuksien nousut.

Käsite **pitoisuuden nousu** tarkoittaa pitoisuuden muutosta. Pitoisuuden nousu aiheutuu tässä raportissa Sakatin kaivoshankkeesta, jos ei toisin mainita. Nousu tarkoittaa pelkkää pitoisuuden muutosta. Nousu ei kerro mitään pitoisuuden tasosta, vaan ainoastaan paljonko se muuttuu. Toinen ilmaus ”pitoisuus” kertoo pitoisuuden tason.

Käsite **pitoisuus** tarkoittaa pitoisuuden tasoa. Pitoisuudessa on mukana Kitiseen kohdistuvan taustakuormituksen vaikutus. Kitisen veden taustapitoisuus määräytyy taustakuormituksen vaikutuksesta. Taustakuormitukseen kuuluvat luonnontilaisilta alueilta maaperästä ja biologisista toiminnoista tapahtuvaa huuhtoutuminen, ilman kautta sateena ja kuivalaskeumana tuleva kuormitus ja kuormitus ihmistoiminnasta kuten Kevitsan kaivos, asutus, maatalous, metsätalous, liikenne ja teollisuus.

Termissä pitoisuus on mukana Sakatin kaivoksen vaikutus, kun asiayhteytenä on Sakatin kaivohankkeen vaikutuksen tarkastelu. Jotta pitoisuuden käsite erottuisi mahdollisimman selvästi pitoisuuden nousun käsitteestä, pitoisuudesta käytetään tässä raportissa pidempää ilmausta ”pitoisuus taustapitoisuus huomioituna”. Tätä pidempää pitoisuuden ilmausta käytetään vain Kitisen pitoisuuksia tarkasteltaessa, koska vain Kitiselle on tehty kaivoshankkeen vaikutuksia numeropohjaisesti tarkasteleva vedenlaatumalli. Käsite pitoisuus ei määrittele, miten paljon

pitoisuus nousee, vaan ainoastaan pitoisuuden tason, kun taustapitoisuuden ja kaivoshankkeen yhteisvaikutus huomioidaan. Toinen ilmaus ”pitoisuuden nousu” kertoo, paljonko pitoisuus nousee kaivoshankkeen vaikutuksesta (katso edellä).

17.3.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisvaiheen kestoksi on arvioitu noin kaksi vuotta. Sen lisäksi tehdasalueen yhdystien sillan rakentamisen kestoksi on arvioitu yksi vuosi. Vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a silta ylittää Kelujoen ja vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b Kitisen.

Pääasialliset rakentamisen aikaiset vesistövaikutukset liittyvät rakentamisessa käytettävien massojen ja rakentamisen yhteydessä syntyvän väliaikaisesti kasvittoman maaperän aiheuttamaan huuhtoutumiseen ja eroosioon, ennen kuin rakennuskohteiden pinnat stabiloituvat kasvipeitteen kasvamisen ja pintojen tiivistymisen kautta. Huuhtoutumista aiheuttavat sade- ja sulamisvedet ja hulevedet. Kivennäispohjaisista rakennusmassoista ja -kohteista kulkeutuu valumavesiin tyypillisesti kiintoainetta, sameutta, rautaa, alumiinia, kiintoaineeseen pidättynyttä fosforia ja ruskeaa tai harmaata veden väriä. Orgaanista ainetta sisältävästä kasvittomasta ja työstetystä maaperästä kulkeutuu valumavesiin tyypillisesti kiintoainetta, sameutta, liuennutta orgaanista ainetta, hapenkulutusta, rautaa, fosforia, typpeä ja ruskeaa väriä ennen pintojen stabiloitumista ja kasvittumista.

Rakennusaikaisia valumavesiä pyritään hallitsemaan ja vesistövaikutuksia pyritään vähentämään rakentamalla vesienkäsittelyrakenteet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Tehdasalueen ulkopuolisten rakennustöiden vesistövaikutukset

Tehdasalueen ulkopuolisia rakennuskohteita ovat kaikissa toteutusvaihtoehdoissa yhdystie, silta Kelujoen tai Kitisen yli ja voimajohto. Vaihtoehdoissa VE2ab ja VE3ab lisäksi räjähdevarastoalue on tehdasalueen ulkopuolinen rakennuskohde.

Kaikissa vaihtoehdoissa rakennetaan tehdasalueelle tuleva yhdystie. A-vaihtoehdoissa tie alueelle tulee etelä-lounaasta ja b-vaihtoehdoissa luoteen suunnasta. Tie on pieni maanrakennuskohde, joka rakennusaikana voi samentaa valumavesiä tien välittömässä läheisyydessä, mutta lyhytaikaiset vaikutukset valumavesien laatuun ovat vain pienialaisia. Suunnitelman mukaan tie ei toimi merkittävänä valumavesien virtausreittien muuttajana, ja alaviin kohtiin asennetaan putki, jonka kautta vedet kulkevat tien alitse.

Kaikissa vaihtoehdoissa yhdystielle rakennetaan joen ylittävä silta. A-vaihtoehdoissa tie kulkee Kelujoen yli ja b-vaihtoehdoissa Kitisen yli. Sillan rakennustyömaa on pienialainen. Kuitenkin Kitisen rannat ovat suunnitellun sillan kohdalla pehmeitä, joten pientä rakennusaikaista vaikutusta voi Kitisessä näkyä välittömästi siltatyömaasta alavirtaan.

Kaikissa vaihtoehdoissa rakennetaan sähkön siirtoon voimajohto, joka tulee tehdasalueelle luoteen suunnasta Kitisen ylitse. Voimajohdon rakentamista on kuvattu tarkemmin YVA-selostuksen luvussa 27. Voimajohdon ympäristöselvitys on tämän YVA-selostuksen liitteenä 24. Voimajohdon rakentamisella ei käytännössä ole vaikutuksia vesistöön.

Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b ei ole muuta rakentamista tehdasalueen ulkopuolella.

Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b tehdasalueen ulkopuolisia rakentamiskohteita ovat edellä mainittujen lisäksi pohjoiseen kaivoksen sisäänkäynnin alueelle suuntautuva noin 4,5–5,5 km pituinen huoltotie ja sen yhteydessä olevat hihnakuljetin, putkilinja ja muu tarvittava infra. Lisäksi näissä vaihtoehdoissa tehdasalueelta pohjoiseen Pahanlaaksonmaalla sijaitsevat kaivosvesien

keräilyallas, ilmanvaihtoasema, propaanipoltin ja pastalaitos. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE3a pohjoiselle alueelle sijoittuvat myös nostotorni ja -kuilu.

Huoltotie on pieni maanrakennuskohde, joka rakennusaikana voi sementaa valumavesiä tien välittömässä läheisyydessä, mutta lyhytaikaiset vaikutukset valumavesien laatuun ovat vain pienialaisia. Suunnitelman mukaan tie ei toimi merkittävänä valumavesien virtausreittien muuttajana, ja alavimpaan kohtaan eli Sakattiojan uoman kohdalle asennetaan putki, jonka kautta vedet kulkevat tien alitse.

Tehdasalueen ulkopuolinen kaivosvesien keräilyallas, ilmanvaihtoasema, propaanipoltin, pastalaitos ja nostotorni ovat pieniä maanrakennuskohteita. Rakentamisaikana voi tapahtua pienialaista valumavesien samentumista, mutta mahdollinen vaikutus jää todennäköisesti kohteiden välittömään läheisyyteen.

Tehdasalueen rakennusaikaiset vesistövaikutukset

Tehdasalueen vaikutuspiirissä on yksi selkeä oja, joka on tehdasalueen eteläpuolinen Eliasoja. Muilta osin tehdasalueelta rakennusvaiheessa kulkeutuvat vedet kulkevat pintavaluntana tai niin pieninä uomina, että Maanmittauslaitoksen maastotietokannan paikkatietoaineisto ei tunnista niitä.

Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b sekä VE2a ja VE2b tehdasalue on kokonaan Kuusivaaran eteläpuolisella valuma-alueella, josta vedet kulkeutuvat etelään Eliasojan kautta päätyen Kelujokeen ja lounaaseen Porokodanjängälle pintavaluntana ilman selkeää uomaa päätyen Kitiseen. Porokodanjängän suunnalla vesien purkureitin pituus Kitiseen on noin 1,5 km. Maan pinnalla paikallisilla vesien kulkeutumisreiteillä saattaa näkyä rakennusaikana merkkejä kiintoaineen kulkeutumisesta. Myös Eliasojan valuma-alueella tehdasalueen rakennusvaiheen valumavedet kulkeutuvat ensin pintavaluntana n. 1,5–2 km ennen varsinaista ojauomaa. Rakennustöiden aiheuttama kiintoaineen huuhtoutuminen voi näkyä Eliasojassa ajoittain sameuden kasvuna. Rakennustöiden päättymisen jälkeen rakennusvaiheen mahdolliset vaikutukset eli lähinnä kiintoaineen kertymisen vaikutukset pintavesien lähipurkureiteillä todennäköisesti häviävät muutamassa vuodessa. Suuremmassa vesistössä eli Kelujoessa rakennusvaiheen kiintoainekuormituksen vaikutukset ovat luultavasti pieniä tai merkityksettömiä. Kitisessä laimentuminen on tehokasta, joten siellä ei todennäköisesti käytännössä ole lainkaan rakennusaikaisia vaikutuksia.

Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b osa tehdasalueesta sijaitsee Kuusivaaran eteläpuolisella alueella, jonka pintavesisuhteita on tarkasteltu edellä vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tarkastelun yhteydessä. Osa tehdasalueesta sijaitsee Kuusivaaran pohjoispuolella, josta valumavedet kulkeutuvat pintavaluntana noin 1–1,5 km matkan länsi-luoteen suuntaan Kitiseen. Maan pinnalla paikallisilla vesien kulkeutumisreiteillä saattaa näkyä rakennusaikana merkkejä kiintoaineen kulkeutumisesta, mutta Kitisessä rakennusaikaisia vaikutuksia ei todennäköisesti ole tehokkaan laimentumisen vuoksi. Etelän suunnassa rakennusaikainen vaikutus on saman tyyppinen kuin edellä vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tarkastelun yhteydessä on kuvattu, mutta määrältään pienempi, koska vain osa tehdasalueen vesistä kulkeutuu etelän suuntaan. Rakennustöiden päättymisen jälkeen rakennusvaiheen mahdolliset vaikutukset eli lähinnä kiintoaineen kertymisen vaikutukset pintavesien lähipurkureiteillä todennäköisesti häviävät yhdessä tai muutamassa vuodessa.

Vaikutukset vesistöjen ekologiseen ja kemialliseen tilaan rakennusvaiheen aikana

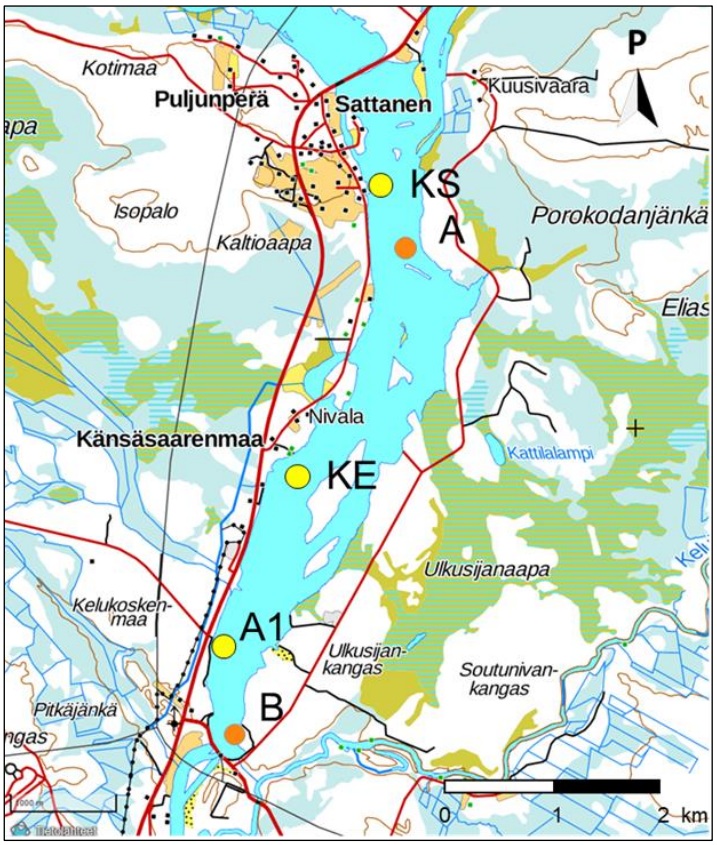
Rakennustöillä ei ole vaikutusta Kitisen, Kitisen sivuhaaran Kelujoen tai Kelujoen latvahaaran Ylijoen ekologiseen tai kemialliseen tilaan. Tehdasalueen eteläpuolisen pienikokoisen Eliasojan ekologinen tila saattaa tilapäisesti heikentyä, jos sinne kulkeutuu rakennustöiden seurauksena kiintoainepitoisia

vesiä. Jos Eliasojan ekologinen tila heikkenee, tila todennäköisesti palautuu ennalleen rakennusvaiheen päättymisen jälkeen. Sakattiojan valuma-alueelle ja ojan yli rakennetaan huoltotie vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b. Tie on melko pieni maanrakennuskohde ja sen rakennustyöt eivät todennäköisesti heikennä Sakattiojan tilaa.

17.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Pintavesimallinnus

AFRY Finland Oy (2020d) on laatinut arvion Sakatin vesistökuormitusten vaikutuksista Kitiseen. Jokimallin avulla on arvioitu kaivoksen toiminnan aikaisten ylijäämävesien aiheuttama pitoisuusnousut välillä Kitisen Vajukoski - Kemijoen tulovirtaama Kemijärveen. Sakatin kaivoksen puhdistetut ylijäämävedet on suunniteltu purettavaksi Kitiseen Kelukosken voimalaitoksen altaaseen. Tarkasteltuja purkupaikkavaihtoehtoja oli kaksi: purkupaikka A altaan yläosassa noin 5 km Kelukosken voimalalta ylävirtaan ja purkupaikka B Kelukosken altaan alavirran puoleisessa päässä, noin 200 m voimalasta ylävirtaan (Kuva 17-13).



Kuva 17-13 Jokimallissa tarkastellut Sakatin kaivoksen puhdistettujen ylijäämävesien vaihtoehtoiset purkupaikat A ja B. Karttamerkit KS, KE ja A1 ovat Kelukosken altaan veden pitoisuusnousujen laskentapisteitä. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020d)

Tarkastelun kohteena olivat sulfaatin, liukoisen nikkelin, kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet. Mallinnettujen nikkelitulosten perusteella arvioitiin laskennallisesti antimonin, arseenin, elohopean, kadmiumin, kromin, kuparin ja lyijyn liukoisia pitoisuuksia.

Laskentaan käytettiin kaupallista ja yleisesti käytössä olevaa Delft3D-virtausmallia (versio 4.04.01). Voimalaitokset rajasivat laskennan osa-alueita. Jokaisen kahden voimalaitoksen väliselle alueelle tehtiin erillinen laskentamalli. Jokialueet laskettiin kaksiulotteisena (joen pituus- ja leveyssuunnat) tai kolmiulotteisena (joen pituus-, leveys- ja syvyyssuunnat) siten, että Kelukosken allas ja Kelukosken–Kurkiaskan väliset osuudet laskettiin kolmiulotteisina ja muut osuudet kaksiulotteisina.

Mallin pituus-, leveys- ja syvyyssuuntaista erottelukykyä kuvaavia laskentayksiköitä (ns. hilakoppeja) oli välillä Matarakoski-Kelukoski (sisältäen ylijäämävesien purkupaikan eli Kelukosken voimalaitoksen altaan) noin 5 500 kpl. Muilla alueilla laskentayksiköitä oli noin 1 500–3 500 kpl.

Laskentajaksot:

- Pitkä (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakso (jaksoa edustava aikaväli 1.6.2017–15.1.2018), jolloin keskivirtaama Kelukosken voimalaitoksella oli 73 m^3/s
- Pitkä (12 kk) keskimääräistä kuivempi jakso (jaksoa edustava aikaväli 1.6.2013–31.5.2014), jolloin keskivirtaama Kelukosken voimalaitoksella oli 55 m^3/s
- Kuiva kesäkuukausi (jaksoa edustava aikaväli 1.7.2013–1.8.2013). Keskivirtaama Kelukosken voimalaitoksella oli 21,1 m^3/s.
- Keskimääräisen virtaaman kesäkuukausi (jaksoa edustava aikaväli 15.7.–15.8.2017). Keskivirtaama Kelukosken voimalaitoksella oli 58,4 m^3/s.
- Kuiva talvikuukausi (jaksoa edustava aikaväli 1–30.11.2013). Keskivirtaama Kelukosken voimalaitoksella oli 13,5 m^3/s.
- Keskimääräisen virtaaman talvikuukausi (jaksoa edustava aikaväli 15.12.2017–15.1.2018). Keskivirtaama Kelukosken voimalaitoksella oli 93,3 m^3/s.

Mallilaskennan virtaamatietoina käytettiin Vajukosken, Matarakosken, Kelukosken ja Kurkiaskan voimalaitoksilla tunnin tarkkuudella mitattuja virtaamia. Kokkosnivan voimalaitokselle käytettiin yhden päivän tarkkuudella mitattuja virtaamia. Sivujokien kautta tulevat virtaamat laskettiin voimalaitoksilla mitattujen virtaamien erotuksesta.

Vedenlaatulaskenta tehtiin virtausmallia käyttämällä siten, että vain laimentuminen huomioitiin joessa pitoisuuksia muuttavana tekijänä. Sulfaatille käytettiin Kitisen ja sivujokien taustapitoisuutena 2 mg/l, joka on havaittu pitoisuustaso Kitisen yläjuoksulla ja Ylä–Kemijoessa. Liukoiselle nikkelille käytettiin Kitisessä taustapitoisuutena 0,2–0,5 µg/l, joka perustuu v. 2017 ja sen jälkeen tehtyihin mittauksiin, ja sivujokien vedelle 0,3 µg/l. Kokonaistypelle käytettiin taustapitoisuutena 300–400 µg/l, joka on Kitisessä v. 2011–2018 havaittu pitoisuustaso. Liukoisen antimonin, arseenin, elohopean, kadmiumin, kromin, kuparin ja lyijyn taustapitoisuus arvioitiin osittain mitattujen pitoisuuksien ja osittain SYKE:n ja GTK:n julkaisemien raporttien perusteella.

Kitisen valuma–alueella Sakatista ylävirtaan sijaitsee Kevitsan toimiva kaivos ja Pahtavaaran kaivos, joka ei vuonna 2019 ollut toiminnassa. Kevitsan kaivoksesta tulee Kitiseen suolojen eli mm. sulfaatin ja nikkelin kuormitusta. Kevitsan kuormitus huomioitiin mallissa Kitisen mallinnusalueen ylävirran puoleisen reunan pitoisuuksissa ja Kitisen sivuojan Mataraojan pitoisuuksissa (Mataraoja on yksi Kevitsan vesien purkureiteistä). Sulfaattipitoisuus saatiin mittauksista. Ennen heinäkuuta 2018 liukoisen nikkelin pitoisuuden määritysraja oli korkeampi, jolloin pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Tälle ajalle Kevitsan vaikutus Kitisen veden liukoisen nikkelin pitoisuuteen laskettiin jakamalla kaivoksen aiheuttama kuormitus Matarakosken virtaamalla.

Sakatin kaivokselta Kitiseen johdettavan puhdistetun ylijäämäveden pitoisuuksina käytettiin seuraavia: sulfaatti 2 000 mg/l, liukoinen nikkeli 0,3 mg/l, kokonaistyppi 14 mg/l, kokonaisfosfori 0,5 mg/l, liuk. antimoni 0,01 mg/l, liuk. arseeni 0,01 mg/l, liuk. elohopea 0,005 mg/l, liuk. kadmium 0,01 mg/l, liuk. kromi 0,1 mg/l, liuk. kupari 0,1 mg/l ja liuk. lyijy 0,001 mg/l.

Kaivokselta lähtevä kuormitus laskettiin kahdelle purkuvesimäärän tasolle, joita nimitettiin VM1 ja VM2 -kuormitusvaihtoehdoksi. Vaihtoehdossa VM1 virtaama vaihtelee välillä 2 000-6 000 m^3/d ja vaihtoehdossa VM2 välillä 3 500-7 000 m^3/d. VM2-kuormitusvaihtoehdossa vesimäärä on siten suurempi (pitoisuudet ovat samat kuin vaihtoehdossa VM1) ja sen avulla on pyritty arvioimaan tilannetta, missä vedentuloa maanalaiseen kaivokseen pyritään rajoittamaan peruslievennystoimenpiteillä, jolloin Kitiseen johdettava vesimäärä kasvaa selvästi verrattuna kuormitusvaihtoehtoon VM1. Kuormitusvaihtoehdossa VM1 maanalaisessa kaivoksessa vedentuloa rajoitetaan erityisillä lievennystoimenpiteillä. Kaivokselta lähtevän ylijäämäveden pitoisuudet ovat samoja kummassakin kuormitusvaihtoehdossa. Kitiseen johdettavan veden määrä on molemmissa vaihtoehdoissa tulva-aikana noin kaksin- kolminkertainen muuhun aikaan verrattuna. Kuormitusvaihtoehdossa VM2 myös heinä-lokakuun vesimäärä on talvitilannetta suurempi.

Kitisen veden pitoisuuslaskennat tehtiin seuraaville skenaarioille eli laskentavaihtoehdoille:

- Skenaario SK: laskennassa huomioitiin vain Sakatin aiheuttama pitoisuusnousu
- Skenaario KK: laskennassa oli mukana Sakatin lisäksi taustakuormitus ja Kevitsan kaivoksen pistekuormitus

Kitisen veden laadun mallinnusraportti (Sakatin vesistökuormituksen vaikutus Kitisen ainepitoisuuksiin jokimallin avulla arvioituna, kuormitusvaihtoehdot 1 ja 2, AFRY Finland Oy 2020d) on liitteenä 15.

Vaikutukset pitoisuuksiin Kitisessä Kelukosken altaassa

Kelukosken altaan osalta jokimallissa on tarkasteltu sulfaatti- ja nikkelipitoisuuksia.

Sulfaatti

Aikajaksolla 2009-2020 jokiveden taustapitoisuus sulfaatille on ollut mediaaniarvona 2–3 mg/l ja vaihteluväli <2–6 mg/l (näytepisteet Kim ja KiS). Altaassa sulfaatin pitoisuusnousuja mallinnettiin kolmelle yksittäiselle pisteelle KS, KE ja A1 (ks. Kuva 17-13), ja lisäksi altaan alueelle tehtiin ns. pitoisuuskenttämallinnus eli koko altaan alueen kattava mallinnus (AFRY Finland Oy 2020d).

Sulfaattipitoisuuden nousu on laskentapisteillä KS, KE ja A1 Kelukosken altaalla enimmillään noin 7–10 mg/l. Keskimääräisillä virtaamilla pitoisuusnousu on 1–4 mg/l. Taustapitoisuus huomioiden pitoisuus on enimmillään noin 10–14 mg/l. (AFRY Finland Oy 2020d.) Taustapitoisuus sisältää myös Kevitsan kaivoksen vaikutuksen.

Pitoisuusero pinnan ja pohjan välillä oli laskentapisteillä KS, KE ja A1 pieni tai pienehkö, pienimmillään alle 1 ja suurimmillaan noin 8 mg/l.

Kelukosken altaan veden sulfaatin pitoisuuskenttämallinnus osoitti kuormituksen vaikuttavan sulfaattipitoisuuteen eniten purkupisteen lähialueella lähellä pohjaa, jossa alivirtaamien aikana purkupaikkavaihtoehdossa A (sijainti ylävirran puoleisessa osassa allasta) pitoisuusnousut ovat alle 10 mg/l ja purkupaikkavaihtoehdossa B (sijainti alavirran puoleisessa osassa allasta) pitoisuusnousut ovat alle 20 mg/l. Tämän tasoiset sulfaattipitoisuuden nousut tapahtuvat lähellä pohjaa pienellä alueella, eli 300 x 500 m tai pienemmällä alueella, kun vaikutus on suurimmillaan eli kun joen virtaama

on pieni. Kelukosken altaan pitoisuuskenttämallinnuksessa (eli koko altaan alueen kattavassa pitoisuusmallinnuksessa) veden pintakerroksessa suurimmat eli pienen virtaaman aikana tapahtuvat sulfaattipitoisuuden nousut ovat noin 2–9 mg/l.

Ylijäämävesien johtaminen altaan alavirran puoleiseen osaan eli purkupaikkaan B nostaa altaan alueella sulfaatin pitoisuuksia pienemmällä alueella kuin vesien johtaminen altaassa kauempana ylävirran puolella sijaitsevaan purkupaikkaan A. Toisaalta johtaminen altaan alaosaan (purkupaikka B) aiheuttaa suurempia paikallisia pitoisuusnousuja purkupaikan välittömässä läheisyydessä, koska altaan alaosassa kuormitus sekoittuu vesimassaan hitaammin kuin ylävirran puolelle allasta (purkupaikka A) johdettu kuormitus.

Yhteenveto Kelukosken altaan pitoisuuksien mallinnusten tuloksista on oheisessa Taulukko 17-13.

Taulukko 17-13 Sulfaatti: yhteenveto Kitisen Kelukosken altaan pitoisuuksien mallinnuksen tuloksista. Laskentapisteiden KS, KE ja A1 pitoisuuksissa on huomioitu taustapitoisuus ja Sakatin kaivoksen kuormitus. Kaivoksen vesien purkupaikkavaihtoehtojen A ja B ja laskentapisteiden KS, KE ja A1 sijainti on esitetty edellä (Kuva 17-13). Kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2 on kuvattu aiemmin tässä luvussa.

Kuormitusvaihtoehto VM1 (toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi)							
Nykytila, mediaani (vaihteluväli)[1] mg/l	**Purku paikka**	**Syvyys**	**Piste KS mg/l**	**Piste KE mg/l**	**Piste A1 mg/l**	**Ympäristölaatu-normi (vuosi-keskiarvo)**	**Ympäristölaatu-normi (maksimi-pitoisuus)**
2 - 3 (<2 - 6)	A	Pinta	1,5 - 6,5	1,5 – 9	1,5 - 9	Ei normia	
		Pohja	1,5 – 10,5	1,5 – 9	1,5 - 9		
	B	Pinta	1,5 - 6	1,5 – 6	1,5 – 6,5		
		Pohja	1,5 - 6	1,5 – 6	1,5 - 9		
Kuormitusvaihtoehto VM2 (toteutetaan peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi)							
Nykytila, mediaani (vaihteluväli)[1] mg/l	**Purku-paikka**	**Syvyys**	**Piste KS mg/l**	**Piste KE mg/l**	**Piste A1 mg/l**	**Ympäristölaatu-normi (vuosi-keskiarvo)**	**Ympäristölaatu-normi (maksimi-pitoisuus)**
2 – 3 (<2 – 6)	A	Pinta	1,5 – 9	1,5 – 11	1,5 –11	Ei normia	
		Pohja	1,5 – 14	1,5– 11	1,5– 11		
	B	Pinta	1,5 – 6	1,5 – 6	1,5 – 8,5		
		Pohja	1,5 – 6	1,5 – 6,5	1,5 – 13		

[1] *Nykytilan sulfaattipitoisuustiedot ovat Kitisen pisteiltä Kim ja KiS jaksolta 2009–2020.*

Nikkeli

Liukoisen nikkelin taustapitoisuus on ollut Kitisessä v. 2018–2020 mediaaniarvona noin 0,4 µg/l ja vaihteluväli on ollut 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kelukosken altaassa liukoisen nikkelin pitoisuusnousuja mallinnettiin kolmelle yksittäiselle pisteelle KS, KE ja A1 (ks. Kuva 17-13), ja lisäksi koko altaan alueelle tehtiin ns. pitoisuuskenttämallinnus eli koko altaan alueen kattava pitoisuusmallinnus (AFRY Finland Oy 2020d).

Kolmen yksittäisen pisteen KS, KE ja A1 laskenta tehtiin erikseen veden pintakerrokselle ja lähelle pohjaa. Mallilaskennan perusteella suurin liukoisen nikkelin pitoisuusnousu oli noin 1 µg/l ja suurin osa pitoisuusnousuista oli alle 0,5 µg/l. Pitoisuusnousujen ero veden pintakerroksen ja pohjan välillä oli suurimmillaan noin 0,5 µg/l. Taustapitoisuus (sisältää Kevitsan kaivoksen kuormituksen) huomioiden Kitisen veden liukoisen nikkelin pitoisuus oli mallilaskennassa enimmillään noin 2 µg/l tasolla. Kuormitusvaihtoehtojen VM1ja VM2 välillä ei ollut pitoisuusnousuissa ja pitoisuustasoissa merkittävää eroa. VM1:ssä toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä ja VM2:ssa peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi. Kun ylijäämävesi johdetaan lähemmäs Kelukoskea purkupaikkavaihtoehtoon B, liukoisen nikkelin pitoisuuden nousuja havaittiin mallinnuksessa Kelukosken altaassa vain lähimmässä laskentapisteessä A1, noin 800 m ylävirtaan purkupaikkavaihtoehdosta B.

Kelukosken altaan veden liukoisen nikkelin pitoisuuskenttämallinnus (eli mallinnus koko altaan alueelle) tehtiin alivirtaaman ajankohdalle, jolloin pitoisuusnousut ovat suurimmillaan. Mallin tulokset osoittivat, että pitoisuusnousu on suurin lähellä pohjaa purkupisteen lähialueella. Pitoisuusnousut olivat pienten virtaamien aikana alle 2 µg/l, ja 1,5 µg/l ylittävien pitoisuusnousujen alue oli pieni, noin 300 x 300 m.

Yhteenveto Kelukosken altaan veden sulfaatti- ja nikkelipitoisuuksien mallinnuksen tuloksista pisteiltä KS, KE ja A1 on oheisessa taulukossa (Taulukko 17-14).

Taulukko 17-14 Nikkeli: yhteenveto Kitisen Kelukosken altaan pitoisuuksien mallinnuksen tuloksista. Laskentapisteiden KS, KE ja A1 pitoisuuksissa on huomioitu taustapitoisuus ja Sakatin kaivoksen kuormitus. Prosessivesien purkupaikkavaihtoehtojen A ja B ja laskentapisteiden KS, KE ja A1 sijainti on esitetty edellä (Kuva 17-13). Kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2 on kuvattu edellä aiemmin tässä luvussa.

Kuormitusvaihtoehto VM1 (toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi)							
Nykytila, mediaani (vaihtelu-väli)[1] µg/l	**Purku-paikka**	**Sy-vyys**	**Piste KS µg/l (kokonais-pitoisuus)**	**Piste KE µg/l (kokonais-pitoisuus)**	**Piste A1 µg/l (kokonais-pitoisuus)**	**Ympäristölaat unormi (vuosi-keskiarvo) µg/l**	**Ympäristölaat unormi (maksimi-pitoisuus) µg/l**
Liukoinen pitoisuus 0,4 (0,2–1,3)	A	Pinta	0,25 – 1,8	0,25 – 1,8	0,25 – 1,8	Biosaatava pitoisuus 5[2]	Liukoinen pitoisuus 34[3]
		Pohja	0,25 – 1,9	0,25 – 1,8	0,25 – 1,8		
	B	Pinta	0,25 – 1,5	0,25 – 1,5	0,25 – 1,5		
		Pohja	0,25 – 1,5	0,25 – 1,5	0,25 – 1,8		

Kuormitusvaihtoehto VM2 (toteutetaan peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi)							
Nykytila, mediaani (vaihteluväli)[1] µg/l	**Purku-paikka**	**Sy-vyys**	**Piste KS µg/l (kokonais-pitoisuus)**	**Piste KE µg/l (kokonais-pitoisuus)**	**Piste A1 µg/l (kokonais-pitoisuus)**	**Ympäristölaatunormi (vuosikeski-arvo) µg/l**	**Ympäristölaatunormi (maksimi-pitoisuus) µg/l**
Liukoinen pitoisuus 0,4 (0,2–1,3)	A	Pinta	0,25 – 2,0	0,25 – 2,1	0,25 – 2,1	Biosaatava pitoisuus 5[2]	Liukoinen pitoisuus 34[3]
		Pohja	0,25 – 2,5	0,25 – 2,2	0,25 – 2,1		
	B	Pinta	0,25 – 1,5	0,25 – 1,5	0,25 – 1,7		
		Pohja	0,25 – 1,5	0,25 – 1,5	0,25 – 2,4		

[1] Nykytilan liukoisen nikkelin pitoisuustiedot ovat Kitisen pisteiltä Kim ja KiS jaksolta 2018-2020.
[2] Nikkelin ympäristönlaatunormi AA-EQS, sisämaan pintavedet, valtioneuvoston asetuksen esittämä taustapitoisuus on mukana lukuarvossa (normi 4 µg/l, tausta 1 µg/l, yhteensä 5 µg/l), lähdeviite valtioneuvoston asetus nro 1090/2016 (ks. viiteluettelo).
[5] Nikkelin ympäristönlaatunormi MAC-EQS, sisämaan pintavedet, lähdeviite valtioneuvoston asetus nro 1090/2016 (ks. viiteluettelo).

Vaikutukset pitoisuuksiin Kitisen Kelukosken voimalaitoksen kohdalla

Jokimallilaskennassa (AFRY Finland Oy 2020) Kelukosken voimalaitoksen kohdalla eli Kelukosken altaan alavirran puoleisessa päässä sulfaattipitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 5–10 mg/l ja suurimman osan ajasta alle 2–5 mg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). VM1:ssä toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä ja VM2:ssa peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi. Taustapitoisuus huomioiden sulfaattipitoisuus oli suurimmillaan noin 10–14 mg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). Aikajaksolla 2009-2020 jokiveden sulfaattipitoisuus on ollut mediaaniarvona 2−3 mg/l ja vaihteluväli <2–6 mg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen nikkelin pitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 1,0–1,5 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2), ja suurimman osan ajasta pitoisuuden nousu oli alle 0,5–0,7 µg/l. Liukoisen nikkelin taustapitoisuus on ollut Kitisessä v. 2018-2020 mediaaniarvona noin 0,4 µg/l ja vaihteluväli on ollut 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS). Taustapitoisuus ja kaivoksen vaikutus huomioiden nikkelin pitoisuus on Kelukosken voimalan kohdalla suurimmillaan noin 1,7–2,5 µg/l.

Kokonaistyppipitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 40–80 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta alle 15–40 µg/l. Pitkällä (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jaksolla pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 20–30 µg/l ja suurimman osan ajasta alle 10–15 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on kokonaistypelle v. 2009–2020 mediaaniarvona 350 µg/l ja vaihteluväli n. 250–500 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kokonaisfosforipitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 1,0–2,5 µg/l ja suurimman osan ajasta alle 1 µg/l. Pitkällä (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jaksolla pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,7–1,0 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta alle 0,5 µg/l. Kitisen veden

taustapitoisuus on kokonaisfosforille v. 2009–2020 mediaaniarvona on 13 µg/l ja vaihteluväli 8–100 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kuparin ja kromin pitoisuuksien nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,3–0,5 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta alle 0,1–0,25 µg/l. Pitkällä (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jaksolla suurin pitoisuusnousu oli noin 0,15–0,2 µg/l ja suurimman osan ajasta alle 0,07–0,1 µg/l. Kitisen veden liukoisen kromin taustapitoisuus v. 2015–2020 mediaaniarvona on ollut 0,3–0,5 µg/l ja vaihteluväli 0,3–0,8 µg/l. Liukoiselle kuparille vastaavat taustapitoisuudet ovat olleet seuraavia: mediaani 0,3 µg/l ja vaihteluväli 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kadmiumin pitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana vuonna suurimmillaan noin 0,03–0,06 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta alle 0,02 µg/l. Pitkällä (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jaksolla pitoisuusnousu oli mallinnuksessa suurimmillaan noin 0,015–0,02 µg/l ja suurimman osan ajasta alle 0,01 µg/l. Kitisen veden liukoisen kadmiumin taustapitoisuudet ovat olleet v. 2015–2020 alle määritysrajan (<0,01 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen antimonin ja liukoisen arseenin pitoisuusnousujen arvioitiin mallitarkastelussa olevan sama kuin liukoisella kadmiumilla, jonka pitoisuuksia tarkasteltiin edellisessä kappaleessa. Kitisen veden taustapitoisuudet liukoiselle antimonille ovat v. 2018–2020 olleet alle määritysrajan (<0,05 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS). Liukoisen arseenin taustapitoisuus on ollut mediaaniarvona v. 2015–2020 ollut noin 0,1 µg/l ja vaihteluväli 0,08–0,18 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen elohopean pitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,015–0,03 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta nousu oli alle 0,01 µg/l. Pitkällä (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jaksolla pitoisuusnousu oli mallinnuksessa suurimmillaan noin 0,007–0,010 µg/l ja suurimman osan ajasta alle 0,005 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus liukoiselle elohopealle on ollut v. 2015–2020 mediaanipitoisuutena alle määritysrajan (<0,02 tai <0,002 µg/l) ja vaihteluväli on ollut <0,002–0,0026 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoiselle lyijylle on jokimallitarkastelussa laskettu Kelukosken voimalaitoksen kohdalle pitoisuusnousu kuukausikeskiarvoina. Mallinnusta ei tehty pidemmille aikajaksoille. Keskimääräistä kuivemman kesä– ja talvikuukauden aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,001–0,002 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2. Keskimääräisen virtaaman kesä– ja talvikuukauden aikana nousu oli suurimmillaan noin 0,0004–0,0009 µg/l. Kitisen veden liukoisen lyijyn taustapitoisuus on ollut v. 2015–2020 mediaaniarvona 0,04 µg/l ja vaihteluväli 0,02–0,1 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Mikäli kaivoksen ylijäämävedet johdetaan purkupaikkavaihtoehtoon A eli kauemmas ylävirtaan Kelukosken voimalaitoksesta, enimmäispitoisuudet ovat vähän pienempiä kuin tilanteessa, jossa kuormitus johdetaan purkupaikkavaihtoehtoon B (lähelle Kelukosken voimalaitosta).

Yhteenveto pitoisuuksien mallinnuksen tuloksista Kitisen Kelukosken laskentapisteeltä on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 17-5).

Taulukko 17-15 Yhteenveto Kitisen Kelukosken laskentapisteen vedenlaatumallinnuksen tuloksista, jokiveden nykyinen pitoisuus (taustapitoisuus) ja ympäristönlaatunormit.

Pitoisuudet (taustapitoisuus huomioituna) ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatu-tekijä	**Taustapitoisuuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuus taustapitoisuus huomioiden, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristö-laatunormi (vuosikeski-arvo)**	**Ympäristö-laatunormi (maksimi-pitoisuus)**
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	**Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]**		
Sulfaatti mg/l	2 – 3 (<2 – 6)	2,8 – 5,9	3,5 – 7,8	Ei raja-arvoa	
Nikkeli µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,4 (0,2–1,3)	0,37 – 1,1	0,46 – 1,4	Biosaatava pitoisuus 5[3]	Liukoinen pitoisuus 34[4]
Pitoisuusnousut ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatu-tekijä	**Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristö-laatunormi (vuosikeski-arvo)**	**Ympäristö-laatu-normi (maksimi-pitoisuus)**
		Kuormitusvaihto-ehto VM1[8]	**Kuormitusvaihto-ehto VM2[9]**		
Kupari µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 (0,2 – 1,3)	+0,033 – +0,095	+0,064 – +0,21	Biosaatava pitoisuus 0,5[5]	
Kromi µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 – 0,5 (0,3 – 0,8)	+0,033 – +0,095	+0,064 – +0,21	Liukoinen pitoisuus 3,4[5]	
Kadmium µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,01 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,01)	+0,003 – +0,010	+0,006 – +0,021	Liukoinen pitoisuus 0,1[3]	Liukoinen pitoisuus 0,45[4]
Antimoni µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,05 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,05)	+0,003 – +0,010	+0,006 – +0,021	Talousvedelle kokonaispitoisuutena 6[6]	
Arseeni µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,12-0,13 (0,08 – 0,18)	+0,003 – +0,010	+0,006 – +0,021	Liukoinen pitoisuus 0,5[5]	Liukoinen pitoisuus 7,9[5]
Elohopea µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,002-<0,02 (<0,002 – 0,0026)	+0,002 – +0,005	+0,003 – +0,010	(elohopealle ei ole vuosikeskiarvoa koskevaa normia)	Liukoinen pitoisuus 0,07[4]
Lyijy µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,04 (0,02 – 0,12)	+0,0003 – +0,0010	+0,0006 – +0,0021	Biosaatava pitoisuus 1,5[3]	Liukoinen pitoisuus 14[4]

Vedenlaatu-tekijä	Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]	Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus		Välttävän tilaluokan[7] raja (Kitisen fys. kem. tilaluokka tyydyttävä 3. kaudella)
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]	
Kokonaistyppi µg/l	330–350 (250 – 480)	+ 4,7 – +13	+ 9,0 – + 29	1500
Kokonaisfosfori µg/l	13 (8-100)	+0,17 – +0,48	+ 0,3 – + 1,0	60

[1] Nykytilan pitoisuustiedot ovat Kitisen pisteiltä Kim ja KiS. Pitoisuudet ovat seuraavilta jaksoilta: liukoinen nikkeli 2018-2020, sulfaatti, kokonaistyppi ja kokonaisfosfori 2009-2020, liukoinen kupari, liuk. kromi. liuk. kadmium, liuk. antimoni, liuk. arseeni, liuk. elohopea, liuk. lyijy 2015-2020.

*[2.] Taulukossa tarkastellut mallinnettujen pitoisuuksien ja pitoisuusnousujen vaihteluvälit pohjautuvat **kuukausikeskiarvoihin**, jotka ovat seuraavilta neljältä kuukaudelta: heinäkuu 2013 (pienivirtaamainen kesäkuukausi), marraskuu 2013 (pienivirtaamainen talvikuukausi), heinäkuu 2017 (normaalivirtaamainen kesäkuukausi) ja joulukuu 2017 (normaalivirtaamainen talvikuukausi).*

[3] Vuosikeskiarvoa koskeva ympäristönlaatunormi AA-EQS, sisämaan pintavedet. Nikkelin osalta taulukon liukuarvossa on mukana valtioneuvoston asetuksen esittämä taustapitoisuus (normi 4 µg/l, tausta 1 µg/l, yhteensä 5 µg/l). Kadmiumin osalta taulukon liukuarvossa on mukana valtioneuvoston asetuksen esittämä taustapitoisuus (normi 0,08 µg/l, tausta 0,02 µg/l, yhteensä 0,1 µg/l). Lyijyn osalta taulukon liukuarvossa on mukana valtioneuvoston asetuksen esittämä taustapitoisuus (normi 1,2 µg/l, tausta 0,3 µg/l, yhteensä 1,5 µg/l). Lähdeviite: valtioneuvoston asetus nro 1090/2016 (ks. viiteluettelo).

[4] Hetkellistä pitoisuutta koskeva ympäristönlaatunormi MAC-EQS, sisämaan pintavedet. Lähdeviite: valtioneuvoston asetus nro 1090/2016 (ks. viiteluettelo).

[5] Ruotsin sisävesien hyvän kemiallisen tilan raja-arvo alkuaineille ja alkuaineyhdisteille (HVMFS 2019). Arseenin osalta mittaustuloksesta vähennetään taustapitoisuus ennen mittaustuloksen vertaamista raja-arvoon.

[6] Antimonin raja-arvo on talousvedelle ja se perustuu juomavedessä olevan pitoisuuden terveysvaikutuksiin (Guidelines for Canadian Drinking Water Quality 2020).

[7] Kokonaisfosforin ja kokonaistypen ekologisten tilaluokkien raja-arvo välillä tyydyttävä-välttävä, pintavesityyppi suuret turvemaiden joet (St). Raja-arvon lähdeviite: Aroviita ym. 2019.

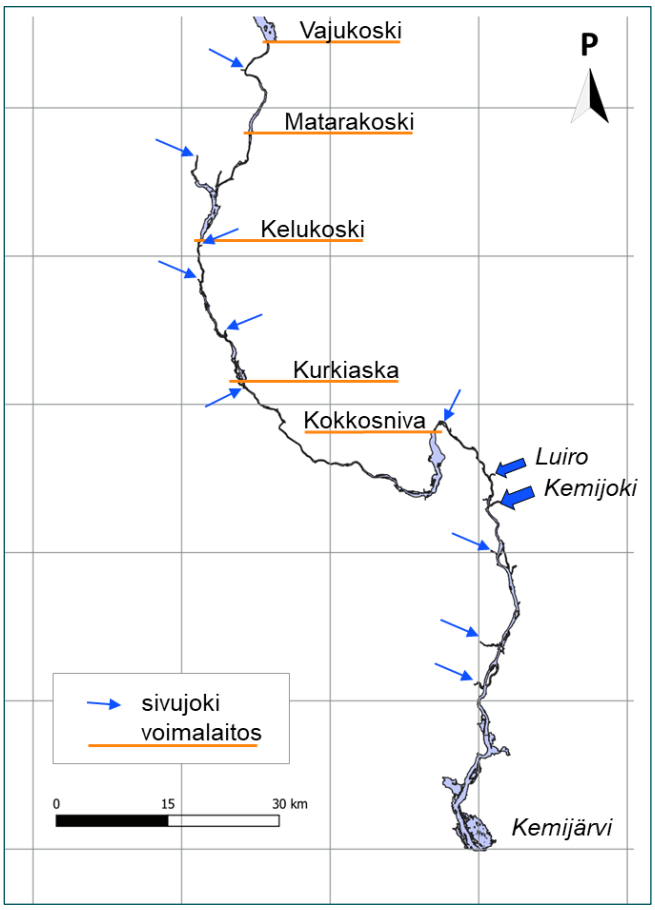
[8] Kuormitusvaihtoehto VM1: toteutetaan erityisiä toimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi

[9] Kuormitusvaihtoehto VM2: toteutetaan perustoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi

Vaikutukset pitoisuuksiin Kitisen Kurkiaskan voimalaitoksen kohdalla

Kurkiaskan voimalaitos sijaitsee noin 21 km alavirtaan kaivoksen ylijäämävesien purkupaikasta.

Pitoisuuslaskennan tarkastelupisteinä käytettyjen voimalaitosten sijainnit on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 17-14).



Kuva 17-14 Kitisen pitoisuusnousujen jokimallilaskennassa käytettyjen voimalaitospaikkojen sijainti (AFRY Finland Oy 2020d). Lisäksi pitoisuusnousut laskettiin Kemijoesta Kemijärveen tulevalle vedelle. Sakatin kaivoksen ylijäämävesien purkupaikka sijaitsee välittömästi karttamerkistä Kelukoski pohjoiseen (ylävirtaan).

Sulfaattipitoisuuden nousu oli Kurkiaskan voimalan kohdalla mallitarkastelussa (AFRY Finland Oy 2020) pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 3–5 mg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). VM1:ssä toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä ja VM2:ssa peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi. Suurimman osan ajasta nousu oli alle 2,5 mg/l. Aikajaksolla 2009-2020 jokiveden sulfaatin taustapitoisuus on ollut mediaaniarvona 2−3 mg/l ja vaihteluväli <2–6 mg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen nikkelin pitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson en aikana suurimmillaan noin 0,4–0,7 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2), ja suurimman osan ajasta alle 0,3 µg/l. Liukoisen nikkelin taustapitoisuus on ollut Kitisessä v. 2018–2020 mediaaniarvona noin 0,4 µg/l ja vaihteluväli on ollut 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kokonaistyppipitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 20–30 (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) µg/l ja suurimman osan ajasta alle 10 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 10–15 µg/l ja suurimman osan ajasta alle n. 7–9 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus kokonaistypelle on ollut v. 2009–2020 mediaaniarvona 350 µg/l ja vaihteluväli n. 250–500 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kokonaisfosforipitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,7–1,0 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta alle n. 0,5–0,7 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,3–0,5 µg/l ja suurimman osan ajasta alle n. 0,3–0,4 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut kokonaisfosforille v. 2009–2020 mediaaniarvona 13 µg/l ja vaihteluväli 8–100 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kuparin ja kromin pitoisuuksien nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,15–0,25 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta alle 0,06–0,1 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,05–0,1 µg/l ja suurimman osan ajasta alle n. 0,05–0,07 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut liukoiselle kromille v. 2015–2020 mediaaniarvona 0,3–0,5 µg/l ja vaihteluväli 0,3–0,8 µg/l. Liukoiselle kuparille vastaavat taustapitoisuudet ovat olleet seuraavia: mediaani 0,3 µg/l ja vaihteluväli 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kadmiumin pitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,015–0,020 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). Suurimman osan ajasta pitoisuuden nousu oli alle n. 0,010–0,015 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,007–0,010 µg/l ja suurimman osan ajasta alle 0,003–0,008 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus liukoiselle kadmiumille on ollut v. 2015–2020 alle määritysrajan (<0,01 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen antimonin ja liukoisen arseenin pitoisuusnousuiksi arvioidaan sama kuin liukoisella kadmiumilla, ks. edellinen kappale. Liukoisen arseenin taustapitoisuus on ollut v. 2015–2020 ollut noin mediaaniarvona 0,1 µg/l ja vaihteluväli 0,08–0,18 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS). Kitisen veden liukoisen antimonin taustapitoisuudet ovat v. 2018–2020 olleet alle määritysrajan (<0,05 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen elohopean pitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,008–0,012 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta nousu oli alle n. 0,004–0,006 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,004–0,006 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut liukoiselle elohopealle v. 2015–2020 mediaaniarvona alle määritysrajan (<0,02 tai <0,002 µg/l) ja vaihteluväli on ollut <0,002–0,0026 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoiselle lyijylle on jokimallitarkastelussa laskettu Kurkiaskan voimalaitoksen kohdalle pitoisuusnousu kuukausikeskiarvona, joka oli keskimääräistä kuivempana talvi– ja kesäkuukautena 0,0004–0,0009 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). Virtaamaltaan keskimääräisenä talvi– ja kesäkuukautena pitoisuusnousu oli noin 0,0003–0,0006 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus liukoiselle lyijylle on ollut v. 2015–2020 mediaaniarvona 0,04 µg/l ja vaihteluväli 0,02–0,1 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Yhteenveto pitoisuuksien mallinnuksen tuloksista Kitisen Kurkiaskan laskentapisteeltä on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 17-16).

Taulukko 17-16 Yhteenveto Kitisen Kurkiaskan laskentapisteen vedenlaatumallinnuksen tuloksista, jokiveden nykyinen pitoisuus (taustapitoisuus) ja ympäristönlaatunormit. Numeroviitteiden selitys: katso Taulukko 17-15.

Pitoisuudet (taustapitoisuus huomioituna) ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatutekijä	**Taustapitoisuuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuus taustapitoisuus huomioiden, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristölaatunormi (vuosikeskiarvo)**	**Ympäristölaatunormi (maksimipitoisuus)**
		Kuormitusvaihtoehto VM1[8]	**Kuormitusvaihtoehto VM2[9]**		
Sulfaatti mg/l	2 – 3 (<2 – 6)	2,7 – 4,5	3,5 – 7,8	Ei raja-arvoa	
Nikkeli µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,4 (0,2–1,3)	0,35 – 0,80	0,43 – 0,94	Biosaatava pitoisuus 5[3]	Liukoinen pitoisuus 34[4]
Pitoisuusnousut ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatutekijä	**Taustapitoisuuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristölaatunormi (vuosikeskiarvo)**	**Ympäristölaatunormi (maksimipitoisuus)**
		Kuormitusvaihtoehto VM1[8]	**Kuormitusvaihtoehto VM2[9]**		
Kupari µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 (0,2 – 1,3)	+0,024 – +0,045	+0,052 – +0,089	Biosaatava pitoisuus 0,5[5]	
Kromi µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 – 0,5 (0,3 – 0,8)	+0,024 – +0,045	+0,052 – +0,089	Liukoinen pitoisuus 3,4[5]	
Kadmium µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,01 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,01)	+0,002 – +0,005	+0,005 – +0,009	Liukoinen pitoisuus 0,1[3]	Liukoinen pitoisuus 0,45[4]
Antimoni µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,05 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,05)	+0,002 – +0,005	+0,005 – +0,009	Talousvedelle kokonaispitoisuutena 6[6]	
Arseeni µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,12–0,13 (0,08 – 0,18)	+0,002 – +0,005	+0,005 – +0,009	Liukoinen pitoisuus 0,5[5]	Liukoinen pitoisuus 7,9[5]
Elohopea µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,002–<0,02 (<0,002 – 0,0026)	+0,001 – +0,002	+0,003 – +0,004	(elohopealle ei ole vuosikeskiarvoa koskevaa normia)	Liukoinen pitoisuus 0,07[4]
Lyijy µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,04 (0,02 – 0,12)	+0,0002 – +0,0005	+0,0005 – +0,0009	Biosaatava pitoisuus 1,5[3]	Liukoinen pitoisuus 14[4]

Vedenlaatu-tekijä	Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]	Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus	
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]
Kokonaistyppi µg/l	330-350 (250 – 480)	+3,3 – +6,3	+7,2 + +12
Kokonaisfosfori µg/l	13 (8–100)	+0,12 – +0,23	+0,3 – +0,4

Välttävän tilaluokan[7] raja (Kitisen fys. kem. tilaluokka tyydyttävä 3. kaudella)
1500
60

[8] Kuormitusvaihtoehto VM1: toteutetaan erityisiä toimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi[9] Kuormitusvaihtoehto VM2: toteutetaan perustoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi

Vaikutukset pitoisuuksiin Kitisen Kokkosnivan voimalaitoksen kohdalla

Kokkosnivan voimalaitos sijaitsee noin 62 km alavirtaan kaivoksen ylijäämävesien purkupaikasta.

Pitoisuuslaskennan tarkastelupisteinä käytettyjen voimalaitosten sijainnit on esitetty edellä kuvassa (Kuva 17-14).

Sulfaattipitoisuuden nousu oli mallilaskennassa (AFRY Finland Oy 2020d) Kokkosnivan voimalan kohdalla pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 2–3 mg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan aikaa alle 1,5–2 mg/l. VM1:ssä toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä ja VM2:ssa peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi. Aikajaksolla 2009-2020 jokiveden taustapitoisuus on ollut sulfaatille mediaaniarvona 2–3 mg/l ja vaihteluväli <2–6 mg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen nikkelin pitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,3–0,5 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2), ja suurimman osan ajasta alle 0,25–0,3 µg/l. Liukoisen nikkelin taustapitoisuus on ollut Kitisessä v. 2018–2020 mediaaniarvona noin 0,4 µg/l ja vaihteluväli 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kokonaistyppipitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 15–25 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta alle n. 8–12 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuuden nousu oli suurimmillaan noin 8–15 µg/l ja suurimman osan ajasta alle n. 5–10 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus kokonaistypelle on ollut v. 2009–2020 mediaaniarvona 350 µg/l ja vaihteluväli n. 250–500 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kokonaisfosforipitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,6–1,0 µg/l ja suurimman osan ajasta alle n. 0,5–0,7 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,3–0,5 µg/l ja suurimman osan ajasta alle n. 0,3–0,4 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut kokonaisfosforille v. 2009–2020 mediaaniarvona 13 µg/l ja vaihteluväli 8–100 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kuparin ja kromin pitoisuuksien nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jaksonaikana suurimmillaan noin 0,1–0,2 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) ja suurimman osan ajasta nousu oli alle 0,08–0,1 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuuden nousu oli suurimmillaan noin 0,05–0,1 µg/l ja suurimman osan ajasta alle 0,05–0,08 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut liukoiselle kromille v. 2015–2020 mediaanipitoisuutena

0,3–0,5 µg/l ja vaihteluväli 0,3–0,8 µg/l. Liukoiselle kuparille vastaavat taustapitoisuudet ovat olleet seuraavia: mediaani 0,3 µg/l ja vaihteluväli 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kadmiumin pitoisuuden nousu oli mallinnuksessa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,01–0,02 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). Suurimman osan ajasta pitoisuuden nousu oli alle n. 0,008–0,012 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuuden nousu oli suurimmillaan noin 0,008–0,01 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus liukoiselle kadmiumille on ollut v. 2015–2020 alle määritysrajan (<0,01 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen antimonin ja liukoisen arseenin pitoisuusnousut arvioitiin mallitarkastelussa samoiksi kuin liukoisella kadmiumilla, ks. edellinen kappale. Liukoisen arseenin taustapitoisuus on ollut v. 2015–2020 mediaaniarvona 0,1 µg/l ja vaihteluväli 0,08–0,18 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS). Kitisen veden liukoisen antimonin taustapitoisuudet ovat v. 2018-2020 olleet alle määritysrajan (<0,05 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen elohopean pitoisuuden nousu oli mallinnuksessa pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,005–0,010 (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) µg/l ja suurimman osan ajasta nousu oli alle n. 0,004–0,005 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuuden nousu oli suurimmillaan noin 0,004–0,005 µg/l. Kitisen veden liukoisen elohopean v. 2015–2020 taustapitoisuus on ollut mediaaniarvona alle määritysrajan (<0,02 tai <0,002 µg/l) ja vaihteluväli on ollut <0,002–0,0026 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoiselle lyijylle on jokimallitarkastelussa laskettu Kokkosnivan voimalaitoksen kohdalle pitoisuusnousu kuukausikeskiarvona, joka oli keskimääräistä kuivempana talvi– ja kuukautena noin 0,0004–0,0009 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2) Virtaamaltaan keskimääräisenä talvi– ja kesäkuukautena pitoisuusnousu oli noin 0,0002–0,0006 µg/l. Kitisen veden liukoisen lyijyn v. 2015–2020 taustapitoisuus t on ollut mediaaniarvona 0,04 µg/l ja vaihteluväli 0,02–0,1 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Yhteenveto sulfaatti- ja nikkelipitoisuuksien mallinnuksen tuloksista Kitisen Kokkosnivan laskentapisteeltä on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 17-17).

Taulukko 17-17 Yhteenveto Kitisen Kokkosnivan laskentapisteen vedenlaatumallinnuksen tuloksista, jokiveden nykyinen pitoisuus (taustapitoisuus) ja ympäristönlaatunormit. Numeroviitteiden selitys: katso Taulukko 17-15.

Pitoisuudet (taustapitoisuus huomioituna) ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatu-tekijä	**Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuus taustapitoisuus huomioiden, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristö-laatunormi (vuosikeski-arvo)**	**Ympäristö-laatunormi (maksimi-pitoisuus)**
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	**Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]**		
Sulfaatti mg/l	2 – 3 (<2 – 6)	2,6 – 4,3	3,2 – 5,3	Ei raja-arvoa	
Nikkeli µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,4 (0,2–1,3)	0,36 – 0,85	0,45 – 1,0	Biosaatava pitoisuus 5[3]	Liukoinen pitoisuus 34[4]

Pitoisuusnousut ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatu-tekijä	**Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristö-laatunormi (vuosikeskiarvo)**	**Ympäristö-laatunormi (maksimipitoisuus)**
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	**Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]**		
Kupari µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 (0,2 – 1,3)	+0,018 – +0,043	+0,051 – +0,091	Biosaatava pitoisuus 0,5[5]	
Kromi µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 – 0,5 (0,3 – 0,8)	+0,018 – +0,043	+0,051 – +0,091	Liukoinen pitoisuus 3,4[5]	
Kadmium µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,01 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,01)	+0,002 – +0,004	+0,005 – +0,009	Liukoinen pitoisuus 0,1[3]	Liukoinen pitoisuus 0,45[4]
Antimoni µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,05 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,05)	+0,002 – +0,004	+0,005 – +0,009	Talousvedelle kokonaispitoisuutena 6[6]	
Arseeni µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,12–0,13 (0,08 – 0,18)	+0,002 – +0,004	+0,005 –+0,009	Liukoinen pitoisuus 0,5[5]	Liukoinen pitoisuus 7,9[5]
Elohopea µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,002–<0,02 (<0,002 – 0,0026)	+0,001 – +0,002	+0,003 – +0,005	(elohopealle ei ole vuosikeskiarvoa koskevaa normia)	Liukoinen pitoisuus 0,07[4]
Lyijy µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,04 (0,02 – 0,12)	+0,0002 – +0,0004	+0,0005 – +0,0009	Biosaatava pitoisuus 1,5[3]	Liukoinen pitoisuus 14[4]
Vedenlaatu-tekijä	**Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Välttävän tilaluokan[7] raja (Kitisen fys. kem. tilaluokka tyydyttävä 3. kaudella)**	
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	**Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]**		
Kokonaistyppi µg/l	330–350 (250 – 480)	+3,5 – +6,1	+7,1 – +13	1500	
Kokonaisfosfori µg/l	13 (8–100)	+0,12 – +0,22	+0,3 – +0,5	60	

[8] *Kuormitusvaihtoehto VM1: toteutetaan erityisiä toimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi*[9] *Kuormitusvaihtoehto VM2: toteutetaan perustoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi*

Vaikutukset pitoisuuksiin Kemijoesta Kemijärveen tulevassa vedessä

Tarkastelupaikka sijaitsee noin 130 km alavirtaan kaivoksen ylijäämävesien purkupaikasta (Kuva 17-14).

Sulfaattipitoisuuden nousu oli mallitarkastelussa (AFRY Finland Oy 2020d) pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 1–2 mg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2), ja suurimman osan ajasta pitoisuusnousu oli enintään 0,3 mg/l. VM1:ssä toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä ja VM2:ssa peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli enintään noin 0,3 mg/l kummassakin kuormitusvaihtoehdossa VM1 ja VM2. Aikajaksolla 2009–2020 jokiveden taustapitoisuus on ollut sulfaatille mediaaniarvona 2–3 mg/l ja vaihteluväli <2–6 mg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen nikkelin pitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,2–0,3 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2), ja suurimman osan ajasta alle 0,15–0,2 µg/l. Liukoisen nikkelin taustapitoisuus on ollut Kitisessä v. 2018–2020 mediaaniarvona noin 0,4 µg/l ja vaihteluväli on ollut 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kokonaistyppipitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 8–15 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2) ja suurimman osan ajasta alle 5–7 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli enintään noin 3–5 µg/l ja suurimman osan ajasta alle n. 3–4 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut kokonaistypelle v. 2009–2020 mediaaniarvona 350 µg/l ja vaihteluväli n. 250—500 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Kokonaisfosforipitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,3–0,5 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2) ja suurimman osan ajasta 0,2 µg/l tai pienempi. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,1–0,2 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus kokonaisfosforille on olut v. 2009–2020 mediaaniarvona on 13 µg/l ja vaihteluväli 8–100 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kuparin ja kromin pitoisuuksien nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,06–0,10 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2) ja suurimman osan ajasta nousu oli alle 0,05 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana vuonna pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,03–0,04 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus liukoiselle kromille on ollut v. 2015–2020 mediaanipitoisuutena 0,3–0,5 µg/l ja vaihteluväli 0,3–0,8 µg/l. Liukoiselle kuparille vastaavat taustapitoisuudet ovat olleet seuraavia: mediaani 0,3 µg/l ja vaihteluväli 0,2–1,3 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen kadmiumin pitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,005–0,010 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2). Suurimman osan ajasta pitoisuuden nousu oli alle 0,005 µg/l. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jakson aikana pitoisuusnousu oli suurimmillaan noin 0,005 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus liukoiselle kadmiumille on v. 2015–2020 ollut alle määritysrajan (<0,01 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen antimonin ja liukoisen arseenin pitoisuusnousuiksi arvioitiin mallitarkastelussa sama kuin liukoisella kadmiumilla, ks. edellinen kappale. Liukoisen arseenin taustapitoisuus on v. 2015–2020 ollut mediaaniarvona noin 0,1 µg/l ja vaihteluväli 0,08–0,18 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS). Kitisen veden liukoisen antimonin taustapitoisuudet ovat v. 2018–2020 olleet alle määritysrajan (<0,05 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoisen elohopean pitoisuuden nousu oli pitkän (12 kk) keskimääräistä kuivemman jakson aikana suurimmillaan noin 0,002–0,005 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2) ja suurimman osan ajasta nousu oli 0,002 µg/l tai pienempi. Pitkän (7,5 kk) keskimääräisen virtaaman jaksonaikana suurin pitoisuuden nousu oli noin 0,002 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut liukoiselle elohopealle v. 2015–2020 mediaaniarvona alle määritysrajan (<0,02 tai <0,002 µg/l) ja vaihteluväli on ollut <0,002–0,0026 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Liukoiselle lyijylle on jokimallitarkastelussa laskettu Kemijärveen tulevan veden pitoisuusnousu kuukausikeskiarvona, joka oli keskimääräistä kuivempana talvi– ja kuukautena noin 0,0002–0,0004 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1 ja VM2). Virtaamaltaan keskimääräisenä talvi– ja kesäkuukautena pitoisuusnousu oli 0,0001–0,0002 µg/l. Kitisen veden taustapitoisuus on ollut liukoiselle lyijylle v. 2015–2020 mediaaniarvona 0,04 µg/l ja vaihteluväli 0,02–0,1 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS).

Yhteenveto sulfaatti- ja nikkelipitoisuuksien mallinnuksen tuloksista Kemijoesta Kemijärveen tulevan veden laskentapisteeltä on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 17-18).

Taulukko 17-18 Yhteenveto Kemijoesta Kemijärveen tulevan veden laskentapisteen vedenlaatumallinnuksen tuloksista, jokiveden nykyinen pitoisuus (taustapitoisuus) ja ympäristönlaatunormit. Numeroviitteiden selitys: katso Taulukko 17-15.

Pitoisuudet (taustapitoisuus huomioituna) ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatu-tekijä	**Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuus taustapitoisuus huomioiden, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristö-laatunormi (vuosikeski-arvo)**	**Ympäristö-laatunormi (maksimi-pitoisuus)**
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	**Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]**		
Sulfaatti mg/l	2 – 3 (<2 – 6)	2,3 – 3,0	2,5 – 3,4	Ei raja-arvoa	
Nikkeli µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,4 (0,2-1,3)	0,33 – 0,54	0,37 – 0,60	Biosaatava pitoisuus 5[3]	Liukoinen pitoisuus 34[4]
Pitoisuusnousut ja vertailupitoisuudet:					
Vedenlaatu-tekijä	**Taustapitoi-suuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Ympäristö-laatunormi (vuosikeski-arvo)**	**Ympäristö-laatunormi (maksimi-pitoisuus)**
		Kuormitus-vaihtoehto VM1[8]	**Kuormitus-vaihtoehto VM2[9]**		
Kupari µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 (0,2 – 1,3)	+0,010 – +0,020	+0,022 – +0,040	Biosaatava pitoisuus 0,5[5]	
Kromi µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,3 – 0,5 (0,3 – 0,8)	+0,010 – +0,020	+0,022 – +0,040	Liukoinen pitoisuus 3,4[5]	
Kadmium µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,01 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,01)	+0,001 – +0,002	+0,002 – +0,004	Liukoinen pitoisuus 0,1[3]	Liukoinen pitoisuus 0,45[4]

Antimoni µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,05 (kaikki havainnot alle määritysrajan eli <0,05)	+0,001 – +0,002	+0,002 – +0,004	Talousvedelle kokonaispitoisuutena 6[6]	
Arseeni µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,12–0,13 (0,08 – 0,18)	+0,001 – +0,002	+0,002 – +0,004	Liukoinen pitoisuus 0,5[5]	Liukoinen pitoisuus 7,9[5]
Elohopea µg/l	Liukoinen pitoisuus <0,002–<0,02 (<0,002 – 0,0026)	0,000 – +0,001	+0,001 – +0,002	(elohopealle ei ole vuosikeskiarvoa koskevaa normia)	Liukoinen pitoisuus 0,07[4]
Lyijy µg/l	Liukoinen pitoisuus 0,04 (0,02 – 0,12)	+0,0001 – +0,0002	+0,0002 – +0,0004	Biosaatava pitoisuus 1,5[3]	Liukoinen pitoisuus 14[4]
Vedenlaatutekijä	**Taustapitoisuuden mediaani (vaihteluväli)[1]**	**Mallinnettu[2] pitoisuusnousu, kuukausikeskiarvo (min-maks.), kokonaispitoisuus**		**Välttävän tilaluokan[7] raja (Kitisen fys. kem. tilaluokka tyydyttävä 3. kaudella)**	
		Kuormitusvaihtoehto VM1[8]	**Kuormitusvaihtoehto VM2[9]**		
Kokonaistyppi µg/l	330–350 (250 – 480)	+1,4 – +2,7	+3,1 – +5,6	1500	
Kokonaisfosfori µg/l	13 (8–100)	+0,05 – +0,10	+0,1 – +0,2	60	

[8] Kuormitusvaihtoehto VM1: toteutetaan erityisiä toimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi[9] Kuormitusvaihtoehto VM2: toteutetaan perustoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi

Vaikutukset Kitisen ekologiseen ja kemialliseen tilaan

Sulfaatti ja muut suolat

Veden laadun mallinnuksen (AFRY Finland Oy 2020d) mukaan sulfaattipitoisuudet jäävät kaikissa kuormitusvaihtoehdoissa ja virtaamatilanteissa pieniksi. Sulfaattipitoisuus nousee eniten pienellä alueella vesien purkupaikan lähellä pohjan läheisessä vesikerroksessa. Sulfaattipitoisuuden suurimmat nousut ovat noin 5–10 mg/l ja ne kohdistuvat Kelukosken altaaseen. Keskivirtaamatilanteessa sulfaattipitoisuuden nousu on Kelukosken altaassa noin 1–4 mg/l (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2). Sakatin, Kevitsan ja taustapitoisuuden yhteisvaikutuksesta sulfaattipitoisuus on Kelukosken altaassa korkeimmillaan n. 10–14 mg/l (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2). VM1:ssä toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä ja VM2:ssa peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden vähentämiseksi.

Kokonaissuolapitoisuus on arvioitu kaksi kertaa sulfaattipitoisuutta suuremmaksi. Sulfaatin lisäksi pääosa suolakuormituksesta muodostuu kaivosalueen pohjavesien sisältämästä kloridista. Vaikutuksen kokonaissuolapitoisuuteen voidaankin arvioida olevan karkeasti noin kaksinkertainen laskettuihin sulfaatin pitoisuuslisäyksiin nähden. (AFRY Finland Oy 2020d.)

Arvioidun tasoisilla sulfaatti- tai suolapitoisuuksilla ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta Kitisen nykyiseen veden laatuun tai tilaan (AFRY Finland Oy 2020d).

Liukoinen nikkeli

Sakatin vaikutus Kelukosken altaan veden nikkelipitoisuuteen on mallinnuksen (AFRY Finland Oy 2020) mukaan kaikissa kuormitusvaihtoehdoissa ja virtaamatilanteissa pieni. Pitoisuusnousu oli suurimmillaan alle 1 µg/l (kuormitusvaihtoehdot VM1-VM2). Kevitsan vaikutus ja muu taustapitoisuus huomioiden veden nikkelipitoisuus jää alle 2 µg/l. Biosaatavan nikkelin ympäristönlaatunormi on vuosikeskiarvolle (ns. AA-EQS-normi) 4 µg/l + taustapitoisuus. Ympäristölaatunormi yksittäiselle nikkelipitoisuudelle on annettu liukoisena pitoisuutena 34 µg/l (MAC-EQS). Liukoisen nikkelin pitoisuudet jäävät alle biosaatavan nikkelin ympäristölaatunormin tason. Koska biosaatava pitoisuus voi olla korkeintaan yhtä suuri kuin liukoinen tai kokonaispitoisuus, voidaan arvioida myös biosaatavan pitoisuustason jäävän selvästi alle ympäristölaatunormin. Siten Sakatin nikkelikuormituksella ei ole vaikutusta Kitisen nykyiseen hyvään kemialliseen tilaan (AFRY Finland Oy 2020d).

Kokonaistyppi ja kokonaisfosfori

Jokimallin avulla lasketut kokonaistypen pitoisuusnousut ovat Kitisessä kaivoksen lähialueella Kelukosken altaassa kesäaikana heinäkuussa keskimäärin 10–30 µg/l (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2). Lyhytaikaisesti vaikutus voi olla suurempi, kokonaistypelle suurimmillaan noin 40–80 µg/l (VM1-VM2). Kokonaisfosforille kesäajan keskimääräinen pitoisuusnousu on Kelukosken altaassa 0,3–1,0 µg/l (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2). Kemijärveen tulevassa vedessä vaikutus kokonaistyppipitoisuuteen on keskimäärin 1,5 µg/l ja suurimmillaan noin 10 µg/l. Kokonaisfosforin pitoisuuden nousu Kemijärveen tulevassa vedessä on suurimmillaan alle 0,5 µg/l. Keskimääräinen vaikutus on pienempi (AFRY Finland Oy 2020d).

Kitisen nykyinen erinomaista tilaa vastaava ravinteiden pitoisuus on selvästi pienempi kuin erinomaisen ja hyvän luokan välinen raja-arvo, joka on kokonaistypelle 450 µg/l ja kokonaisfosforille 20 µg/l. Sakatin aiheuttamat pitoisuusnousut ovat suhteellisen pieniä, joten Sakatin kaivoksen kokonaistyppi- ja kokonaisfosforikuormituksella ei ole vaikutusta Kitisen fysikaalis-kemiallisen tilan erinomaiseen luokitustulokseen (AFRY Finland Oy 2020d).

Liukoinen lyijy

Jokimallilaskennassa liukoisen lyijyn pitoisuusnousu oli Kelukosken padon kohdalla keskimääräistä pienemmän virtaaman vuonna vuosikeskiarvona 0,001–0,002 µg/l (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2) (AFRY Finland Oy 2020). Biosaatavan lyijyn ympäristönlaatunormi on vuosikeskiarvolle (ns. AA-EQS-normi) 1,2 µg/l + taustapitoisuus. Nykyisin liukoisen lyijyn taustapitoisuus on Kitisen vedessä noin 0,03–0,08 µg/l. Lyijykuormituksella ei ole vaikutusta Kitisen nykyiseen hyvään kemialliseen tai ekologiseen tilaan.

Liukoinen kadmium

Jokimallilaskennassa liukoisen kadmiumin pitoisuusnousu oli Kelukosken padolla keskimääräistä vähävirtaamaisempana vuonna vuosikeskiarvona 0,01–0,02 µg/l (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2) (AFRY Finland Oy 2020d).

Liukoisen kadmiumin ympäristönlaatunormi on vuosikeskiarvolle (ns. AA-EQS-normi) 0,08 µg/l + taustapitoisuus. Nykyisin liukoisen kadmiumin taustapitoisuus on alle 0,01 µg/l. Keskimääräistä vähävirtaamaisemman vuoden keskiarvona lasketut pitoisuusnousut jäävät normin antamaa

enimmäispitoisuutta pienemmiksi. Kadmiumkuormituksella ei ole vaikutusta Kitisen nykyiseen hyvään kemialliseen tai ekologiseen tilaan.

Liukoinen elohopea

Jokimallilaskennassa liukoisen elohopean pitoisuusnousu oli keskimääräistä vähävirtaamaisempana vuonna Kelukosken padolla vuosikeskiarvona 0,005–0,01 µg/l (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2) (AFRY Finland Oy 2020d).

Liukoisen elohopean ympäristönlaatunormi hetkelliselle korkeimmalle pitoisuudelle (ns. MAC-EQS-normi) on 0,07 µg/l. Veden liukoiselle elohopealle ei ole annettu normia vuosikeskiarvolle. Euroopan kemikaaliviraston arvioima suurin haitaton elohopean pitoisuus (ns. PNEC-pitoisuus) on sisävesille pitkäaikaisessa altistuksessa 0,057 µg/l (ECHA 2020e).

Nykyisin Kitisen veden liukoisen elohopean taustapitoisuus on <0,002–0,002 µg/l. Elohopeakuormituksella ei ole vaikutusta Kitisen nykyiseen hyvään kemialliseen tai ekologiseen tilaan.

Liukoinen antimoni ja liukoinen arseeni

Jokimallilaskennassa liukoiselle antimonille ja liukoiselle arseenille kuormitus ja jokiveden pitoisuusnousut on oletettu samoiksi kuin kadmiumilla. Kadmiumin pitoisuusnousu oli Kelukosken padolla keskimääräistä vähävirtaamaisempana vuonna vuosikeskiarvona 0,01–0,02 (kuormitusvaihtoehdoissa VM1-VM2) (AFRY Finland Oy 2020d).

Liukoisen arseenin taustapitoisuus on ollut Kitisessä mediaaniarvona v. 2015–2020 noin 0,1 µg/l ja vaihteluväli 0,08–0,18 µg/l (näytepisteet Kim ja KiS). Kitisen veden liukoisen antimonin taustapitoisuudet ovat v. 2018–2020 olleet alle määritysrajan (<0,05 µg/l) (näytepisteet Kim ja KiS). GTK:n vuoden 1990 tutkimuksessa (Lahermo ym. 1996) Suomessa purovesien liukoisen antimonin pitoisuuden mediaani oli noin 0,03 µg/l, 2 % havainnoista oli alle 0,02 µg/l ja 98 % havainnoista alle 0,09 µg/l.

Antimonille ei ole annettu ympäristönlaatunormia pintavesille. ECHA:n (2020a) tietokannassa suurin haitaton antimonin pitoisuus eli ns. PNEC-pitoisuus on sisävesille noin 110 µg/l. Kanadassa on annettu talousvesille antimonille ihmisen terveyteen perustuva raja-arvo 6 µg/l (kokonaispitoisuus) (Guidelines for Canadian Drinking Water Quality 2020).

Arseenille ei ole Suomessa asetettu ympäristönlaatunormia pintavesille. Ruotsissa sisämaan pintavesien ympäristönlaatunormi on liukoiselle arseenille ja arseeniyhdisteille vuosikeskiarvona 0,5 µg/l ja hetkelliselle pitoisuudelle 7,9 µg/l (HVMFS 2019). Ruotsin ympäristönlaatunormia käytettäessä mittaustuloksesta vähennetään taustapitoisuus ennen vertailua normiin. Kanadassa arseenipitoisuuden ohjearvo sisävesille on 5 µg/l (tiettävästi kokonaispitoisuutena) (Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life 1999). ECHA:n (2020a) tietokannassa suurin haitaton arseenin pitoisuus eli ns. PNEC-pitoisuus) on sisävesille noin 13 µg/l.

Antimonin ja arseenin kuormituksella ei ole vaikutusta Kitisen nykyiseen hyvään kemialliseen tai ekologiseen tilaan.

Liukoinen kromi ja liukoinen kupari

Liukoisen kromin ja liukoisen kuparin pitoisuus on arvioitu samaksi Kitiseen johdettavissa vesissä, joten laskennallinen pitoisuusnousu joen vedessä on sama kummallekin metallille. Suurin pitoisuusnousu oli Kelukosken padolla keskimääräistä vähävirtaamaisempana vuonna vuosikeskiarvona 0,1–0,2 µg/l (AFRY Finland Oy 2020d).

Kitisen veden liukoisen kromin pitoisuus on vuosien 2015–2017 havaintojen perusteella noin 0,3–0,8 µg/l ja liukoiselle kuparille noin 0,2–1,3 µg/l.

Kromille ja kuparille ei ole annettu ympäristönlaatunormeja pintavesille. Arvioidut suurimmat haitattomat pitoisuudet (ns. PNEC-pitoisuudet) ovat sisävesille seuraavia:

- Kromi: noin 6 µg/l (ECHA 2020c)
- Kupari: noin 8 µg/l (ECHA 2020d)

Kanadassa luonnonvesien suojelussa käytetyt ohjearvot ovat kokonaispitoisuuksina kromille 1,0 – 8,9 µg/l (Cr^{6+} - Cr^{3+}) ja kuparille 2 µg/l (Canadian Water quality guidelines for the Protection of Aquatic Life 2007). Kromin ja kuparin kuormituksella ei ole vaikutusta Kitisen nykyiseen hyvään kemialliseen tai ekologiseen tilaan.

pH

Sakatin kaivokselta Kitiseen johdettavien ylijäämävesien arvioitu pH-taso on 6,0–9,5. Vaihteluvälin alaraja on korkeampi kuin erinomaisen ja hyvän tilaluokan pH-minimin raja (>5,7). Siten kaivoksen ylijäämävesien ei arvioida heikentävän Kitisen fysikaalis-kemiallista tilaa pH:n suhteen (AFRY Finland Oy 2020). Kitiseen johdettavien vesien arvioitu pH:n yläraja 9,5 on selvästi luonnonvesiä sekä Kitisen perustasoa (noin 6,6–7,3) korkeampi. Kitisessä kaivoksen vesi kuitenkin laimenee suureen vesimäärään, joten ekologisia haittoja ei ole odotettavissa myöskään ylijäämäveden pH:n vuoksi.

Aineiden yhteisvaikutukset Kitisessä

GTK:n julkaiseman kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arviointioppaan (Kauppila 2015) esittämä menetelmä haitta-aineiden yhteisvaikutusten arviointiin on ns. toksinen yksikkö (toxic unit, TU) -menetelmä. Menetelmässä kunkin aineen ennustettu ympäristöpitoisuus jaetaan sen ympäristölaatunormilla. Nämä TU-yksiköt voidaan laskea yhteen, ja jos summa ylittää luvun yksi, haittavaikutuksia voidaan olettaa ilmenevän. Tämä laskentatapa on kuitenkin hyvin pelkistetty, ja se olettaa kaikkien aineiden vaikutukset summautuviksi. Johtopäätösten tekeminen laskennan tuloksista on epävarmaa, sillä vesistössä toteutuvat vaikutukset riippuvat haitta-ainepitoisuuksien lisäksi monista vesistön fysikaalis-kemiallisista ja biologisista ominaisuuksista. Laskennassa on jouduttu tekemään joitakin oletuksia liittyen nikkelin ja lyijyn biosaatavien pitoisuuksien arviointiin. Lisäksi laskennassa käytetyt ympäristönlaatunormit ovat antimonin, arseenin, kromin, kuparin ja kloridin osalta vain suuntaa antavia, sillä ne koskevat alueita, joilla vesistöjen olosuhteet saattavat poiketa suomalaisten vesistöjen olosuhteista (AFRY Finland Oy 2020d).

TU-laskenta tehtiin nikkelin, antimonin, arseenin, elohopean, kadmiumin, kromin, kuparin lyijyn, sulfaatin ja kloridin pitoisuuksilla. Kloridipitoisuuden on laskennassa arvioitu olevan samaa tasoa kuin sulfaatin. Kitisen Kelukosken TU-laskennan tulokset, 1,3–1,5, viittaavat siihen, että haitalliset yhteisvaikutukset ovat mahdollisia. TU-laskentaan liittyy kuitenkin useita edeltävissä kappaleissa esitettyjä rajoituksia ja epävarmuustekijöitä (AFRY Finland Oy 2020d). Yhteisvaikutusten arvioinnin luotettavuutta vähentää se, että laskennassa käytetyt arvioidut ainepitoisuudet perustuvat

konservatiiviseen mallinnukseen. Lisäksi Kitisen vesieliöstöön vaikuttaa veden laadun ohella vesistön rakentaminen ja säännöstely.

Vaikutukset Iso Moskujärveen, Pikku Moskujärveen ja Kotajärveen

Iso Moskujärvi, Pikku Moskujärvi ja Kotajärvi sijaitsevat Viiankiaavan pohjoispuolella. Ne eivät sijaitse kaivostoimintojen tai kaivosrakenteiden valuma-alueilla. Vaihtoehdossa VE1a pohjaveden korkeuteen kohdistuvat vaikutukset (Stantec Consulting Ltd 2020) eivät ulotu niiden valuma-alueille.

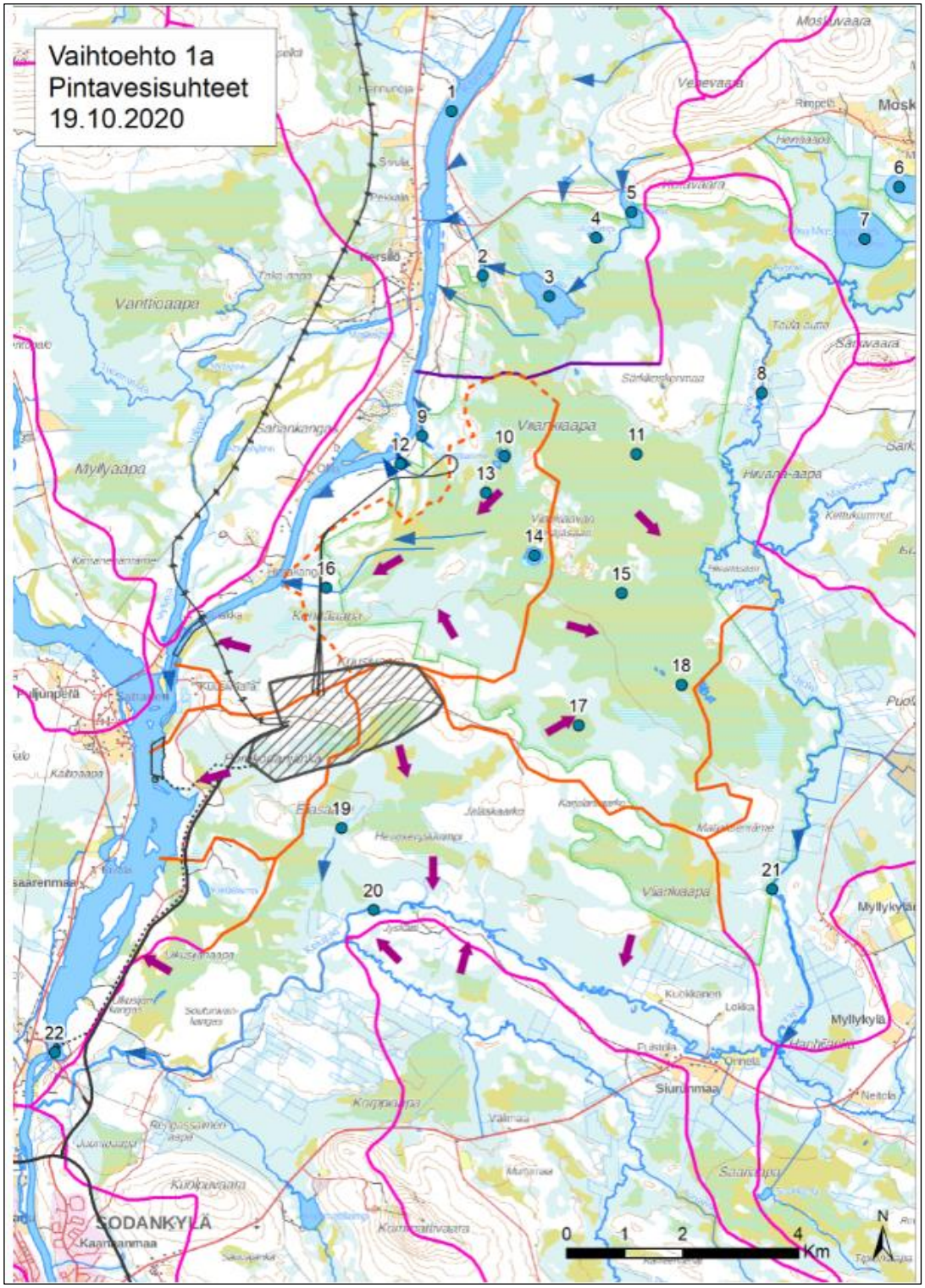
Stantec Consulting Ltd:n (2020) pohjavesimallinnuksen tuloksia yleistämällä voidaan olettaa, että muissakaan vaihtoehdoissa pohjavesivaikutukset eivät ulotu näiden järvien alueelle. Mallinnuksen yleistettävyys on luultavasti kohtalaisen hyvä Moskujärvien kohdalla järvien sijaitessa kohtalaisen etäällä todetusta vaikutusalueesta. Kotajärven osalta pohjavesimallinnuksen yleistettävyydessä on jossakin määrin enemmän epävarmuutta. Edellä mainitut varaukset huomioiden voidaan arvioida, että kaivoshankkeella ei ole vaikutusta Iso Moskujärveen, Pikku Moskujärveen tai Kotajärveen.

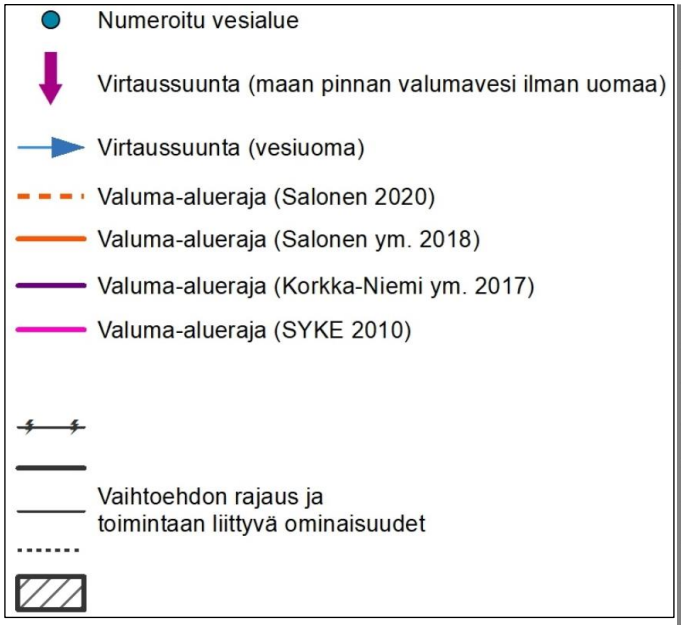
Vaikutukset pintavesiin kaivostoimintojen lähivaluma-alueella

Lähivaluma-alueella tarkoitetaan pieniä puroja, jotka johtavat kaivostoimintojen alueelta lännen suuntaan Kitiseen, etelän suuntaan Kelujokeen (joka on Kitisen sivujoki) ja idän suuntaan Hiivanahaaraan. Hiivanahaaran nimi muuttuu alavirrassa Ylijoeksi. Hiivanahaara-Ylijoki on Kelujoen sivujoki. Lisäksi lähivaluma-alueeseen kuuluvat Viiankiaavan alueen ja Viiankiaavan ja Kitisen välialueen järvet ja pienet ja pienehköt lammet, jotka ovat seuraavat (sijainti ks. Kuva 17-15 alempana):

- Viiankijärvi (Viiankiaavan pohjoisosassa)
- Sakattilammit (kolme suolampea Viiankiaavan länsiosassa)
- Kärväslampi (lähellä Kitisen rantaa)
- Kokkolampi (Viiankijärven koillispuolella)
- Rytilampi (Viiankijärven pohjoispuolella)
- Viiankilammit (n. 10 erillisen suolammen ryhmä Viiankiaavan kaakkoisosassa)
- Nimetön suolampi 1 (Petäjäsaaren luoteispuolinen)
- Nimetön suolampi 2 (Petäjäsaaren lounaispuolinen)
- Nimetön suolampi 3 (Petäjäsaaren koillispuolinen ja Kolottamasaaren luoteispuolinen)
- Nimetön suolampi 4 (Petäjäsaaren kaakkoispuolinen)
- Nimetön suolampi 5 (Petäjäsaaren eteläpuolinen)

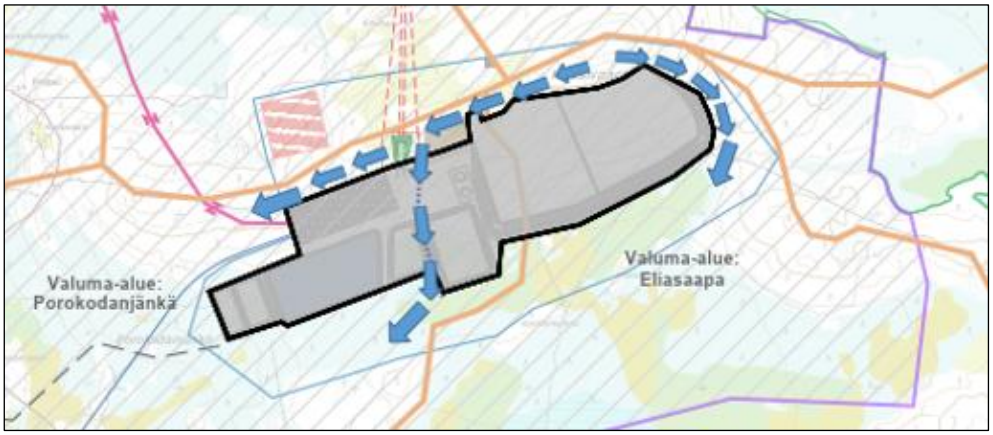
Alla kuvissa 17-16–17-26 on esitetty vaihtoehdoittain kaivoksen toimintojen sijoittuminen suhteessa lähialueen vesistöihin ja lähialueen valuma-alueisiin.


Vaihtoehto 1a
Pintavesisuhteet
19.10.2020
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
Vantiojaapa
Myllyaapa
Vaarajaapa
Hevaajaapa
SODANKYLÄ
Myllykylä
Siurunmaa
0
1
2
4
Km
N

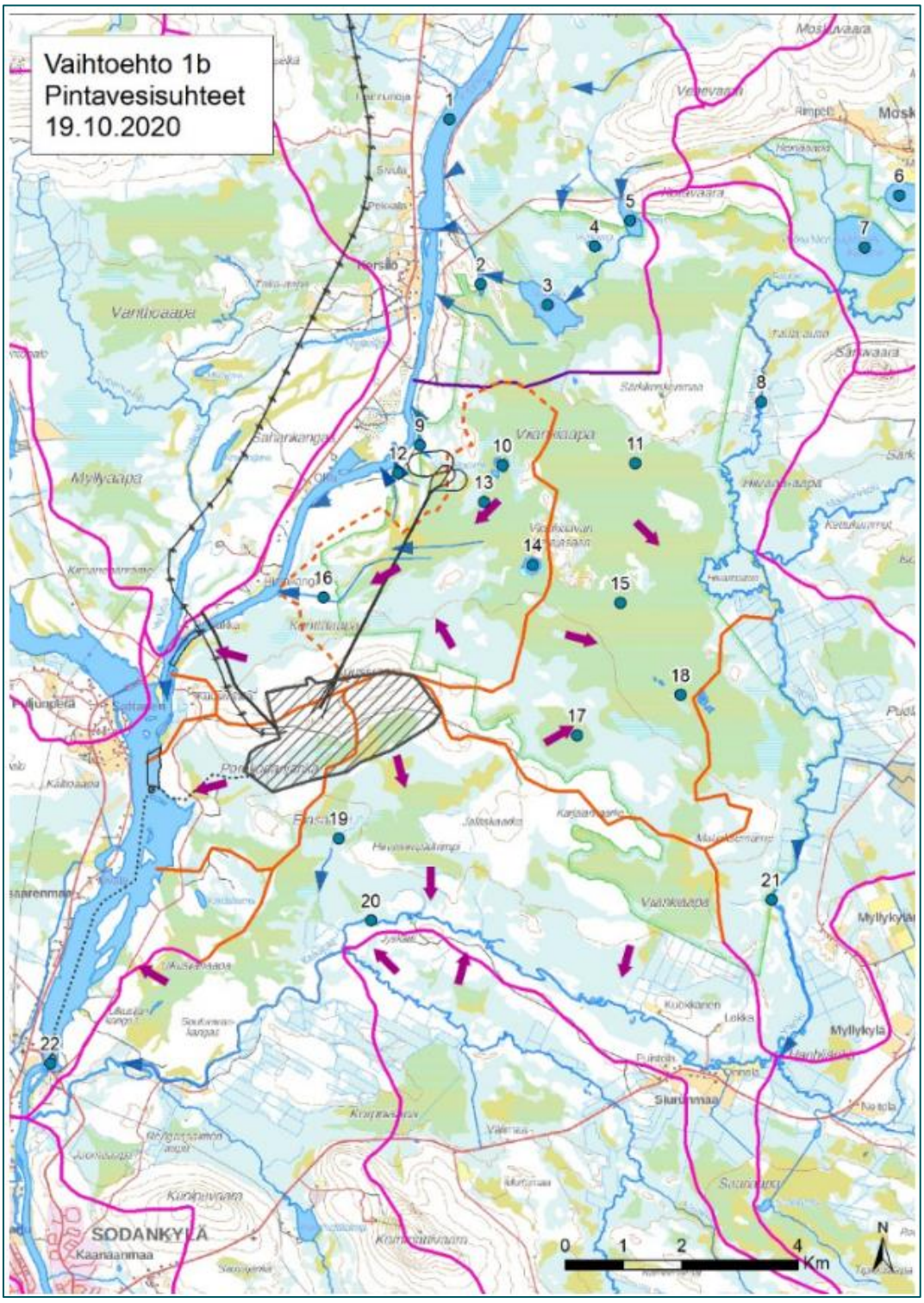


Vesialueen numero	Vesialueen nimi
1	Kitinen
2	Kokkolampi
3	Viiankijärvi
4	Rytilampi
5	Kotajärvi
6	Iso Moskujärvi
7	Pikku Moskujärvi
8	Hiivanhaara
9	Kärväslampi
10	Sakattilammit
11	Nimetön suolampi 3
12	Ruosteoja
13	Nimetön lampi 1
14	Nimetön lampi 2
15	Nimetön suolampi 4
16	Sakattioja
17	Nimetön suolampi 5
18	Viiankilammit
19	Eliasoja
20	Kelujoki
21	Ylijoki
22	Kelukoski

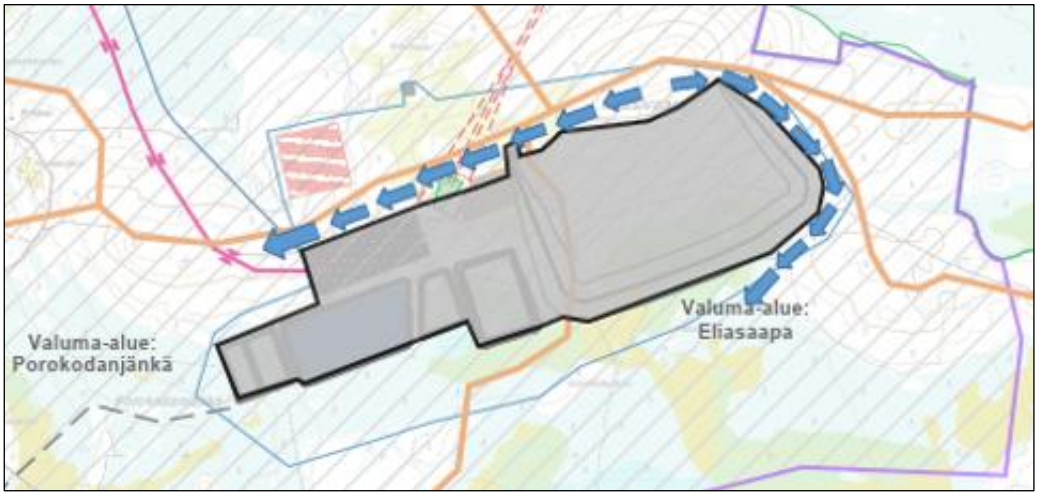
*Kuva 17-15 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE1a** osalta. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



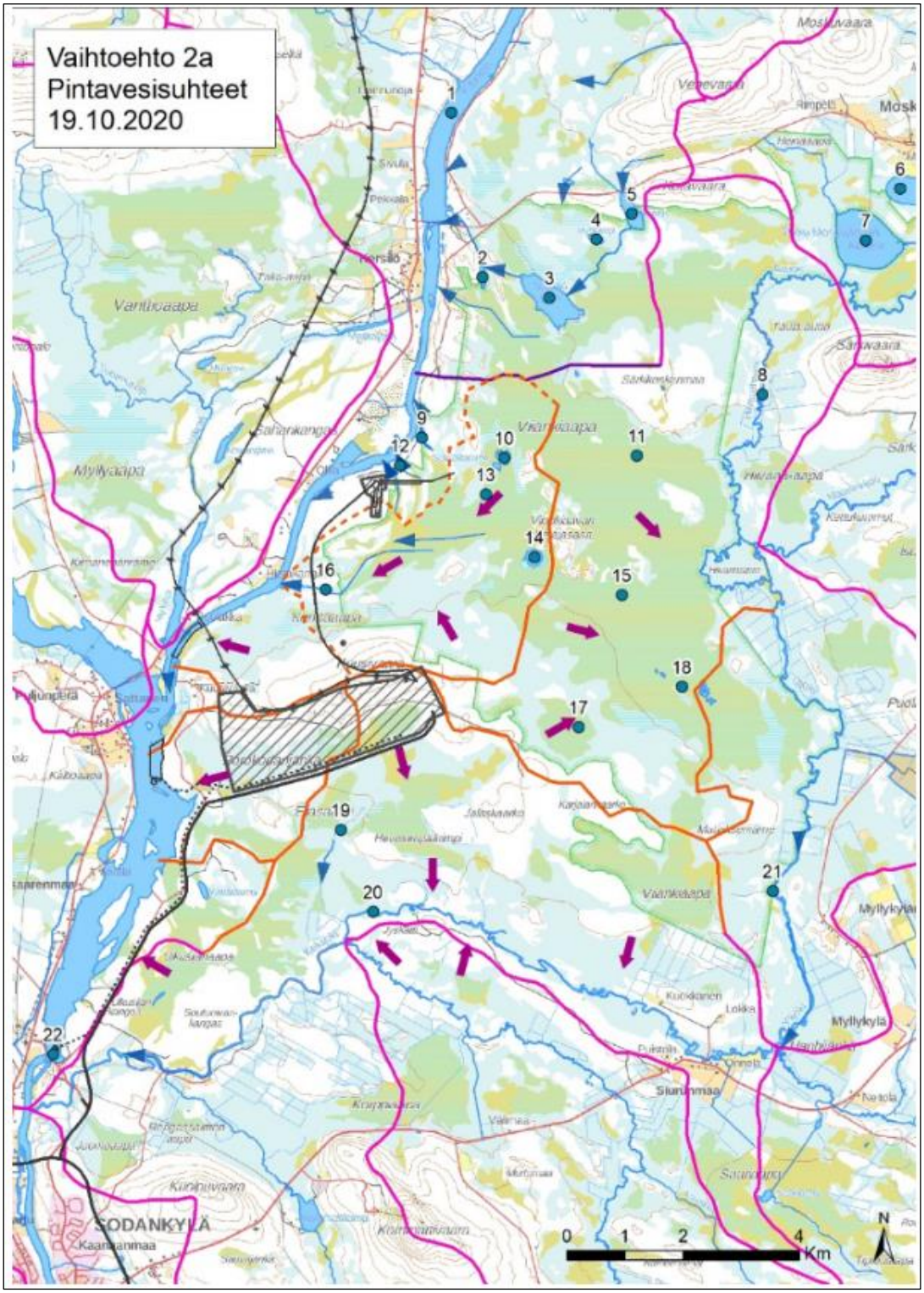
*Kuva 17-16 Tehdasalueen valumavesien johtamisen tarkempi rajaus, **VE1a**. Merkkien selitykset: harmaa alue: valumavedet johdetaan pois luontaiselta valuma-alueelta. Oranssi viiva: luontainen valuma-alueraja. Violetti viiva: hankealueen raja. Violetti raja ja vinoviivoitus: hankealue. Tehdasaluetta ympäröivä sininen viiva: aita. Siniset nuolet: ympäristön puhtaiden valumavesien johtamisreitti tehdasalueen ohi. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c, ei mittakaavaa)*



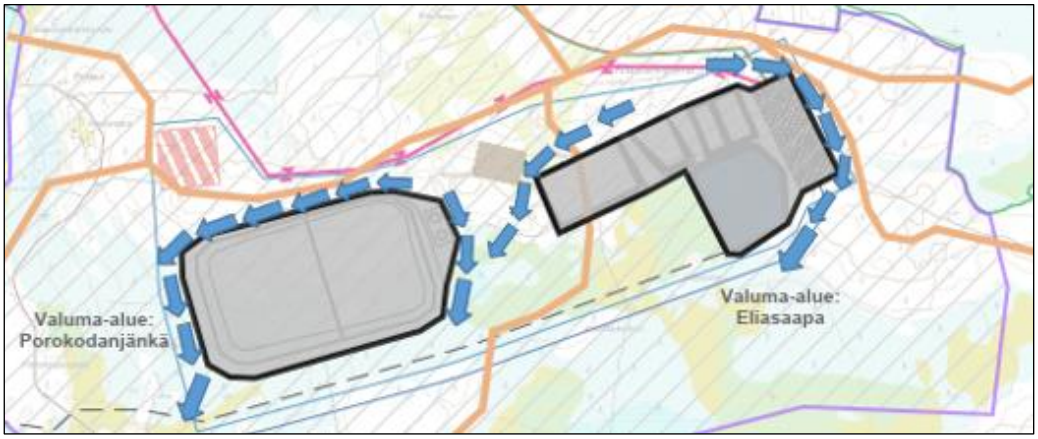
*Kuva 17-17 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE1b** osalta. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja). Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: katso Kuva 17-15 edellä. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



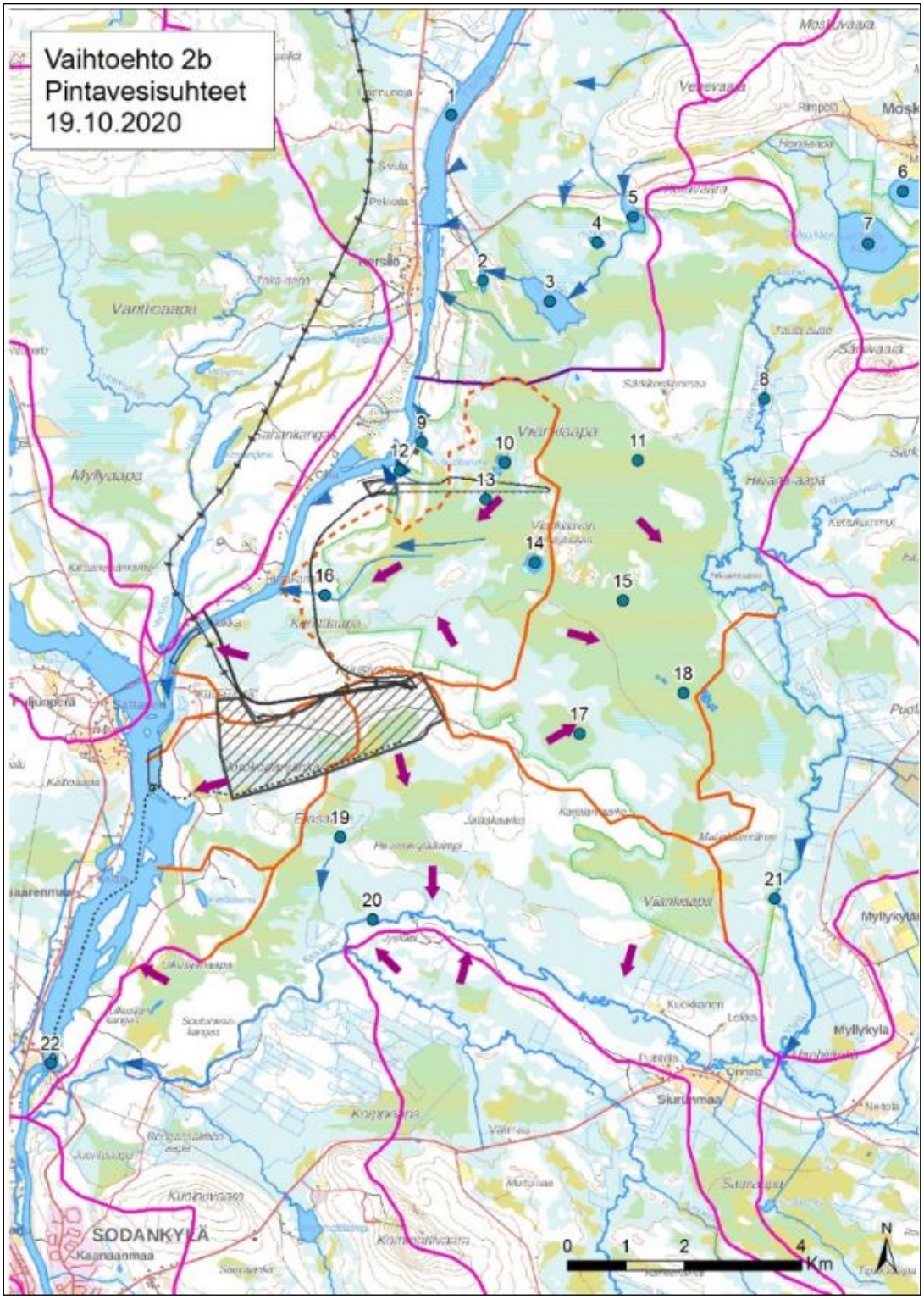
*Kuva 17-18 Tehdasalueen valumavesien johtamisen tarkempi rajaus, **VE1b**. Merkkien selitykset: harmaa alue: valumavedet johdetaan pois luontaiselta valuma-alueelta. Oranssi viiva: luontainen valuma-alueraja. Violetti viiva: hankealueen raja. Violetti raja ja vinoviivoitus: hankealue. Tehdasaluetta ympäröivä sininen viiva: aita. Siniset nuolet: ympäristön puhtaiden valumavesien johtamisreitti tehdasalueen ohi. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c, ei mittakaavaa)*



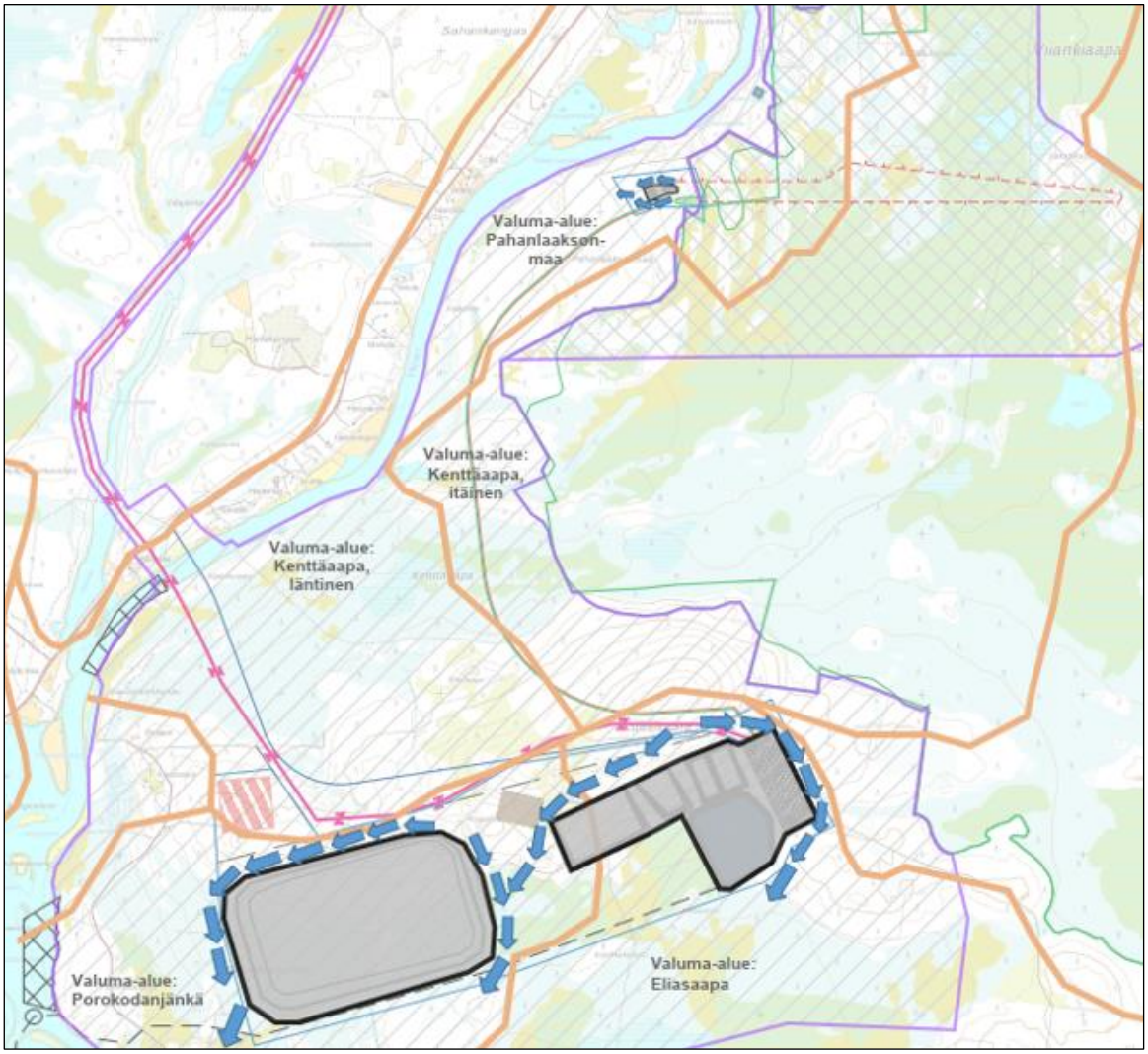
*Kuva 17-19 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE2a** osalta. Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: katso Kuva 17-15 edellä. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



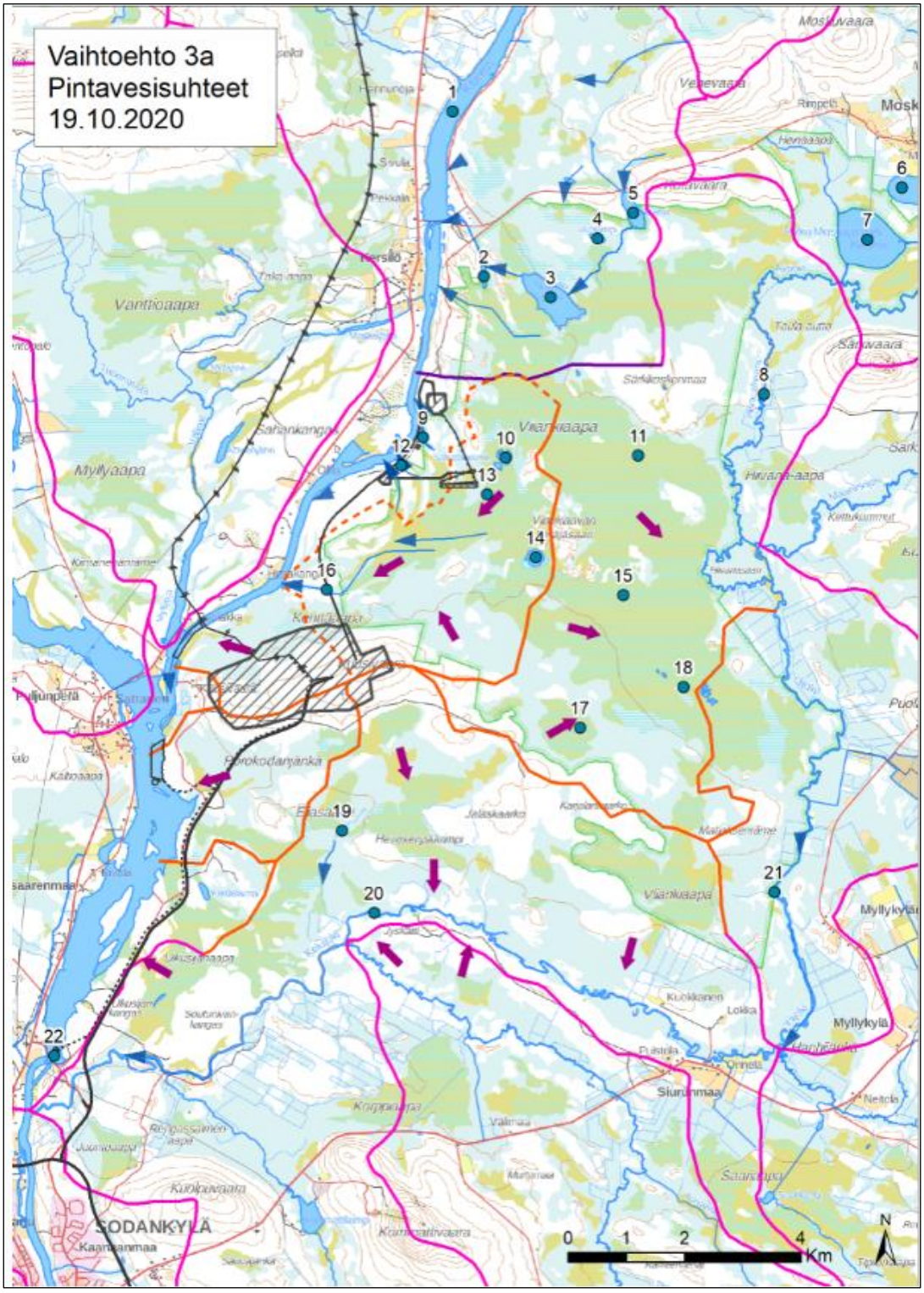
*Kuva 17-20 Tehdasalueen valumavesien johtamisen tarkempi rajaus, **VE2a**. Merkkien selitykset: harmaa alue: valumavedet johdetaan pois luontaiselta valuma-alueelta. Oranssi viiva: luontainen valuma-alueraja. Violetti viiva: hankealueen raja. Violetti raja ja vinoviivoitus: hankealue. Tehdasaluetta ympäröivä sininen viiva: aita. Siniset nuolet: ympäristön puhtaiden valumavesien johtamisreitti tehdasalueen ohi. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c, ei mittakaavaa)*



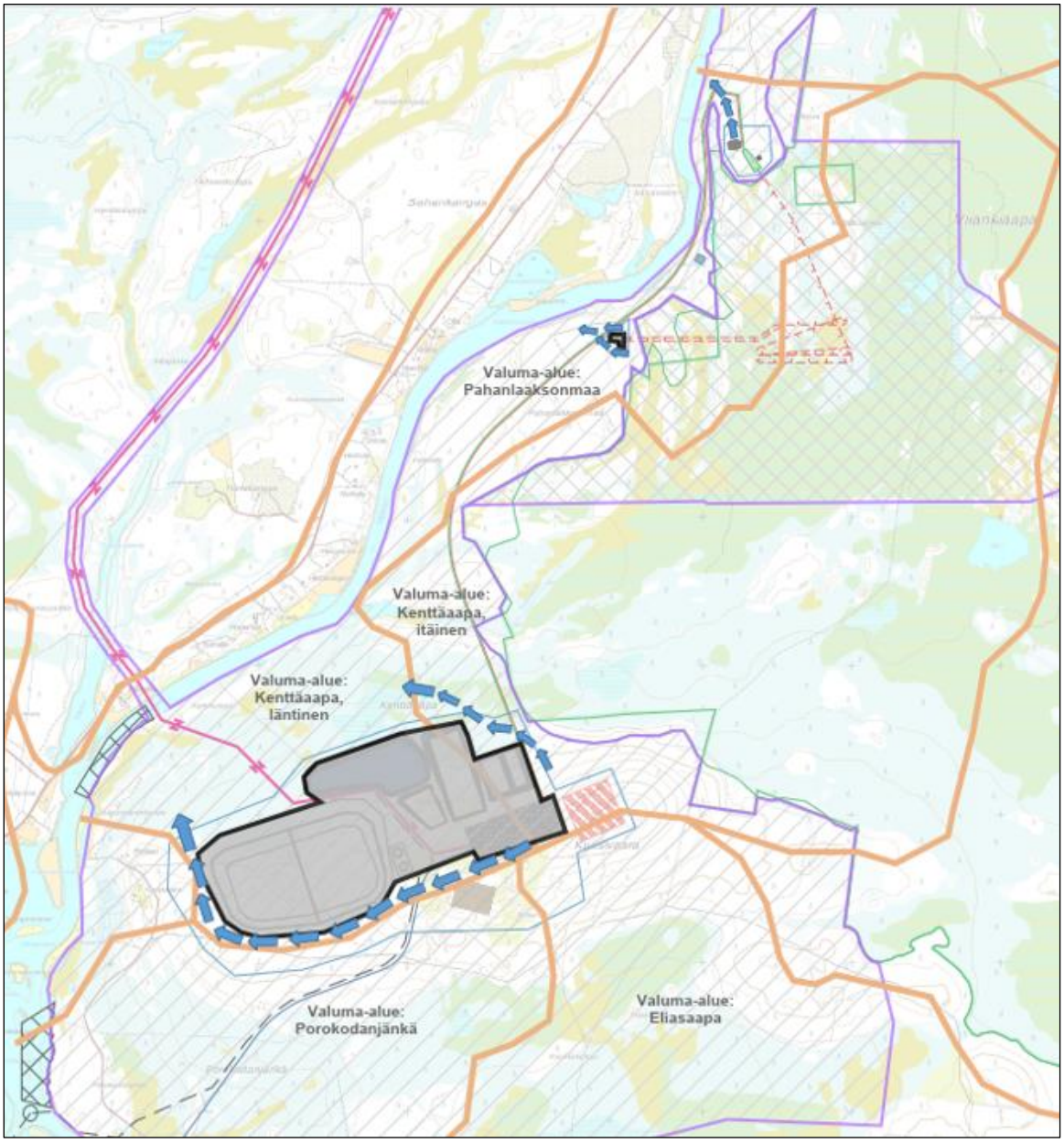
*Kuva 17-21 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE2b** osalta. Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: katso Kuva 17-15 edellä. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).*



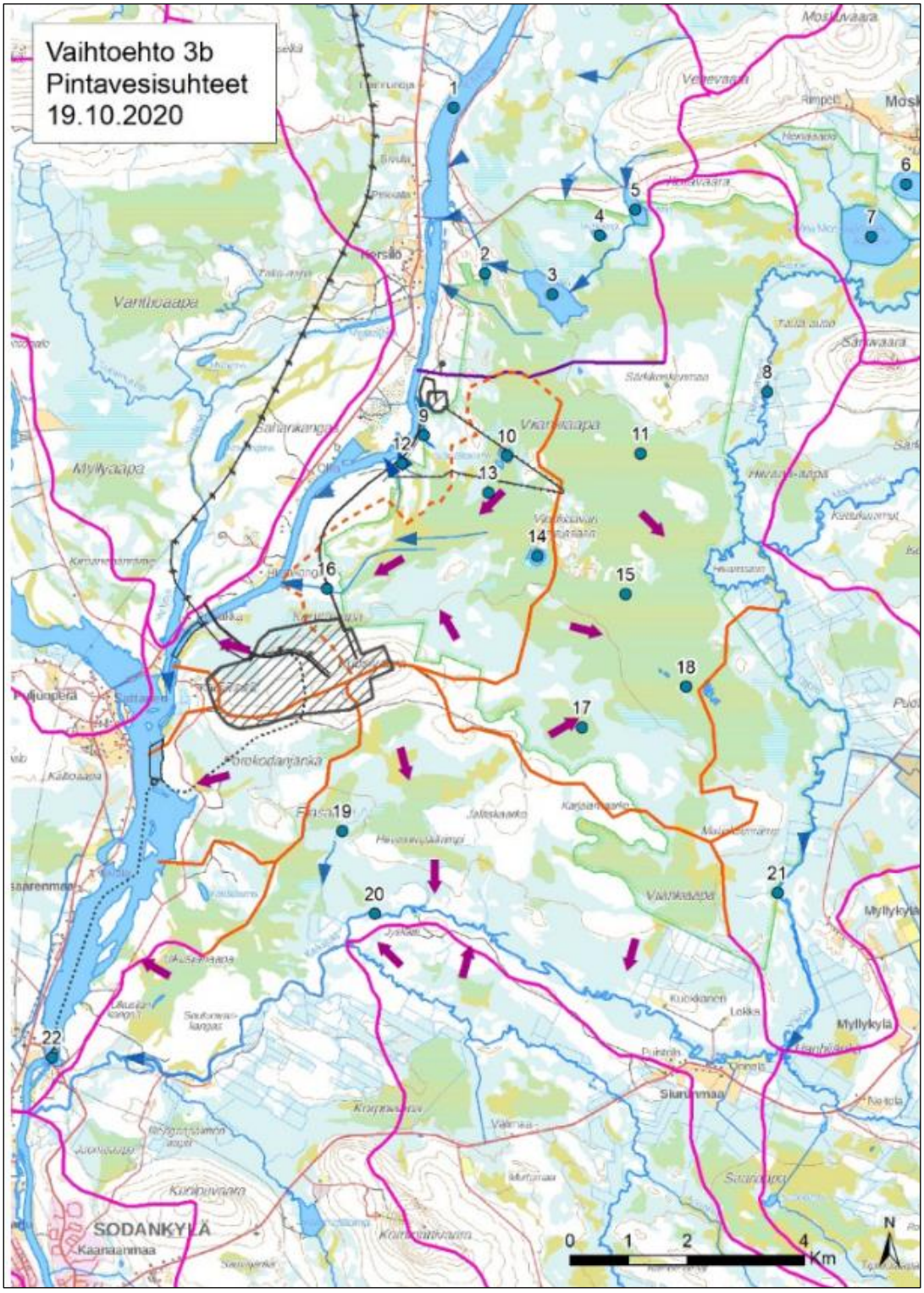
*Kuva 17-22 Tehdas- ja toimintoalueen valumavesien johtamisen tarkempi rajaus, **VE2b**. Merkkien selitykset: harmaa alue: valumavedet johdetaan pois luontaiselta valuma-alueelta. Oranssi viiva: luontainen valuma-alueraja. Violetti raja ja vinoviivoitus: hankealueen raja ja hankealue. Tehdasaluetta ja maanpäällisten toimintojen aluetta ympäröivä sininen viiva: aita. Siniset nuolet: ympäristön puhtaiden valumavesien johtamisreitti tehdas- ja toimintoalueen ohi. Ruskea-vihreä viiva: huoltotie, hihnakuljetin, putkilinja ja voimajohto. Kapea ruskea katkoviiva tehdasalueen ulkopuolisten maanpäällisten toimintojen alueen itäpuolella (kuvan yläosassa): maanalaisen kaivoksen vinotunneli. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c, ei mittakaavaa)*



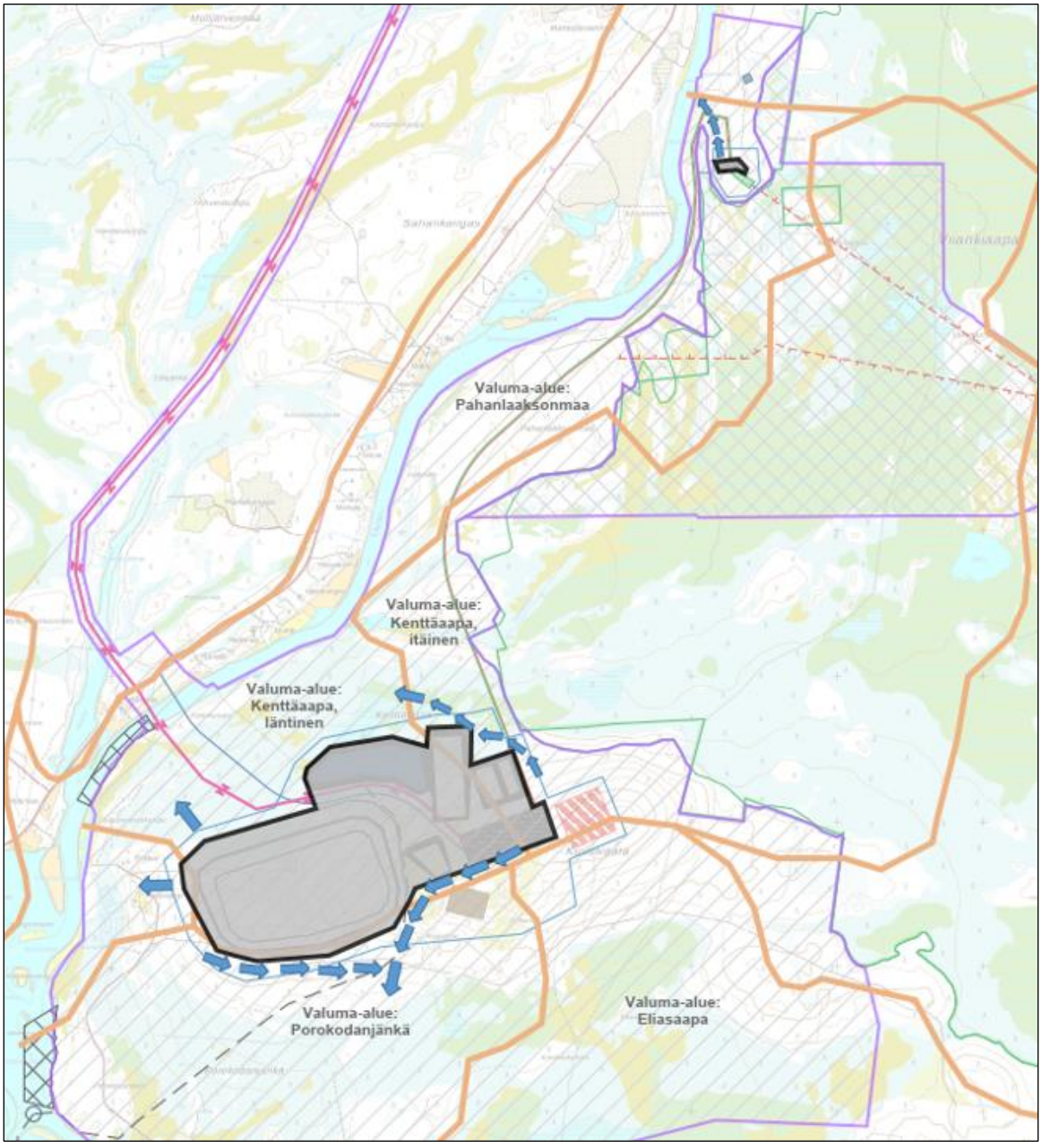
Kuva 17-23 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon VE3a osalta. Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: katso Kuva 17-15 edellä. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja).



*Kuva 17-24 Tehdas- ja toimintoalueen valumavesien johtamisen tarkempi rajaus, **VE3a**. Merkkien selitykset: harmaa alue: valumavedet johdetaan pois luontaiselta valuma-alueelta. Oranssi viiva: luontainen valuma-alueraja. Violetti raja ja vinoviivoitus: hankealue. Tehdasaluetta ympäröivä sininen viiva: aita. Siniset nuolet: ympäristön puhtaiden valumavesien johtamisreitti tehdas ja toimintoalueen ohi. Ruskea-vihreä viiva: huoltotie, hihnakuljetin, putkilinja ja voimajohto. Kapea ruskea katkoviiva tehdasalueen ulkopuolisten maanpäällisten toimintojen alueen itäpuolella (kuvan yläosassa): maanalaisen kaivoksen vinotunneli. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c, ei mittakaavaa)*



*Kuva 17-25 Pintavesiolosuhteet Sakatin kaivoksen lähialueella. Kuvassa on esitetty mustalla vinoviivoituksella hankkeen tehdasalueen toimintojen alue vaihtoehdon **VE3b** osalta. Sakattiojan valuma-alue on tunnistettavissa siten, että valuma-alueella ovat vesistökohteet 10, 13, 14 ja 16 (16 = Sakattioja). Karttamerkkien ja vesistönumeroiden selitykset: katso Kuva 17-15 edellä.*



*Kuva 17-26 Tehdas- ja toimintoalueen valumavesien johtamisen tarkempi rajaus, **VE3b**. Merkkien selitykset: harmaa alue: valumavedet johdetaan pois luontaiselta valuma-alueelta. Oranssi viiva: luontainen valuma-alueraja.. Violetti raja ja vinoviivoitus: hankealue. Tehdasaluetta ympäröivä sininen viiva: aita. Siniset nuolet: ympäristön puhtaiden valumavesien johtamisreitti tehdasalueen ohi. Ruskea-vihreä viiva: huoltotie, hihnakuljetin, putkilinja ja voimajohto. Kapea ruskea katkoviiva tehdasalueen ulkopuolisten maanpäällisten toimintojen alueen itäpuolella (kuvan yläosassa): maanalaisen kaivoksen vinotunneli. (Lähde: AFRY Finland Oy 2020c, ei mittakaavaa)*

Maanalaisen kaivoksen kuivatusvedet, tehdasalueen kuormitteiset hulevedet ja prosessista peräisin olevat vedet johdetaan Kuusivaaran tehdasalueella sijaitsevaan varastoaltaaseen ja otetaan osaksi kaivoksen vesikiertoa. Vesikierron ylijäämävesi käsitellään ja johdetaan putkea pitkin Kitiseen, joten kaivoksen toiminnassa muodostuvilla vesillä ei ole vaikutusta lähivaluma-alueen pintavesiin.

Mahdolliset pintavesivaikutukset lähivaluma-alueella johtuvat seuraavista tekijöistä:

- Valuma-alueen pinta-alan muutokset, koska nykyisiä luonnonvesien kulkureittejä muutetaan niskaojituksilla suunnitellun tehdasalueen kohdalla
- Huoltotien (VE2a, VE2b, VE3a, VE3b) ja yhdystien alueiden hulevedet, joita ei johdeta prosessivesien putken kautta Kitiseen
- Pintaveden kulkureittejä muuttavat rakenteet (huolto- ja yhdystiet) tehdasalueen ulkopuolella
- Pohjaveden mahdollinen aleneminen maanalaisen kaivoksen seurauksena (pohjaveden pinnan lasku voi kuivattaa vaikutusalueen pintavesiä).

Rakennus- ja tuotantovaiheessa maanalaiseen kaivokseen tulevaa vesimäärää pyritään rajoittamaan teknisin ratkaisuin ja siten lieventämään pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia (erityisesti pohjavesipinnan alenemaa). Kalliopohjaveden pääsyä maanalaiseen kaivokseen voidaan vähentää tiivistämällä tunnelitiloja sekä tuotantovaiheessa täyttämällä tyhjiä louhostiloja kovettuvalla täytöllä (mm. pastatäyttö). Tunnelitilojen tiivistys voidaan toteuttaa injektointimenetelmällä, jossa kallioon ja siinä oleviin ruhjeisiin porataan reikiä ja pumpataan niihin kovettuvaa eristysainetta (injektointimassaa). Injektointi voidaan toteuttaa joko ennen tunnelin louhintaa (esi-injektointi) tai jälkikäteen vesivuotojen ilmestyttyä (jälki-injektointi). Estämällä vedentulo kaivokseen pystytään ehkäisemään louhinnasta aiheutuvia pohjavesivaikutuksia sekä parantamaan turvallisuutta kaivoksessa.

Sakatin kaivoshankkeen vaikutusten arvioinnissa on huomioitu kahdentasoiset lievennystoimenpiteet; peruslievennystoimenpiteet ja erityiset lievennystoimenpiteet. Peruslievennystoimenpiteet pitävät sisällään injektoinnin sekä kaivostäytön käytön. Erityiset lievennystoimenpiteet eroavat peruslievennystoimenpiteistä siten, että maanalaisen kaivoksen louhintojen yhteydessä injektointia toteutetaan laaja-alaisemmin.

Vaikutukset kaivostoimintojen alueelta lännen, lounaan, luoteen ja pohjoisen suuntaan sijaitsevalla lähivaluma-alueella (joka kuuluu suoraan Kitiseen purkautuvaan valuma-alueeseen)

Tehdasalueelta länsi-lounaaseen sijaitsee Porokodanjänkä-niminen alue, joka lännen suunnassa rajautuu Kitiseen. Alueella ei ole lampia, eikä selkeitä puroja, paitsi yksi noin 400 m pituinen Kitiseen laskeva nimetön puro. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalue on osittain Porokodanjängän valuma-alueella. Koska tehdasalueella muodostuvat hulevedet johdetaan ylijäämävesien purkuputken kautta Kitiseen, tehdasalue pienentää jonkin verran Porokodanjängän valuma-aluetta. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b valuma-alueen pienentyminen on noin 15-20%, jolla on pienehkö vaikutus valuma-alueeseen. Valuma-alueella pintaveden virtaama pienenee vastaavasti. Alueelta Kitiseen laskevan puron virtaama pienentyy hieman ja uoma kuivuu hieman nykyistä helpommin. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b valuma-alueen pinta-ala ei muutu.

Kitiseen virtaavan Sakattiojan valuma-alue sijaitsee tehdasalueen pohjois-koillispuolella (ks. Kuva 17-15 edellä). Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalue ei sijaitse käytännössä lainkaan Sakattiojan valuma-alueella, joten vaikutuksia ei aiheudu. Sen sijaan vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tehdasalueen koillisosa sijaitsee Sakattiojan valuma-alueella (ks. Kuva 17-23 ja Kuva 17-25 edellä). Siltä osin Sakattiojan valuma-alue pienenee, mutta pienentyminen on vähäinen suhteessa ojan koko valuma-alueeseen, joten merkittäviä vaikutuksia ei aiheudu Sakattiojassa.

Vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a yhdystie kulkee Porokodanjängän halki. Tie kulkee Porokodanjängällä suuren osan matkasta maan pinnan vieton eli pintavalumavesien virtauksen suuntaisesti, jolloin vesistövaikutuksia ei ole käytännössä lainkaan. Etelämpänä valumavesien virtaussuunta on paikoitellen risteävä tien kanssa. Alavimpiin kohtiin asennetaan vettä välittävä tierumpu, joten vaikutukset pintavesien kulkuun ovat vain lievää ohjaavaa vaikutusta. Tiellä ei ole merkittäviä vesistövaikutuksia. Lähellä Kitisen rantaa yhdystie kulkee nykyisen yksityistien kohdalla.

Vaihtoehdossa VE3a kaivoksen toiminnoista vain em. yhdystie sijaitsee Porokodanjängän alueella ja sen eteläpuolella. Vaihtoehdossa VE3b kaivoksen toimintoja ei sijaitse Porokodanjängän alueella.

Tehdasalueen länsi-luoteispuolelta pintavedet kulkeutuvat pintavaluntana ilman selkeitä uomia Kitiseen. Alueella ei ole lampia. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tälle alueelle rakennetaan tarvekivilouhos. Louhos voi samentaa valumavesiä pintavalunnan kulkusuunnassa, mutta vaikutus on todennäköisesti vain pienialainen. Kaikissa vaihtoehdoissa Kuusivaaran luoteispuolelle sijoittuu myös voimajohto. Voimajohdolla ei ole vaikutuksia pintavesiin.

Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tehdasalue sijoittuu kokonaan Kuusivaaran muodostaman vedenjakajan pohjoispuolelle, josta valumavedet luonnontilassa kulkeutuvat länsi-luoteen suuntaan päätyen Kitiseen. Tehdasalueen hulevedet kerätään ja johdetaan kaivoksen sisäiseen vesikiertoon, minkä johdosta tehdasalue pienentää luontaisen valuma-alueen kokoa noin 50–60 %, ja valumavesien määrä pienentyy vastaavasti. Alueella ei ole lampia eikä selkeitä purouomia, vaan valumavedet kulkeutuvat Kitiseen pintavaluntana ja maan pintakerroksessa kulkevana vetenä. Lampien ja uomien puuttuessa vesistövaikutuksia ei käytännössä ole.

Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b Kuusivaaran tehdasalueen ulkopuolella ei ole maanpäällisiä toimintoja. Vaihtoehdossa VE1a tehdasalueen pohjoispuolella sijaitsevan kaivoksen sisäänkäynnin ja vinotunnelin vaikutus maaperän pohjaveden korkeuteen on suhteellisen pieni. Pohjaveden alenema maaperässä on enintään noin 0,5 m, kun käytetään peruslievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden rajoittamiseksi. Suurimman aleneman alue sijoittuu Kärväslammesta koillisen suuntaan sijaitsevalle alueelle (lammen sijainti ks. kartta Kuva 17-15). Suurin alenema ajoittuu talvikuukausiin. Alue, jolla maaperän pohjavesi laskee noin 0,5 m, on kooltaan suurimmillaan noin 1 x 0,5 km kaivostoiminnan oltua käynnissä 22 vuotta. Alueita, joilla maaperän pohjavesi laskee suurimmillaan 0,3 m, on kaksi, ja ne ovat kooltaan noin 1 x 2 km ja noin 0,5 x 2 km. Alue, jolla maaperän pohjavesi laskee 0,1 m, on kooltaan noin 3 x hieman yli 3 km (Stantec 2020, ks. Kuva 16-20).

Pohjaveden alenemisen estämistoimet ovat käytännössä ruhjeiden laajempialaista injektoimista. Mikäli maanalaisen kaivoksen louhintojen yhteydessä käytetään erityisiä lievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan vesimäärän rajoittamiseksi, maanalaisen kaivoksen vaikutus maaperän pohjaveden alenemiseen on selvästi pienempi. Tällöin maaperän pohjaveden pinta laskee enintään noin 0,1 m, ja yksittäisinä esiintyvien noin kolmen vaikutusalueen pinta-ala on enintään noin 0,2 x 0,25 km (Stantec 2020, ks. Kuva 16-20).

Sakattiojan valuma-alueen (ks. Kuva 17-15) hydrologiaa ylläpitävä tekijä on talvinen lumen tulo ja sen sulaminen keväällä. Koska suoalueen maatuneen turpeen vedenjohtavuus on hyvin vähäinen, se varastoi pintavesiä orsiveden tapaan altaina, joista tapahtuu vain hidasta imeytymistä ja virtausta alaspäin pohjaveteen. Vaihtoehdossa VE1a suunnitellut maanalaisen kaivoksen tunneliverkostot eivät saatavissa olevien tietojen perusteella vaikuta suon pintaosien vesitilanteeseen Sakattiojan valuma-alueella (Salonen 2020).

Vaihtoehdossa VE1a vinotunnelin pohjavettä alentavalla vaikutuksella on mahdollisesti suurin vaikutus pintaveden virtaamaan Ruosteojan suhteellisen pienellä noin 0,5 km^2 valuma-alueella (ks.

Kuva 17-15) ja sen tuntumassa olevissa lähteissä (Salonen 2020). Lähteiden virtaamia on käsitelty tarkemmin pohjavesien yhteydessä luvussa 16.

Vaihtoehdossa VE1a vuodenajoittain tarkasteltuna keväällä ja alkukesästä vaikutuksia maaperän pohjaveden korkeuteen ei mainittavasti ole, koska silloin sulamisvesien vaikutus on määräävä tekijä pohjaveden tasossa. Pieniä vaikutuksia maaperän pohjaveden korkeuteen on keski- ja loppukesällä ja vaikutus kasvaa talvea kohti. Maaperän pohjaveden suurin alenema ajoittuu talvikuukausiin, ja pohjaveden pinta nousee keväällä sulamisvesien vaikutuksesta takaisin perustasolle (Stantec 2020). Kun huomioidaan maaperän pohjaveden aleneman pysyminen suhteellisen pienenä ja aleneman ajoittuminen talvikuukausiin, pohjaveden alenemasta ei todennäköisesti aiheudu merkittäviä vaikutuksia lähivaluma-alueen pintavesiin.

Vaihtoehdon VE1b vinotunnelin vaikutusta pohjaveden korkeuteen ei ole arvioitu mallitarkastelun avulla, mutta vaihtoehdon VE1a pohjavesimallinnuksen (Stantec 2020) tulosten perusteella voidaan arvioida, että vaihtoehdon VE1b vaikutukset pohjaveden korkeuteen ovat suhteellisen pieniä, jolloin maaperän pohjaveden korkeuden muutoksilla ei ole merkittäviä vaikutuksia lähivaluma-alueen pintavesiin. Kaivostoiminta tapahtuu maanalaisena ja sen toteutus on sama kaikissa vaihtoehdoissa. Vaihtoehtojen väliset erot pohjaveden korkeuteen kohdistuvissa vaikutuksissa liittyvät vinotunnelin sijoittamiseen.

Vaihtoehdot VE2a ja VE2b ovat maanpäällisten rakenteiden pintavesivaikutusten näkökulmasta käytännössä keskenään samanlaisia tehdasalueen pohjoispuolisella alueella, jonne rakennetaan huoltotie, malmin hihnakuljetin, putkilinja, maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti kaivosvesien keräilyallas, pastalaitos, kuilunostin (vain VE2a), ilmanvaihtoasema ja propaanipoltin. Huoltotie ohjaa pintavesien kulkeutumista tien läheisyydessä, mutta alavimpaan kohtaan eli Sakattiojan uoman kohdalle (vrt. Kuva 17-19 edellä) rakennetaan rumpu, joten Sakattiojan kulku ei muutu. Tiealueella muodostuu hieman kiintoainepitoisia hulevesiä, mutta määrät ovat pieniä, joten tien hulevesien vaikutus rajautuu tien välittömään läheisyyteen. Huoltotien pinnan ja tierakenteiden stabiloitumisen jälkeen tien aiheuttama kiintoainekuormitus pintavesiin on käytännössä merkityksetön.

Vaihtoehtojen VE2a ja VE2b vinotunnelin vaikutusta pohjaveden korkeuteen ei ole arvioitu mallitarkastelun avulla. Vaihtoehdon VE1a pohjaveden virtausmallinnuksen (Stantec 2020) tulokset viittaavat, että vaihtoehtojen VE2a ja VE2b vaikutukset pohjaveden korkeuteen voivat olla suhteellisen pieniä, jolloin maaperän pohjaveden korkeuden muutoksilla ei olisi merkittäviä vaikutuksia lähivaluma-alueen pintavesiin. Varmemman arvion tekeminen edellyttäisi pohjaveden virtausmallitarkastelua myös vaihtoehdoille VE2a ja VE2b.

Vaihtoehdot VE3a ja VE3b ovat maanpäällisten rakenteiden pintavesivaikutusten näkökulmasta käytännössä keskenään samanlaisia tehdasalueen pohjoispuolisella alueella, jonne rakennetaan samat rakenteet kuin edellä on kuvattu vaihtoehtojen VE2a ja VE2b kohdalla. Osa rakenteista sijoittuu kuitenkin pohjoisemmaksi kuin vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b. Huoltotie ohjaa pintavesien kulkeutumista tien läheisyydessä, mutta alavimpaan kohtaan eli Sakattiojan uoman kohdalle (vrt. Kuva 17-23 edellä) ja rakennetaan rumpu, joten ojan kulku ei muutu. Rakennettavan huoltotien alueella muodostuu hieman kiintoainepitoisia hulevesiä, mutta määrät ovat pieniä, joten huoltotien hulevesien vaikutus rajautuu tien välittömään läheisyyteen. Huoltotien pinnan ja tierakenteiden stabiloitumisen jälkeen tien aiheuttama kiintoainekuormitus pintavesiin on käytännössä merkityksetön. Rakennettava huoltotie yhdistyy pohjoispäästään olemassa olevaan tiehen, joka kulkee Kitisen itärannalla. Olemassa olevan tieosuuden alueella pintavesivaikutukset eivät muutu nykytilasta.

Vaihtoehtojen VE3a ja VE3b vinotunnelin vaikutusta pohjaveden korkeuteen ei ole arvioitu mallitarkastelun avulla. Vaihtoehdon VE1a pohjaveden virtausmallinnuksen (Stantec 2020) tulokset viittaavat, että vaihtoehtojen VE3a ja VE3b vaikutukset pohjaveden korkeuteen voivat olla suhteellisen pieniä, jolloin maaperän pohjaveden korkeuden muutoksilla ei olisi merkittäviä vaikutuksia lähivaluma-alueen pintavesiin. Varmemman arvion tekeminen edellyttäisi pohjaveden virtausmallitarkastelua myös vaihtoehdoille VE3a ja VE3b.

Kaivostoimintojen (mukaan lukien vinotunnelit) alueen pohjois-länsipuolella lähellä (n. 70 m) Kitisen rantaa sijaitsee pienikokoinen Kärväslampi (ks. Kuva 17-15 edellä). Lammen vedenpinnan korkeudessa on luontaisesti suuri vuotuinen vaihtelu. Kärväslammen pinnan korkeudella ja pohjaveden pinnan korkeudella ei tiettävästi ole merkittävää yhteyttä. Pohjaveden korkeuteen maanalaisen kaivoksen avoimista tiloista kohdistuvien vaikutusten mallitarkastelussa (Stantec 2020) suurin pohjaveden pinnan lasku lammen lähialueella on vaihtoehdossa VE1a maanalaiseen kaivokseen tulevan veden rajoittamiseksi tehtävillä peruslievennystoimenpiteillä noin 0,1–0,5 m (ks. luku 16.3.1) ja erityisiä lievennystoimenpiteitä toteutettaessa noin 0,1–0,2 (ks. luku 16.3.1). Pohjaveden alenema vaihtelee vuodenajoittain: keväällä ja alkukesästä vaikutusta ei mainittavasti ole, kesän kuluessa vaikutus kasvaa ja vaikutus on suurimmillaan lopputalvella ennen kevättulvaa. Kaivostoiminnalla ei ole mainittavaa vaikutusta Kärväslammen pinnan korkeuteen, koska pohjaveden pinnan korkeudella ei tiettävästi ole merkittävää vaikutusta lammen pinnan korkeuteen.

Pohjaveden alenemaan liittyvät vaikutukset Kärväslammessa oletetaan vaihtoehdoissa VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b karkeasti samoiksi kuin edellisessä kappaleessa kuvattiin vaihtoehdolle VE1a.

Kärväslammella (sijainti ks. Kuva 17-15 edellä) ei ole Maanmittauslaitoksen kartassa pysyvää tulo- tai lähtöuomaa, joten valuma-alueen rajat eivät ole tarkasti tiedossa. Maastohavaintojen mukaan kevättulvan aikana lammen pohjoispäästä on väliaikainen purku-uoma Kitiseen ja uoma kuivuu kesällä (AASM Oy:n antama tieto 13.9.2020). Karttatarkastelun perusteella vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b kaivoksen maanpäällisiä toimintoja ei ole lammen valuma-alueella. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b huoltotie sijaitsee nykyisen tien kohdalla lammen ja Kitisen välisellä kapealla (n. 70 m) kannaksella. Kun nykyinen tie rakennettiin, se heikensi pintavalumaa suolta Kitiseen, mikä on yksi syy Kärväslammen koon kasvamiseen verrattuna 1960-luvun kokoon (Salonen 2020). Jos vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tien muuttuminen huoltotieksi ei muuta tiepohjan maan pinnan suuntaista vedenläpäisykykyä, tie ei vaikuta lammen veden korkeuteen. Jos tien muuttuminen huoltotieksi vaikuttaa nykyistä tiepohjaa tiivistävästi, eli pintavesien padotusta lisäävästi, lammen pinta voi nousta vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b.

Sakattilammit (3 kpl) (sijainti ks. Kuva 17-15 edellä) sijaitsevat Viiankiaavan länsiosassa Kitiseen purkautuvan Sakattiojan valuma-alueella ja ne ovat suolampia. Kaivoksen maanpäällisiä toimintoja ei ole lampien valuma-alueella. Sakattiojan valuma-alueella suoalueen maatuneen turpeen vedenjohtavuus on hyvin vähäinen, se varastoi pintavesiä orsiveden tapaan altaina, joista tapahtuu hidasta imeytymistä ja virtausta alaspäin. Vaihtoehdossa VE1a maanalainen kaivos ei saatavissa olevien tietojen perusteella vaikuta suon pintaosien vesitilanteeseen Sakattilammien alueella tai muulla Sakattiojan valuma-alueella (Salonen 2020). Koska suoalueen maatuneen turpeen vedenjohtavuus on Sakattiojan valuma-alueella hyvin vähäinen, myöskään muissa vaihtoehdoissa (VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) Sakattilammiin ei aiheudu vaikutuksia maanalaisesta kaivoksesta.

Nimetön suolampi 1 (pinta-ala n. 0,5 ha) sijaitsee Viiankiaavalla Petäjäsaaren luoteispuolella ja nimetön suolampi 2 (pinta-ala n. 9,9 ha) sijaitsee Viiankiaavalla Petäjäsaaren lounaispuolella (ks. Kuva 17-15 edellä). Kummatkin sijaitsevat Sakattiojan valuma-alueella. Kaivoksen maanpäällisiä toimintoja ei ole lampien valuma-alueella. Myöskään maanalaisesta kaivoksesta ei aiheudu muutoksia lampien

pinnan tasoon, joten kaivostoiminnalla ei ole vaikutuksia näissä lammissa. Perusteet pohjaveden korkeuden kautta tulevien vaikutusten puuttumiseen ovat samat kuin edellä Sakattilammien kohdalla.

Vaikutukset kaivostoimintojen alueelta pohjoisen suuntaan sijaitsevalla Viiankijärven ja sen lasku-uomassa sijaitsevan Kokkolammen alueella

Viiankijärveen tai sen lasku-uomassa sijaitsevaan Kokkolampeen kohdistuva mahdollinen vesistövaikutus aiheutuu pohjaveden pinnan mahdollisen alenemisen vuoksi, mikä voi vähentää pintaveden virtausta. Vaihtoehdon VE1a pohjaveden korkeusmuutosten mallitarkastelussa suurimmassa arvioidussa muutoksessa Viiankijärven valuma-alueen etelän puoleisessa reunaosassa kivennäismaan pohjaveden pinta voi laskea noin 0,1 m (ks. luku 16.3.1). Käytännössä tämän suuruisesta pohjaveden pinnan alenemisesta ei aiheutuisi mainittavia pintavesivaikutuksia, koska muutos on pieni, ja se tapahtuu vain valuma-alueen reunassa, ja muutos ajoittuu lähinnä talvikuukausille. Jos maanalaisessa kaivoksessa toteutetaan erityisiä lieventämistoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden rajoittamiseksi, pohjaveden pinta ei laske Viiankijärven valuma-alueen reunassa, jolloin pintavesivaikutuksia ei ole Viiankijärvessä tai Kokkolammessa.

Vaihtoehtojen VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b vinotunnelin vaikutusta pohjaveden korkeuteen ei ole arvioitu mallitarkastelun avulla, mutta voidaan karkeasti olettaa, että niissä vaikutukset Viiankijärven ja Kokkolammen valuma-alueella ovat jokseenkin samat kuin edellä on kuvattu vaihtoehdolle VE1a.

Vaikutukset kaivostoimintojen alueelta pohjoisen suuntaan sijaitsevassa Rytilammessa

Viiankijärven pohjoispuolella sijaitsevalla Rytilammella ei ole tulo- tai lähtöuomia (sijainti ks. Kuva 17-15 edellä). Rytilammen valuma-alueella ei ole maanpäällisiä kaivostoimintoja. Maanalaisen kaivoksen vaikutus kivennäismaan pohjaveden tasoon ei ulotu lammen alueelle vaihtoehdossa VE1a. Rytilampi sijaitsee myös muissa vaihtoehdoissa (VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) riittävän kaukana pohjoisen suunnassa, joten vaikutuksia pohjaveden korkeuteen aiheudu lammen alueella. Kaivostoiminta ei aiheuta vaikutuksia Rytilammessa.

Vaikutukset kaivostoimintojen alueelta idän suuntaan sijaitsevalla lähivaluma-alueella (joka kuuluu Hiivanahaaraan tai Ylijokeen purkavaan valuma-alueeseen)

Idän suunnan lähivaluma-alueen vedet kulkeutuvat Hiivanahaaraan tai siitä alavirtaan sijaitsevaan Ylijokeen. Ylijoesta vesi virtaa Kelujoen kautta Kitiseen (ks. Kuva 17-15 edellä).

Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b tehdasalueelta ei kulkeudu pintavesiä idän suuntaan (valuma-aluekartta ks. Kuva 17-15 edellä), ja tehdasalueen ulkopuolella ei ole maanpäällisiä toimintoja idän suunnan valuma-alueella. Vaihtoehdossa VE1a maanalainen kaivos alentaa kivennäismaan pohjaveden tasoa idän suunnan valuma-alueen reunaosassa suurimmillaan noin 10 cm, kun maanalaisen kaivoksen vaikutus pohjaveteen on suurimmillaan tilanteessa, jolloin kaivokseen tulevan veden rajoittamiseksi ja siten pohjaveden korkeuteen kohdistuvien vaikutusten vähentämiseksi ei ole tehty erityisiä lieventäviä toimia (Stantec 2020).

Kivennäismaan pohjaveden pinnan alenemasta aiheutuvat pintavesivaikutukset idän suunnan lähivaluma-alueella ovat kuitenkin käytännössä merkityksettömiä, koska pinnan alenema on pieni ja pohjaveden korkeuteen kohdistuvien vaikutusten alue on pieni idän suunnan valuma-alueella. Lisäksi pintavesivaikutuksia vähentää pohjaveden pinnan korkeuteen kohdistuvan vaikutuksen ajoittuminen lähinnä talvikuukausiin. Jos maanalaisessa kaivoksessa toteutetaan erityisiä tiivistystoimenpiteitä, kivennäismaan pohjaveden korkeus ei alene idän suunnan valuma-alueella lainkaan, jolloin pintavesivaikutuksia ei ole. Vaihtoehdosta VE1b ei ole tehty pohjaveden korkeuteen kohdistuvien

vaikutusten mallinnusta. Pohjaveden korkeuteen ja sen kautta pintavesiin kohdistuvien vaikutusten oletetaan karkeasti arvioiden olevan samat kuin edellä kuvatussa vaihtoehdossa VE1a.

Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b tehdasalueelta ei kulkeudu pintavesiä idän eli Hiivanahaaran ja Ylijoen suuntaan (ks. valuma-aluekartat Kuva 17-19–Kuva 17-25), ja tehdasalueen ulkopuolella ei ole maanpäällisiä toimintoja idän suunnan valuma-alueella. Maanalaisesta kaivoksesta aiheutuvia pohjaveden korkeuteen kohdistuvia vaikutuksia ei ole mallinnettu näille vaihtoehdoille. Pohjaveden korkeuteen ja sen kautta pintavesiin kohdistuvien vaikutusten oletetaan karkeasti arvioituna olevan samat kuin edellä kuvatussa vaihtoehdossa VE1a.

Vaikutukset kaivostoimintojen alueelta etelän suuntaan sijaitsevalla lähivaluma-alueella

Etelän suunnassa lähivaluma-alueen vedet kulkeutuvat Eliasojan kautta tai ilman selvää uomaa maan pinnan valuntana ja päätyvät Kelujokeen. Kelujoki laskee Kitiseen.

Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalueen itäosa sijaitsee etelän suuntaan virtaavalla lähivaluma-alueella, josta vesi kulkeutuu Eliasojaan (ks. Kuva 17-15 ja Kuva 17-17). Kuusivaaran tehdasalueella muodostuvat vedet johdetaan sisäiseen kiertoon ja tarvittaessa puhdistukseen ja edelleen purkuputken kautta Kitiseen. Tehdasalueen vedet poistuvat luonnontilaiselta valuma-alueelta, joten etelän suunnassa sijaitsevan Eliasojan valuma-alueen pinta-ala pienenee suuruusluokkaa 20 %. Valuma-alueen pienentyminen pienentää hieman Eliasojan virtaamaa ja lisää mahdollisuuksia sen ajoittaiseen kuivumiseen.

Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tehdasalue ulottuu vain vähän Eliasojan valuma-alueelle (ks. Kuva 17-23 ja Kuva 17-25), joten mainittavia vaikutuksia ei aiheudu Eliasojassa.

Kuljetusriskit

Mahdollinen kuljetusonnettomuus voi aiheuttaa riskejä pintavesivesille. Pintavesiin kohdistuva kuljetusonnettomuusriski on merkittävin nestemäisille kemikaaleille, koska ne voivat ympäristöön joutuessaan kulkeutua eteenpäin. Kaivoksen lopputuote eli kiinteä raekooltaan hienoa hiekkaa tai silttiä vastaava ja korkeita metallipitoisuuksia sisältävä rikaste ei aiheuta riskiä pintavesille, koska se ei kulkeudu ympäristössä, ellei se altistu sateelle tai joudu suoraan vesistöön.

17.3.4 Sulkemistöiden aikaiset vaikutukset

Sulkemisvaiheen kestoksi on arvioitu noin 1–2 vuotta. Aikajakson pituuden arvio sisältää epävarmuutta, koska etukäteen ei varmuudella tiedetä, kuuluuko sulkemiseen esim. massojen pois kuljettamista.

Lähtökohtaisesti sulkemistöiden aikaiset vaikutukset pintavesiin ovat useilta osin pitkälle rakennusvaihetta vastaavia. Rakennusvaiheen pintavesivaikutuksia on tarkasteltu edellä kohdassa 17.3.2. Sulkemisvaiheessa purettavissa rakenteissa on jossakin määrin vaikutuksia kaivoksen toiminnasta, mutta toiminnan aikaisia jäämiä sisältävät rakenteet poistetaan sulkemissuunnitelman mukaan siten, että merkittäviä vaikutuksia vesiin ei aiheudu.

17.3.5 Sulkemisen jälkeiset vaikutukset

Tehdasalueen altaiden vedet pumpataan vesikiertoon päävesivaraston kautta puhdistukseen tai maanalaisen kaivoksen täyttämiseen. Kalvopohjat poistetaan ja sijoitetaan rakennusjätteenä. Vesivarastoaltaan pato poistetaan riippuen patoluokasta. Pienempien altaiden penkereiden materiaali käytetään altaiden täyttämiseen. Vedenotto- ja purkuputkien osalta arvioidaan riskit rakenteiden purkamiseen sekä jättämiseen, minkä perusteella päätetään toteutettavasta

vaihtoehdosta. Joessa sijaitsevat putkilinjat ja muut varusteet poistetaan hävittämistä tai kierrättämistä varten.

Matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalueelle rakennetaan tiivis peiterakenne ja pinta muotoillaan valumavesien johtamiseksi keräysojiin. Varsinainen sijoitusalueen sulkemisen jälkeinen vesienhallinta suunnitellaan vasta lupavaiheen tarkentavan suunnittelutyön yhteydessä.

Valumavesien kulku palautuu lähemmäs ennen kaivoksen rakentamista vallinnutta tilaa. Tämä tarkoittaa virtaaman palautumista lähemmäs luontaista tasoa lähivaluma-alueen pienissä uomissa, joiden valuma-alueet jossakin määrin pienentyivät kaivoksen toiminnan aikaisten vesienjohtamisjärjestelyjen seurauksena.

Tiet jäävät ennalleen, ja päällystettyjen alueiden purkaminen tai paikalleen jättäminen ratkaistaan alueen tulevan käytön mukaan. Sulkemistoimenpiteiden tarkoitus on ympäristöön kohdistuvien vaikutusten pienentäminen, joten sulkemisen jälkeinen vaikutus lähivaluma-alueen pintavesiin on todennäköisesti pieni. Kitiseen kohdistuvat vaikutukset ovat sulkemisen jälkeen todennäköisesti erittäin pieniä.

17.3.6 Vaikutusten merkittävyys

Vaikutukset pintavesiin eivät ole merkittäviä. Kaikki tehdasalueella muodostuvat kuormitteiset vedet eli prosessivedet ja kuormitteiset hulevedet johdetaan käsittelyn jälkeen ylijäämävesinä Kitiseen. Pitoisuusnousut Kitisessä ovat suhteellisen pieniä ja ne eivät heikennä Kitisen tai sen alapuolisen Kemijoen ekologista ja kemiallista tilaa.

Lähivaluma-alueille ei johdeta kaivoksen toiminnassa ja sen toiminta-alueella miuodostuvia kuormitteisia vesiä. Vaikutusmekanismit lähivaluma-alueen pintavesiin liittyvät rakennus- ja purkutöihin, valuma-alueen pienentymiseen ja mahdolliseen pohjaveden pinnan laskemiseen. Pintavesivaikutukset lähivaluma-alueilla eivät ole merkittäviä, mahdollisesti lukuun ottamatta lounaan suunnan pientä lähivaluma-aluetta, jossa vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tämän lähivaluma-alueen pinta-ala pienentyy arviolta 30 % ja valumavesien virtaama pienentyy vastaavasti.

Kitinen

Kitiseen johdettavien vesien ominaispiirteenä ovat luonnonvesiin verrattuna kohonneet sulfaatin, kokonaistypen ja metallien ja alkuaineiden (nikkeli, lyijy, kadmium, elohopea, antimoni, arseeni, kromi, kupari) pitoisuudet. Pitoisuusnousut Kitisessä riippuvat joen virtaamasta ja ylijäämävesien sekoittumisen tehokkuudesta. Odotetusti suurimmat pitoisuusnousut tapahtuvat purkuputken pään lähialueella Kelukosken voimalan yläpuolisessa altaassa joen pienen virtaaman aikana. Vaikutus on Kelukosken altaassa on pieni, ja vaikutuksen merkittävyys on vähäinen kielteinen (Taulukko 17-9).

Taulukko 17-19 Sakatin kaivoksen vaikutuksen merkittävyys toiminnan aikana Kitisessä Kelukosken voimalan yläpuolisessa altaassa, joka on kaivoksen vesien purkupaikka.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0			
Suuri herkkyys							

Kaivoksen vaikutus vähenee alavirtaan siirryttäessä laimentumisen seurauksena. Pitoisuusnousut ovat Kitisessä suurimmillaankin pieniä tai melko pieniä, eivätkä ne heikennä Kitisen tai alapuolisen Kemijoen ekologista tai kemiallista tilaa (Taulukko 17-20).

Taulukko 17-20 Sakatin kaivoksen vaikutuksen merkittävyys toiminnan aikana Kitisessä Kelukosken alapuolisella jokiosuudella.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys				VE0, VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b			
Suuri herkkyys							

Lähivaluma-alue

Lähivaluma-alueella tarkoitetaan kaivostoimintojen eli maanpäällisten toimintojen ja maanalaisen kaivoksen vaikutuspiirin ojia, lampia ja pintavalumavesiä, jotka lännen suunnalla virtaavat suoraan Kitiseen, idän suunnassa Hiivanahaaraan tai siitä alavirtaan sijaitsevaan Ylijokeen (josta purkureitti jatkuu Kelujoen kautta Kitiseen) ja etelän suunnassa Kelujokeen ja sieltä edelleen Kitiseen. Kaivostoimintojen vaikutuspiirin pohjoisella reunalla Viiankiaavan suoalueella on hieman epävarmaa, kulkeutuvatko pintavedet pohjoisen suuntaan Viiankijärveen vai lännen tai etelän suuntaan Kitiseen.

Rakennustöiden aikana lähivaluma-alueen valumavesissä voi tapahtua samentumista. Vaikutukset loppuvat rakennustöiden päättymisen ja vedelle alttiiden pintojen stabiloitumisen jälkeen. Rakennusaikainen mahdollinen valumavesien samentuminen on suhteellisen lyhytaikainen ja palautuva muutos.

Kaivoksen toiminnan aikana lännen, lounaan ja etelän suunnassa sijaitsevien melko pienten lähivaluma-alueiden pinta-alat pienentyvät tehdasalueen valumavesijärjestelyjen vuoksi noin 15–60 %. Eniten eli noin 50–60 % pienentyy vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b pieni valuma-alue tehdasalueesta luoteeseen, mutta tällä valuma-alueella ei ole vesiuomia tai lampia. Melko vähän eli noin 15–20 % pienentyy vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalueesta lounaaseen sijaitseva pieni Porokodanjängän valuma-alue. Porokodanjängällä on pieni (n. 400 m) puro, jonka virtaama pienenee valuma-alueen pienentymistä vastaavasti. Kaivoksen toiminnan aikana etelän suunnan Eliasojan valuma-alueen pinta-ala pienentyy vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b noin 20 % ja ojan virtaama pienenee vastaavasti. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b mainittavia vaikutuksia ei aiheudu Eliasojassa, koska tehdasalue ulottuu vain vähän Eliasojan valuma-alueelle.

Maanalainen kaivos aiheuttaa vaikutusalueella enintään 0,5 m aleneman kivennäismaan pohjaveteen. Jos maanalaisessa kaivoksessa toteutetaan erityisiä lievennystoimenpiteitä kaivokseen tulevan veden rajoittamiseksi, pohjaveden alenema on merkittävästi pienempi ja pinta-alaltaan pienempi. Suurin alenema esiintyy talvikuukausina, ja keväällä ja alkukesästä pinta ei mainittavasti alene. Pohjaveden alenema ei aiheuta lähivaluma-alueella merkittäviä pintavesivaikutuksia.

Yhteenveto vaikutuksen merkittävyydestä lähivaluma-alueen pintaveden laatuun on ohessa taulukkona (Taulukko 17-21).

Taulukko 17-21 Sakatin kaivoksen vaikutuksen merkittävyys toiminnan aikana lähivaluma-alueen pintavesiin.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0			
Suuri herkkyys							

17.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Rakennusaikana kiintoaineen kulkeutumista vesistöön voidaan vähentää käyttämällä rakennusaineksia, joissa veden aiheuttama eroosio ja huuhtoutuminen on pienempää. Maanrakennustöiden välttäminen tulva-aikoina, varsinkin kevättulvan aikana, vähentää huuhtoutumista. Vesien käsittelyrakenteet, eli mm. ojat ja altaat, rakennetaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, mikä parantaa vesien hallittua käsittelyä.

Vesien käsittelyrakenteet rakennetaan heti, kun se on teknisesti mahdollista, ja muut tehdasalueen rakenteet tehdään niiden jälkeen. Vesien käsittelyrakenteisiin kuuluvat mm. niskaojat, jotka johtavat ympäristön valumavedet tehdasalueen ohi, ja ympärysojat, jotka keräävät tehdasalueen valumavedet hallittuun käsittelyyn. Lisäksi vesien käsittelyn rakenteisiin kuuluvat vesien varastoaltaat, joita käytetään rakennusvaiheessa tehdasalueen valumavesien laskeutusaltaina alueelta ympäristöön lähtevän veden kiintoainepitoisuuden ja sameuden vähentämiseen, rakennetaan heti kun se on teknisesti mahdollista. Kaivoksen tuotantovaiheessa altaita käytetään vesien varastointiin ja niistä lähtevä vesi johdetaan käsittelyn jälkeen Kitiseen.

Toiminnan aikana pintavesivaikutuksia vähentää ylijäämävesien käsittelyn ja vesien varastoinnin hyvä toimintavarmuus ja riskien hallinta. Ylijäämävesien käsittelyn osalta tämä tarkoittaa mm. käsittelyn riittävää mitoitusta myös suuremmille virtaamille ja vaihteleville pitoisuuksille ja lämpötiloille, puhdistusprosessin jatkuvaa seurantaa, rinnakkaisia laitteistoja puhdistamon keskeisimmille toiminnoille, mahdollisia rinnakkaisia käsittelylinjoja, päivystystä erikoistilanteisiin nopeaan vastaamiseen ja sähkön saannin varmistamista varavoiman avulla.

Veden varastoinnin osalta hyvä toimintavarmuus ja riskien hallinta tarkoittavat mm. riittävää altaiden tilavuuden mitoitusta, vesieristysrakenteiden riittäviä varmuuskertoimia, rakentamisvaiheessa hyvää laadunvalvontaa ja sen dokumentointia. Lisäksi riskienhallinta sisältää veden johtamisen rakenteita, joilla voidaan seurata vesieristyksen alapuolelta tulevan veden laatua altaiden vedenpitävyyden varmistamiseksi.

Sulkemistöiden aikana huuhtoutumista aiheuttavien työvaiheiden ajoittaminen tulva-aikojen ulkopuolelle vähentää huuhtoutumista.

Sulkemisen jälkeisiä vaikutuksia vähentää tehokas vesieristys haitta-aineita sisältäville massoille, jotka ovat alttiina sade- ja sulamisvesille. Vesieristysrakenteiden kunnon säännöllinen tarkastus ja tarvittaessa korjaus vähentää vaikutuksia. Vaikutusten säännöllinen jälkiseuranta vesistöön johdettavissa vesissä ja vesistössä auttaa havaitsemaan mahdollisia ongelmakohtia.

18 VAIKUTUKSET VESIEKOLOGIAAN JA VESIELIÖSTÖÖN

Tässä kappaleessa tarkastellaan kaivoshankkeen vaikutuksia vesieliöstöön ja niiden kautta vesiekologiaan. Vesieliöistä tarkastellaan kaloja, pohjaeläimiä, piileviä (päällysleviä) ja vesisammalia. Lähteet, lähdeluontotyypit ja lähde-eliöstö sekä niihin kohdistuvat vaikutukset on käsitelty luvuissa 16 Vaikutukset pohjaveteen sekä luvussa 19 Vaikutukset luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen.

18.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

18.1.1 Vaikutusten muodostuminen

Hankkeesta saattaa aiheutua vaikutuksia vesieliöstölle vedenlaadun muutosten myötä sekä rakennusvaiheessa että toiminnan aikana. Rakennusvaiheessa vesistökuormitusta voi aiheutua kaivosalueen ja tieverkoston rakentamisen maansiirtotöistä johtuvista lisääntyneistä kiintoainekuormituksista, mikä näkyy mm. samentumina vesistöissä. Kiintoainekuormitus voi vaikuttaa esimerkiksi lohikalojen lisääntymiseen heikentävästi, sillä kiintoaines voi tukkia lohikalojen kutusoraikkoja. Samentuma voi melun ohella myös karkottaa kaloja vesistöissä.

Toiminnan aikana vaikutuksia voi muodostua kaivoksen ylijäämävesien johtamisen seurauksena. Puhdistetut ylijäämävedet johdetaan Kitiseen Kelukosken altaaseen. Ylijäämävesien sisältämät raskasmetallit voivat vaikuttaa vedenlaatuun ja heikentää vesieliöstön elinolosuhteita. Raskasmetallit voivat mm. kertyä kaloihin ja heikentää kalojen turvallista elintarvikekäyttöä. Raskasmetalleilla voi olla myös haitallista vaikutusta kalojen lisääntymiseen, mädin selviytymiseen ja kalojen hengittämiseen.

Veden pH:n muutokset vaikuttavat useisiin vesieliöihin ja sitä kautta ravintoketjuihin. Vesikemiallisten ominaisuuksien muutokset (mm. pH) voivat vaikuttaa kalojen viihtyvyyteen sekä suosia eri kalalajeja, jolloin kalastossa saattaa ilmetä lajistomuutoksia tiettyjen lajien eduksi.

Muutokset vesistön rehevyystasossa vaikuttavat myös kalastoon ja muuhun vesieliöstöön pitkällä aikavälillä. Rehevyystason nousu tyypillisesti lisää mm. särkikalojen viihtyvyyttä, kun taas lohikalojen esiintyminen vesistöissä vähenee. Pitkällä aikavälillä tämä voi näkyä lohikalakantojen taantumisena sekä särkikalojen osuuden lisääntymisenä vesistössä.

Hankkeen lähivaluma-alueella voi sekä rakentamisen että toiminnan aikana voi tapahtua muutoksia pienvesien vesitaloudessa. Pienvesiuomat voivat kuivua tai muuttua kausikuiviksi tai vähävetisemmiksi, millä on heikentävä vaikutus pohjaeläimistöön. Veden vähetessä pohjaeläinyhteisön lajikoostumus köyhtyy ja yksilömäärät vähenevät. Vastaava vaikutus veden vähentymisestä aiheutuu vesisammalille; sammallajisto köyhtyy ja sammalten peittävyys vähenee.

18.1.2 Vaikutusten tarkastelualue

Vaikutusten tarkastelualueena käytetään niitä valuma-alueita, joille hankkeen toiminnot sijoittuvat. Kaivoshankkeen kaikki toiminnot sijaitsevat Kitisen ja sen sivujoen Kelujoen valuma-alueilla. Hankkeen vesistövaikutukset ja siten myös vesiekologiset vaikutukset ja kalastovaikutukset kohdistuvat siten pääosin Kitisen Kelukosken patoaltaaseen ja Kitiseen tämän alapuolella. Tämän lisäksi hankkeen vaikutusten tarkastelualueeksi on rajattu hankealueen eteläpuolella virtaava Kelujoki, Viiankiaavan Natura-alueella ja sen pohjoispuolella sijaitsevat lammet, Viiankiaavan itäpuolella virtaava Ylijoki sekä Kelukosken patoaltaaseen luoteesta laskeva Sattasjoki.

Kaivoksen vesiä johdetaan vain Kitiseen. Kuusivaaran tehdasalueen hulevedet ja kaivoksen kuivanapitovedet johdetaan kaivoksen sisäiseen vesikiertoon ja ylijäämävedet puhdistettuna Kitiseen. Muissa vesistön osissa kuin Kitisessä mahdolliset vaikutukset muodostuvat rakentamisen tai rakenteiden purkamisen aikaisista vaikutuksista, tehdasalueen aiheuttamista muutoksista lähivaluma-alueiden kokoon, ja lisäksi Viiankiaavan alueella vesistövaikutuksia voi aiheutua maanalaisesta kaivoksesta johtuvista pohjaveden korkeuden muutoksista.

18.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vaikutusten arvioinnissa on käytetty seuraavaa aineistoa:

- Lapin Vesitutkimus Oy 2011b: Viiankiaavan lähialueen vesistöjen kalasto ja kalastus.
- Lapin Vesitutkimus Oy 2011c. ANGLO AMERICAN EXPLORATION B.V. SUOMEN SIVULIIKE OY. Viiankiaavan pohjaeläinselvitys.
- Lapin Vesitutkimus Oy 2012a: Kersilön alueen lähivesien kalastus ja kalasto 2012
- Ahma ympäristö Oy 2013a. AA SAKATTI MINING OY. Kersilön pohjaeläinraportti 2012.
- Ahma ympäristö Oy 2014a: Selvitys kalastuksesta Kitisellä vuonna 2013
- Eloranta, P. 2016. Kitisen tarkkailun piilevätutkimus 2015. 10 s.
- Ahma ympäristö Oy 2017: Viiankiaavan–Kersilön alueen lähivesien kalastustiedustelu 2016
- Eloranta, P. 2017. Sakatti Mining Oy. Sakatin alueen perustilaselvitys. Piileväanalyysien tulokset 2016 ja 2017. 6 s.
- Eurofins Ahma Oy 2018i: Sattasjoen ja Kelu-Ylijoen sähkökalastus 2017.
- Eurofins Ahma Oy 2018a: Pintavesien biologinen tarkkailu, metallimääritykset vuonna 2018
- Eurofins Ahma Oy 2018b. AA SAKATTI MINING OY. Sodankylän pohjaeläintarkkailu vuosina 2016 ja 2017.
- Eurofins AHMA Oy 2018c. AA Sakatti Mining Oy: Vesialueiden bioindikaattoritutkimus 2016-2017.
- AFRY Finland Oy 2020c: Sakatin vesistökuormituksen vaikutus Kitisen ainepitoisuuksiin jokimallin avulla arvioituna, kuormitusvaihtoehdot 1 ja 2Eurofins Ahma Oy 2019: Lähialueen pienvesien kalastustiedustelu 2018
- Eurofins Ahma Oy 2020c: Selvitys kalastuksesta Kitisellä vuonna 2018

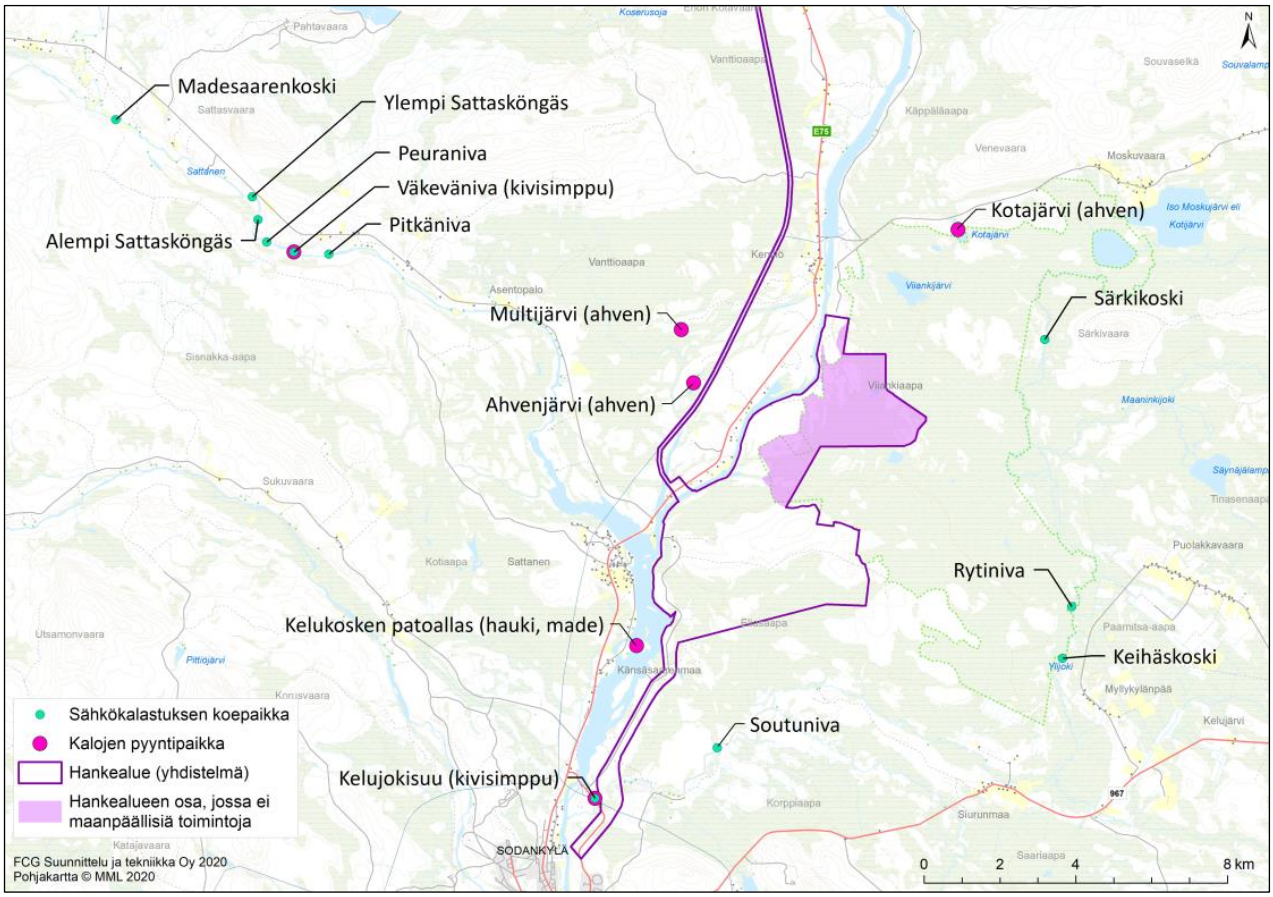
18.2.1 Kalastoseurannat ja kalataloushaastattelut

Tietoja hankkeen vaikutusalueen kalastosta ja kalastuksesta Kitisen pääuoman osalta on saatu Kemijoki Oy:n ja PVO-Vesivoima Oy:n kalataloudellisen tarkkailusuunnitelman seurantaraporteista (Ahma ympäristö Oy 2014a, Eurofins Ahma Oy 2020a) sekä Boliden Kevitsa Mining Oy:n velvoitetarkkailuraportista (Eurofins Ahma Oy 2018a). Pienvesien osalta tietoja on koottu Sakatin kaivoshankkeen ennakkoselvityksiin kuuluvista selvityksistä (Lapin Vesitutkimus Oy 2011b, Lapin Vesitutkimus Oy 2012c, Ahma ympäristö Oy 2017). Kalastukseen liittyvät tiedot on kerätty haastattelemalla alueella kalastavia kotitalouksia ja kalastusosakaskuntien yhteyshenkilöitä (vuosina 2010, 2012 ja 2016).

Kalastustiedusteluilla on selvitetty myös useiden pienvesien kalastoa sekä kalastusta hankealueen läheisyydessä (Ahma ympäristö Oy 2017). Pienvesiselvityksiä on toteutettu mm. Viiankiaavan Natura-alueella ja Kitisen länsipuolella.

18.2.2 Sähkökoekalastukset

Hankkeen ennakkoselvityksinä on tehty Bohlin ym. (1989, s. 9-43) periaatteiden mukaisesti sähkökoekalastuksia, joita on toteutettu vuosina 2009 Ylijoella ja Kelujoella (Lapin vesitutkimus 2011b) sekä vuosina 2012 ja 2017 Sattasjoella (Lapin Vesitutkimus 2012a, Eurofins Ahma Oy 2018i) (Kuva 18-1). Sähkökoekalastusten tarkoituksena on ollut kartoittaa hankealueen vesistöissä esiintyviä kalalajeja, niiden runsautta sekä lohikalojen osalta mahdollisten luonnonpoikasten esiintyvyyttä alueella. Ennakkoselvitysvaiheessa hankealueen sijainti ei ollut vielä täsmentynyt, joten tutkimuksilla kerättiin perustila-aineistoa mm. hankevaihtoehtojen määritystyötä varten.



Kuva 18-1 Sähkökalastuskoealojen ja kalojen pyyntipaikkojen sijainti.

18.2.3 Kalojen metallipitoisuudet

Kalojen metallipitoisuuksia on määritetty kaivoshankkeen perustilaselvitysten yhteydessä sekä Boliden Kevitsa Mining Oy:n velvoitetarkkailun osana. Vuosina 2016-2017 toteutetuissa selvityksissä näytekaloja kerättiin Kelukosken patoaltaalta, Kotajärveltä, Mutijärveltä, Ahvenjärveltä sekä Sattasjokisuulta ja Kelujokisuulta. Näytepisteet on esitetty kuvassa Kuva 18-1. Kelukosken patoaltaalta näytekaloiksi pyydettiin 5 kpl haukia ja 5 kpl mateita. Kotajärveltä, Mutijärveltä ja Ahvenjärveltä pyydettiin 5 kpl ahvenia jokaisesta järvestä. Sattasjokisuulta ja Kelujokisuulta pyydettiin näytekaloiksi kivisimppuja sähkökoekalastusten yhteydessä.

Boliden Kevitsa Mining Oy:n velvoitetarkkailun osana seurataan kalojen metallipitoisuuksia Vajusen, Matarakosken ja Kelukosken altailla. Tarkkailuohjelman mukaan analyysejä varten on pyydettävä viisi hauki- ja viisi ahvennäytettä kultakin altaalta. Matarakosken altaalta pyydettiin ylimääräisenä yksi hauki. Matarakosken altaalta saatiin vain yksi ahven. Kelukosken altaan ahvenista tehtiin kaksi kokoomanäytettä niiden pienen koon vuoksi. Vuoden 2018 tutkimuksissa kaloista analysoitiin arseeni-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, elohopea-, nikkeli-, lyijy-, vanadiini- ja sinkkipitoisuudet. (Eurofins Ahma Oy 2018a.)

18.2.4 Pohjaeläimet

Pohjaeläinten perustilan selvittämiseksi kaivoksen hankealueen vesistöissä sekä Kitisen länsipuolisilla alueilla on tutkittu pohjaeläimiä vuosina 2009, 2012 ja 2016-2017 virtavesistä, lammista ja järvistä (Lapin Vesitutkimus Oy 2011c, Ahma Ympäristö 2013a, Eurofins Ahma Oy 2018b).

18.2.5 Piilevät (päällyslevät)

Hankealueen virtavesistöjen kiinteille alustoille kiinnittyneiden piilevien yhteisöjä on tutkittu Kitisellä Kelukosken, Matarakosken ja Vajukosken voimalaitosten alakanavissa vuonna 2015. Kelujoella, Ylijoella ja Sattasjoella piileviä tutkittiin vuosina 2016-2017. Näytepistekartta on jäljempänä luvussa 18.3.3 kuvassa Kuva 18-3. Hankealueen muiden vesistöjen piileväyhteisöistä ei ole tietoja.

18.2.6 Vesisammalet

Hankkeen lähivaluma-alueen pienvesistä ei ole tehty kattavaa vesisammallajiston ja -tilan selvitystä. Osana Sakatin hankealueen perustilaselvityksiä vuosina 2016-2017 valuma-alueen virtavesien metalleja ja alkuaineita määritettiin vesisammaleista standardin SFS 5671 ”*Ilmansuojelu. Bioindikaatio. Sammalten kemiallinen analyysi. Näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen*” mukaisesti. Eurofins Ahma Oy:n otti vesisammalnäytteet vuosina 2016-2017 viidestä pisteestä Kelujoesta, Ylijoesta ja Sattasjoesta. Näytepistekartta on esitetty jäljempänä luvussa 18.3.4 kuvassa 18-4. Tutkittu sammallaji oli virtanäkinsammal (*Fontinalis dalecarlica*). Tutkimuksesta on tehty erillinen raportti (Eurofins Ahma Oy 2018c).

18.2.7 Vaikutusarvioinnin toteutus

Vesiekologiaan, kalastoon ja muuhun vesieliöstöön kohdistuvien vaikutuksien arviointi pohjautuu lähtöaineiston ohella pohja- ja pintavesiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin (luvut 16 ja 17).

Vaikutuksia on arvioitu rakentamisen, toiminnan, sulkemisen ja sulkemisen jälkeisessä vaiheessa. Rakentamisenaikaisten vaikutusten arvioinnissa on ollut lähtökohtana tilapäisluonteisesti ilmenevät vaikutukset. Toiminnanaikaiset vaikutukset kohdistuvat selvästi pitemmälle ajanjaksolle kuin rakentamisenaikaiset vaikutukset. Rakentamisen- ja toiminnanaikaisten vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty kaivoksen suunnitteluasiakirjoja sekä Sakatin aiheuttaman vesistökuormituksen mallinnusta (AFRY Finland Oy 2020d). Toiminnanaikaisten vaikutusten arvioinnissa on huomioitu myös Sakatin ja Kevitsan kaivosalueiden yhteisvaikutus Kitisen kalastolle.

18.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät vesistömallinnuksen epävarmuuteen ja poikkeustilanteisiin.

Vesistö- ja pohjavesimallinnuksen epävarmuustekijät vaikuttavat myös vesiekologiaa koskevan vaikutusarvioinnin epävarmuuksiin. Vaikutukset vesistöissä heijastuvat myös vesieliöstöön ja toteutuneiden vesistövaikutusten poiketessa merkittävästi arvioidusta voi myös kalastoon ja muuhun

vesieliöstöön kohdistua arvioitua suurempia vaikutuksia. Raskasmetallien kumuloitumien petokaloihin voi olla myös pitkällä aikavälillä arvioitua suurempaa.

Poikkeustilanteet voivat aiheuttaa vesiekologiaan vaikutuksia, joita ei ole otettu arvioinnissa huomioon.

18.4 Nykytila

18.4.1 Kalasto ja kalastus

Kalakannat ja kalastus suurilla virtavesillä

Kitinen on voimalaitosrakentamisen myötä voimakkaasti muutettu ja virtaamaltaan säännelty joki, millä on ollut vaikutuksensa myös joen luontaiseen kalastoon. Kalastossa on Lapin vesistölle tyypillisiä lajeja: haukea, särkikaloja, ahventa, madetta ja kivisimppua. Arvokaloista Kitisellä ja siihen laskevilla jokihaaroilla esiintyy harjusta, taimenta ja siikaa, joita istutetaan vuosittain velvoiteistutuksina Kemijoki Oy:n, Boliden Kevitsa Mining Oy:n ja PVO-Vesivoima Oy:n toimesta voimatalousrakentamisesta kalastolle ja kalastukselle aiheutuneiden haittojen kompensoimiseksi.

Kitiseltä kalastettu kokonaissaalis Porttipahdan tekojärven alapuoliselta pääuomalta oli vuonna 2018 noin 14 tonnia ja vuonna 2013 noin 27 tonnia, joista suurin osa pyydettiin joko Kelukosken tai Kokkosnivan altailta. Kokkosniva sijaitsee hankealueen alapuolella. (Eurofins Ahma Oy 2020a.)

Kitiseen laskevissa Välijoessa ja Tuormusojassa virtaamat ovat pienet ja pohjat mutaiset. Välijoessa ja Tuormusojassa ei ole lohensukuisille kaloille soveltuvia sorapohjaisia kutualueita. Molemmat joet ovat kalastollisesti vähäarvoisia vesistöjä, joilla ei ole merkitystä kalataloudellisesti.

Arvokalalajeista harjus lisääntyy luontaisesti alueen virtavesistöistä ainakin Kelujoen, Ylijoen ja Sattasjoen koski- ja niva-alueilla koko jokiuomassa. Poikastiheys on selvitysvuodesta riippuen vähäinen tai kohtalainen. Taimenta esiintyy alueen virtavesistöissä paikoitellen. Koski- ja niva-alueiden vähäisyyden vuoksi taimenen luontaista poikastuotantoa ei ole tutkituista alueista kuin Sattasjoella. Sattasjoellakin poikasmäärät olivat pieniä, todennäköisesti koskialueiden uittoperkausten tuloksena muodostuneen paljaspohjaisuuden ja vuolauden vuoksi. Sattasjoella vuonna 1994 suoritetut koskialueiden kunnostustyöt ovat kuitenkin saattaneet lisätä taimenen luontaista lisääntymistä mahdollistavia suojapaikkoja. Vedenlaatunsa puolesta Sattasjoki on arvioitu taimenelle erittäin hyväksi (Huhtala 2008).

Kelukosken patoallas

Kaivostoiminnan ensisijainen vaikutusalue Kitisen pääuomalla on Kelukosken patoallas, joka kattaa noin 17 km jokiuomaa hankealueen alapuolella.

Kitisen Kelukosken patoaltaalla toteutettiin vuoden 2018 kalastusta koskeva kalastustiedustelu Kemijoki Oy:n velvoitetarkkailuna. Kalastustiedustelun mukaan patoaltaalla kalasti yhteensä 37 kotitaloutta osakaskuntien luvalla ja lisäksi 28 taloutta kalasti Metsähallituksen ja osakaskuntien yhtenäisluvalla. Kalastukseen osallistui yhteensä noin 114 henkilöä. Kalastus oli pääasiassa vetouistelu-, verkko- ja katiskakalastusta. Ajankäytöllisesti suosituin pyyntimuoto oli osakaskuntien lupien ostajien keskuudessa vetouistelu. Kolmasosa osakaskuntalupien hankkijoista kalasti kesäaikaan verkoilla. Merkittävä osa kalastuksesta tapahtui jäättömänä aikana.

Osakaskuntien luvilla kalastaneiden kokonaissaalis Kelukosken patoaltaalla oli vuonna 2018 yhteensä 1 059 kg. Tärkein saalislaji oli hauki (431 kg) ja lisäksi ahvensaalis oli merkittävä (394 kg). Vähemmän tärkeitä saalislajeja olivat made (48 kg), siika (19 kg), taimen (66 kg) ja kirjolohi (26 kg). Särkikalojen

yhteenlaskettu saalis oli 76 kg. Vuoden 2013 saaliiseen nähden poikkeavasti harjusta ei saatu lainkaan vuonna 2018. Noin 29 % saaliista saatiin kesä- ja talviverkoilla ja katiskapyynnillä saatiin noin 41 % saaliista. Vetouistelu tuotti noin 11 % saaliista ja loppuosa saatiin muilla pyyntitavoilla.

Vuonna 2013 tehdyn kalastustiedustelun mukaan Kelukosken altaalla kalasti noin 100 taloutta, joista kalastukseen osallistui jossakin muodossa noin 140 henkilöä. Kalastus oli pääasiassa vetouistelu-, verkko- ja katiskakalastusta. Kokonaissaalis Kelukosken altaalta oli noin 5 400 kg, josta 57 % oli haukea ja ahventa oli 23 %. Niiden lisäksi saatiin merkittävästi siikaa, taimenta, madetta ja särkikaloja sekä hiukan harjusta ja kirjolohta. Talouskohtainen keskimääräinen saalis oli 54 kg. Kyselyn mukaan merkittävä osa kalastuksesta tapahtui jäättömänä aikana. Kalastustiedusteluiden perusteella Kitisen säännöstelystä johtuvaa avovesikauden aikaista virtauksen vaihtelua sekä pyydysten limoittumista pidettiin merkittävimpinä kalastusta haittaavina tekijöinä.

Vuoden 2013 kalastustiedusteluun verrattuna niin saalismäärät kuin kalastajien kokonaismäärätkin olivat vuonna 2018 selvästi pienemmät. On huomattava, että tulokset eivät välttämättä kaikelta osin kuvastaneet pidemmän aikavälin muutosta, vaan niihin saattoivat vaikuttaa merkittävästi myös pyyntivuoden olosuhteet. Kesä 2018 oli koko maassa poikkeuksellisen lämmin, mikä osaltaan saattoi vaikeuttaa esim. verkkokalastusta ja pienentää vapakalastuksen lohikalasaaliita lomakaudella. (Eurofins Ahma Oy 2020a)

Kelukosken patoaltaan kalastoa hoidetaan vesivoimayhtiön ja Boliden Kevitsa Mining Oy:n velvoitteena mm. taimenen, siian ja harjuksen poikasistutuksilla. Patoaltaalla voi esiintyä taimenen ja harjuksen osalta myös luonnonkudusta syntyneitä yksilöitä, sillä taimenen ja harjuksen lisääntymistä tapahtuu luontaisesti ainakin patoaltaaseen laskevassa Sattasjoessa.

Kalakannat ja kalastus pienvesillä

Kalastustiedustelujen perusteella hankealueella ja sen lähistöllä sijaitsee useita pienempiä järviä, joista varsinkin Mutijärvellä ja Kotajärvellä on huomattavaa merkitystä kotitalouskalastuksen kannalta. Lisäksi alueella on useampia jokia, joilla on kalastuksellista merkitystä. Hankealueen ja sen lähistön järvet ovat tyypillisiä hauki- ja ahvenvaltaisia vesistöjä.

Viiankiaavan pohjoispuolisilla järvillä kalastus on paikallisten keskuudessa suhteellisen vähäistä, ajoittuen lähinnä keväiseen kutupyyntiin. Kalastollisesti järvissä ovat edustettuina vähempiarvoiset kalalajit hauki, ahven, särki ja kiiski. Poikkeuksen muodostaa Kotajärvi, joka on kahden talouden käytössä oleva yksityisvesialue. 16 metriä syvä Kotajärvi on syvempi kuin alueen muut järvet ja lammet. Sitä on hoidettu säännöllisesti vuotuisilla siianistutuksilla ja järven merkitys kotitalouskalastuksellisesti on merkittävä. Siian lisäksi Kotajärvestä saadaan ahventa, haukea, muikkua, madetta ja kiiskeä.

Hankealueen länsipuolella sijaitsevat Mutijärvi, Mantojärvi ja Ahvenjärvi ovat alueellisesti tyypillisiä hauki- ja ahvenvaltaisia vesistöjä. Mutijärvi ja Mantojärvi ovat yksityisessä omistuksessa, Ahvenjärven vesialue on Sattasen kalastusosakaskunnan ja muutamien yksityisten tilojen omistama. Kaikissa näissä järvissä kasvaa siikaa istutusten johdosta ja varsinkin Mutijärvessä siikakanta on hyvä ja merkittävä osuus vuotuisesta saaliista on siikaa, lisäksi järvestä kalastetaan ahventa ja madetta. Mutijärvi on kokonaisuudessaan yksityisvesialuetta, jolla kalastusta harjoittaa yksi talous. Mutijärven vuotuiset saalismäärät ovat hieman yli 100 kg vuosien 2012 ja 2016 haastatteluiden perusteella.

Sähkökoekalastuksen tulokset

Sattasjoella sähkökoekalastuksia tehtiin kuudessa pisteessä (Kuva 18-1). Havaittu koskikalasto (Taulukko 18-1) oli pääasiassa kivisimppua, taimenta ja harjusta. Taimenen ja harjuksen havaitut

esiintymistiheydet olivat pieniä. Molemmilta lajeilta tavattiin kesänvanhoja luonnonpoikasia, tosin tulosten perusteella taimenen luontainen lisääntyminen Sattasjoella oli vähäistä. Puunuiton vuoksi tehty joen perkaaminen on vähentänyt luontaisia kutuympäristöjä, mikä todennäköisesti vaikuttaa luontaisen lisääntymisen vähäisyyteen viime vuosina tehdyistä joen kunnostustöistä huolimatta.

Ylijoella kolmessa pisteessä tehdyissä sähkökoekalastuksissa havaittiin pääasiassa kivisimppua, mutua, harjusta ja madetta (Taulukko 18-2). Harjusta esiintyi kaikilla koealueilla, mutta yksilötiheydet olivat pieniä. Suurin osa oli kesänvanhoja luonnonpoikasia. Taimenta ei Ylijoella tavattu tutkimuksissa lainkaan.

Kelujoella sähkökoekalastuksia tehtiin kahdessa pisteessä (Soutuniva ja Kelujokisuu) ja havaittu lajisto oli pääasiassa kivisimppua ja mutua (Taulukko 18-2). Toisella koealueella esiintyi taimenta ja harjusta, joskin kummankin kohdalla yksilötiheydet olivat pieniä. Harjukset olivat kesänvanhoja luonnonpoikasia. Havaitut taimenet puolestaan olivat kaikki yli 1-vuotiaita, mikä viittaisi taimenen luontaisen lisääntymisen olevan Kelujoella vähäistä.

Taulukko 18-1 Sähkökalastettujen koealojen keskimääräinen yksilötiheys (kalayksikköä/aari) ja biomassa (g/aari) Sattasjoella vuosina 2012 ja 2017.

Laji	2012		2017	
	kpl/aari	g/aari	kpl/aari	g/aari
Taimen 0+	0,1	0,03	1,9	2,1
Taimen ≥1+	0,7	75,1	0,8	14,3
Harjus 0+	0,5	1,1	0,9	1,3
Harjus ≥1+	-	-	0,2	4,5
Kivisimppu	10,1	18,8	4,0	14,9

Taulukko 18-2 Sähkökoekalastuksen vuoden 2009 ja 2017 tulokset, keskimääräinen yksilötiheys (kalayksikköä/aari) ja biomassa (g/aari) Ylijoelta sekä Kelujokisuulta.

Laji	Ylijoki Särkikoski		Ylijoki Rytiniva		Ylijoki Keihäskoski		Kelujokisuu	
	2009	2017	2009	2017	2009	2017	2009	2017
	kpl/aari (g)	kpl/aari (g)	kpl/aari (g)	kpl/aari (g)	kpl/aari (g)	kpl/aari (g)	kpl/aari (g)	kpl/aari (g)
Taimen 0+	-	-	-	-	-	-	-	-
Taimen ≥1+	-	-	-	-	-	-	0,6 (54,6)	-
Harjus 0+	-	-	8,8 (13,6)	-	3,6 (7,1)	3,0 (15,2)	1,5 (2,6)	1,6 (7,0)
Harjus ≥1+	7,7 (130,3)	-	-	-	-	-	-	-
Mutu	0,9 (3,4)	-	40,5 (104,3)	-	17,5 (48,0)	-	-	0,4 (7,0)
Kivisimppu	47,7 (174,5)	83,9 (259,9)	45,8 (166,5)	19,9 (85,4)	70,7 (221,5)	19,9 (68,0)	41,0 (75,9)	41,0 (77,1)
Made	10,8 (349,7)	4,8 (107,0)	-	0,6 (27,8)	5,9 (152,5)	2,0 (74,7)	-	-
Hauki	1,6 (84,0)	-	-	0,6 (1,3)	2,0 (32,4)	-	-	0,4 (0,8)
Kymmenpiikki	2,7 (1,8)	-	-	-	1,0 (1,0)	-	-	-
Ahven	0,9 (1,8)	-	-	-	-	-	-	-
Särki	-	-	-	-	1,1 (90,1)	-	1,0 (4,1)	0,4 (5,7)
Pikkunahkiainen	-	-	-	-	-	-	3,4 (6,3)	0,4 (0,4)

Kalojen metallimääritykset

Kaikkien näytekalojen elohopean, lyijyn ja kadmiumin pitoisuudet (tuorepainossa) alittivat EU:n määrittämät raja-arvot elintarvikkeena käytettävälle kalalle.

Tutkituista metalleista kadmiumin, lyijyn ja vanadiinin pitoisuudet jäivät alle laboratorion määritysrajan. Kromin määritysraja ylittyi yhdessä Kelukosken altaan ja yhdessä Vajukosken altaan hauessa. Nikkelin osalta määritysraja ylittyi yhdessä ahvenen kokoomanäytteessä Kelukosken altaalta ja yhteensä kahdessa haukinäytteessä Kelukosken ja Vajusen altailta. Arseenin, kuparin, elohopean ja sinkin pitoisuudet olivat määritysrajaa suurempia jokaisessa kalanäytteessä, ja niiden keskiarvot sekä vaihteluvälit on esitetty alla (Taulukko 18-3). (Eurofins Ahma Oy 2018a.)

Kaikkien näytekalojen elohopean, lyijyn ja kadmiumin pitoisuudet (tuorepainossa) alittivat EU:n määrittämät raja-arvot elintarvikkeena käytettävälle kalalle.

Taulukko 18-3 Arseenin, kuparin, elohopean ja sinkin keskipitoisuudet vaihteluväleineen (mg/kg, tuorepaino) havaintoalueilla vuonna 2018 (Eurofins Ahma Oy 2018). V = Vajuallas, M = Mataranallas, K = Keluallas).

		Arseeni Ei EU-raja-arvoa			Kupari EU-raja-arvo petokaloille 0,1 mg/kg			Elo-hopea EU-raja-arvo petokaloille 1,0 mg/kg			Sinkki Ei EU-raja-arvoa		
Laji	**Alue**	**ka.**	**min.**	**maks.**	**ka.**	**min.**	**maks.**	**ka.**	**min.**	**maks.**	**ka.**	**min.**	**maks.**
Ahven	V	0,011	0,006	0,014	0,15	0,11	0,18	0,17	0,15	0,22	4,8	4,4	5,4
	M	0,008	0,008	0,008	0,12	0,12	0,12	0,38	0,38	0,38	3,9	3,9	3,9
	K	0,011	0,007	0,015	0,15	0,13	0,17	0,11	0,07	0,15	4,9	4,1	5,7
Hauki	V	0,032	0,015	0,053	0,14	0,11	0,17	0,37	0,23	0,61	3,4	3,1	3,8
	M	0,048	0,025	0,14	0,15	0,1	0,23	0,37	0,25	0,64	3,5	3,0	4,1
	K	0,18	0,043	0,37	0,16	0,13	0,2	0,32	0,2	0,41	3,6	3,1	4,5

18.4.2 Pohjaeläimet

Pohjaeläinten perustilan selvittämiseksi kaivoksen hankealueen vesistöissä sekä Kitisen länsipuolisilla alueilla on tutkittu pohjaeläimiä vuosina 2009, 2012 ja 2016-2017 virtavesistä, lammista ja järvistä (Lapin Vesitutkimus Oy 2011c, Ahma Ympäristö 2013a, Eurofins Ahma Oy 2018b).

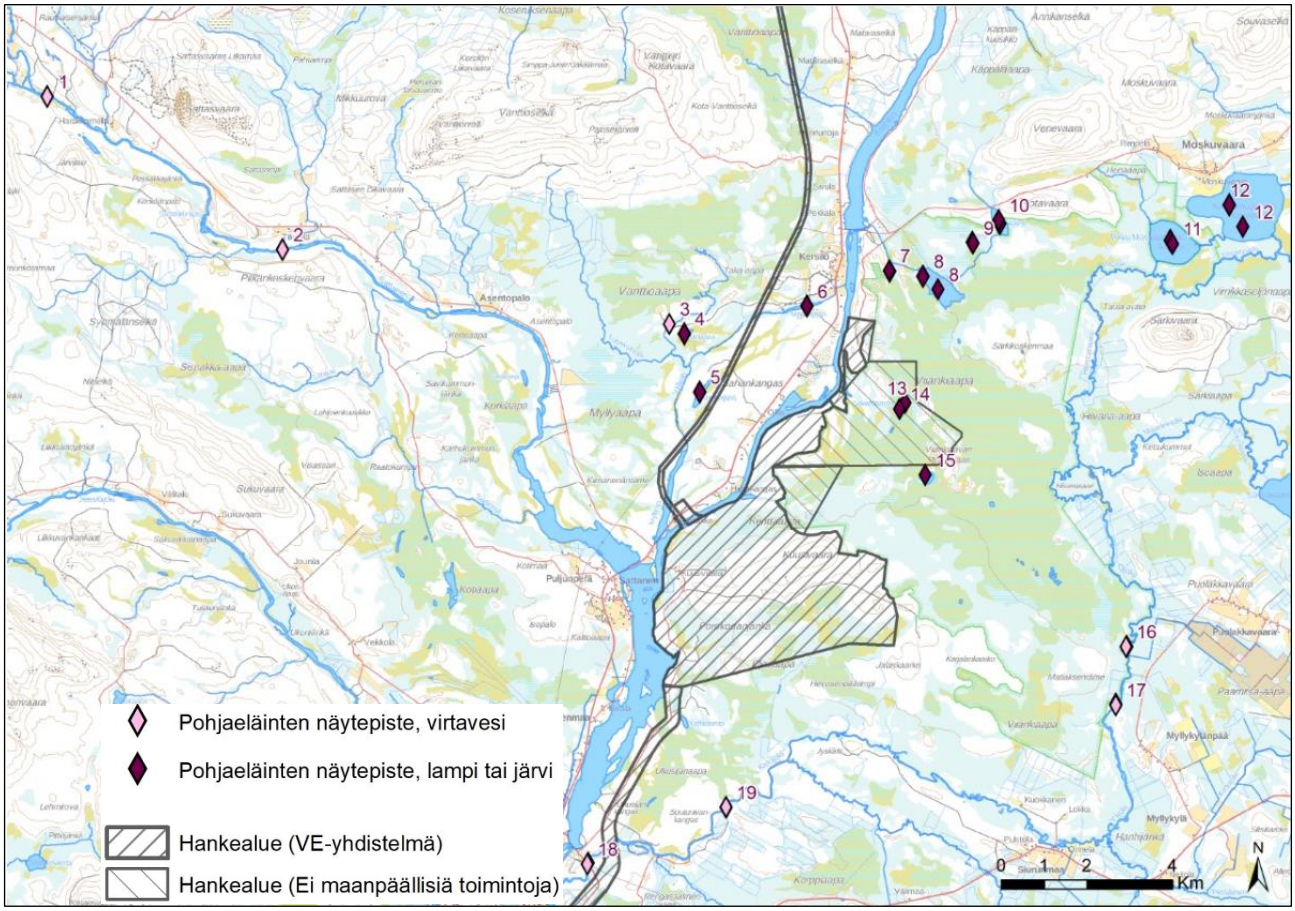
Hankealueen järvet ovat valtaosin pieniä ja matalia suojärviä ja –lampia. Tutkitut järvet olivat syvempää Kotajärveä lukuun ottamatta suorantaisia ja joko humuspitoisia tai erittäin humuspitoisia. Myös Kotajärvessä veden väri ilmentää suovesien vaikutusta. Iso- ja Pikku Moskujärvi ovat luokiteltavissa jonkinasteisiksi läpivirtausjärviksi. Kotajärven, Viiankijärven sekä Kokkolammen läpi virtaavat pienet laskuojat. Joihinkin alueen järviin on kohdistunut jossain määrin ihmisvaikutusta asutuksen, maanviljelyn ja karjankasvatuksen seurauksena, lisäksi Viiankijärvessä ja Kokkojärvessä vedenpinnan korkeutta tiedetään säädellyn. Muulta osin ihmisten aiheuttamien vaikutusten arvioidaan olleen suhteellisen vähäisiä.

Järvistä ja lammista pohjaeläinnäytteitä on otettu ainoastaan syvännepaikoista. Osa lammista ja järvistä on niin matalia, että niissä ei voi puhua varsinaisesta syvänteestä. Näytteenottopaikoiksi on valittu karttatarkasteluiden perusteella järven tai lammen syvin kohta.

Tutkitut virtavesikohteet ovat suuruusluokaltaan pieniä jokia. Näytteenottoalueista varsinkin Kelujoen alapuoliset kohteet sijoittuvat alueelle, jossa on haja-asutuksesta, ojituksesta sekä Puolakkavaaran alueella sijaitsevan Paarnitsa-aavan turvetuotantoalueesta johtuen luonnonhuuhtoumasta poikkeavaa kuormitusta. Alueella harjoitetaan myös metsätaloutta, mutta vuoden 2009 tutkimuksissa ei havaittu näytteenottokohteiden läheisyydestä metsätaloudellisia toimia. Näytealueita ei edellä mainittujen seikkojen vuoksi kuitenkaan voida pitää täysin luonnontilaisina kohteina.

Syvänteiden pohjaeläinnäytteet on otettu pehmeille pohjille tarkoitetulla Ekman-näytteenottimella. Virtavesien pohjaeläinnäytteet on otettu käsihaavilla (potkuhaavilla).

Hankealueen ja sen lähialueiden pohjaeläimistön näytteenottopaikat on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 18-2) ja näytepisteiden nimet sekä näytteenottopäivät Taulukko 18-4.



Kuva 18-2 Pohjaeläinten näytteenottopisteet vuosina 2009-2017.

Taulukko 18-4 Pohjaeläinten näytteenottopisteiden nimet ja näytteenottopäivät

Pohjaeläinten näytepisteen numero	Pohjaeläinten näytepisteen nimi	Näytteenottopäivä
1	Sattasjoki, Madesaarenkoski	8.9.2016
2	Sattasjoki, Pitkäkoski	8.9.2016
3	Takaoja	10.10.2012
4	Mutijärvi	10.10.2012
4	Mutijärvi	1.9.2016
5	Ahvenjärvi	10.10.2012
5	Ahvenjärvi	31.8.2016
6	Mantojärvi	10.10.2012
6	Mantojärvi	1.9.2016
7	Kokkolampi	24.11.2009
7	Kokkolampi	5.4.2017
8	Viiankijärvi	24.11.2009
8	Viiankijärvi	9.11.2017
9	Rytilampi	11.1.2009
9	Rytilampi	5.4.2017
10	Kotajärvi	6.10.2009
10	Kotajärvi	31.8.2016
11	Pikku-Moskujärvi	11.10.2009
11	Pieni-Moskujärvi	8.11.2017
12	Iso-Moskujärvi	10.10.2009
12	Iso-Moskujärvi	8.11.2017
13	Sakattilampi N	25.11.2009
14	Sakattilampi S	25.11.2009
15	Nimetönlampi	25.11.2009
16	Ylijoki, Rytiniva	7.9.2017
17	Ylijoki, Keihäskoski	7.9.2017
18	Kelujoen alaosa	7.9.2016
19	Kelujoki, Soutuniva	7.9.2016

Vuosien 2009 ja 2012 tutkimuksissa virtavesikohteiden lajisto oli selvitysten mukaan tyypillistä Lapin pienille joille ja puroille (Pöyry Finland Oy 2018). Suurimmat taksoniryhmät olivat kaksisiipiset (surviaissääsket ja mäkärät), koskikorennot, päiväkorennot ja vesiperhoset.

Tutkitut järvet ja lammet ovat pääosin matalia, joten niiden syvänteiden pohjaeläimistöstä ei voida käyttää nykyisen ohjeistuksen mukaisia ekologisia indeksejä, joita käytetään vesistön ekologisen tilan määrittämisessä. Syvänteiden pohjaeläinten ekologisten indeksien laskenta ei sovellu keskisyvyydeltään alle 3 metrin järville ja lammille, koska matalien järvien pohjaeläinyhteisöjen luonnollinen vaihtelu on suurta ja heikentyneitä oloja ilmentäviä lajeja esiintyy luonnostaan (Aroviita ym. 2019).

Matalien järvien (keskisyvyys alle 3 m) pohjaeläimistön ekologisen tilan määritys perustuu ympäristöhallinnon nykyisen ohjeistuksen mukaan vain rantavyöhykkeen pohjaeläimistöön. Kuitenkin myös matalien järvien syvännepohjaeläintietoja voidaan käyttää ekologisen luokittelun asiantuntija-arvioinnin tukena, varsinkin jos järvessä on selkeä syvännealue (Aroviita ym. 2019). Rantavyöhykkeen pohjaeläimistön käyttö ekologisessa luokittamisessa edellyttää, että järvestä löytyy sopivia kivikkorantoja näytteenottopaikoiksi. Rantavyöhykkeen pohjaeläimistöä ei ole tässä hankkeessa tutkittu.

Vuosina 2016-2017 tutkittiin syvänteiden pohjaeläimistöä Viiankiaavan pohjoispuolisista Viiankijärvestä, Rytilammesta, Kotajärvestä, Iso Moskujärvestä ja Pikku-Moskujärvestä, ja

Viiankiaavan ja Kitisen länsipuolisista Mantojärvestä, Mutijärvestä ja Ahvenjärvestä (Eurofins Ahma Oy 2018). Käytännössä suurin osa näytepisteistä ei mataluuden vuoksi edustanut syvännealuetta pohjaeläintutkimuksen kannalta. Matalimpia olivat Iso Moskujärvi ja Pikku-Moskujärvi, joissa näytteenottosyvyys oli vain 0,3-0,5 m. Huomattavan matalia näytteenottosyvyyksiä (1,5-3,3 m) oli Viiankijärvessä, Rytilammessa ja Kokkolammessa. Suurin näytteenottosyvyys (10,5-12,5 m) oli Kotajärvessä. Kitisen länsipuolella sijaitsevissa Ahvenjärvessä, Mantojärvessä ja Mutijärvessä näytteenottosyvyys oli 4,5-6,0 m.

Selkeästi suurimmat yksilötiheydet (n. 7 000 kpl/m^2) ja taksonimäärät (22) havaittiin erittäin matalissa Iso Moskujärvessä ja Pikku-Moskujärvessä. Pienimmät vastaavat määrät havaittiin Rytilammessa, jonka pohjaeläinnäytteissä havaittiin vain yksi eläin, joka vastasi yksilötiheyttä 7 kpl/m^2, ja taksonimäärä oli 1. Keskimääräistä pienempiä yksilötiheyksiä (n. 40-110 kpl/m^2) havaittiin Kotajärvessä, Mantojärvessä ja Mutijärvessä.

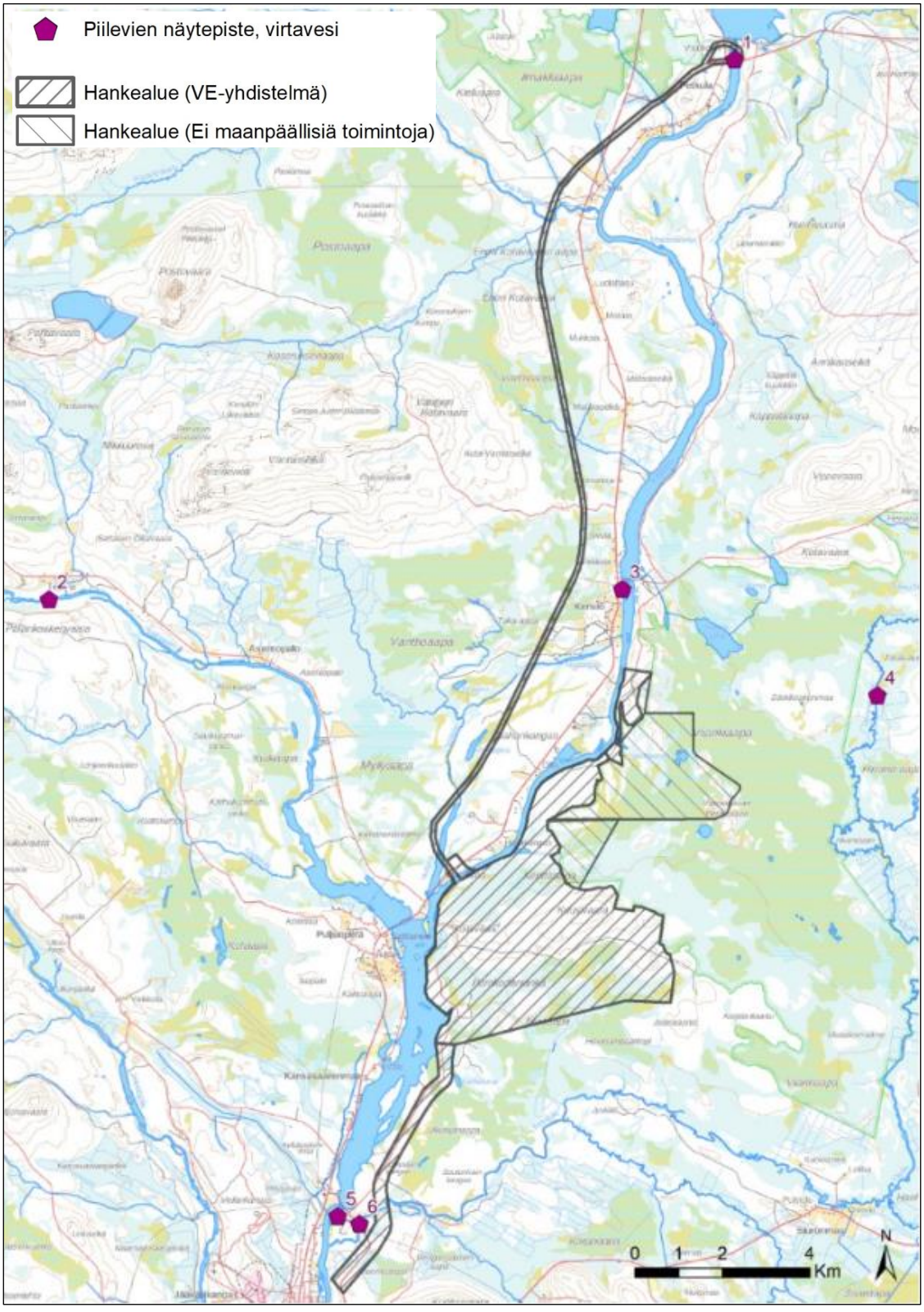
Vuosien 2016-2017 tuloksista lasketut syvännepohjaeläinten ekologiset indeksit antoivat ristiriitaisia tuloksia pohjaeläimistön ekologisesta tilasta (Eurofins Ahma Oy 2018), mutta indeksien käytössä on huomioitava, että syvännepohjaeläinten ekologisten indeksien laskenta ei sovellu matalille (keskisyvyys alle 3 m) järville, jollaisia tutkitut järvet pääosin tai kaikilta osin ovat. Tutkittujen järvien keskisyvyys ei ole tiedossa.

Syvännepohjaeläinten valtalajeja olivat useimmissa järvissä vähähappisille syvänteille ominaiset Chironomus-suvun surviaissääsket ja Chaoboridae-lahkon sulkasääsket. Biomassan perusteella pohja oli erittäin rehevä Iso Moskujärvessä, rehevä Pikku-Moskujärvessä, Viiankijärvessä ja Kokkolammessa, lievästi rehevä Ahvenlammessa ja erittäin karu Kotajärvessä, Rytilammessa, Mantojärvessä ja Mutijärvessä (Eurofins Ahma Oy 2018b).

Vuosina 2016-2017 virtavesien pohjaeläimiä tutkittiin Viiankiaavan eteläpuolella kahdessa pisteessä Ylijoessa ja kahdessa pisteessä Kelujoessa. Viiankiaavan ja Kitisen länsipuolella virtavesien pohjaeläimiä tutkittiin Sattasjoessa kahdessa pisteessä. Kaikissa tutkimuspisteissä pohjaeläinten yksilömäärä oli jokseenkin samaa suuruusluokkaa, n. 420-1 100 kpl. Suurin yksilömäärä oli Sattasjoen Pitkäkoskessa ja pienin Kelujoen alaosan pisteellä. Ekologisten indeksien TT, PMA ja T-EPTh arvot olivat kaikilla pisteillä hyvässä tai erinomaisessa luokassa. Kaikilla pisteillä ASPT-indeksi, joka kuvaa vesistöön kohdistuvan orgaanisen kuormituksen suuruutta, oli puhtaan veden tasolla (Eurofins Ahma Oy 2018b).

18.4.3 Piilevät (päällyslevät)

Hankealueen virtavesistöjen kiinteille alustoille kiinnittyneiden piilevien yhteisöjä on tutkittu Kitisellä Kelukosken, Matarakosken ja Vajukosken voimalaitosten alakanavissa vuonna 2015. Kelujoella, Ylijoella ja Sattasjoella piileviä tutkittiin vuosina 2016-2017. Näytepisteiden sijainti on esitetty alla (Kuva 18-3) ja nimet sekä näytteenottopäivät (Taulukko 18-5). Hankealueen muiden vesistöjen piileväyhteisöistä ei ole tietoja.



Kuva 18-3 Piilevien (päällyslevien) tutkimuspisteet 2015-2017.

Taulukko 18-5 Piilevien näytepisteiden nimet ja näytteenottopäivät

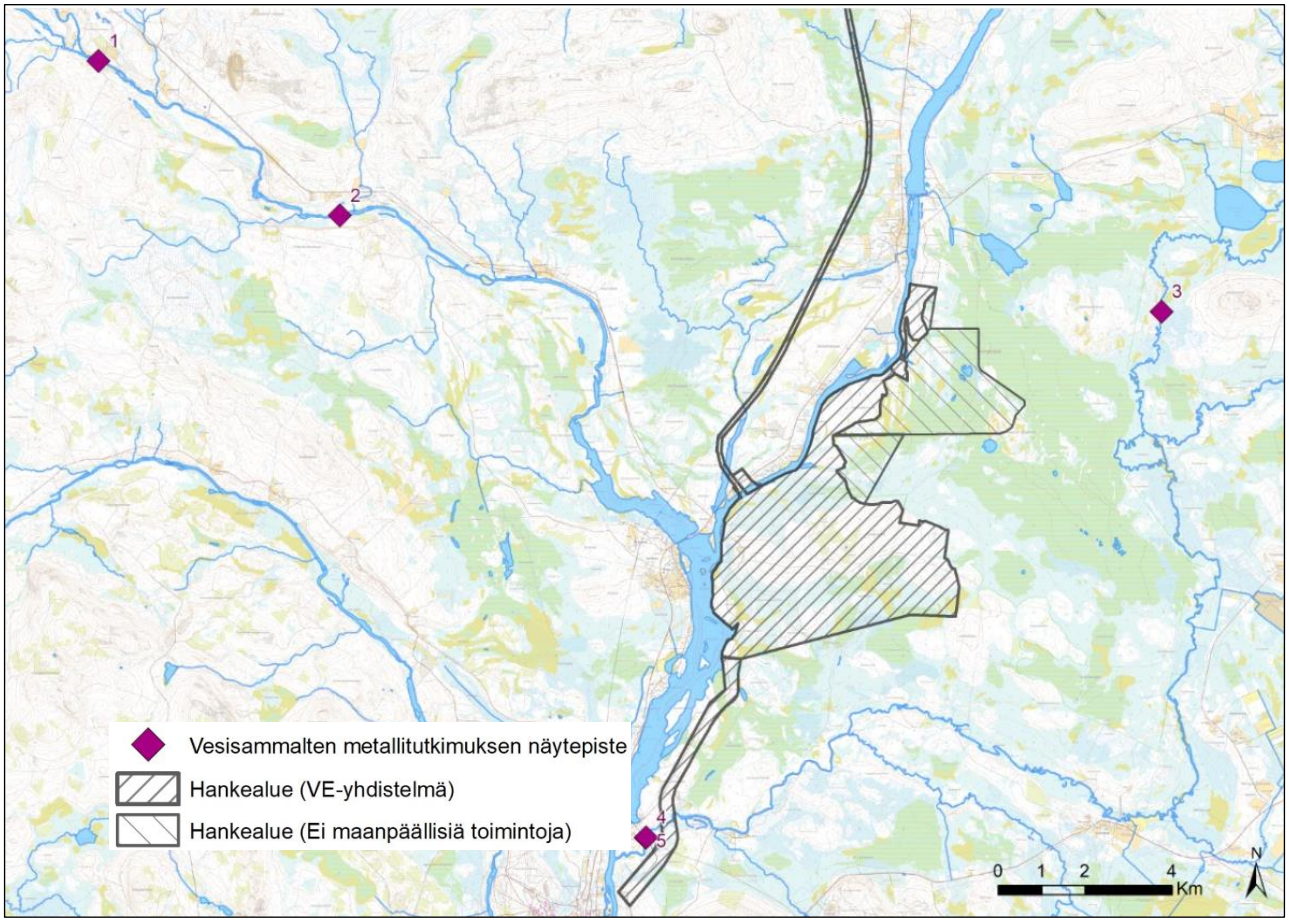
Piilevien näytepisteen numero	Piilevien näytepisteen nimi	Näytteenottopäivä
1	Vajukosken voimalaitos	12.8.2015
2	Sattasjoki 6, Pitkäkoski	11.10.2017
3	Matarakosken voimal.	13.8.2015
4	Ylijoki, Särkikoskenmaa	29.8.2016
5	Kelukosken voimal.	13.8.2015
6	Kelujoen alaosa	30.8.2016

Kitisen vuoden 2015 tutkimuksessa vesistö oli piileväanalyysien tulosten perusteella erinomaisessa ekologisessa tilassa. Piileväyhteisöjen rakenne oli Lapin jokivesille tyypillisen monilajinen, mikä liittyy lähes neutraaliin pH-arvoon, vähähumuksisuuteen sekä melko hitaaseen virtaukseen uomien melko suuresta koosta johtuen (Eloranta 2016). Kitinen on hydrologisesti voimakkaasti muutettu joki säännöstelyn vuoksi. Joessa ei ole enää jäljellä koskielinympäristöjä, joten piilevänäytteet on otettu patoaltaiden rantakivikoista. Piilevien ekologisen tilan mittarit ovat kuitenkin kehitetty koskialueiden kivistä otettaville näytteille, joten Kitisen aineiston edustavuus ei siten ole paras mahdollinen.

Kelujoen, Ylijoen ja Sattasjoen vuosien 2016-2017 tutkimuksessa vesistö oli piileväanalyysien tulosten perusteella erinomaisessa ekologisessa tilassa eikä merkkejä rehevyydestä tai orgaanisesta kuormituksesta ollut mainittavasti havaittavissa.

18.4.4 Vesisammalet

Hankkeen lähivaluma-alueen pienvesistä ei ole tehty kattavaa vesisammallajiston ja -tilan selvitystä. Eurofins Ahma Oy:n otti vesisammalnäytteet metalli- ja alkuainemäärityksiä varten vuosina 2016-2017 viidestä pisteestä Kelujoesta, Ylijoesta ja Sattasjoesta (Kuva 18-4, Taulukko 18-6). Tutkittu sammallaji oli virtanäkinsammal (*Fontinalis dalecarlica*). Tutkimuksesta on tehty erillinen raportti (Eurofins Ahma Oy 2018c).



Kuva 18-4 Vesisammalien näytteenottopisteet vuosina 2016-2017.

Taulukko 18-6 Vesisammalien näytteenottopisteiden nimet ja näytteenottopäivät.

Vesisammalten metallitutkimuksen näytepisteen numero	Vesisammalten metallitutkimuksen näytepisteen nimi	Näytteenottopäivä
1	Sattasjoki, Madesaarenkoski	4.9.2017
2	Sattasjoki, Pitkäniva	6.9.2017
3	Ylijoki, Särkikoskenmaa	29.8.2016
4	Kelujokisuu	6.9.2017
5	Kelujoki alaosa	29.8.2016

Metalli- ja alkuainepitoisuuksia verrattiin vesisammalille annettuun viitteelliseen luokitukseen, jossa luokitusrajoja on annettu arseenille, kadmiumille, kuparille ja lyijylle (Vuori 2002). Kokonaisuutena tarkastellen arseenin pitoisuudet olivat luokassa kohtalaisen korkea tai korkea, kadmium luokassa hyvin alhainen tai alhainen, kupari hyvin alhainen tai kohtalaisen korkea ja lyijy hyvin alhainen. Korkeimmat pitoisuudet havaittiin Sattasjoen Madesaarenkoskessa.

Seuraavassa on esitetty v. 2016-2017 vesisammalien tutkimuksen metalli- ja alkuainepitoisuuksien jokikohtainen tarkastelu.

Ylijoki

Ylijoki sijaitsee suunnitellun kaivoksen ja Viiankiaavan itäpuolella. Arseenipitoisuus oli luokassa kohtalaisen korkea, kadmium alhainen ja kupari ja lyijy luokassa hyvin alhainen. (Eurofins Ahma Oy 2018b.)

Kelujoki

Kelujoki sijaitsee suunnitellun kaivoksen eteläpuolella. Sammalien pitoisuuksia on tutkittu v. 2016-2017 kahdesta pisteestä, Kelujoki alaosa ja Kelujoki suu, jotka ovat käytännössä sama paikka. Arseenipitoisuus oli luokassa kohtalaisen korkea, kadmium alhainen tai hyvin alhainen ja kupari ja lyijy luokassa hyvin alhainen. (Eurofins Ahma Oy 2018c.)

Sattasjoki

Sattasjoki sijaitsee Kitisen länsipuolella, joka on Sakatin kaivoksen vaikutusalueen ulkopuolella. Sattasjoen ylävirran puoleisella Madesaarenkosken pisteellä arseenin pitoisuus oli luokassa korkea, kupari kohtalaisen korkea, kadmium alhainen ja lyijy hyvin alhainen. Vuosien 2016-2017 tutkimuksen korkeimmat arseeni- ja kuparipitoisuudet ja niiden korkeimmat luokat havaittiin Madesaarenkosken pisteillä. Sattasjoen alavirran puoleisella Pitkänivan pisteellä pitoisuudet olivat alempia: arseeni luokassa kohtalaisen korkea ja kupari, kadmium ja lyijy luokassa hyvin alhainen. (Eurofins Ahma Oy 2018c.)

18.5 Vaikutukset kalastoon ja kalatalouteen

18.5.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Herkkyyden arviointi perustuu neljään lähtökohtaan: ammatti- ja vapaa-ajan kalastukseen, uhanalaisten kalalajien esiintymiseen, ihmistoiminnan vaikutukseen sekä muutoksista palautumisen nopeuteen (Taulukko 18-7).

Vaikutusalueella esiintyy taimenta, joka on elinympäristöltään vaatelias laji. Taimen on herkkä ympäristön muutoksille mm. happamuuden suhteen, sillä taimenen lisääntyminen ei onnistu happamissa olosuhteissa. Taimenen lisääntymistä haittaa myös kiintoaines, joka voi peittää ja tukahduttaa taimenen mätiä kutupaikoilla. Muista alueella esiintyvistä kalalajeista elinympäristön suhteen myös harjus sekä pohjalla elävä made ovat vaateliaita lajeja.

Muutoksen suuruutta on arvioitu vesistövaikutusten kautta (Taulukko 18-8). Muutokset vedenlaadussa heijastuvat myös väistämättä kaloihin. Muutoksen suuruuden arvioinnissa on myös otettu huomioon lähtötilanne ja kalaston nykytila ennen mahdollisia rakennustoimenpiteitä.

Taulukko 18-7 Vaikutuskohteen herkkyys; kalasto ja kalatalous

Vähäinen	Alue ei ole tärkeä ammattikalastukselle tai vapaa-ajankalastukselle Alueella ei esiinny uhanalaisia kalalajeja Alue on voimakkaasti ihmisen muokkaama Häiriötilasta kalasto palautuu nopeasti ennalleen
Kohtalainen	Alueella on merkitystä ammattikalastukselle tai vapaa-ajankalastukselle Alueella reunalla voi esiintyä uhanalaisia kalalajeja Alueella on kalastoon vaikuttavia muutoksia ihmistoiminnasta Häiriötilasta palautuminen on hidasta tai kalastolle aiheutuu lieviä pysyvyviä muutoksia
Suuri	Alueella on suuri merkitys ammattikalastukselle tai vapaa-ajankalastukselle Alueella esiintyy uhanalaisia kalalajeja ja sijaitsee niiden lisääntymispaikkoja Alue on luonnontilainen tai luonnontilaisen kaltainen Häiriötilasta aiheutuu pysyviä muutoksia kalastolle tai haittaa uhanlaisille kalalajeille

Taulukko 18-8 Muutoksen voimakkuus ja suunta; kalasto ja kalatalous

Suuri kielteinen	Hankkeesta aiheutuu suuri haitta kalastolle tai kalastukselle Hankkeesta aiheutuu merkittävää haittaa kalakannoille, kalojen lisääntymiselle tai vaellukselle
Keskisuuri kielteinen	Hankkeesta aiheutuu kohtalaisia haittavaikutuksia kalastolle tai kalastukselle Hankkeesta aiheutuu haittoja kalakantojen tilalle, kalojen lisääntymiselle tai vaellukselle
Pieni kielteinen	Hanke voi aiheuttaa vähäisiä vaikutuksia kalastolle tai kalastukselle Vaikutukset eivät vaaranna kalakantojen tilaa, poikastuotantoa tai vaellusta
Ei vaikutusta	Hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia kalastolle tai kalakannoille
Pieni myönteinen	Hankkeella on vähäisiä myönteisiä vaikutuksia kalastolle tai kaalstukselle
Keskisuuri myönteinen	Hankkeesta aiheutuu kohtalaisia myönteisiä vaikutuksia kalakannoille, kalojen lisääntymiselle tai vaellukselle Hankkeesta aiheutuu kohtalaisia myönteisiä vaikutuksia ammattikalastukselle tai vapaa-ajan kalastukselle
Suuri myönteinen	Hankkeesta aiheutuu suuria myönteisiä vaikutuksia kalakannoille, kalojen lisääntymiselle tai vaellukselle Hankkeesta aiheutuu suuria myönteisiä vaikutuksia ammattikalastukselle tai vapaa-ajan kalastukselle

Kelukosken patoaltaan kalaston päälajit ovat saalistietojen perusteella tyypillisiä kevätkutuisia järvikalalajeja. Tärkeimmät saalislajit ovat hauki ja ahven, jotka ovat elinympäristön suhteen monipuolisija lajeja ja ne kestävät hyvin erilaisia ympäristön tilan muutoksia. Samentumien ja kiintoainekuormituksen arvioidaan aiheuttavan kevätkutuisille kaloille yleisesti vain vähän haittoja lisääntymisen suhteen.

Kevätkutuisten särkikalojen viihtyvyyttä voi heikentää vesien happamoituminen, sillä alhainen pH vaikuttaa mm. särkikalojen lisääntymiseen heikentävästi.

Valtaosa Kelukosken patoaltaalla esiintyvistä taimenista ja harjuksista ovat peräisin mm. voimayhtiöiden ja Boliden Kevitsa Mining Oy:n velvoiteistutuksista. Lisäksi patoaltaalla voi esiintyä luonnonkudusta syntyneitä yksilöitä. Patoaltaalla ei kuitenkaan ole taimenen ja harjuksen kutuun soveltuvia kutupaikkoja, vaan luonnonkudusta syntyneet taimenet ja harjukset ovat peräisin Kitiseen laskevista sivuvesistöistä.

Patoaltaaseen laskevassa Sattasjoessa esiintyy luonnonkutuista taimenta. Luonnonkutuista harjusta esiintyy Sattasjoen lisäksi myös Kelujoessa. Nämä sivu-uomat eivät kuitenkaan ole ensisijaisella vaikutusalueella, vaan sijaitsevat suurimman vaikutuksen reuna-alueella.

Patoaltaalla ei harjoiteta merkittävää kaupallista kalastusta. Kalastus on pääasiassa vapaa-ajankalastusta, joillekin alueen kotitalouksille kalastuksella on kuitenkin suuri merkitys. Patoaltaalla paikallisten kiinteistöjä alueella omistavien kotitalouksien lisäksi patoaltaalla harjoitetaan jonkin verran ulkopaikkakuntalaisten toimesta viehekalastusta Kemijoen yhtenäisluvalla. Kitiseen laskevien sivujokien kalastus on satunnaisempaa ja useimmiten paikallisten harjoittamaa kalastusta.

Kokonaisuutena katsoen vaikutuskohteiden herkkyys on **kohtalainen**. Elinympäristön suhteen vaateliaat lajit lisääntyvät Kitisen sivu-uomissa vaikutusalueen reunalla. Alueella ei harjoiteta merkittävää kaupallista kalastusta ja alueen arvioidaan palautuvan häiriötilasta nopeasti ennalleen. Suurin vaikutus kohdistuu myös Kitisen pääuomaan, joka on luonteeltaan ihmistoiminnan voimakkaasti muokkaama vesistö.

18.5.2 Vaikutusten arviointi

Rakentamisenaikaiset vaikutukset kalastoon

Vaikutukset alueen kalastoon aiheutuvat rakentamisen aikana mahdollisesta kiintoainekuormituksesta alueen vesistöihin. Rakentamisen aikainen kuormitus kohdistuu pääasiassa Kelukosken patoaltaaseen sekä Kelujoen alaosaan.

Vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a Kelujoen alaosaan rakentamisen aikaisia vaikutuksia aiheutuu tieverkoston parantamisesta ja mahdollisesta sillan rakentamisesta Kelujoen yli. Maansiirtotöiden vaikutuksesta Kelujokeen voi kohdistua samentumaa aiheuttavaa kiintoainekuormitusta. Rakentamisen aikainen kuormitus on luonteeltaan lyhytaikaista ja töiden jälkeen vaikutuksia veden laatuun Kelujoella ei enää synny.

Voimakkaalla kiintoainekuormituksella voi olla merkittävä haittavaikutus etenkin taimenen ja harjuksen kutualueilla. Kiintoaines voi peittää kutualueita ja tukahduttaa mätiä. Kelujoen alaosalla ei kalaston perustietoselvitysten perusteella kuitenkaan sijaitse merkittäviä taimenen tai harjuksen kutualueita. Kelujoelta sähkökoekalastuksessa saadut taimenet ovat olleet todennäköisesti istutuksista peräisin ja harjuskanta joen alaosalla on yleisesti heikko.

Vaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b Kitisen yli rakennettava silta voi aiheuttaa samentumaa siltapenkereiden rakentamisen yhteydessä. Myös nämä vaikutukset ovat luonteeltaan suhteellisen

lyhytaikaisia ja sillan valmistuttua vaikutuksia ei enää esiinny. Samentumavaikutuksia voidaan lieventää rakentamistöiden ajoittamisella alivirtaama-aikaan ja rakentamisaikaisten hulevesien hallintatoimilla.

Samentuma ja melu saattaa karkottaa kaloja alueelta tilapäisesti. Rakennustöiden loputtua kalaston elinympäristö kuitenkin palaa normaaliksi eikä tilapäisestä melusta ja samentumasta aiheudu pysyviä haittavaikutuksia.

Toiminnanaikaiset vaikutukset kalastoon

Toiminnan aikaiset vaikutukset kohdistuvat pääasiassa ylijäämävesien purkuvesistöön. Ylijäämävedet puretaan kaikissa hankevaihtoehdoissa Kitisen Kelukosken patoaltaaseen. Sakatin arvioidun ylijäämävesienkuormituksen vaikutuksia Kitisen sulfaatti-, nikkeli- ja kokonaistyppipitoisuuksiin on arvioitu Kitisen virtaus- ja vedenlaatumallinnuksen avulla (AFRY Finland 2020d) (luku 17 ja liite 15). Laskennat tehtiin kahdella eri kuormitusskenaariolla (VM1 ja VM2). Lisäksi tarkasteltiin kahta eri purkupaikkavaihtoehtoa sekä yhteisvaikutuksia alueella jo toimivan Kevitsan kaivoksen kanssa. Kaikki laskennat tehtiin keskimääräisissä sekä vähävetisissä virtaamaolosuhteissa.

Ilmastonmuutoksen seurauksena Kitisellä valuma-alueella arvioidaan tapahtuvan lämpötilan ja sademäärien kasvua, mistä seuraa talviaikaisten virtaamien kasvua, kevättulvan aikaistumista ja pidemmällä jaksolla kevättulvan vesimäärän pienentymistä. Saatavilla olevien lähteiden mukaan kuivien jaksojen ei odoteta pidentyvät tai lisääntyvän, joten nykytason mukainen kuivan vuoden laskenta edustaa hyvin myös ilmastonmuutostilannetta (AFRY Finland 2020d).

Kaikki mallinnetut pitoisuusvaikutukset ovat pieniä eikä niillä ole merkittävää vaikutusta Kitisen ekologiseen tai kemialliseen tilaan. Sulfaattipitoisuuden ja kokonaissuolapitoisuuden vähäisellä nousulla ei arvioida olevan haitallisia vaikutuksia Kitisen vesiekologiaan tai Kemijärven kerrostumiseen. Kitisen typpi- ja fosforipitoisuudet jäävät Sakatin kuormituksesta huolimatta edelleen ekologisen luokituksen mukaiseen erinomaiseen tilaluokkaan. Kitisen kaltaisissa voimakkaasti muutetuissa vesissä luokitteluun vaikuttaa myös tilaa parantavien toteuttamiskelpoisten toimenpiteiden vaikuttavuus. Mallinnettu liukoisen nikkelin pitoisuus jää vaikutusalueella kaikissa skenaarioissa ja olosuhteissa selvästi alle biosaatavalle pitoisuudelle määrätyn ympäristölaatunormin tason. Nikkeliin perustuvan laskennan perusteella myös kadmiumin lyijyn ja elohopean pitoisuuslisäykset jäävät selvästi alle ympäristölaatunormien. Myös muiden metallien ja puolimetallien osalta vaikutukset jäävät vähäisiksi. Lievät haitalliset eri aineiden yhteisvaikutukset ovat mahdollisia Kitisen Kelukosken alueella, mutta niiden arviointi sisältää paljon epävarmuuksia. Hankkeella ei arvioida olevan Kitisen kemiallista tilaa heikentäviä vaikutuksia (AFRY Finland 2020d).

Toiminnasta ei arvioida aiheutuvan merkittävää pH:n muutosta Kelukosken patoaltaan ja Kitisen vesistöön. Toiminnasta ei myöskään arvioida aiheutuvan merkittävää ravinteiden kasvua tai rehevöitymistä. Tämän perusteella kalaston ei odoteta muuttuvan lajisuhteiltaan Kelukosken patoaltaassa.

Kitisen veden laatuun vaikuttaa myös Sakatin kaivoshankkeen yläpuolella sijaitsevan Kevitsan kaivoksen toiminta. Kevitsan kaivoksen toiminta ei nykyisellään merkittävästi vaikuta Kelukosken patoaltaan kalaston raskasmetallipitoisuuksiin, sillä Kelukosken patoaltaan kalojen on todettu täyttävän elintarvikekelpoisuuden määräykset (Eurofins Ahma Oy 2018a). Kevitsan ja Sakatin kaivosalueiden yhteisvaikutuksen arvioidaan jäävän vähäiseksi Kitisen kalastossa, eikä kalojen elintarvikekelpoisuudessa oleteta tapahtuvan muutosta.

Kelukosken patoaltaaseen laskevalla Sattasjoella ei tapahdu veden laadun muutoksia. Kalojen liikkuminen Sattasjoen ja Kelukosken patoaltaan välillä on kuitenkin mahdollista ja Sattasjoen kalasto voi altistua hankealueen ylijäämävesien vaikutukselle liikkuessaan patoaltaalla. Koska patoaltaan kalastolle ei arvioida aiheutuvan merkittäviä haittoja, ei myöskään Sattasjoen kalastolle aiheudu merkittävää haittaa.

Kaivostoimintojen (mukaan lukien vinotunnelit) alueen pohjois-länsipuolella lähellä Kitisen rantaa sijaitsee pienikokoinen Kärväslampi. Lammessa ei tiettävästi ole merkittävää pohjavesivaikutusta. AASM:n teettämän hydrogeologisen mallinnuksen perusteella (Stantec Consulting Ltd 2020) suurin pohjaveden pinnan lasku lammen lähialueella on peruslievennystoimenpiteillä noin 0,1–0,5 m ja erityisillä lieventävillä toimenpiteillä noin 0,1-0,2 m (ks. luku 16 Vaikutukset pohjaveteen). Mallinnus on tehty vain hankevaihtoehdon VE1a mukaiselle vinotunnelille, joka kiertää Natura-alueen. Pohjaveden alenema vaihtelee vuodenajoittain: keväällä ja alkukesästä vaikutusta ei mainittavasti ole, kesän kuluessa vaikutus kasvaa ja vaikutus on suurimmillaan lopputalvella ennen kevättulvaa. Kaivostoiminta ei todennäköisesti mainittavasti vaikuta Kärväslammen veden pinnan korkeuteen, koska pohjavedellä ei tiettävästi ole merkittävää yhteyttä lampeen.

Tehtyjen hydrogeologisten mallinnusten (Stantec Consulting Ltd 2020) perusteella muiden lampivesien vedenpinnan ei arvioida laskevan, minkä vuoksi Viiankiaavan Natura-alueen lampivesiin ei kaivostoiminnasta arvioida aiheutuvan haittavaikutuksia. Vaikutuksia ei myöskään arvioida syntyvän Natura-alueen itäpuolella sijaitsevalle Ylijoella eikä Natura-alueen pohjoispuolella sijaitsevilla Viiankijärvellä tai Kokkolammella.

Kelujoen vesitalouteen hankkeella voi olla vaikutuksia. Tehdasalueelta valumavedet johdetaan pois luontaisilta valuma-alueilta, mikä voi vaikuttaa Kelujoen alaosan vesitalouteen virtaamaa vähentävällä tavalla. Tehdasalueen valumavedet otetaan kaivostoiminnan sisäiseen vesikiertoon ja puhdistetut ylijäämävedet johdetaan Kitiseen. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalueen itäosa sijaitsee etelän suuntaan virtaavalla lähivaluma-alueella, josta vesi kulkeutuu Eliasojaan (lisätään tähän kuvaviittaukset tehdasalueen vesien johtamista esittäviin Afryn kuviin, jotka ovat pintavesiluvussa).

Tehdasalueen vedet poistuvat luonnontilaiselta valuma-alueelta, joten etelän suunnassa sijaitsevan Eliasojan valuma-alueen pinta-ala pienenee suuruusluokkaa 10-15 %. Valuma-alueen pienentyminen pienentää hieman Eliasojan virtaamaa ja lisää mahdollisuuksia sen ajoittaiseen kuivumiseen. Kelujoen virtaaman ei kuitenkaan arvioida merkittävästi muuttuvan, joten Kelujoen alaosan kalastovaikutusten arvioidaan myös jäävän vähäisiksi.

Hankkeen toiminnan aikaisten kalastovaikutusten arvioidaan käytettävissä olevan aineiston pohjalta jäävän kokonaisuutena suuruudeltaan pieniksi.

Kaivostoiminnan lopettamisen vaikutukset kalastoon

Kaivostoiminnan päättäminen tapahtuu sulkemissuunnitelman mukaisesti. Alueen sulkeminen ei aiheuta erillistä päästölisäystä tai haittavaikutusta. Hankkeen lopettamisen jälkeen ei arvioida hankkeesta koituvan haitallisia vaikutuksia kalastolle tai kalastukselle.

18.5.3 Kalastovaikutusten merkittävyys

Hankkeen kalasto- ja kalatalousvaikutusten arvioidaan jäävän kokonaisuutena merkittävyydeltään vähäisiksi kielteisiksi kaikissa vaihtoehdoissa (Taulukko 18-9). Merkittävyys on sama sekä rakennus- että toimintavaiheessa. Kalojen lajisuhteissa tai kalakannoissa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia. Hankkeesta aiheutuvat kalastovaikutukset ovat luonteeltaan tilapäisiä ja kalaston

tilanteen arvioidaan palautuvan entisen kaltaiseksi mahdollisten häiriöiden jälkeen. Kalojen elintarvikekäyttöön ei hankkeesta arvioida tapahtuvan muutoksia.

Taulukko 18-9 Rakentamis- ja toiminta-aika, kalastovaikutusten merkittävyys eri vaihtoehdoissa.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0			
Suuri herkkyys							

18.6 Vaikutukset muuhun vesieliöstöön

18.6.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Herkkyyden arviointi perustuu vaikutuskohteen suojelullisiin arvoihin, eliöstön ja vuorovaikutussuhteiden muutoksensietokykyyn sekä ihmisvaikutuksen voimakkuuteen (Taulukko 18-10).

Muutoksen suuruutta on arvioitu vesistövaikutusten kautta (Taulukko 18-11). Muutokset virtaamissa ja vedenlaadussa heijastuu vesiekologisiin tekijöihin; eliöstöön ja vuorovaikutussuhteisiin. Muutoksen suuruuden arvioinnissa on myös otettu huomioon lähtötilanne ja ekologinen nykytila ennen mahdollisia rakennustoimenpiteitä.

Taulukko 18-10 Vaikutuskohteen herkkyys; vesiekologia

Vähäinen	Ei erityisiä suojelullisia arvoja. Eliöstö ja vuorovaikutussuhteet eivät ole erityisen herkkiä muutoksille. Ihmisen vaikutus on selvä ja näkyvä.
Kohtalainen	Vesiekosysteemissä on suojelullisia arvoja. Eliöstö ja vuorovaikutussuhteet ovat kohtalaisen herkkiä muutoksille ympäristössä. Vesiekosysteemi on osittain ihmistoiminnan muovaamaa. Korvaavaa vastaavaa vesiekosysteemiä ei ole paikallisesti olemassa.
Suuri	Vesiekosysteemissä on runsaasti suojelullisia arvoja. Eliöstö ja vuorovaikutussuhteet ovat hyvin herkkiä muutoksille ympäristössä. Vesiekosysteemi on luonnontilaista ja ihmisen vaikutus on vähäinen. Korvaavaa vesiekosysteemiä ei ole olemassa tai suojeltavissa.

Taulukko 18-11 Vesiekologiaan kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt muutoksen suuruusluokan kriteerit.

Suuri kielteinen	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ovat suuria herkille ja suojelullisesti arvokkaille vesiekosysteemeille. Vesiekologinen tila muuttuu hyvin selvästi. Hanke heikentää tai tuhoaa eliöstön vuorovaikutussuhteita ja luonnontilaisuus heikkenee merkittävästi.
Keskisuuri kielteinen	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ovat kohtalaisia herkille ja suojelullisesti arvokkaille vesiekosysteemeille. Vesiekologinen tila heikkenee kohtalaisesti. Hanke heikentää eliöstön vuorovaikutussuhteita ja luonnontilaisuus heikkenee kohtalaisesti.
Pieni kielteinen	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ovat lieviä ja vaikutuksen kohteena oleva vesiekosysteemi on sietokyvyltään hyvä ja suojelullisia arvoja on vähän. Vesiekologinen tila heikkenee lievästi. Eliöstön vuorovaikutussuhteille aiheutuu lievää heikennystä ja luonnontilaisuus heikkenee lievästi.
Ei vaikutusta	
Pieni myönteinen	Hankkeen aiheuttamat positiiviset vaikutukset ovat lieviä ja myönteinen vaikutus kohdistuu joihinkin suojelullisiin arvoihin. Vesiekologinen tila muuttuu lievästi myönteiseen suuntaan. Eliöstön vuorovaikutussuhteille aiheutuu lievää myönteistä vaikutusta ja luonnontilaisuus paranee lievästi.
Keskisuuri myönteinen	Hankkeen aiheuttamat positiiviset vaikutukset ovat kohtalaisia ja myönteinen vaikutus kohdistuu useisiin suojelullisiin arvoihin. Vesiekologinen tila muuttuu kohtalaisesti myönteiseen suuntaan. Eliöstön vuorovaikutussuhteille aiheutuu kohtalaista myönteistä vaikutusta ja luonnontilaisuus paranee kohtalaisesti.
Suuri myönteinen	Hankkeen aiheuttamat positiiviset vaikutukset ovat suuria ja myönteinen vaikutus kohdistuu suureen määrään suojelullisia arvoja. Vesiekologinen tila muuttuu suuresti myönteiseen suuntaan. Eliöstön vuorovaikutussuhteille aiheutuu suurta myönteistä vaikutusta ja luonnontilaisuus paranee erittäin selvästi.

Vaikutuksen merkittävyys on luokiteltu tässä arvioinnissa asteikolla 1) vähäinen 2) kohtalainen tai 3) suuri. Merkittävyys voi olla myönteinen tai kielteinen.

18.6.2 Vaikutusten arviointi

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Kitinen

Valuma-alueella ja siltojen osalta rantavyöhykkeessä tapahtuva rakentaminen aiheuttavat pintavesiin työn aikaista samentumista, mutta Kitisessä laimentuminen on niin tehokasta, että työn aikaiset vaikutukset veden laatuun ovat erittäin vähäiset ja käytännössä olemattomia.

Lähivaluma-alue

Lähivaluma-alueen purot ja ojat ovat pieniä ja laimentuminen on vähäisempää, joten rakennustyön aikaista vesien samentumista voi esiintyä. Lisäksi valumavedet voivat aiheuttaa kiintoaineen huuhtoutumista työstettyjen alueiden maan pinnalta, ennen kuin maan pinta stabiloituu kasvien vaikutuksesta. Tehdasalueen vaikutuspiirissä on yksi selkeä oja, joka on tehdasalueen eteläpuolinen Eliasoja. Lisäksi tehdasalueen lounaispuolisella lähivaluma-alueella on nimetön Kitiseen laskeva lyhyt oja. Muilta osin tehdasalueelta rakennusvaiheessa kulkeutuvat vedet kulkevat pintavaluntana tai niin pieninä uomina, että Maanmittauslaitoksen maastotietokannan paikkatietoaineisto ei tunnista niitä. Tehdasalueen pohjoispuolinen huoltotie kulkee Sakattiojan valuma-alueella.

Vesistöjen pohjaeläimet ovat jossakin määrin sopeutuneet veden kiintoainepitoisuuden vaihteluun, koska virtaavissa vesissä sadantapiikit aiheuttavat valuma-alueella eroosiota, joka näkyy veden kiintoainepitoisuuden nousuna ja sameuden kasvuna. Jos samennusvaikutus on suhteellisen lyhytaikainen, tuntien tai muutaman päivän luokkaa, ja vesistössä pohjan laatu ei muutu pysyvästi, vaikutukset pohjaeläimistöön ovat pieniä. Jos pohjan laatu muuttuu kiintoaineen laskeutumisen seurauksena, pohjaeläimistö voi muuttua pysyvästi. Jos hetkellinen kiintoainekuormitus on niin suurta, että pohjaeläimistö taantuu, muutos on muutamien vuosien aikajaksolla palautuva, jos pohjan laatu ei muutu. Vesien johtamisen rakenteet rakennetaan toiminnan alkuvaiheeseen painottuen, millä pyritään mahdollisimman pieniin vaikutuksiin.

Vesistöjen kiinteille pinnoille kiinnittyneisiin piileviin vaikuttavat mm. valon määrä vedenalaisilla kiinteillä pinnoilla, veden pH-arvo, veden orgaaninen aines, ravinteet ja veden lämpötila. Hienojakoisen epäorgaanisen kiintoaineen mahdollinen väliaikainen laskeutuminen pohjalle voi heikentää piileväyhteisöä, mutta kasvukaudella se uusiutuu nopeasti (viikoissa).

Vesisammalten kannalta hetkellinen samentuminen ja kiintoaineksen kertyminen vesisammalkasvustojen päälle heikentää sammalten yhteyttämistä, mutta mikäli samentuma on lyhytaikainen ja kertynyt kiintoaines huuhtoutuu ylivirtaamakaudella pois, pitkäaikaista heikentävää vaikutusta ei muodostu. Mutta, jos rakentamistoimenpiteet samalla vähentävät pienveden virtaamaa koko rakentamisvaiheen ajaksi tai pysyvästi, samentuma voi jäädä pysyvämmäksi eikä kertynyt kiintoaines huuhtoudu pois.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset liittyvät pääosin virtaaman pienentymiseen lähivaluma-alueen puroissa ja ojissa niiden uomien osalta, joiden valuma-alue pienentyy tehdasalueen vaikutuksesta. Merkittävin valuma-alueen pinta-alan pienentyminen 15-20 % tapahtuu vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b pienessä nimettömässä purossa, joka laskee Porokodanjängältä eli tehdasalueen länsi-lounaispuolelta Kitiseen. Puron pituus on Maanmittauslaitoksen kartassa noin 400 m.

Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalueen eteläpuolisen Eliasojan valuma-alueen pinta-ala pienenee suuruusluokkaa 10-15 %.

Valuma-alueen pienentyminen pienentää jonkin verran lähivaluma-alueen edellä mainittujen uomien virtaamaa ja lisää mahdollisuuksia uoman ajoittaiseen kuivumiseen. Vesimäärän pienentyminen ja varsinkin ajoittainen kuivuminen heikentää uomien pohjaeläimistöä. Uomat ovat siinä määrin pieniä, että ne jo nykytilassa saattaneet ajoittain kuivua. Siten muutos uomien pohjaeläinten ekologisessa tilassa ei välttämättä ole kovin suuri. Pienten uomien ajoittaisesta kuivumisesta aiheutuva pohjaeläinten taantuminen on palautuvaa, eli pohjaeläimistö toipuu olojen parantuessa.

Kitisessä laimentuminen on tehokasta ja mallinnetut pitoisuusnousut ovat suhteellisen pieniä, joten pohjaeläimiin kohdistuvia vaikutuksia ei oleteta olevan.

Pienvesien vesisammalyhteisöihin aiheutuu vaikutuksia purouomien veden vähentymisestä, joka voi olla syklistä tai jatkuvaa. Pitkällä aikavälillä veden vähyys muuttaa vesisammallajistoa siten, että kuivumista paremmin sietävät lajit runsastuvat ja herkät, vaateliaat lajit taantuvat ja häviävät. Pienvedet voivat olla lisäksi pohjavesivaikutteisia, jolloin niihin vaikuttaa pintavalunnan lisäksi pohjaveden pinnan tasot. Hankkeessa pohjaveden alenema sijoittuu talvikauteen, minkä myötä pohjavesivaikutteiset purot voivat olla vedettömiä ja jäätyvät pohjaa myöden. Purojen vesisammalisto on nykytilassaankin sopeutunut siihen, että vettä on ajoittain vähän ja että puro jäätyy ajoittain pohjaan saakka. Pohjaveden aleneman muuttuessa säännölliseksi tapahtumaksi on odotettavissa pitkän aikavälin heikentäviä vaikutuksia pohjavesivaikutteisissa puroissa. Vaikutusten suuruutta ja merkittävyyttä ei voida kattavasti määritellä, koska kattavaa tietoa sammallajistosta lähivaluma-alueella ei ole.

Sulkemistöiden aikaiset vaikutukset

Sulkemistyöt vastaavat pintavesiin kohdistuvalta vaikutukseltaan rakennusvaihetta (ks. edellä). Sulkemiseen liittyvillä toimilla pyritään estämään kaivostoiminnan jälkivaikutuksia.

Sulkemisen jälkeiset vaikutukset

Sulkemisen yhteydessä lähivaluma-alueen vesien kulku palautetaan lähemmäs ennen kaivosta vallinnutta tilaa, joten edellä kohdassa toiminnan aikaiset vaikutukset mainitut ojien valuma-alueet palautetaan lähemmäs luontaista tilaa. Näiden ojien osalta pohjaeläimistön elinolosuhteet paranevat verrattuna kaivoksen toiminnan aikaan.

Alueelle jäävät massat eli matalarikkinen rikastushiekka, eristetään vesikontaktia vähentävällä tavalla, joten sulkemisen jälkeisen vaikutuksen oletetaan olevan lähivaluma-alueella vähäinen. Kitisessä laimentuminen on tehokasta, joten siellä sulkemisen jälkeisten vaikutusten oletetaan olevan erittäin pieniä tai olemattomia.

Pohjavesien muodostumisen ja pohjavesien pinnan tasojen vuotuisen luontaisen vaihtelun ennallistuminen tapahtuu maaperän pohjavesikerroksessa noin vuoden sisällä kaivostoiminnan lopettamisesta.

Rakentamisen ja toiminnan aikana haitallisten vaikutusten alaisina olleen vesieliöstön palautuminen on osin epävarmaa.

18.6.3 Vaikutusten merkittävyys

Kitinen

Kitisessä ei odoteta olevan rakentamis- tai sulkemisvaiheessa pohjaeläimistöön tai kiinteille alustoille kiinnittyneisiin piileviin kohdistuvia vaikutuksia, koska maanrakennustöiden aiheuttama pintavesien samennus laimenee suureen vesimäärään. Toiminnan aikana ja toiminnan päättymisen jälkeen kaivoksen aiheuttamat pitoisuusnousut Kitisessä arvioidaan pieniksi ja sen tasoisiksi, että vesieliöille ei aiheudu haittoja.

Kitisen pohjaeläimiin ja kiinteille alustoille kiinnittyneisiin piileviin kohdistuvan vaikutusten merkittävyys on esitetty yhteenvetotaulukkona alla (Taulukko 18-12).

Taulukko 18-12 Sakatin kaivoksen vaikutuksen merkittävyys Kitisen pohjaeläimistöön ja kiinteille alustoille kiinnittyneisiin piileviin.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys				VE0, VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b			
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys							

Lähivaluma-alue

Rakentamisen ja sulkemisvaiheeseen kuuluu maanrakennustöitä, joiden aiheuttama kiintoainekuormitus voi heikentää lähivaluma-alueen pienien purojen ja ojien pohjaeläimistöä ja vesisammalyhteisöjä väliaikaisesti. Mikäli rakentaminen myös vähentää pienvesien veden määrää, vaikutus voimistuu. Vaikutuksen merkittävyys vaihtelee lähivaluma-alueen eri osien uomastoissa vähäisestä kohtalaiseen.

Toiminnan aikana kahdella tehdasalueen lähimmällä purolla, etelän suunnan Eliasojalla ja länsi-lounaissuunnan nimettömällä pienellä purolla, valuma-alue pienenee jonkin verran. Se vähentää uomien virtaamaa ja lisää uomien kuivien kausien esiintymistiheyttä ja kestoa, mitkä voivat hieman heikentää uomien pohjaeläimistön ja kiinteille alustoille kiinnittyneiden piilevien sekä vesisammallajiston tilaa. Vaikutuksen merkittävyys vaihtelee lähivaluma-alueen eri osien uomastoissa vähäisestä kohtalaiseen.

Toiminnan päättymisen jälkeen lähivaluma-alueen uomien valuma-alueiden pinta-alojen odotetaan palautuvan lähemmäs ennen kaivosta vallinnutta tilannetta, joten toiminnan päättymisen jälkeen kaivos ei todennäköisesti enää merkittävästi vaikuta lähivaluma-alueen uomiin virtaaman kautta. Kaivoksen sulkemistoimien tarkoitus on vähentää vaikutuksia vesistöön, joten veden laatuun kohdistuvien vaikutusten odotetaan olevan lähivaluma-alueella pieniä toiminnan päättymisen jälkeen.

Lähivaluma-alueen pienvesien pohjaeläimiin ja kiinteille alustoille kiinnittyneisiin piileviin kohdistuvan vaikutusten merkittävyys on esitetty yhteenvetotaulukkona alla (Taulukko 18-13).

Taulukko 18-13 Sakatin kaivoksen vaikutuksen merkittävyys lähivaluma-alueen pienvesien pohjaeläimistöön, kiinteille alustoille kiinnittyneisiin piileviin ja vesisammaliin.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys			Osa uomista: VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0 Osa uomista: VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b			
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys							

18.7 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä

Hankkeesta arvioidaan aiheutuvan rakennusaikana lyhytaikaista ja tilapäistä haittaa alueen kalastolle ja kalastukselle kalojen karkottumisen myötä. Rakennusaikaisten vaikutusten arvioidaan kuitenkin olevan suhteellisen vähäisiä ja kalaston tilan palaavaan ennalleen rakennustöiden loputtua. Toiminnanaikaisen vaikutuksen kalastolle ja kalastukselle arvioidaan jäävän vähäiseksi. Kaivoksen ylijäämävesien ei arvioida muuttavan Kitisen ekologista tilaa eikä aiheuttavan kalojen elintarvikekelpoisuuden heikkenemistä.

Kitisessä ei odoteta olevan rakentamis- tai sulkemisvaiheessa pohjaeläimistöön tai kiinteille alustoille kiinnittyneisiin piileviin kohdistuvia vaikutuksia, koska maanrakennustöiden aiheuttama pintavesien samennus laimenee suureen vesimäärään. Toiminnan aikana ja toiminnan päättymisen jälkeen kaivoksen aiheuttamat pitoisuusnousut Kitisessä arvioidaan pieniksi ja sen tasoisiksi, että vesieliöille ei aiheudu haittoja.

Rakentamisen ja sulkemisvaiheeseen kuuluu maanrakennustöitä, joiden aiheuttama kiintoainekuormitus voi heikentää lähivaluma-alueen pienien purojen ja ojien pohjaeläimistöä ja vesisammalyhteisöjä väliaikaisesti. Mikäli rakentaminen myös vähentää pienvesien veden määrää, vaikutus voimistuu. Vaikutuksen merkittävyys vaihtelee lähivaluma-alueen eri osien uomastoissa vähäisestä kohtalaiseen.

Toiminnan aikana kahdella tehdasalueen lähimmällä purolla, etelän suunnan Eliasojalla ja länsi-lounaissuunnan nimettömällä pienellä purolla, valuma-alue pienenee jonkin verran. Se vähentää uomien virtaamaa ja lisää uomien kuivien kausien esiintymistiheyttä ja kestoa, mitkä voivat hieman heikentää uomien pohjaeläimistön ja kiinteille alustoille kiinnittyneiden piilevien sekä vesisammallajiston tilaa. Vaikutuksen merkittävyys vaihtelee lähivaluma-alueen eri osien uomastoissa vähäisestä kohtalaiseen.

Toiminnan päättymisen jälkeen lähivaluma-alueen uomien valuma-alueiden pinta-alojen odotetaan palautuvan lähemmäs ennen kaivosta vallinnutta tilannetta, joten toiminnan päättymisen jälkeen kaivos ei todennäköisesti enää merkittävästi vaikuta lähivaluma-alueen uomiin virtaaman kautta. Kaivoksen sulkemistoimien tarkoitus on vähentää vaikutuksia vesistöön, joten veden laatuun kohdistuvien vaikutusten odotetaan olevan lähivaluma-alueella pieniä toiminnan päättymisen jälkeen. Vaikutusten alaisina olleiden vesieliöyhteisöjen palautuminen on epävarmaa.

18.8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää rakennusaikaan rakentamalla kaivoksen vesien ohjaus- ja käsittelyrakenteet kuten niskaojat ja laskeutusaltaat heti toiminnan alussa. Laskeutusaltaiden avulla kiintoainekuormitusta ja samentumien haittavaikutuksia vesistöihin voidaan vähentää merkittävästi.

Kitisen yli rakennettavan sillan rakennustöiden ajoittaminen kevätkutuisten kalojen kutuajan ulkopuolelle vähentää riskiä kalojen lisääntymisen häiriintymiselle.

Kelujoelle mahdollisen sillan rakennustöiden ajoittaminen kesäaikaan pienentää riskiä rakennustöistä aiheutuville haitoille harjuksen kutualueille joen alaosassa.

Siltojen rakennustöiden aiheuttamaa kiintoaineshuuhtoumaan voidaan ehkäistä ajoittamalla rakentamistyöt alivirtaama-aikaan ja käyttämällä työmaalla muodostuvien hulevesien hallintatoimia.

19 VAIKUTUKSET LUONTOTYYPPEIHIN JA KASVILLISUUTEEN

Tässä luvussa käsitellään kasvillisuuden (ml. sammalet) ja luontotyyppien nykytilaa sekä arvioidaan kaivoksen rakentamisesta ja toiminnasta niihin kohdistuvia vaikutuksia. Tämän luvun nykytilankuvauksessa ja vaikutusarvioinnissa keskitytään hankealueelle Natura-alueen ulkopuoliselta osalta, mutta arvioinnissa huomioidaan myös Natura-alue vaikutusalueen kokonaisuudessa. Viiankiaavan Natura-alueelle on laadittu erillinen Natura-arviointi (Ramboll Finland Oy 2020e), jossa on käsitelty Natura-alueen osalta sen suojeluperusteina olevat Natura-luontotyypit, niille ominainen lajisto sekä etenkin suojeluperusteena oleva lajisto. Tässä arvioinnissa tarkastellaan myös Natura-alueelle sijoittuvaa lajistoa, joka ei ole suojeluperusteena.

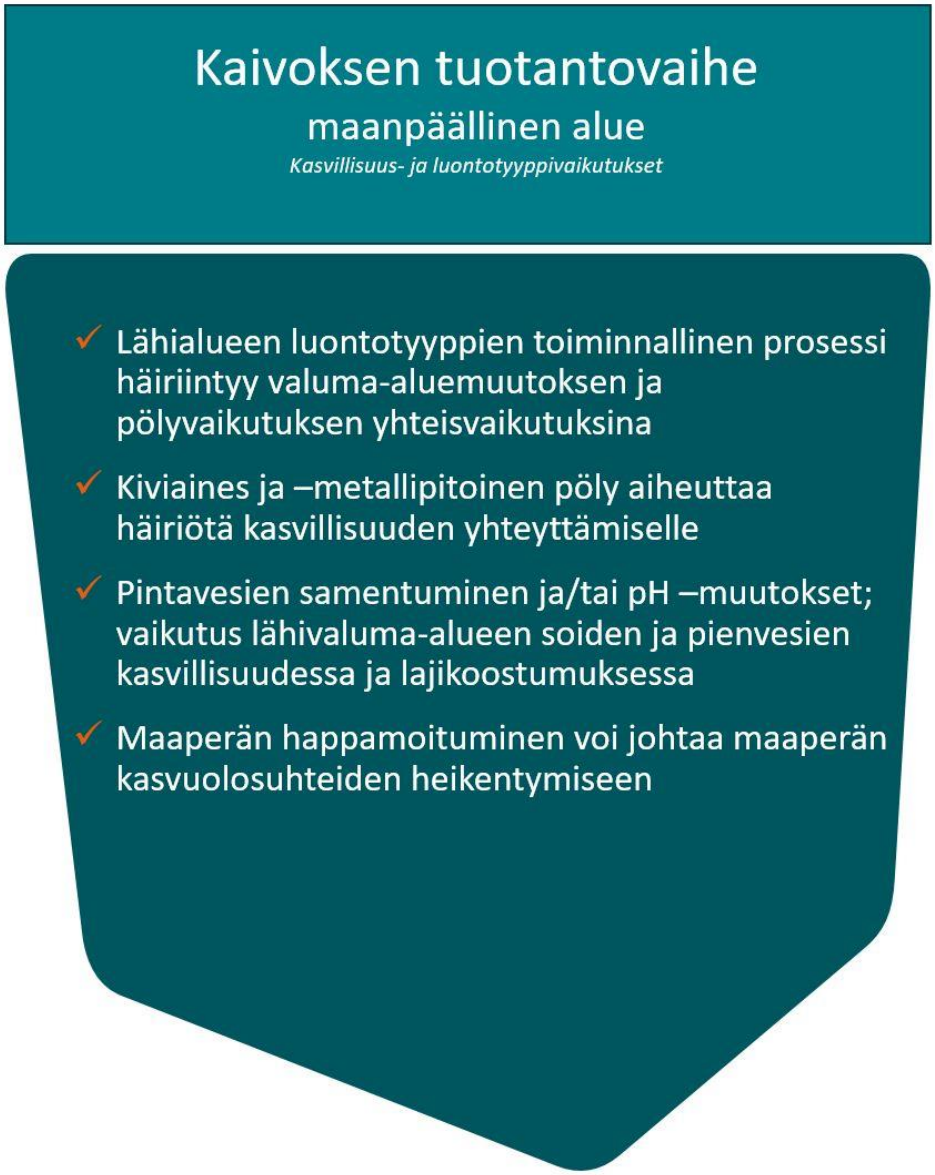
19.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Kasvillisuudelle aiheutuvat vaikutukset ilmenevät niiden kasvupaikkojen olosuhteiden muutosten tai kasvupaikkojen tuhoutumisen myötä. Vaikutusarviointi painottuu enemmän luontotyyppivaikutusten kuvailuun ja etenkin hydrologisten vaikutusten arviointiin. Kasvillisuuden osalta huomionarvoisin lajisto esiintyy ravinteisilla ja usein välipintaisilla soilla, jotka ovat riippuvaisia tietystä suovedenpinnan tasosta sekä osin myös pohjaveden tuomasta ravinteisuudesta. Ohessa on esitetty vaikutustyypit, jotka ilmenevät hankkeen rakentamisen/rakentumisen myötä (Kuva 19-1) sekä vaikutustyypit, jotka ilmenevät hankkeen toiminnan aikana (Kuva 19-2 ja Kuva 19-3). Rakentamisen ja toiminnan aikaiset vaikutustyypit ovat osittain samoja. Toiminnan aikana korostuu toimintavuosien edetessä pohjavesistä riippuvaisten luontotyyppien ja lajiston olosuhteiden muutos. Toiminnanaikaisten vaikutusten tarkastelussa on huomioitu sekä perus- että erityiset lievennystoimenpiteet, joilla rajoitetaan maanalaiseen kaivokseen tulevaa vesimäärää.

Luontotyyppien ja kasvillisuuden osalta luontovaikutusten tarkastelualueen laajuus on pääosin sidoksissa alueen hydrologiaan ja siinä tapahtuviin muutoksiin.

19.1.1 Luontovaikutusten muodostuminen

Kuva 19-1 Luontovaikutusten muodostumisen periaatteita kaivoksen ja sen maanpäällisten perusrakenteiden rakentamisvaiheessa.



Kuva 19-2 Luontovaikutusten muodostumisen periaatteita kaivoksen tuotantovaiheessa, kaivoksen maanpäällisten osien lähialueella.

Kuva 19-3 Kaivoksen maanalaisen osuuden aiheuttamia luontovaikutusten muodostumisen periaatteita. Vaikutustyypillä on toimintavuosien myötä kumuloituvia ominaisuuksia.

19.1.2 Luontovaikutusten tarkastelualue

Hankealue: Monimetalliesiintymän kaivoshankkeen hankealue on määritelty alueeksi, jolle sijoittuu kaivoksen tehdasalue ja muut maanpäälliset toiminnot sekä maanalainen alue, jolla vinotunnelit ja esiintymä sijaitsevat (luku 2, kuva 2-2). Lisäksi hankkeen maankäyttöä muuttaviin kohteisiin lukeutuvat kaivoshankkeeseen liittyvä tiestö sekä Kitisen tai Kelujoen ylittävä silta ja alueen sähköntarpeeseen toteutettava 110 kV voimajohtolinja.

Vaikutusalue: Luontovaikutusten tarkastelualue on varsinaista hankealuetta ja mm. kaavoitettavaa aluetta laajempi, etenkin tarkasteltaessa luontotyyppejä ja lajistoa, jotka ovat riippuvaisia hydrologisista muutoksista, eli pinta- tai pohjavesien kautta tapahtuvista muutosvaikutuksista. Vesistöjen kautta tapahtuvat muutosvaikutukset saattavat välittyä hyvinkin laajalle alueelle. Vesiekologisia vaikutuksia on tarkasteltu enemmän selostuksen luvussa 18. Luontotyyppi- ja kasvillisuusvaikutusten arvioinnin kannalta merkittävimpiä alueita ovat Kuusivaaran lähialueet sekä pohjavesimallinnuksen osoittamien käyrien alueet. Näillä alueilla tapahtuu luontotyyppien muutosvaikutuksia ja sitä kautta myös kasvillisuuden ja sammallajiston kasvupaikoille kohdistuvia vaikutuksia.

Tässä luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen (ml. sammalet) kohdistuvassa vaikutusarvioinnissa tarkastellaan Viiankiaavan Natura-alueen ulkopuolelle sijoittuville luontotyypeille ja kasvillisuudelle aiheutuvia vaikutuksia lähinnä kasvuolosuhteisiin kohdistuvien vaikutusten kautta. Vaikutusarvioinnin painopiste kohdistuu suojelullisesti arvokkaiden ja lakisääteisten luontotyyppien ja lajiston olosuhteiden muutosten arviointiin. Lisäksi on tarkasteltu rakentamisen myötä poistuvien talousmetsien alueiden olosuhteita yleisen lajiston ja yleisten metsätyyppien kautta. Natura-alueelle sijoittuvaa lajistoa on tarkasteltu siltä osin, kun on olemassa lajistotietoa, joka ei sisälly suojeluperustelajistoon.

Hankkeen välittömät vaikutukset kohdistuvat etenkin Kuusivaaran ympäristöön, mihin rakentuu kaivoksen tehdasalue kaikissa hankevaihtoehdoissa, toimintojen sijoittelun vaihdellessa vaihtoehdoittain. Lisäksi päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 Pahanlaaksonmaalle tai Pahanlaaksonmaan pohjoisosaan Tihiämaalle sijoittuu maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja maanpäällisiä toimintoja. Vaikutuksia syntyy myös hankevaihtoehdosta riippuen Kelujoen tai Kitisen yli rakennettavan tiestön ja sillan alueilla sekä Kuusivaarasta Vajukosken kytkinasemalle rakennettavan voimajohdon alueella, hihnakuljettimen alueella sekä ylijäämävesien purkuputken alueella. Hankkeen välilliset vaikutukset kasvillisuudelle ja luontotyypeille ilmenevät pohjaveden mahdollisen aleneman sekä pölyvaikutusten myötä. Pohjaveden pintaa alentavat vaikutukset kohdistuvat tietyillä etäisyysvyöhykkeillä pohjavesistä riippuvaisille luontotyypeille ja niiden lajistolle. Kasvillisuuteen kohdistuvat pölyvaikutukset ilmenevät kaivoksen maanpäällisten toimintojen lähialueella. Lisäksi hankkeen vaikutuksilla on ajallinen skaala, sillä useiden vaikutustyyppien aiheuttamat muutosvaikutukset kumuloituvat kaivoksen arvioidun toiminta-ajan jatkuessa noin 20 vuotta.

Selvitysalue: Selvitysalue on eri vuosina toteutettujen luontotyyppi- ja lajistoselvitysten kattamat inventointialueet, jotka liittyvät hankkeen nykytilan inventointeihin (Kuva 19-4). Suurin osa hankkeen luontotyyppi- ja lajistoselvityksistä on kohdistunut Viiankiaavan Natura-alueelle. Lisäksi on inventoitu Käppäläaavan aluetta, joka ulottuu etäälle varsinaisesta hankkeen vaikutusalueesta, joten Käppäläaapaan kohdistuvia inventointeja ei ole esitetty vaikutusarviointien pohjaksi toteutettujen selvitysten inventointipäivämäärissä. Hankkeeseen liittyvän 110 kV voimajohdon reitiltä laaditut inventoinnit sijoittuvat osittain etäälle varsinaisesta kaivosalueesta. Niitä on käsitelty YVA-selostuksen luvussa 27.

19.1.3 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Alueen luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen liittyen hankkeen suunnitteluvaiheessa on laadittu seuraavia selvityksiä, jotka ovat sisältäneet maastotutkimuksia ja lajistoinventointeja:

- Lapin Vesitutkimus Oy 2010: Viiankiaavan luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitykset 2009-2010.
- Lapin Vesitutkimus Oy 2012b: Korvaavien alueiden yleiskartoitus 2011
- Ahma ympäristö Oy 2009a: Sakatti 1-5 valtausten uhanalaislajien kartoitus.
- Ahma ympäristö Oy 2009b: Viianki (13, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 33, 34, 43, 46, 47, 49 ja 55) ja Sarki 1- valtausten uhanalaislajien kartoitus.
- Ahma ympäristö Oy 2015a: Kersilö-Kuusivaara luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitys 2015.
- Ahma ympäristö Oy 2015b: Sakatti 1-5, Kasvillisuusvaikutusten seuranta 2015.
- Ahma ympäristö Oy 2015c: Sakatti 1-5 -malminetsintäalueen luontotyyppiselvitys 2015, kartoitukset vuosina 2012-2014
- Ahma ympäristö Oy 2016f: Viiankiaavan luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitys 2016.
- Ahma ympäristö Oy 2016a: Neidonkenkäselvitys 2016.
- Ahma ympäristö Oy 2016c: Sakatti 1-5 malminetsintäalueiden sammal- ja putkilokasvikartoitukset vuosina 2012-2015.
- Ahma ympäristö Oy 2018: Sakatti 1-5 kasvillisuusvaikutusten seuranta 2017.
- Eurofins Ahma Oy 2018e: Tailings-alueiden luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitys 2017.
- Eurofins Ahma Oy 2019f: Kaava-alueen eteläosan luontotyyppi- ja kasvillisuuskartoitus 2018-2019 sekä 2012.
- Eurofins Ahma Oy 2019g: Malminetsinnän kasvillisuusvaikutusten seuranta 2018
- Ramboll Finland Oy 2019b: Sakatin alueen lähteiden biologinen kartoitus.
- Ramboll Finland Oy 2019c: Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen 110 kV liityntävoimajohdon luontoselvitys
- AFRY Finland Oy 2020a: Kuusivaaran uhanalaisten kasvilajien selvitys 2020 (luonnos 30.10.2020)
- AFRY Finland Oy 2020b: Sakatin hankkeen luontoselvitys vaihtoehtoiset vedenottoalueet ja Kuusivaaran tielinjauksen alue vuonna 2020.

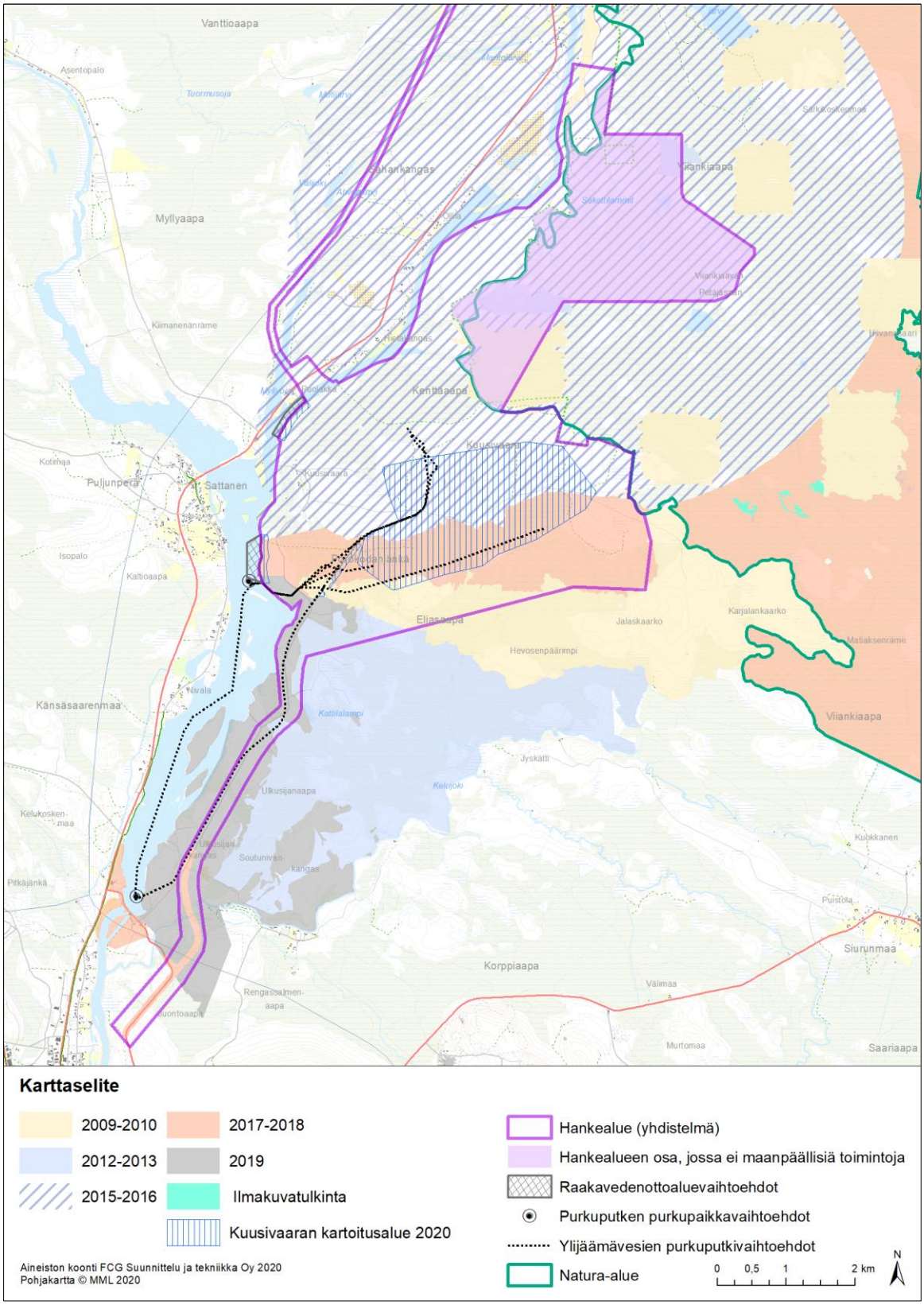
Natura-alueen ulkopuolisille osille sijoittuvat luonto- ja lajistoselvitykset ovat tässä luvussa esitettyjen luontovaikutusarviointien taustatietoina. Kuusivaaran alueelle on toteutettu kasvillisuus- ja luontotyyppiselvityksiä vuosina 2009-2010 (Lapin Vesitutkimus Oy 2010), jolloin aluetta on inventoitu 37 maastotyöpäivän ajan. Kuusivaaraa ja sitä ympäröiviä soita, Kersilön aluetta sekä Kitisen ympäristöä hankealueen kohdalla on inventoitu myös vuonna 2015 heinä-syyskuussa yhteensä 29 maastopäivää (Ahma ympäristö 2015a). Kaava-alueen eteläosan luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitys (Eurofins Ahma Oy 2019f), Sakatin alueen lähteiden biologinen kartoitus (Ramboll Finland Oy 2019b) sekä neidonkenkäselvitys (Ahma ympäristö Oy 2016a) kohdistuvat myös pääosin Natura-alueen ulkopuolelle. Kesän 2020 aikana on toteutettu Kuusivaaran uhanalaisen kasvilajiston inventointi sekä Kuusivaaran tielinjauksen sekä vaihtoehtoisten vedenottoaluiden inventoinnit, joihin on käytetty yhteensä viisi maastotyöpäivää kahden inventoijan toimesta (AFRY Finland Oy 2020b).

Rikastushiekka-alueiden luontotyyppi- ja kasvillisuusinventoinnit (Eurofins Ahma Oy 2018e) kohdistuvat pääasiassa Moskuvaarantien pohjoispuolella Käppäläaavalle, jonka aluetta on inventoitu yhteensä 18 maastopäivää. Lisäksi rikastushiekka-alueiden inventointeja on kohdennettu Eliasaavan, Poro-Kotamaan ja Kuusivaaran, Kuusivaarantien ja Kelukosken alueille, joiden inventointeihin on käytetty yhteensä 7 maastopäivää. Hankealueen eteläosaan (kaava-alue) on toteutettu vuonna 2019 luontotyyppi- ja kasvillisuuskartoitus (Eurofins Ahma Oy 2019f), joka on tarkentanut ja koonnut yhteen vuosien 2018-2019 sekä 2012 selvitykset Eliasaavan eteläpuolisilta alueilta aina Ulkusijankankaalle. Kelukosken alueen selvitys on toteutettu vuonna 2019, Kelukoskentien selvitys vuonna 2018

ja Ulkusijanaavan selvitykset vuonna 2012. Mainittuihin selvityksiin on käytetty yhteensä 9 maastopäivää ja selvitettyjen alueiden pinta-alat kattavat noin 18 km². Hankkeen vaatimalle 110 kV voimajohdolle on laadittu oma ympäristöselvitys, johon sisältyneeseen luontotyyppiselvitykseen on käytetty yhteensä 4 maastotyöpäivää (Ramboll Finland 2019c).

Useiden eri vuosien aikana kasvillisuus- ja luontotyyppi-inventoinneissa kartoitetut alueet on esitetty kartassa (Kuva 19-4). Kasvillisuus- ja luontoselvitysten erillisraporteissa on vaihtelevasti esitetty myös maastossa inventoitu kävelyreitti kartalla.

Luontotyyppi- ja kasvillisuusselvityksissä alueelta on paikannettu metsälain 10 §:n, vesilain 11 §:n sekä luontotyyppien uhanalaisuusluokituksessa uhanalaisia ja silmälläpidettäviä (CR, EN, VU, NT) luontotyyppejä. Ennen vuotta 2019 toteutetuissa inventoinneissa luontotyyppien uhanalaisuutta on tarkasteltu aiemman uhanalaisuusarvioinnin perusteella (Raunio ym. 2008) ja ne on määritelty Pohjois-Suomen uhanalaisuusluokituksen mukaisesti. Luontotyyppien ja lajiston uhanalaisuusluokitus on esitetty tässä arviointityössä niiden uusimpien statusten mukaisesti (Kontula ym. 2018, Hyvärinen ym. 2019).



Kuva 19-4 Hankkeessa toteutettujen kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitysalueiden sijoittuminen.

19.1.4 Arvioinnin epävarmuustekijät

Luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arvioinnin suurimmat epävarmuustekijät liittyvät suoluonnon ja lähteiden sekä muiden pohjavesivaikutteisten luontotyyppien vesitalouteen. Pohjaveden virtausmallinnus on laadittu hankevaihtoehdolle VE1a, ja virtausmalli on tältä osin riittävän luotettava vaihtoehdon vaikutusarviointia varten. Muiden hankevaihtoehtojen osalta ei voida esittää yhtä tarkkoja arvioita pohjaveden alenemista ja tämän myötä pohjaveden aleneman vaikutusten arvioinnissa on merkittävää epävarmuutta, joka kohdistuu tiettyihin luontotyyppeihin. Mahdollisuutta ennakoimattomiin laaja-alaisiin hydrologisiin vaikutuksiin ja sen myötä merkittäviin luontotyyppi- ja kasvillisuusvaikutuksiin ei voida myöskään täysin sulkea pois. Koska hankevaihtoehdoille VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b ei ole laadittu pohjavesimallinnusta, näiden hankevaihtoehtojen osalta ei voida esittää varmoja johtopäätöksiä luontotyypeille ja kasvillisuudelle kohdistuvista muutosvaikutuksista.

Syklisen pohjaveden aleneman vaikutuksista suojelullisesti arvokkaaseen kasvillisuuteen ja arvokkaisiin luontotyyppeihin kuten esimerkiksi lähdelettoihin ja huurresammallähteisiin ei ole käytettävissä tieteellistä tutkimustietoa tai vertailukelpoista seurantatietoa vaikutusmekanismeiltaan vastaavien hankkeiden aiheuttamista vaikutuksista pitkällä aikavälillä. Lähdeympäristöt todennäköisesti pysyvät nykytilanteessa osittain sulana talviaikaan. Hankkeen aiheuttamat hydrologiset muutokset ja pohjavedenpinnan mahdolliset säännölliset talviaikaiset alenemat saattavat aiheuttaa joidenkin nykytilanteessa virtaamiltaan vähäisempien lähteiden osalta jääpeitteisen kauden pidentymistä tai joinakin vuosina aiheuttaa aiemmin sulana pysyneiden lähteiden jäätymistä. Jäätyminen ja sen myötä tapahtuva kasvuston kuivuminen ja vaurioituminen saattaa aiheuttaa ennakoimatonta arvokkaan sammallajiston taantumista ja lähdesammallajiston runsaussuhteiden vähittäistä muuttumista pitkällä aikavälillä. Tietyt arvolajit ovat sopeutuneet kasvamaan ympäristössä, joka pysyy vuoden ympäri pääasiallisesti sulana. Alentuneen pohjaveden korvautuminen vuosittain pintavalunnalla (lumien sulaminen) saattaa aiheuttaa laadullisia muutoksia lähdeympäristöissä pitkällä aikavälillä. Vastaavia epävarmuuksia liittyy myös muiden arvokkaiden luontotyyppien ja arvokkaan kasvilajiston vasteeseen syklisen talvikuivuuden jatkuessa vuosia ja vuosikymmeniä.

Teollisuustoimintojen alueet, niiden lähialueet ja hankkeeseen liittyvän tiestön ja voimalinjan alueet on tutkittu luontotyyppien ja kasvillisuuden osalta hyvällä tarkkuudella, vaikka hankkeen kokonaisvaikutusalue on hyvin laaja. Tarkemman inventointien kohdistuminen ja painottuminen rakentamistoimien alueelle tai Natura-alueelle, saattaa vääristää luontotyyppien ja lajiston nykytilanteen esiintymistietoutta. Useiden vuosien aikana laadittuja, lähinnä Viiankiaavan alueelle liittyviä luontotyyppiinventointeja on täydennetty kaava-alueen inventoinneilla sekä alueelle tulevan tielinjan inventoinneilla. Kivennäismaan metsäisille luontotyypeille, talousmetsille sekä yleisille suotyypeille kohdistuvassa vaikutusarvioinnissa ei ole merkittäviä epävarmuuksia aineiston suhteen.

Sen sijaan pohjavesivaikutteisten luontokohteiden osalta laajojen alueiden inventointi on haastavaa ja myös Natura-alueen ulkopuolella lähdevaikutteisten luontotyyppien ja vesilain määrittelemien lähteiden esiintymien riittävän kattavaan paikannukseen liittyy lievää epävarmuutta. Samoin näille pohjavesivaikutteisille soille sijoittuvan uhanalaisen, erityisesti suojeltavan ja direktiivilajiston sijaintitiedon ja esiintymien laajuuden osalta inventoinnin kattavuudessa laajoilla ja vaikeakulkuisilla suoalueilla liittyy epävarmuutta.

Vaikutusarvioinnissa merkittävän haasteen tuo suoluontoa kuivattavien vaikutusten ajallinen ulottuvuus 20 toimintavuoden ajalle. Useilla vaikutuksilla on ajan myötä kumuloituvia ominaisuuksia ja eri

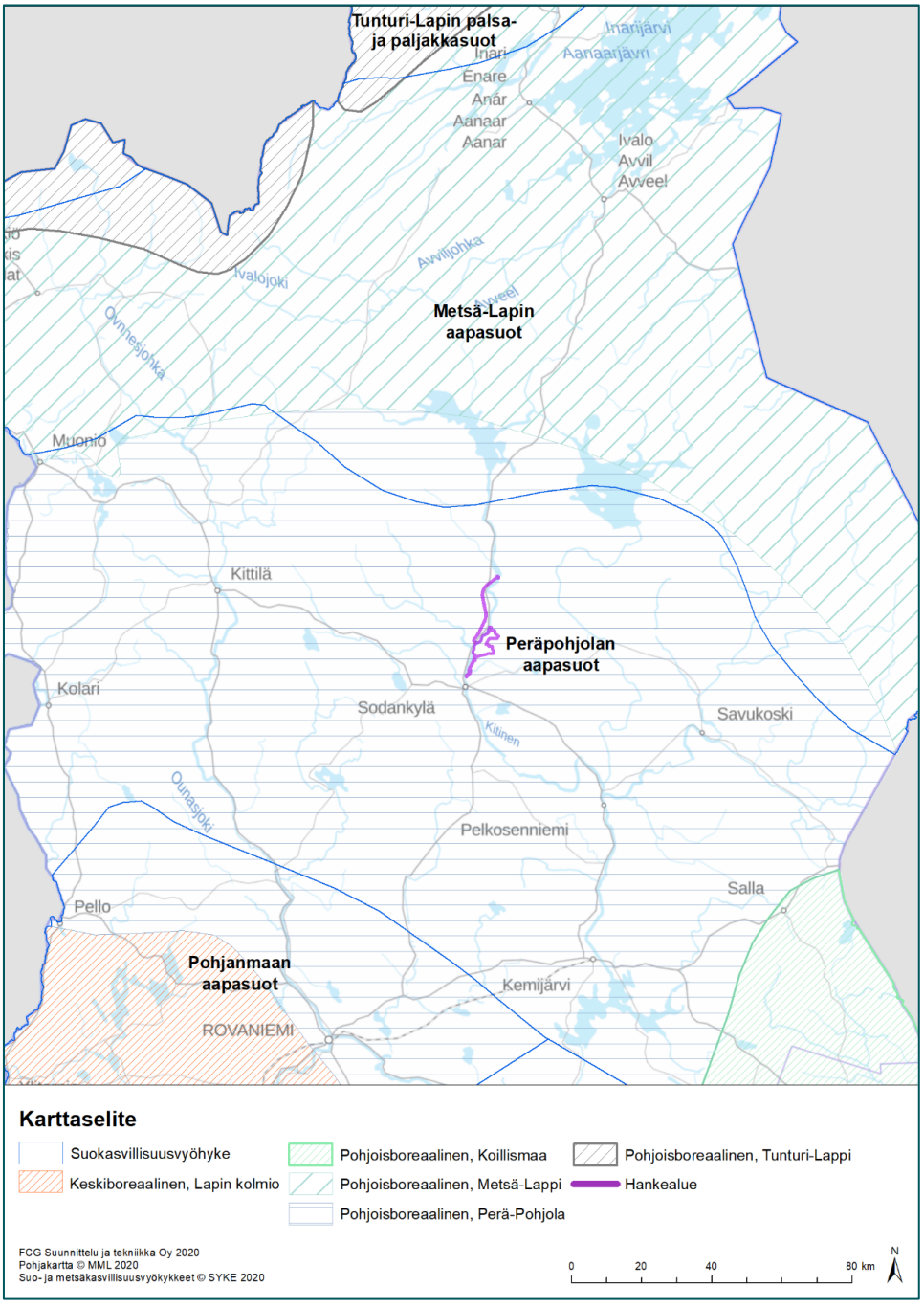
vaikutustyyppien yhteisvaikutukset saattavat olla lopulta suurempia, kuin mihin toteutetut realistiset arviot antavat viitteitä.

Toimintojen sijoitussuunnitelma vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b esitettyjen hihnakuljettimen ja huoltotien osalta ei ole vielä niin tarkka, että voisi sanoa aiheuttaako se suoria pinta-alan menetyksiä lähteikköluontotyypeille. Arvioinnin epävarmuuksiin voidaan lukea myös se, että kiviainespölyn ja metallipitoisen pölyn pitkäaikaisvaikutuksista lähteiden ja lettojen vaateliaalle sammallajistolle ei ole olemassa tutkimustietoa.

19.2 Luontotyyppien ja kasvillisuuden nykytila

19.2.1 Kasvillisuusalue

Hankealue sijoittuu metsäkasvillisuusvyöhykkeissä Pohjoisboreaaliselle Perä-Pohjolan vyöhykkeelle (4b) ja soiden aluejaossa Keski- ja Pohjois-Peräpohjolan aapasoiden alueelle (4c) (Kuva 19-5). Vyöhykkeille tyypillistä ovat keskimäärin melko karut kangasmetsät sekä laajat aapasuokokonaisuudet.



Kuva 19-5 Hankealueen sijoittuminen Suomen metsä- ja suokasvillisuusvyöhykkeillä.

19.2.2 Hankealueen ja lähialueen metsät

Hankealueen kivennäismaan kangasmetsät maanpäällisten rakentamistoimien alueella ovat pääosin tuoreita ja kuivahkoja mäntyvaltaisia kangasmaita. Sekapuustoisia kuusivaltaisia kankaita esiintyy paikoin moreeniselänteiden alaosissa soiden laiteilla. Hankealueen tuoreet kangasmaat ja kuivahkot kankaat sijoittuvat lähes yksinomaan Kitisen lähialueelle. Kuivia ja lehtomaisia kankaita on niukemmin. Lehtomaisia kankaita sijoittuu lähinnä Kitiseen purkautuvien purojen varsille ja kuivia kankaita esiintyy Petäjäsaaren alueella. Hankealueen pohjoisosista on paikannettu tuoreita runsasravinteisia lehtoja. Ravinteisimmat kasvupaikat sijoittuvat soille (Ahma ympäristö Oy 2015a).

Valtaosa hankealueen kangasmetsistä on puustoltaan varttuneita tai uudistuskypsiä. Hankealueen ja selvitysalueiden vanhimmat metsät sijoittuvat Viiankiaavan Natura-alueelle ja ovat puustoltaan pääosin yli 200-vuotiaita (Hjelt & Pääkkö 2006).

Metsien luonnontilaisuusaste vaihtelee. Hankealueen länsiosissa kivennäismaan metsät ovat selvästi luonteeltaan talousmetsiä ja luonnontilaisemmat metsät sijoittuvat Viiankiaavan laajan suoalueen metsäsaarekkeisiin, jotka ovat Natura-alueella. Suoalueen metsäsaarekkeita on myös käsitelty 1900-luvun alussa harsintahakkuin, ja hakkuita on kohdistunut myös puustoisille soille (Eurofins Ahma Oy 2019g). Alueen kivennäismaan metsien ja suometsien käsittelyhistoria ilmenee myös lahopuujatkumon puutteena. Luonnontilaisimmatkaan metsät eivät ole sellaisia edustavia boreaalisia luonnonmetsiä, joita alueelle voisi sijoittua. Tämä ilmenee tarkasteltaessa aluetta *monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet* -analyysin tulosten kautta (Mikkonen ym. 2018).

19.2.3 Hankealueen ja lähialueen suot

Sodankylän koko kunnan pinta-alasta lähes 30 % on soiden peitossa. Kunnassa on 688 yli 20 hehtaarin kokoista suota, joiden kokonaispinta-ala on 335 055 hehtaaria (Muurinen 2015). Aapasuot ja keidassuot ovat yleisin soiden päätyyppi. Turvekerrokset alueen soilla ovat ohuita, ja turvetta on pääosin alle kahdeksan metriä (Niinikoski & Päätönen 2015).

Hankealueen suot ovat pääosin ojittamattomia ja luonnontilaisia avosoita. Puustoiset suot, jotka keskittyvät kangasmetsien reunaosille, ovat etupäässä rämeitä. Yleisimmät rämetyypit ovat pallosararäme ja korpiräme. Varsinaisten korpien osuus on vähäinen. Alueen laajimmat yhtenäiset avosuot eli aapasuot ovat Viiankiaapa, Eliasaapa, Ulkusijanaapa ja Kenttäaapa. Nevojen ja lettojen lisäksi alueella on myös luhtia ja kausikosteita soita. Luhtia esiintyy suovesien purkureiteillä sekä kangasmaalaiteissa ja lampien läheisyydessä.

Hankealueelle sijoittuva ***Viiankiaapa*** on edustava aapasuokompleksi, jolla esiintyy inventointien perusteella monipuolinen ja arvokas lajisto. Viiankiaavalle on ominaista laajat ja upottavat rimmet, joita halkovat kapeat ja kiemurtelevat jänteet. Viiankiaavan alueella oli myöhäisjääkautisessa vaiheessa jäiden patoama jääjärvi, jonka paikalle nykyinen suoalue on muodostunut. Viiankiaavan suon pinnan korkeus vaihtelee pääosin 188–190 mpy, ja turvekerroksen paksuus ulottuu yli kuuteen metriin (Åberg ym. 2017). Viiankiaapa on topografisesti tasaista ja pintavesien virtaus on erittäin hidasta ja monimutkaista turvekerrosten läpi. Viiankiaavalla tapahtuu veden imeytymistä turvekerroksesta paremmin vettä läpäiseviin karkearakeisiin maakerroksiin (AA Sakatti Mining Oy 2020).

Viiankiaavan aapasuokokonaisuudelle on tyypillistä koivulettojen ja rimpisten koivulettojen suuri määrä. Laajin yhtenäinen lettoalue sijaitsee Viiankilampien eteläpuolella, ulottuen Ylijoen varteen ja Matiaksenrämeen laiteille saakka. Alueella on myös laajoja lierosammalrimpilettoja. Rimpiset koivuletot vaihettuvat rimpikoon kasvaessa liukuvasti erilaisiin rimpilettoihin. Varsinaisten ravinteisten

lettojen lisäksi Viiankiaavalta löytyy myös laajoja ruohoisia, keskiravinteisia nevoja sekä karumpia rimpinevoja, jossa jänteet muodostuvat rahkarämemättäistä. Viiankiaavalla on myös laajoja rahka-, tupasvilla- ja pallosararämealueita sekä ohutturpeisia kangasrämeitä. Erilaisia, pääosin karuja rämetyyppejä esiintyy etenkin kangasmetsien laiteilla ja kangassaarekkeiden väleissä. Paikoin rimpisuot rajoittuvat lähes suoraan kivennäismaan kangasmetsiin (Eurofins Ahma Oy 2018d). Viiankiaapa sisältyy Natura-alueeseen ja sen olosuhteita on käsitelty tarkemmin Natura-arvioinnissa (Ramboll Finland Oy 2020e).

Eliasaavalla on ravinteisuuden vaihtelun ja topografian mosaiikkimaisuuden vuoksi runsaasti erilaisia edustavia suotyyppejä. Arvokkaimmat avosuot ovat pääasiassa eutrofisia lettoja. Eliasaavalla on jonkin verran käsiteltyjä räme- ja korpikuvioita, mutta pääasiassa se on luonnontilainen ja lajistoltaan monipuolinen. Eliasaavalla ei esiinny ojituksia tai muita toimenpiteitä, jotka vaikuttaisivat suon vesitalouteen. Eliasaavan lettojen lajistossa esiintyy uhanalaisia ja direktiivilajistoon lukeutuvia putkilokasvi- ja sammallajeja, kuten lettorikko, isonuijasammal ja kiiltosirppisammal. Puustoisista letoista alueella on lettorämettä ja -korpea sekä koivulettoa ja vähäisesti lehtokorpea. Puuttomat lettolieterimpiletot ovat alueella ovat varsin yleisiä. Varsinaiset letot vaihettuvat mesotrofisiin nevoihin ja lettonevoihin. Kuusivaaran eteläpuolelle jää keskusallasmainen rimpisuoalue, jolla on huomattavia ja monimuotoisia lettoja (Ahma ympäristö Oy 2015a, Lapin Vesitutkimus Oy 2012, Eurofins Ahma Oy 2018e).

Porokodanjänkä sijoittuu Eliasaavan länsiosiin ja se koostuu erityyppisistä letoista, joiden laiteilla on keskiravinteisia saranevoja sekä suon itäosassa vähäravinteisia rämeitä ja nevoja. Porokodanjängän lettojen erikoisuutena on runsas järviruokovaltaisuus ja lettojen kasvillisuus on hyvin monipuolista, erityisesti sammalissa. Eliasaavan ja Porokodanjängän välissä esiintyy vähäravinteisempia nevoja ja rämeitä. (Eurofins Ahma Oy 2018e.)

Ulkusijanaapa on pääosin aapasuota, joka sijoittuu suurimmaksi osaksi Kelujoen valuma-alueelle. Suot ovat kokonaisuudessaan oligo-mesotrofisia nevoja, rimpinevoja, luhtia, rämeitä, korpia sekä näiden yhdistymiä. Ulkusijanaapa on kokonaisuutena Eliasaapaa karumpi. Korkiakummun itäpuolisella alueella suot monipuolistuvat ja siellä tavataan yleisesti em. suotyyppien lisäksi erilaisia luhtia, lettoja ja lettonevoja. Letot ovat pääasiassa väli- tai rimpipintaisia ravinteikkaita avosoita. Luhtaisuus on soiden vallitseva erityispiirre erityisesti Ulkusijankumpujen itäpuolella (Eurofins Ahma Oy 2019f.)

Soutunivankankaalla on tulvametsää, jonka kasvillisuudessa näkyy toistuvien tulvien vaikutukset, eikä turvekerrosta pääse ajoittaisen kuivumisen takia syntymään. Ulkusijankankaan laiteessa esiintyy kausikosteikkoja, jotka kuivahtavat kesän myötä (Eurofins Ahma Oy 2019f.)

Kenttäaapa on hyvin monipuolinen aapasuokokonaisuus, jonka ravinteisuus vaihtelee oligo-eutrofian välillä. Kenttäaavalla suotyypit vaihtelevat jatkuvasti ja kuviot ovat paikoin hyvin pienialaisia. Kenttäaavalle on ominaista myös luhtaisuus, erityisesti Kenttäaavan länsi-lounaisosassa, missä on laajasti oligotrofisia lyhytkorsinevoja sekä rämeitä. Pohjois-koillisosassa on laajoja rimpipintasoita, joissa pääasiallisin suotyyppi on *scorpidium*-rimpiletto. Ruoppaisuus on vallitseva piirre rimmissä. Kenttäaavan pohjoisosissa on myös runsaasti muitakin lettoisia suotyyppejä. Lähteisyyttä esiintyy Kuusivaarankumpujen kaakkoispuolella, jossa on useita meso-eutrofisia lähteitä sekä tihkupintoja (Ahma ympäristö Oy 2015a.) Kenttäaavan eteläosiin sijoittuu eutrofisia lähteikköluontotyyppejä (Ramboll Finland Oy 2019b).

19.2.4 Hankealueen ja lähialueen joet, purot ja lammet

Kitinen on lähialueella merkittävin vesistö, joka ei kuitenkaan säännöstelyn takia ole luonnontilainen. Kitisen latvat saavat alkunsa Sodankylän Maanselältä ja se laskee Kemijokeen Pelkosenniemellä. Kitisen latvoilla on Porttipahdan tekojärvi ja vesivoimala. Kersilön pohjoispuolella oleva Matarakosken voimalaitos on aloittanut toimintansa vuonna 1995 ja hankealueen eteläosiin sijoittuva Kelukosken voimalaitos on aloittanut toimintansa vuonna 2001. Voimalaitosten toiminnalla on ollut vaikutusta erityisesti jokivarsien kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin. Kitisen pääuoman vesistöjärjestelyt ovat muuttaneet joen luonnetta, joten luontaisia tulvia ei esiinny ja tämän seurauksena rannat ovat pensoittuneet. Kitisen rannalla on rippeitä vanhoista tulvaniityistä. Hankealueen lähialueella esiintyy rannoilla saraluhtia pensaikkoisten luhtarantojen lisäksi (Ahma ympäristö Oy 2015a.)

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä on useita lampia, joista suurimpiin lukeutuvat Sakattilammet sekä Petäjäsaaren nimetön lampi. Muita lampia ovat Kärväslampi ja Kattilalampi. Lisäksi alueella on joitakin pieniä nimettömiä lampia. Alueelle sijoittuu myös Kelujoki sekä pienempiä luonnontilaisia uomia. Hankkeen vaikutusalueelle sijoittuvia valuma-alueita, vesistöjä ja niiden vesikemiallisia ja -fysikaalisia ominaisuuksia on käsitelty tämän selostuksen luvussa 17.

19.2.5 Lähteet ja lähdevaikutteiset suot

Hankkeen vaikutusten tarkastelualueella esiintyy rehevien soiden lisäksi lähteisyyttä ja lähteisiä soita, jotka ovat merkittävä osa alueen suoluonnon edustavuutta. Pahanlaaksonmaan ja Viiankiaavan vaihettumisalueella on muinaisiin jokikerrostumiin liittyviä, ainakin osittaisia orsivesilähteitä, joista toiset ajoittain ehtyvät kuivina aikoina, kun taas toiset purkavat pohjavettä suolle kautta vuoden (Salonen 2019). Etenkin keväällä pohjavettä purkautuu Viiankiaavalla lähteisille soille (Salonen ym. 2020). Viiankiaavan Petäjäsaaressa tapahtuu ilmeisesti myös pohjaveden purkautumista, samoin kuin paikoittain muuallakin suolla, Kolottamasaaren pohjoispuolella ja Viiankilammien alueella. Osa pohjaveden purkautumisesta sijoittuu turpeen alapuolisten lajittuneiden kerrostumien alueille, joiden kerrostumiseen ovat vaikuttaneen Kitisen aikaisemmat vaiheet (Salonen 2019). Eliasaavalla lähdekeskittymiä on kolmella eri alueella, Porokodanmaalla, Koivikkokummun koillisosassa sekä Jalaskaarron pohjoisosassa. Lähteiden ravinteisuus vaihtelee eutrofiasta meso-eutrofiaan. Eutrofiset lähteet eli huurresammallähteet ovat melko harvalukuisia selvitysalueella, mutta niillä esiintyy huomionarvoista lajistoa (Eurofins Ahma Oy 2018d).

Lähteiden esiintymistä on kartoitettu erilaisin hydrologisin menetelmin vuosina 2015-2019 Helsingin yliopiston ja AASM Oy:n toimesta. Näiden ennakkotietojen perusteella toteutettiin kesällä 2019 lähdeinventointi (Ramboll Finland Oy 2019b), jonka tuloksena Viiankiaavan länsiosan ja Kuusivaaran ympäristön alueilla paikannettiin tai tarkistettiin 20 lähdettä (Taulukko 19-1). Lähteet sijoittuivat Kuusivaaran länsipuolisille soille ja etelärinteen alaosalle, Eliasaavalle, Porokodanjängälle, Viiankiaavalle, Kenttäaavan kaakkoisosiin sekä Kitisen törmälle (Kuva 19-6). Edellä mainittujen lisäksi lähteitä on Ulkusijankankaan eteläosassa kankaan ja luhdan välillä sekä Kelujoen vanhaan uomaan muodostuneella suolla (Eurofins Ahma Oy 2019f). Paikannetut lähteet on esitetty kartalla (Kuva 19-6).

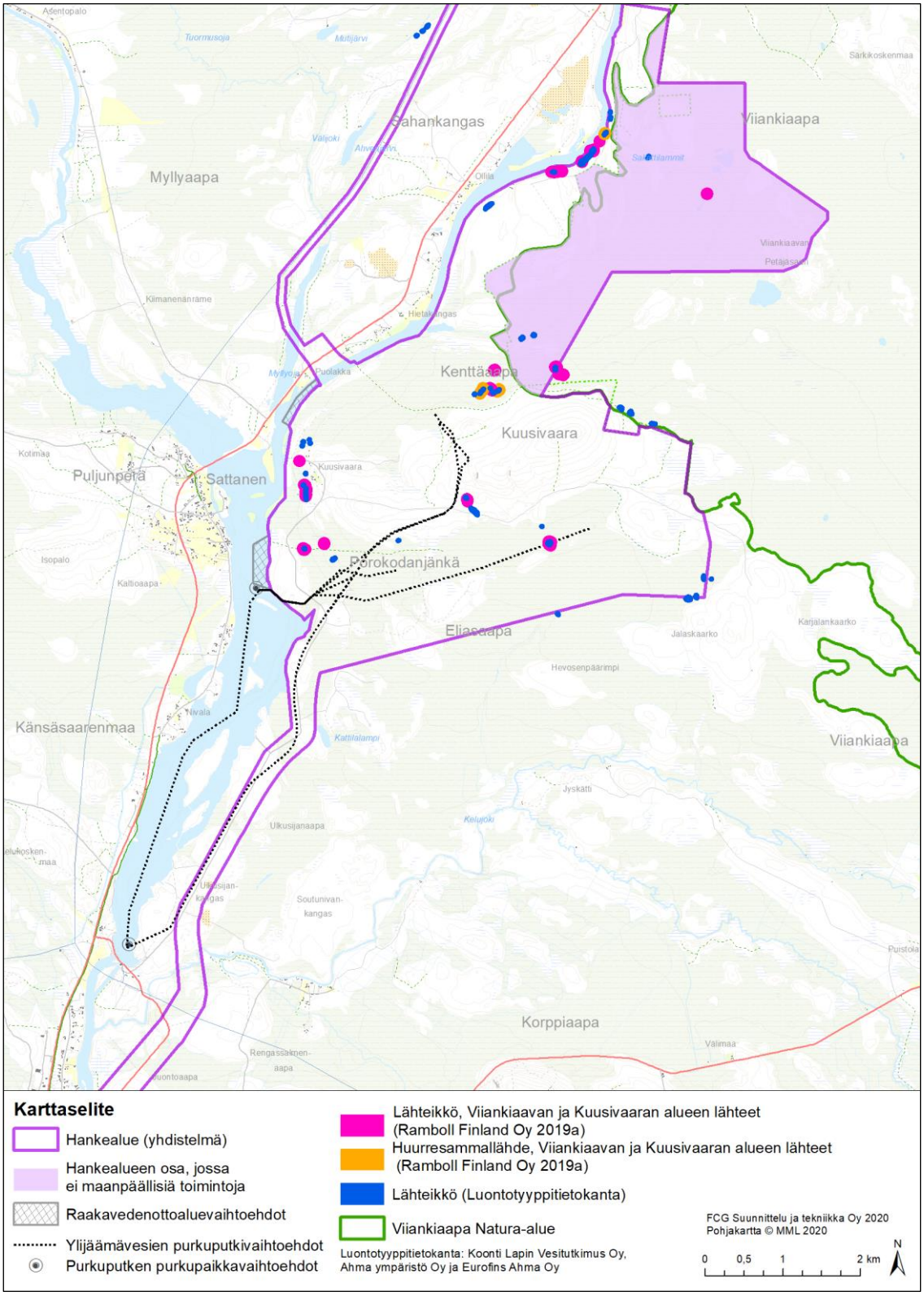
Vuoden 2019 lähdeinventoinneissa tarkistetut ja lähteiksi todennetut pohjavesipurkaumat ovat yhtä lukuun ottamatta luonnontilaisia ja pääosin meso-eutrofisia (Taulukko 19-1). Kenttäaavalla ja Kitisen törmällä on hyvin runsasravinteisia huurresammallähteitä ja muutamia keskiravinteisia lähteitä (Ramboll Finland Oy 2019b). Huurresammallähteissä vaateliasta lajistoa ylläpitää usein kalkkivaikutus (Kontula ym. 2018). Kenttäaavan alueella ja Kitisen törmällä paikannettujen huurresammallähteiden vaateliaaseen lajistoon lukeutuvat mm. turjanhorsma, särmälähdesammal, pohjanhuurresammal ja sirohuurresammal. Lähteiden lisäksi hankealueen inventoinneissa on tunnistettu lähdevaikutteisia

lettoja sekä tihkupintoja, joita ei ole todennettu lähdeinventointiraportissa (Ramboll Finland Oy 2019b) esitetyin biologisin perustein varsinaisiksi lähteiksi.

Lähteikköjen lajistossa on useita uhanalaisia ja silmälläpidettäviä lajeja. Selvitysalueen lähdeluontokohteiden merkittävimpiin lajeihin lukeutuvat erittäin uhanalaiset ja erityisesti suojeltavat kalkkilähdesammal, kalkkisirppisammal ja turjanhorsma. Huomionarvoista lajistoa ja niihin kohdistuvia vaikutuksia on käsitelty tarkemmin taulukossa Taulukko 19-2.

Taulukko 19-1 Viiankiaavan ja Kuusivaaran alueella vuoden 2019 inventoinneissa tarkistetut lähteet. (Lähde: Ramboll Finland 2019b)

Lähde ID	Tyyppi	Pinta-ala (m^2)	Alue	Ravinteisuustaso
Eli-L1	lähde	748	Eliasaapa	Runsasravinteinen
Ken-L5	lähde	76	Kenttäaapa	Runsasravinteinen
Ken-L1	huurresammallähde	25	Kenttäaapa	Hyvin runsasravinteinen
Ken-L2	huurresammallähde	68	Kenttäaapa	Hyvin runsasravinteinen
Ken-L3	lähde	35	Kenttäaapa	Runsasravinteinen
Ken-L4	huurresammallähde	92	Kenttäaapa	Hyvin runsasravinteinen
Kit-L1	lähde	405	Kitisen törmä	Runsasravinteinen
Kit-L2	lähde	54	Kitisen törmä	Vähä-keskiravinteinen
Kit-L3	lähde	388	Kitisen törmä	Runsasravinteinen
Kit-L4	lähde	22	Kitisen ranta-alue	Keskiravinteinen
Kit-L5	huurresammallähde	67	Kitisen törmä	Runsasravinteinen
Kuu-L5	lähde	875	Kuusivaara	Keskiravinteinen
Kuu-L4	lähde	115	Kuusivaara	Keskiravinteinen
Kuu-L1	lähde	68	Kuusivaara	Runsasravinteinen
Por-L1	lähde	215	Porokodanjänkä	Runsasravinteinen
Por-L2	lähde	32	Porokodanjänkä	Runsasravinteinen
Vii-L2	lähde	133	Viiankiaapa	Runsasravinteinen
Vii-L4	lähde	43	Viiankiaapa	Runsasravinteinen
Vii-L1	lähde	9	Viiankiaapa	Ei määritetty
Vii-L3	lähde	1	Viiankiaapa	Runsasravinteinen



Kuva 19-6 Viiankiaavan–Kenttäaavan ja Kuusivaaran alueelta paikannetut lähteet vuoden 2019 lähdeinventointien (Ramboll Finland 2019b) sekä muiden luontotyyppi-inventointien perusteella (Eurofins Ahma Oy 2019a).

19.2.6 Rakentamisalueiden luontotyypit

Hankealueen luontotyyppejä on inventoitu useiden vuosien aikana ja inventointien painotus on kohdistunut Viiankiaavalle. Inventoituja ja rajattuja luontotyyppejä on koottu tietokannoiksi ja tarkasteltu paikkatietona sekä yleisten että erityisesti uhanalaisten ja silmälläpidettävien luontotyyppien osalta. Eri aineistoista kootut luontotyyppikartat on esitetty liitekartoilla 3.1-3.19, 3.38-3.42 ja 3.52-3.61 (Liite 3). Luontotyyppejä on tarkasteltu Suomen luontotyyppien uusimman uhanalaisuusluokituksen (Kontula ym. 2018) mukaisesti sekä Pohjois-Suomen että koko maan uhanalaisluokkien osalta. Karttakuvissa 19-8 ja 19-9 on esitetty alueelta paikannetut uhanalaisten ja silmälläpidettävien luontotyyppien sijoittuminen sekä koko maan (Kuva 19-8) että Pohjois-Suomen (Kuva 19-9) uhanalaisuusluokkien osalta. Luontotyypeistä on koottu

Taulukko 19-2, jossa esitetään hankealueen eri osissa sijaitsevia luontotyyppejä hankevaihtoehdoittain sekä luontotyyppien uhanalaisuusstatus. Hankkeen rakentamisalueet ja hankevaihtoehdot on esitelty luvuissa 3.3-3.9 sekä luontotyyppien liitekartoilla 3.1-3.19 (Liite 3).

Kuusivaaran kivennäismaa-alue sekä Kuusivaaran laiteille sijoittuvat suot, jotka ovat osa Eliasaapaa, Kenttäaapaa ja Porokodanjänkää, on käsitelty taulukossa Taulukko 19-2 tehdasalueena, jossa eri hankevaihtoehtojen mukaiset rakenteiden sijoittelut vaihtelevat. Kuusivaaran kivennäismaa-alue on pääosin luontotyyppeinä kuivahkoa ja tuoretta kangasta sekä suurelta osin myös luontotyyppinä määrittelemätöntä talousmetsää, soranottoaluetta ja tiepohjaa. Lisäksi Kuusivaaran kivennäismaa-alueelle sijoittuu lähteikköluontotyyppiä ja pieni kuvio ruohoista korpea. Kuusivaaraa ympäröivillä soilla esiintyy puustoisten rämeiden luontotyypeistä yleisiä ja karuja tyyppejä, kuten tupasvilla-, sara-, pallosara-, rahka- ja lyhytkorsirämeitä. Alueella esiintyy myös lettoisuutta ilmentävinä letto- ja lettonevarämeitä. Puustoisten korpien luontotyypeistä Kuusivaaran ympäristöön sijoittuu mm. aito-, sara- ja lettokorpia. Avoimien soiden eli nevojen ja lettojen luontotyyppeinä Kuusivaaran ympäristössä eli osin eri tehdasaluevaihtoehtojen alueella ja/tai välittömästi lähialueilla, esiintyy lyhytkorsi-, rimpi- ja luhtanevoja, rimpisiä koivulettoja, välipintalettoja, lettonevoja, luhtalettoja ja rimpilettoja.

Kuusivaaran tehdasalueella olevista luontotyypeistä lettorämeet, lettokorvet, välipintaletot ja aitokorvet ovat Pohjois-Suomessa luontotyyppeinä uhanalaisia. Kuusivaaran tehdasalueella sijaitsevat aitokorvet, rimpiletot ja rimpinevat lukeutuvat kansainvälisiin vastuuluontotyyppeihin.

Eliasaavan pohjoisosan luontotyypit on osittain esitelty jo Kuusivaaran yhteydessä, sillä tehdasalueen toiminnoista eri hankevaihtoehdoissa osa sijoittuu altaiden ja läjitysalueiden osalta Eliasaavalle. Eliasaavan pohjois- ja keskiosille aiheutuu myös välillisiä vaikutuksia, joiden kohteena ovat kangasrämeet, aitokorvet, lettonevat, lettorämeet, välipintarämeet, välipintaletot, rimpiletot, lähteiköt, lettokorvet ja lettonevarämeet. Näistä lettorämeet, lettokorvet, aitokorvet ja välipintaletot ovat Pohjois-Suomessa uhanalaisia, aitokorvet ja rimpiletot kansainvälisiä vastuuluontotyyppejä.

Eliasaavan länsiosien suoluontotyyppejä koskee eteläisen yhdystien rakentaminen kaikissa hankevaihtoehtojen a-vaihtoehdoissa sekä ylijäämävesien purkuputkien rakentaminen vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b. Tällä osuudella rakentamisalueilla esiintyy kangas-, korpi-, rimpineva-, sara- ja lettorämeitä, rimpinevoja, välipintalettoja sekä koivulettoja. Näistä lettorämeet, koivuletot, välipintaletot ja kangaskorvet ovat Pohjois-Suomessa uhanalaisia sekä rimpinevat, koivuletot ja kangaskorvet vastuuluontotyyppejä.

Porokodanjängän itä- ja koillisosiin sijoittuu eri hankevaihtoehdoissa tehdasalueen toimintoja ja Porokodanjängän keski- ja länsiosiin eteläisen yhdystien rakentamisaluetta sekä ylijäämävesien purkuputken eri vaihtoehtoja. Rakentamisalueilla esiintyy kivennäismaaosilla kuivahkoja ja tuoreita kankaita sekä karumpia rämetyyppejä, joista yleisimmät ovat tupasvilla-, sara-, pallosara- ja lyhytkorsirämeet, lisäksi esiintyy lettorämeitä, lettokorpia ja aitokorpia. Nevojen ja lettojen tyypeissä Porokodanjängän rakentamisalueilla esiintyy saranevoja, rimpinevoja, rimpilettoja, välipintakoivulettoja ja välipintalettoja. Ylijäämävesien purkuputken alueelle Porokodanjängällä sijoittuu lettokorpia, sararämeitä, rimpisiä koivulettoja, välipintalettoja, metsäluhtia ja Kitisen jokitörmällä tuoreita kankaita.

Porokodanjängän rakentamisalueiden luontotyypeistä Pohjois-Suomessa uhanalaisia ovat lettorämeet, aitokorvet, lettokorvet, välipintaletot ja välipintakoivuletot. Kansainvälisiä vastuuluontotyyppejä ovat välipintakoivuletot, aitokorvet, rimpiletot ja rimpinevaletot.

Kenttäaavan eteläosiin sijoittuu Kuusivaaran tehdasalueen toimintoja päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3. Lisäksi Kenttäaavan etelä- ja keskiosiin sijoittuu sekä malminhihnakuljettimen, räjähdevaraston ja huoltotien rakenteita että Kuusivaaran tehdasalueen rakentamisesta aiheutuvia välillisiä vaikutuksia,

joiden kohteina ovat osin karut suotyypit; tupasvillarämeet, rahkarämeet, sararämeet, rimpinevarämeet ja sarakorvet. Rakentamista ja niiden välillisiä vaikutuksia ulottuu Kenttäaavalla myös välipintaletoille, lettorämeille, lähteiköille, aitokorpiin, lettonevoille, luhtanevoille, rimpiletoille ja rimpinevarämeille. Kenttäaavan lounaisosia koskee pohjoisen yhdystien rakentaminen kaikissa hankevaihtoehtojen b-alavaihtoehdoissa ja voimalinjan rakentaminen kaikissa hankevaihtoehdoissa. Kenttäaavan lounaisosissa rakentamisalueilla ja niiden lähialueella esiintyy ruohokorpia, saranevoja, sarakorpia, sararämeitä, tuoreita kankaita, lettonevoja ja isovarpurämeitä.

Kenttäaavan rakentamisalueiden luontotyypeistä Pohjois-Suomessa uhanalaisia ovat välipintaletot, lettorämeet ja aitokorvet sekä vastuuluontotyyppejä rimpiletot ja aitokorvet.

Ulkusijanaavan ja Ulkusijankankaan kautta kohti Kelukoskea on hankevaihtoehtojen alavaihtoehdoissa a osoitettu eteläinen yhdystie sekä ylijäämävesien purkuputki vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b. Ulkusijanaavalla rakentamisalueille sijoittuu sara-, rimpi-, luhta- ja mesotrofisia rimpinevoja, korpi-, sara-, pallosara-, kangas- ja lettorämeitä sekä ruohokorpia ja avoluhtia. Näistä uhanalaisia ovat lettorämeet ja vastuuluontotyyppejä rimpinevat.

Kelujoen lähialueella eteläinen yhdystie ja joenylitys sijoittuvat ruohokorpien, rimpinevarämeiden, korpirämeiden, isovarpurämeiden ja aitokorpien alueille. Näistä aitokorvet ovat uhanalaisia. Kelujoki lukeutuu luontotyyppiin havumetsävyöhykkeen joet ja pikkupurot, joka on Pohjois-Suomessa silmälläpidettävä ja valtakunnallisesti vaarantunut. Kelujoen pohjoispuolella, eteläisen yhdystien alueelle sijoittuu kivennäismaiden osalta pääosin tuoreita ja kuivahkoja kankaita. Ulkusijankankaalla ja Juontoaavan eteläpuolella on runsaasti luontotyyppinä määrittämättömiä talousmetsäalueita.

Kitisen jokitörmille ja joen lähialueelle pohjoisen yhdystien rakentamisalueilla sijoittuu sarakorpia, kangaskorpia, tuoreita kankaita, lehtomaisia kankaita, ruohokorpia, kangasrämeitä, saranevoja, avoluhtia, pensaikkoluhtia, lettonevarämeitä, välipintalettoja, lettokorpia ja aitokorpia. Näistä uhanalaisia ovat kangaskorvet, aitokorvet, lettokorvet ja välipintaletot sekä vastuuluontotyyppejä kangaskorvet.

Kitisen jokitörmän alueelle sijoittuu rakentamista myös hankevaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b, joiden huoltotie ja hihnakuljetin sijoittuvat Tihiämaalla ja Pahanlaaksonmaalla jokitörmän tuntumaan. Tällä osuudella jokitörmän alueella esiintyy lähteikköjä, suoaroja, luhtanevoja, metsäluhtia, ruohokorpia ja aitokorpia, joista aitokorvet ovat Pohjois-Suomessa uhanalaisia.

Sakattiojan alueelle sijoittuu hankevaihtoehtojen VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b kuljetin ja huoltotie. Sakattiojalla ja sen lähialueella esiintyy luhtanevoja, metsäluhtia, rimpinevoja, saranevoja, aitokorpia, suoaroja ja lähteikköjä, joista aitokorvet ovat uhanalaisia ja rimpinevat vastuuluontotyyppejä.

Pahanlaaksonmaalle ja sen pohjoisosaan **Tihiämaalle** sijoittuu hankevaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b hihnakuljetin ja huoltotie sekä maanalaisen kaivoksen toimintaan liittyvät pystykuilut. Näille alueille sijoittuu pääosin kuivahkon kankaan talousmetsiä sekä pienialaisesti tuoreita kankaita ja yksi kuvio luontotyyppiä tuoreet runsasravinteiset lehdot, joka on Pohjois-Suomessa uhanalainen.

Edellä esitettyjä hankealueen eri osiin sijoittuvia rakentamisalueiden luontotyyppejä on esitetty liitteiden 3A ja 3D kartoilla sekä vaikutusarvioinnin taulukossa 19.10.

Eliasaavalle, Kenttäaavalle ja Porokodanjängälle sijoittuu runsaasti Pohjois-Suomessa silmälläpidettäviin lukeutuvia suoluontotyyppejä (Kuva 19-9, Kuva 19-8). Tarkasteltaessa suotyyppien uhanalaisuutta koko Suomen osalta, on vastaava osuus mainittujen soiden pinta-alasta uhanalaisia suotyyppejä ja lisäksi esiintyy valtakunnallisesti silmälläpidettäviä suotyyppejä (Kuva 19-8).

Kuva 19-7 Taulukossa 19-2 esitettyjen alueiden numerointi.

Taulukko 19-2 Hankkeen rakentamisalueille sijoittuvat inventoidut ja rajatut luontotyypit ja niiden sijoittuminen eri hankevaihtoehtojen alueille. Erikseen on määritelty suorien vaikutusten alueelle sijoittuvat luontotyypit (eli ne, joiden alueelle kohdistuu suoria pinta-alan menetyksiä tai mm. putkilinjan rakentamista). Rakentamisen kohteena olevat aluekokonaisuudet on nimetty sekä numeroitu Kuva 19-7. Luontotyyppien uhanalaisuus on Kontula ym. (2018) uusimman luokituksen mukainen. Luontotyypin uhanalaisuusstatuksen merkinnät: LC; elinvoimaiset, NT; silmälläpidettävät, VU; vaarantuneet, EN; erittäin uhanalaiset, CR; äärimmäisen uhanalaiset DD; eri määritettyä statusta. Pohjois-Suomessa uhanalaiset luontotyypit (CR, EN, VU) lihavoituna, Suomen vastuuluontotyypit kursivoituna. Suorien vaikutusten alaiset luontotyypit on esitetty eri hankevaihtoehdoissa osoitettujen aidattujen tehdasalueiden sekä yhdystiestön, purkuputkien ja hihnakuljettimien sijaintien mukaisesti.

Alue (nro. kartalla)	**Hankevaihtoehto / vaikutustyyppi**	**Luontotyypit** (luontotyypin uhanalaisuus Pohjois-Suomi / koko maa)
1. Kuusivaaraan ja sen suolaiteille sijoittuva tehdasalue Rakenteet alueella • tehdasalue • altaat • eteläinen yhdystie • VE1 kaivoksen sisäänkäynti • ylijäämävesien purkuputki	**VE1a** suorat vaikutukset	kuivahkot kankaat (NT/VU), tuoreet kankaat (NT/NT), **lettorämeet** (VU/VU), rahkarämeet (LC/LC), lettonevat (NT/VU), saranevat (LC/NT), *rimpinevat* (LC/LC), sarakorvet (NT/VU), ruohokorvet (NT/VU), lettonevarämeet (NT/VU), sararämeet (LC/VU), minerotrofiset lyhytkorsinevat (LC/NT), lyhytkorsirämeet (LC/NT), **välipintaletot** (EN/EN), lähteiköt (LC/VU), ***aitokorvet*** (VU/EN)
	VE1a välilliset vaikutukset	ks. Eliasaavan pohjoisosa (alue 3)
	VE1b suorat vaikutukset	kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat, minerotrofiset lyhytkorsinevat, lyhytkorsirämeet, isovarpurämeet (LC/NT), saranevat, lettonevat, *rimpiletot (*NT/VU*)*, *rimpinevat*, sarakorvet, lähteiköt, tupasvillarämeet (LC/NT), ruohokorvet (NT/VU), kangasrämeet (NT/VU), ***aitokorvet***, lehtomaiset kankaat (LC/NT), **välipintaletot**, pallosararämeet (NT/EN), lyhytkorsirämeet, sararämeet (LC/VU)
	VE1b välilliset vaikutukset	ks. Eliasaavan pohjoisosa
	VE2a suorat vaikutukset	kuivahkot ja tuoreet kankaat, lehtomaiset kankaat, kuivat kankaat, isovarpurämeet, lyhytkorsirämeet, saranevat, minerotrofiset lyhytkorsinevat, *rimpiletot*, lettonevat, **lettorämeet**, lettonevarämeet, tupasvillarämeet, kangasrämeet, rahkarämeet, lähteiköt, ***aitokorvet***, pallosararämeet, sararämeet, **välipintaletot**, rimpinevarämeet (LC/LC), sarakorvet, saranevat
	VE2a välilliset vaikutukset	kangasrämeet, tupasvillarämeet, *rimpiletot,* **lettorämeet**, välipintaletot, lettokorvet, lettonevat, ruohokorvet, saranevat, sarakorvet, rahkarämeet, lettonevarämeet, korpirämeet, sararämeet
	VE2b suorat vaikutukset	kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat, kuivat kankaat, lettonevat, lyhytkorsirämeet, saranevat, **lettorämeet**, *rimpiletot*, *rimpinevat*, rahkarämeet, tupasvillarämeet, lähteiköt, ***aitokorvet***, kangasrämeet, lyhytkorsirämeet, **välipintaletot**, sararämeet, sarakorvet, rimpinevarämeet, metsäluhdat (DD/DD)
	VE2b välilliset vaikutukset	kangasrämeet, tupasvillarämeet, *rimpiletot*, lettonevarämeet, **lettorämeet**, lettonevat, **lettokorvet** (VU/VU), sarakorvet, minerotrofiset lyhytkorsinevat, ruohokorvet, rahkarämeet, *rimpinevat*, tupasvillarämeet, sararämeet, lähteiköt

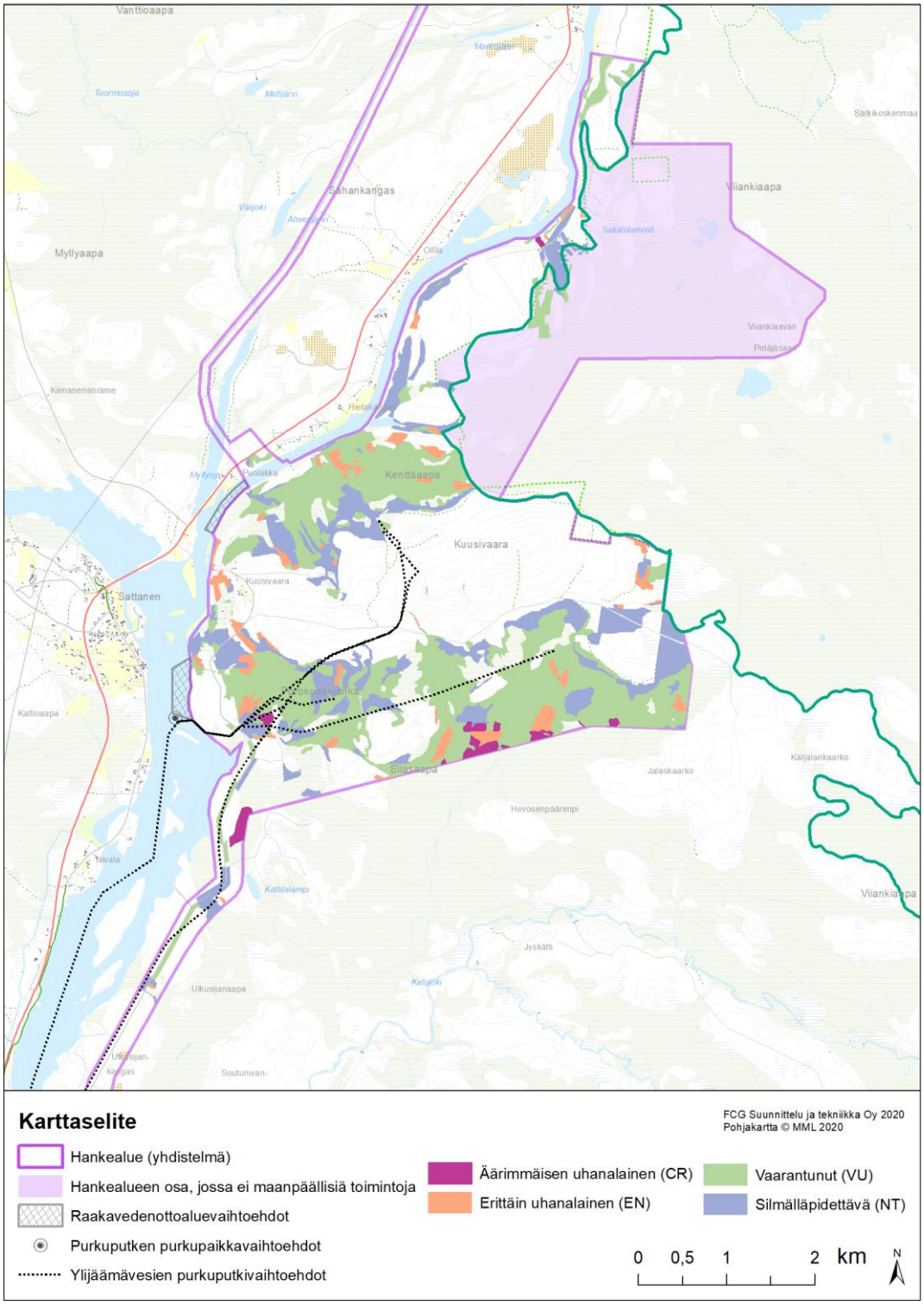
Alue (nro. kartalla)	Hankevaihtoehto / vaikutustyyppi	Luontotyypit (luontotyypin uhanalaisuus Pohjois-Suomi / koko maa)
	VE3a suorat vaikutukset	kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat, **välipintaletot**, tupasvillarämeet, **lettorämeet**, rimpinevarämeet, *rimpiletot*, sararämeet, lettonevarämeet, isovarpurämeet, lyhytkorsirämeet, lyhytkorsirämeet, kalvakkanevat, pallosararämeet, kangasrämeet, lettonevat, ***aitokorvet***, lettonevarämeet, ***kangaskorvet*** (VU/EN), lähteet, sarakorvet
	VE3a välilliset vaikutukset	ks. Kenttäaavan eteläosa-keskiosa (alue 4)
	VE3b suorat vaikutukset	tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat, lähteet, ***aitokorvet***, tupasvillarämeet, **lettorämeet**, rimpinevarämeet, **välipintaletot**, lettonevat, sararämeet, *rimpiletot*, lettonevarämeet, rahkarämeet, kangasrämeet, lyhytkorsirämeet, kalvakkanevat, pallosararämeet, lähteiköt
	VE3b välilliset vaikutukset	lettonevarämeet, *rimpiletot*, **lettorämeet**, sararämeet, lähteiköt
2. Porokodanjänkä Rakenteet alueella • tehdasalue • sijoitusalueet • altaat • eteläinen yhdystie (VE1a, VE2a, VE3a) • ylijäämävesien purkuputki (VE1b, VE2a)	**VE1a** suorat vaikutukset	tuoreet kankaat, sararämeet, tupasvillarämeet, lyhytkorsirämeet, sarakorvet, lyhytkorsirämeet, **välipintaletot**, **lettokorvet**, **lettorämeet**, saranevat, avoluhdat (LC/LC), koivuluhdat (DD/DD)
	VE1a välilliset vaikutukset	sarakorvet, sararämeet, lyhytkorsirämeet,
	VE1b suorat vaikutukset	sararämeet, tupasvillarämeet, lyhytkorsirämeet, sarakorvet, **lettokorvet**, **lettorämeet**, saranevat, pajuluhdat (LC/LC), koivuluhdat, avoluhdat, lehtomaiset kankaat, tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat
	VE1b välilliset vaikutukset	ruohokorvet, sararämeet, minerotrofiset lyhytkorsinevat, lyhytkorsirämeet, lettorämeet, rimpinevarämeet
	VE2a suorat vaikutukset	sararämeet, minerotrofiset lyhytkorsinevat, sarakorvet, lyhytkorsirämeet, kuivahkot kankaat, pallosararämeet, välipintaletot, sarakorvet, lettokorvet, rimpinevarämeet, saranevat
	VE2a välilliset vaikutukset	rimpinevat, aitokorvet, sararämeet, lettokorvet, lettorämeet, pallosararämeet, sarakorvet, välipintaletot, pajuluhdat, saranevat, rimpiletot, lähteiköt
	VE2b suorat vaikutukset	saranevat, sararämeet, tuoreet kankaat, koivuluhdat, pajuluhdat, avoluhdat, pallosararämeet
	VE2b välilliset vaikutukset	avoluhdat, pajuluhdat, saranevat, **lettorämeet**, sararämeet, pallosararämeet, *rimpinevat*
	VE3a suorat vaikutukset	kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat, isovarpurämeet, lyhytkorsirämeet, kuivat kankaat, pallosararämeet, sararämeet, *rimpiletot*, **lettorämeet**, **lettokorvet, *aitokorvet***, ***välipintakoivuletot*** (EN/CR), saranevat, avoluhdat, pajuluhdat, koivuluhdat.
	VE3a välilliset vaikutukset	**välipintaletot**, sarakorvet
	VE3b suorat vaikutukset	tuoreet kankaat, lyhytkorsirämeet, kuivat kankaat, pallosararämeet, *rimpiletot*, sararämeet, **lettorämeet**, sarakorvet, saranevat, avoluhdat, pajuluhdat, koivuluhdat
	VE3b välilliset vaikutukset	rimpiletot, lettorämeet, saranevat

Alue (nro. kartalla)	**Hankevaihtoehto / vaikutustyyppi**	**Luontotyypit** (luontotyypin uhanalaisuus Pohjois-Suomi / koko maa)
3. Eliasaapa, pohjois-osa Rakenteet alueella • tehdasalue • altaat • eteläinen yhdystie • ylijäämävesien purkuputki (VE2a)	**VE1a** suorat vaikutukset	minerotrofiset lyhytkorsinevat, lettonevarämeet
	VE1a välilliset vaikutukset	tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat, kangasrämeet (NT/VU), korpirämeet (NT/EN), sarakorvet, saranevat, **lettorämeet**, lettonevat, **lettokorvet** (VU/VU), *rimpiletot* (NT/VU), **välipintaletot**, lettonevarämeet, välipintarämeet, kangasrämeet
	VE1b suorat vaikutukset	ks. Kuusivaara (alue 1)
	VE1b välilliset vaikutukset	**lettorämeet**, *rimpiletot*, lettonevarämeet, **välipintaletot**, lettokorvet, lettonevat, ruohokorvet
	VE2a suorat vaikutukset	eteläinen yhdystie; sararämeet, ruohokorvet, kangasrämeet, rahkarämeet, **lettokorvet**, ruohokorvet, lettonevarämeet, lyhytkorsinevat, lettonevat, **välipintaletot**, lettonevarämeet, *rimpiletot*, tupasvillarämeet, kangasrämeet
	VE2a välilliset vaikutukset	välilliset (yhdystien aiheuttamat): kangasrämeet, tupasvillarämeet, **lettorämeet**, **välipintaletot**, **lettokorvet**, *rimpiletot*, lettonevat, ruohokorvet, lettonevarämeet, sarakorvet, rahkarämeet, pounikkorämeet (DD/DD), korpirämeet (NT/EN), ***aitokorvet***, ruohokorvet, isovarpurämeet
	VE2b suorat vaikutukset	ks. Kuusivaara (alue 1)
	VE2b välilliset vaikutukset	kangasrämeet, tupasvillarämeet, *rimpiletot*, lettonevarämeet, **lettorämeet**, lettonevat, **lettokorvet**, sarakorvet, minerotrofiset lyhytkorsinevat, lähteiköt, lettonevarämeet, ruohokorvet, rahkarämeet, *rimpinevat*, tupasvillarämeet, kangasrämeet, sararämeet
	VE3a suorat vaikutukset	-
	VE3a välilliset vaikutukset	lähteiköt, **välipintaletot**, lettokorvet, lettonevat, lettorämeet
	VE3b suorat vaikutukset	-
	VE3b välilliset vaikutukset	lähteiköt, **välipintaletot**, lettokorvet, lettonevat, lettorämeet
4. Kenttäaavan etelä-keskiosa Rakenteet alueella • tehdasalue • hihnakuljetin ja huoltotie, sähkölinja • räjähdevarasto (VE1a, VE1b)	**VE1a, VE1b** välilliset vaikutukset	lähteiköt, **välipintaletot**
	VE2a, **VE2b** suorat vaikutukset	kuljetin, huoltotie, räjähdevarasto; tupasvillarämeet, sararämeet, **lettorämeet**, *rimpiletot*, **välipintaletot**, lettonevat rahkarämeet, sararämeet, ***aitokorvet***, tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat, luhtanevat, *rimpinevat*,
	VE2a, VE2b välilliset vaikutukset	samat suotyypit välillisissä vaikutuksissa (hihnakuljetin ja huoltotie)
	VE2b suorat vaikutukset	kuljetin; tupasvillaräme, rimpinevarämeet, sararämeet, **välipintaletot**, lettonevat, *rimpiletot*, rahkarämeet, sarakorvet, ***aitokorvet***, kuivahkot kankaat
	VE2b välilliset vaikutukset	samat suotyypit välillisissä vaikutuksissa (hihnakuljetin, huoltotie)

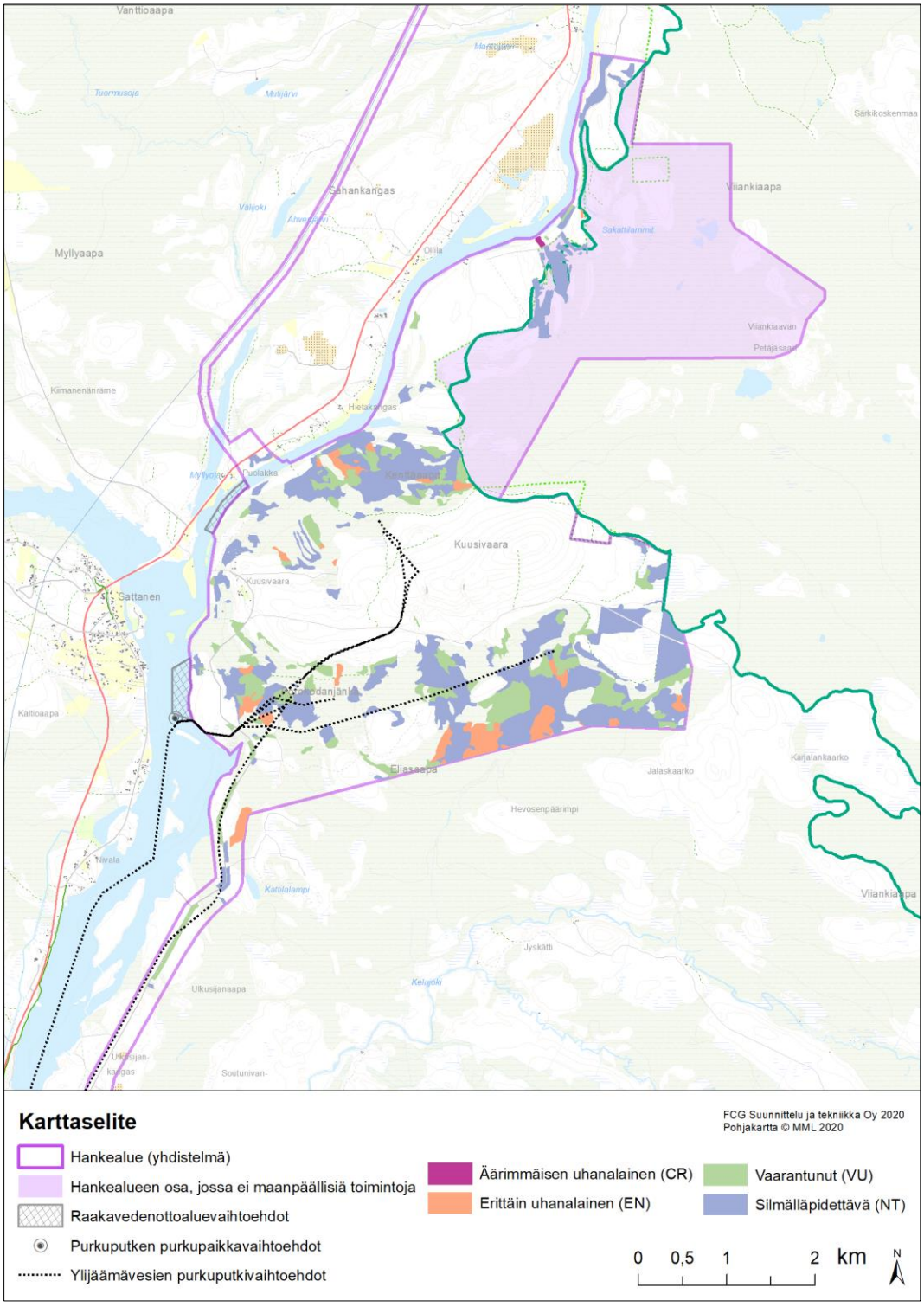
Alue (nro. kartalla)	Hankevaihtoehto / vaikutustyyppi	Luontotyypit (luontotyypin uhanalaisuus Pohjois-Suomi / koko maa)
	VE3a suorat vaikutukset	tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat, lähteet, ***aitokorvet***, tupasvillarämeet, rimpinevarämeet, **välipintaletot**, **lettorämeet**, lettonevat, sararämeet, *rimpiletot*, lettonevarämeet, rahkarämeet, kangasrämeet, lyhytkorsirämeet, kalvakkanevat, lettonevat, pallosararämeet, lähteiköt
	VE3a välilliset vaikutukset	tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat, lähteet, ***aitokorvet***, tupasvillarämeet, rimpinevarämeet, **välipintaletot**, **lettorämeet**, lettonevat, sararämeet, *rimpiletot*, lettonevarämeet, rahkarämeet, kangasrämeet, lyhytkorsirämeet, kalvakkanevat, lettonevat, pallosararämeet, lähteiköt
	VE3b suorat vaikutukset	kuljetin ja huoltotie; **välipintaletot**, **lettorämeet**, *rimpiletot*, sarakorvet, tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat
	VE3b välilliset vaikutukset	samat suotyypit välillisissä vaikutuksissa (hihnakuljetin, huoltotie)
5. Kenttäaapa, lounaisosa Rakenteet alueella • pohjoinen yhdystie (VE1b, VE2b, VE3b) • 110 kV voimajohto	**VE1a** (voimalinja) suorat vaikutukset	ruohokorpi, lehtomaiset kankaat, tuoreet kankaat, saranevat, sarakorvet, tuoreet kankaat, pallosararämeet, isovarpurämeet, välipintaletot, aitokorvet, lettokorvet
	VE1b suorat vaikutukset	ruohokorvet, lehtomaiset kankaat, tuoreet kankaat, saranevat, sarakorvet, pallosararämeet, isovarpurämeet, välipintaletot, aitokorvet, lettokorvet
	VE1b välilliset vaikutukset	välipintaletot, aitokorvet, lettokorvet
	VE2a suorat vaikutukset	ruohokorpi, lehtomaiset kankaat, tuoreet kankaat, saranevat, sarakorvet, tuoreet kankaat, pallosararämeet, isovarpurämeet, välipintaletot, aitokorvet, lettokorvet
	VE2a välilliset vaikutukset	lettonevat, rimpinevarämeet, sarakorvet
	VE2b suorat vaikutukset	pohjoinen yhdystie ja voimajohto; tuoreet kankaat, pallosararämeet, sarakorvet, ***kangaskorvet***, isovarpurämeet, lettonevarämeet, sararämeet, avoluhdat, ruohokorvet, lehtomaiset kankaat, pallosararämeet
	VE2b välilliset vaikutukset	lettonevat, sararämeet, rimpinevarämeet
	VE3a (voimajohto) suorat vaikutukset	ruohokorvet, lehtomaiset kankaat, saranevat, sararämeet, rimpinevarämeet, isovarpurämeet
	VE3a välilliset vaikutukset	lettonevat, rimpinevarämeet, sarakorvet
	VE3b suorat vaikutukset	lettorämeet, isovarpurämeet, lettonevat, sararämeet, tuoreet kankaat, ruohokorvet, lehtomaiset kankaat, pallosararämeet, isovarpurämeet, rimpinevarämeet, sararämeet, *rimpiletot*, tuoreet kankaat, avoluhdat
	VE3b välilliset vaikutukset	lettonevat, rimpinevarämeet
6. Eliasaavan länsiosa – Porokotamaa Rakenteet alueella	**VE1a** suorat vaikutukset	purkuputki: kangasrämeet, avoluhdat, **lettorämeet**, saranevat, *rimpinevat*, isovarpurämeet, ***koivuletot*** (VU/EN), sararämeet, rimpinevarämeet, luhtanevat, korpirämeet. Yhdystie: **lettokorvet**, tuoreet kankaat, sararämeet, kangaskorvet

Alue (nro. kartalla)	**Hankevaihtoehto / vaikutustyyppi**	**Luontotyypit** (luontotyypin uhanalaisuus Pohjois-Suomi / koko maa)
• eteläinen yhdystie • ylijäämävesien purkuputki	**VE1a** välilliset vaikutukset	koivuletot, luhtanevat, rimpinevarämeet, korpirämeet
	VE1b (purkuputki) suorat vaikutukset	kangasrämeet, avoluhdat, **lettorämeet**, saranevat, *rimpinevat*, isovarpurämeet, ***koivuletot*** (VU/EN), sararämeet, rimpinevarämeet, luhtanevat, korpirämeet.
	VE1b välilliset vaikutukset	koivuletot, rimpinevat, luhtanevat
	VE2a suorat vaikutukset	putkilinja; saranevat, sararämeet, pallosararämeet, tuoreet kankaat, pajuluhdat, koivuluhdat, avoluhdat. Yhdystie; ***kangaskorvet***, sararämeet
	VE2a välilliset vaikutukset	putkilinja; saranevat, sararämeet, koivuluhdat, pajuluhdat
	VE2b (purkuputki) suorat vaikutukset	saranevat, sararämeet, pallosararämeet, tuoreet kankaat, pajuluhdat, koivuluhdat, avoluhdat
	VE2b välilliset vaikutukset	koivuluhdat, saranevat
	VE3a suorat vaikutukset	kuivahkot kankaat, ***kangaskorvet***, **lettorämeet**, kangasrämeet, sararämeet, isovarpurämeet, korpirämeet, luhtanevat
	VE3a välilliset vaikutukset	isovarpurämeet, isovarpurämeet, lettorämeet, kangasrämeet, avoluhdat kohdistuvat samoihin luontotyyppeihin, kuin suorat vaikutukset, pääosin luhtanevat, *oligotrofiset sphagnum rimpinevat*
	VE3b suorat vaikutukset	-
	VE3b välilliset vaikutukset	-
7. Ulkusijanaapa– Ulkusijankangas Rakenteet alueella • eteläinen yhdystie • ylijäämävesien purkuputki	**VE1a, VE2a, VE3a** suorat vaikutukset	kangaskorvet, **aitokorvet**, kangasrämeet, tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat, **lettorämeet**, saranevat, sararämeet, isovarpurämeet, luhtanevat, mesotrofiset *rimpinevat*, avoluhdat, saranevat, pallosararämeet, kuivat kankaat, ruohokorvet, lehtomaiset kankaat, korpirämeet
	VE1a, VE2a, VE3a välilliset vaikutukset	luhtanevat, rimpinevat
8. Kelujoki–Kelukoski Rakenteet alueella • eteläinen yhdystie	**VE1a, VE2a, VE3a** suorat vaikutukset	ruohokorvet, ***aitokorvet***, rimpinevarämeet, korpirämeet, isovarpurämeet
	VE1a, VE2a, VE3a välilliset vaikutukset	havumetsävyöhykkeen purot ja pikkujoet (NT/VU)
9. Kitinen ja lähialue Rakenteet alueella • pohjoinen yhdystie • 110kV voimajohto	**VE1b, VE2b, VE3b** suorat vaikutukset	sarakorvet, ***kangaskorvet***, pallosararämeet, tuoreet kankaat, lettonevarämeet, sararämeet, saranevat, avoluhdat, metsäluhdat, **lettokorvet**, ***aitokorvet***, **välipintaletot**, isovarpurämeet, ruohokorvet, kangasrämeet
10. Sakattioja – Pahanlaaksonmaan eteläosa Rakenteet alueella	**VE1b, VE2b, VE3b** välilliset vaikutukset	metsäluhdat, avoluhdat, aitokorvet, lettokorvet
	VE2a, **VE2b** suorat vaikutukset	sararämeet, saranevat, luhtanevat, tuoreet kankaat, *rimpinevat*, kuivahkot kankaat, suoarot
	VE2a, VE2b välilliset vaikutukset	rimpinevat, luhtanevat, saranevat

Alue (nro. kartalla)	**Hankevaihtoehto / vaikutustyyppi**	**Luontotyypit** (luontotyypin uhanalaisuus Pohjois-Suomi / koko maa)
• hihnakuljetin ja huoltotie	**VE3a, VE3b** suorat vaikutukset	***lettorämeet, aitokorvet***, luhtanevat, sarakorvet, kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat, kangasrämeet, suoarot, ruohokorvet, *rimpiletot*
	VE3a, VE3b välilliset vaikutukset	**aitokorvet**, luhtanevat
11. Pahanlaaksonmaa Rakenteet alueella • VE2a, VE2b: kaivoksen sisäänkäynti ja siihen liittyvät rakenteet, hihnakuljetin ja huoltotie • VE3a, VE3b: hihnakuljetin ja huoltotie	**VE2a** suorat vaikutukset	Kuivahkot kankaat
	VE2a välilliset vaikutukset	-
	VE2b suorat vaikutukset	suojelualueella; avoluhdat, tuoreet kankaat, kangasrämeet, kangaskorvet
	VE2b välilliset vaikutukset	-
	VE3a, VE3b suorat vaikutukset	kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat, **tuoreet runsasravinteiset lehdot** (VU/EN)
	VE3, VE3b välilliset vaikutukset	ks. Ruosteoja-Tihiämaa-Poikkijoenkangas (alue 12.)
12. Ruosteoja–Tihiämaa–Poikkijoenkangas Rakenteet alueella • VE3a, VE3b kaivoksen sisäänkäynti ja siihen liittyvät rakenteet • VE 3a, VE3b hihnakuljetin ja huoltotie	**VE3a, VE3b** suorat vaikutukset	**aitokorvet**, lähteiköt, tuoreet kankaat, ruohokorvet, kuivahkot kankaat
	VE3a, VE3b välilliset vaikutukset	lähteiköt, **aitokorvet**, ruohokorvet



Kuva 19-8 Koko maassa uhanalaiset ja silmälläpidettävät luontotyypit kaivoksen hankealueella inventoiduista ja rajatuista luontotyypeistä. Luontotyyppiaineiston koonti alueelle laadituista luontoselvityksistä. Uhanalaisuusluokitus Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden uusimman luokituksen mukainen (Kontula ym. 2018). Viiankiaavan Natura-alueelle sijoittuvia Natura-luontotyyppejä ei ole tässä kartassa esitetty. Uhanalaiset ja silmälläpidettävät luontotyypit on esitetty tarkemmin luontotyyppinimillä taulukossa 19-2 sekä karttaliitteissä (liitekartat 3.1-3.19).



Kuva 19-9 Pohjois-Suomessa uhanalaiset ja silmälläpidettävät inventoidut ja rajatut luontotyypit kaivoksen hankealueella. Luontotyyppiaineisto koonti alueelle laadituista luontoselvityksistä. Uhanalaisuusluokitus Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden uusimman luokituksen mukainen (Kontula ym. 2018). Viiankiaavan Natura-alueelle sijoittuvia Natura-luontotyyppejä ei ole tässä kartassa esitetty. Uhanalaiset ja silmälläpidettävät luontotyypit on esitetty tarkemmin luontotyyppinimillä taulukossa 19-2 sekä karttaliitteissä (liitekartat 3.1-3.19).

19.2.7 Merkittävä kasvillisuus ja uhanalaislajisto

Hankkeen inventoinneissa paikannettu tai aiempien uhanalaistietojen perusteella tarkistettu huomionarvoinen putkilokasvi- ja sammal-, kääväkäs- ja jäkälälajisto on esitetty taulukossa Taulukko 19-9 sekä liitekartoilla 3.1-3.19 (Liite 3).

Hankealueelle sijoittuvat metsät ovat pääasiassa vahvasti talousmetsäkäytössä olevia havupuuvaltaisia metsiä, joiden lajisto on hyvin yleistä kangasmetsälajistoa. Metsien ikärakenteesta ja käyttöhistoriasta johtuen Kuusivaaran, Ulkusijankankaan ja Pahanlaaksonmaan alueille ei näille alueille kohdennettujen inventointien perusteella sijoitu arvokkaita kivennäismaan metsäisiä luontotyyppejä, niillä esiintyvää arvokasta kääväkäslajistoa tai muuta vanhanmetsän indikaattorilajistoa. Hankealueella kasvistollinen arvo on meso-eutrofisissa soissa ja lähteisissä sekä rehevien korpien lajistossa. Eliasaapa–Ulkusijanaapa on suokokonaisuutena edustava ja monipuolinen alue, jolla esiintyvät kaikki Viiankiaavallakin tavattavat luontodirektiivin kasvilajit (Lapin Vesitutkimus Oy 2012b).

Putkilokasveista laaksoarho (*Moehringia lateriflora*), neidonkenkä (*Calypso bulbosa*), lapinleinikki (*Ranunculus lapponicus*) ja lettorikko (*Saxifraga hirculus*) lukeutuvat EU:n luontodirektiivin liitteen II ja IV b lajistoon, joista lettorikko (VU) ja neidonkenkä (VU) ovat uhanalaisia, laaksoarho (NT) silmälläpidettävä ja lapinleinikki (LC) elinvoimainen. Kaikki direktiivilajit ovat rauhoitettuja (Lsa 2013/471). Luontodirektiivin liitteen II lajiston suojelu tapahtuu Natura 2000-verkoston puitteissa ja liitteen IV b lajisto on luonnonsuojelulain 49§:n mukaisesti suojeltua lajistoa, jonka esiintymän heikentäminen on kiellettyä.

Lähteikkölajina Kenttäaavan eteläosan huurresammallähteelle sijoittuu turjanhorsma (*Epilobium laestadii*), joka on uhanalaisuusluokitukseltaan erittäin uhanalainen (EN) sekä lukeutuu erityisesti suojeltaviin lajeihin (Lsa 2013/471).

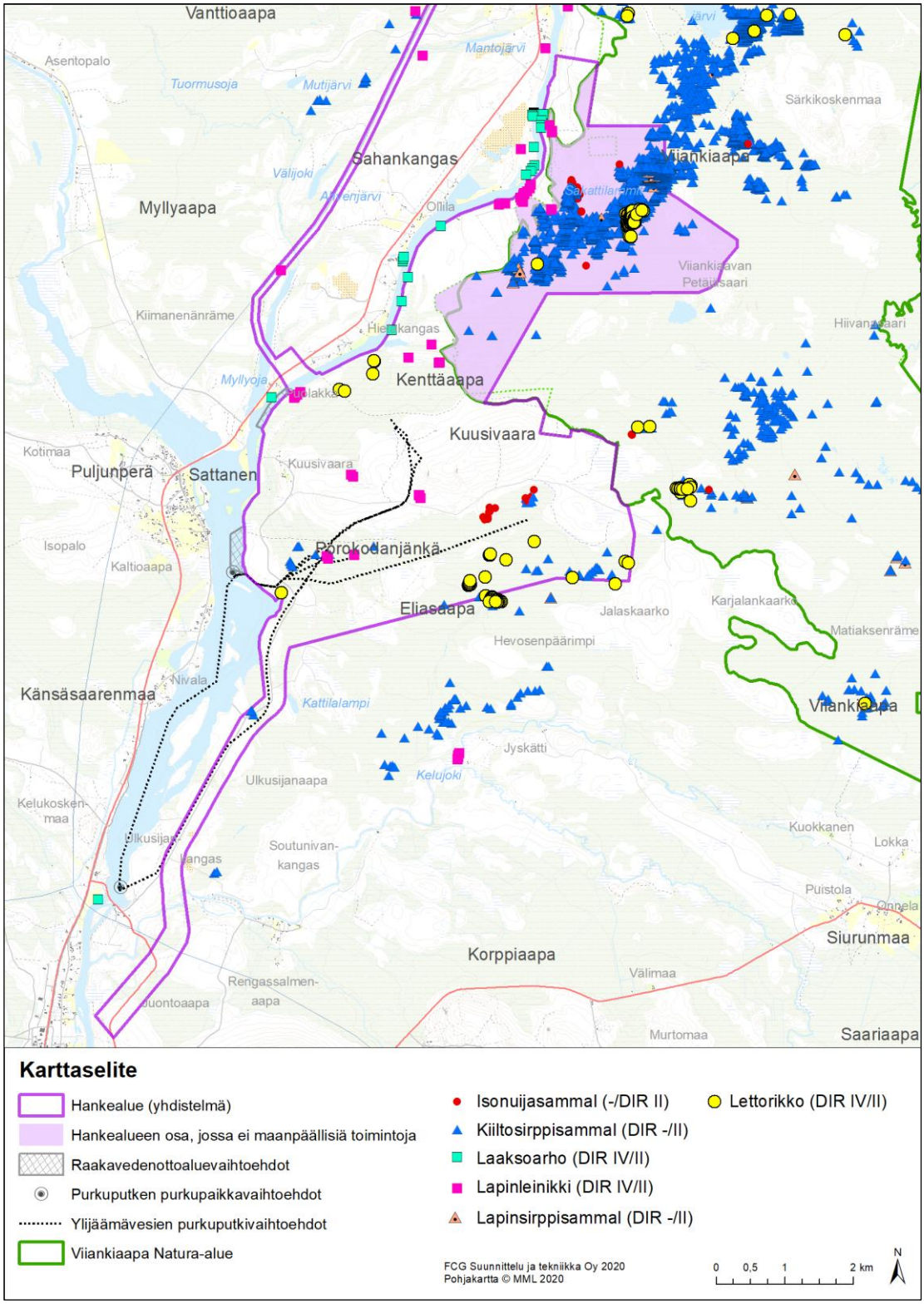
Sammallajistossa kiiltosirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus*) ja isonuijasammal (*Meesia longiseta*), lukeutuvat EU:n luontodirektiivin liitteen II lajistoon ja ne ovat rauhoitettuja. Uhanalaisuusluokitukseltaan kiiltosirppisammal on silmälläpidettävä (NT) ja isonuijasammal on erittäin uhanalainen (EN), lisäksi isonuijasammal on luonnonsuojelulain perusteella erityisesti suojeltava laji (Lsa 2013/471). Kiiltosirppisammalen esiintymät sekä Viiankiaavan Natura-alueella, että Eliasaavan–Kenttäaavan-Porokodanjängän alueella ovat melko runsaita (Kuva 19-10). Viiankiaavan Natura-alueella esiintyy lapinsirppisammalta (*Hamatocaulis lapponicus*), joka lukeutuu direktiivin liitteen II lajien lisäksi erityisesti suojeltaviin lajeihin. Kiiltosirppisammal, lapinsirppisammal ja isonuijasammal ovat Viiankiaavan Natura-alueen suojeluperusteina ja tämän osalta vaikutuksia on käsitelty tarkemmin Natura-arvioinnissa (Ramboll Finland Oy 2020e).

Hankkeen vaikutusalueen lähdekohteilla esiintyy myös kalkkilähdesammalta (*Philonotis calcarea*) ja kalkkisirppisammalta (*Drepanocladus sendtneri*), jotka ovat uhanalaisuusluokituksessa erittäin uhanalaisia (EN) ja lukeutuvat erityisesti suojeltaviin lajeihin (Lsa 2013/471). Kalkkisirppisammalen kaikki tiedossa olevat esiintymät sijoittuvat Viiankiaavan Natura-alueelle.

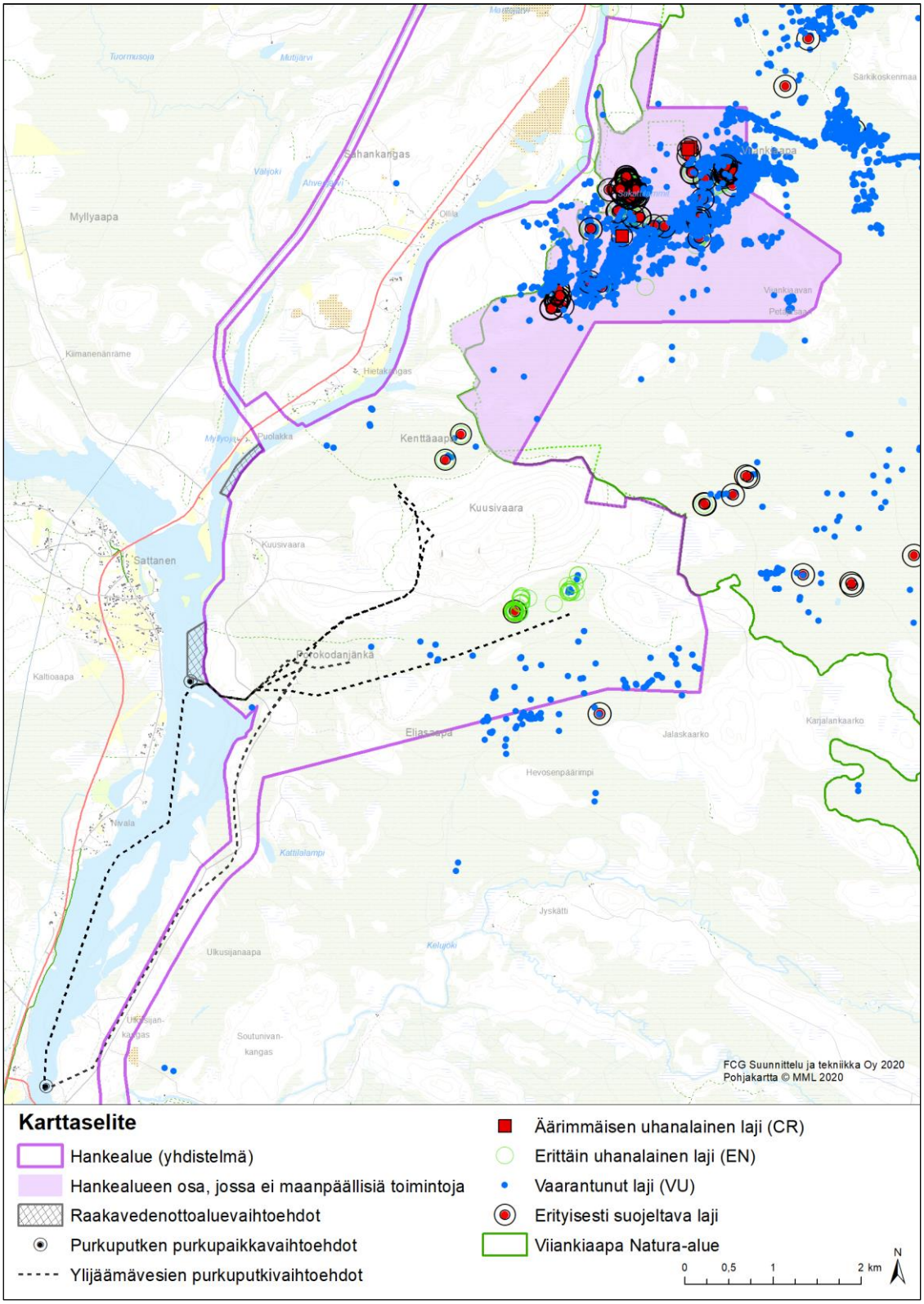
Hankealueelle sijoittuu lettojen ja lähteikköjen ns. vaateliasta lajistoa ja lähteiden indikaattorilajistoa, joista osa on uhanalaisia ja osa silmälläpidettäviä. Tämä vaateliaampi lajisto osoittaa kasvupaikkansa runsasravinteisuutta ja/tai pohjavesivaikutteisuutta. Vaatelias lajisto on erityisesti tyypillistä tietyille luontotyypeille, jotka ovat harvalukuisia, lakisääteisiä (Vesilaki 11 §), luontotyyppeinä uhanalaisia Pohjois-Suomessa tai koko maassa (Kontula ym. 2018) tai muutoin edustavia luontotyyppikokonaisuuksia tai letto- ja korpikohteita (Metsälaki 10 §). Näihin vaateliaisiin indikaattorilajeihin lukeutuvat mm. huurresammallähteiden silmälläpidettävä (NT) ja alueellisesti uhanalainen (RT, vyöhykkeellä 4b)

sirohuurresammal (*Cratoneuron filicinum*) ja silmälläpidettävä (NT) pohjanhuurresammal (*Palustriella decipiens*) sekä alueellisesti uhanalainen (RT) särmälähdesammal (*Philonotis seriata*). Kyseisen lähdelajiston kasvupaikat eli huurresammallähteet on luontotyyppinä luokiteltu koko maassa silmälläpidettäväksi (NT), Etelä-Suomessa erittäin uhanalaiseksi (EN) ja Pohjois-Suomessa säilyväksi (LC).

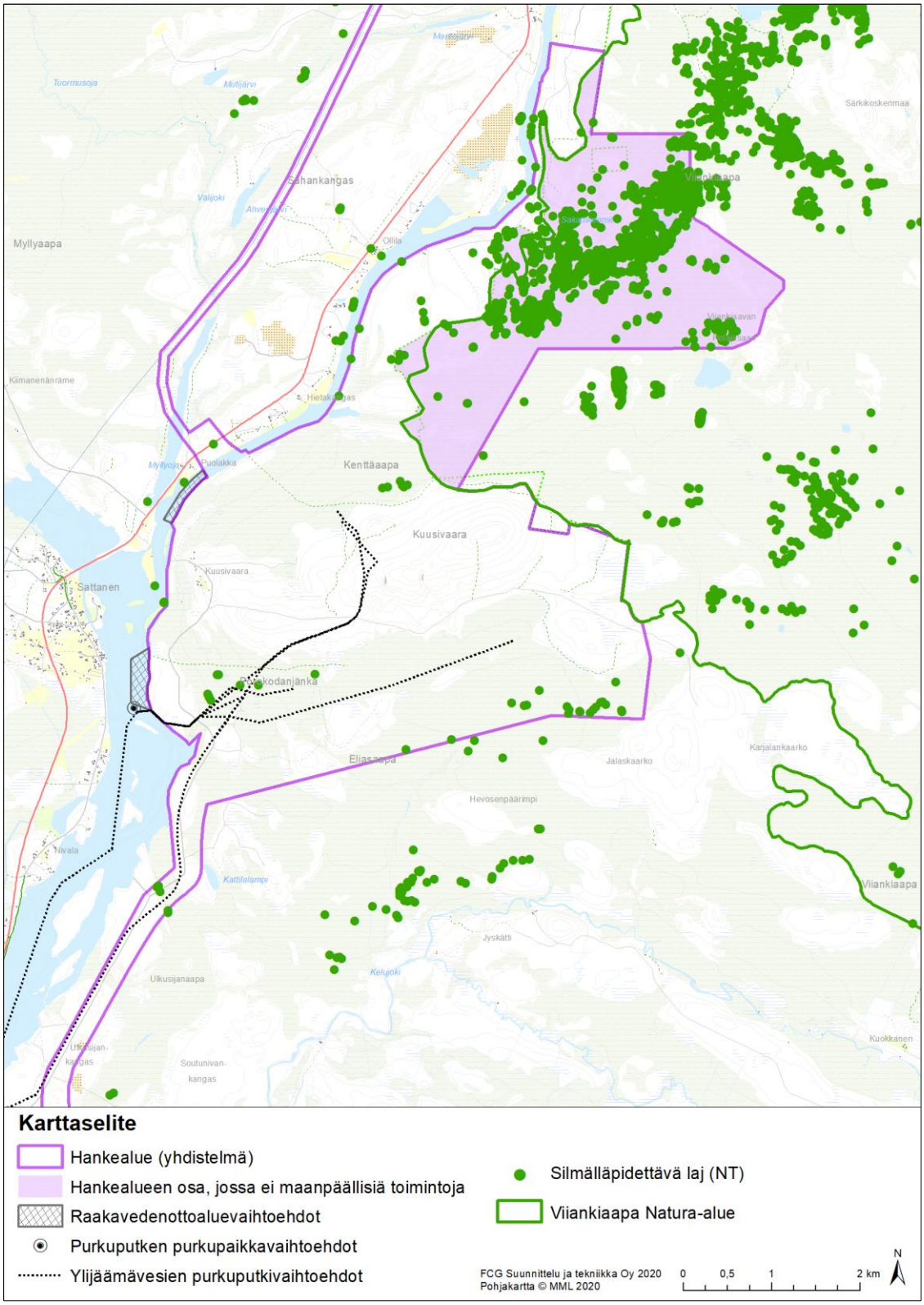
Kansainväliset vastuulajit ovat tiettyjä pohjoisia alkuperäislajeja, joiden säilymisestä Suomella on vastuu, mutta lainsäädännössä määriteltyä asemaa vastuulajeilla ei ole (Ympäristö.fi). Vastuulajeihin lukeutuvat hankealueelta paikannetuista huomionarvoisista lajeista vaarantunut (VU) lettosara (*Carex heleonastes*), kellosinilatva (*Polemonium acutifoloium*), pohjansirppisammal (*Sarmentyphum tundrae*) ja luhtakilpisammal (*Cinclidium subrotundum*).



Kuva 19-10 Luontodirektiivin liitteiden IV b ja II kasvi- ja sammallajien esiintyminen kaivoksen hankealueella. Kartalla ei ole esitetty neidonkengän esiintymää, joka sijoittuu hankealueen pohjoisosiin. Direktiivien mukainen kasvi- ja sammallajisto on koottu myös taulukkoonTaulukko 19-9.



Kuva 19-11 Tiedossa olevat uhanalaisten sammalten, putkilokasvien, jäkälien ja kääväkkäiden esiintymät kaivoksen hankealueella ja sen ympäristössä. Huomionarvoinen lajisto on esitetty koosteena Taulukko 19-9.



Kuva 19-12 Tiedossa olevat silmälläpidettävien sammalten, putkilokasvien ja kääväkkäiden esiintymät kaivoksen hankealueella ja sen ympäristössä. Huomionarvoinen lajisto on esitetty koosteena Taulukko 19-9.

19.3 Luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arviointi ja vaikutusten merkittävyys

19.3.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa vaikutuksen suuruutta on suhteutettu vaikutuskohteen herkkyyteen. Herkkyyden määrittelyssä käytetyt kriteerit luontotyypeille ja kasvillisuudelle on esitelty taulukoissa Taulukko 19-3 ja Taulukko 19-4. Vaikutuksen ja muutoksen suuruuteen liittyvää kriteeristöä on avattu luontotyyppien ja lajiston osalta tarkemmin taulukoissa Taulukko 19-5 ja Taulukko *19-6*.

Taulukko 19-3 Luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit.

Vähäinen	Suomen/EU:n tasolla luokittelemattomia tai suojelemattomia luontotyyppejä. Luontotyypit eivät ole erityisen herkkiä muutoksille. Ihmisen vaikutus luontotyypeissä on selvä ja näkyvä.
Kohtalainen	Alueella on silmälläpidettäviä (NT) tai muutoin huomionarvoisia luontotyyppejä. Alueella on luontotyyppien monimuotoisuutta ja sisältää arvolajistoa. Silmälläpidettävät ja huomionarvoiset luontotyypit ovat kohtalaisen herkkiä muutoksille ympäristössä ja/tai alue vaatii jatkuvia toimenpiteitä, jotta luontotyypit säilyvät ominaiselle arvolajistolle sopivina. Luontotyypit ovat ihmistoiminnan muovaamia. Korvaavia vastaavia luontotyyppejä ei ole paikallisesti olemassa.
Suuri	Alueella on useita uhanalaisia ja suojeltavia luontotyyppejä. Alueen luontotyyppien monimuotoisuus on erittäin suurta ja sisältää runsaasti arvolajistoa. Suojeltavat ja uhanalaiset luontotyypit ovat hyvin herkkiä muutoksille ympäristössä ja/tai alue vaatii jatkuvia toimenpiteitä, jotta luontotyypit säilyvät ominaiselle arvolajistolle sopivina. Luontotyypit ovat luonnontilaisia ja ihmisen vaikutus on vähäinen. Korvaavaa vastaavaa aluetta ei ole olemassa tai suojeltavissa.

Taulukko 19-4 Arvokkaaseen kasvilajistoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit.

Vähäinen	Alueella tai sen lähiympäristössä ei todennäköisesti sijaitse uhanalaista ja suojeltavaa lajistoa. Mahdollinen esiintymisalue ei ole erityisen herkkä muutoksille ympäristössä, jolloin ne eivät vaikuta heikentävästi lajiston esiintymispotentiaaliin. Alue ei ole juurikaan luonnontilassa ja ihmisen vaikutus on selvä.
Kohtalainen	Alueella ja/tai lähiympäristössä esiintyy uhanalaista ja suojeltavaa lajistoa. Esiintymisalue on melko herkkä muutoksille ja arvokkaalle lajistolle tärkeät ympäristön ominaispiirteet heikentyvät. Alue on luonnontilaltaan kohtalainen tai hyvä. Korvaavaa vastaavaa aluetta ei ole paikallisesti olemassa tai suojeltavissa.
Suuri	Alueella ja/tai lähiympäristössä esiintyy runsaasti uhanalaista ja suojeltavaa lajistoa. Esiintymisalue on hyvin herkkä muutoksille ja arvokkaalle lajistolle tärkeät ympäristön ominaispiirteet heikentyvät selvästi. Alue on luonnontilainen. Korvaavaa vastaavaa aluetta ei ole paikallisesti olemassa tai suojeltavissa.

Taulukko 19-5 Luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt muutoksen suuruusluokan kriteerit.

Suuri kielteinen	Kielteiset vaikutukset ovat suuria suojeltaville ja uhanalaisille luontotyypeille. Suuria osia suojeltavista ja/tai uhanlaisista luontotyypeistä menetetään ja/tai ne pirstoutuvat ja/tai niiden luonnontila heikkenee erittäin selvästi. Ominaispiirteet heikentyvät hyvin selvästi merkittävällä osalla luontotyypeistä.
Keskisuuri kielteinen	Kielteiset vaikutukset ovat kohtalaisia suojeltaville ja uhanalaisille luontotyypeille. Osia suojeltavista ja/tai uhanlaisista luontotyypeistä menetetään ja/tai ne pirstoutuvat ja/tai niiden luonnontila heikkenee kohtalaisesti. Ominaispiirteet heikentyvät kohtalaisesti osalla luontotyypeistä.
Pieni kielteinen	Kielteiset vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin luontotyyppeihin. Luontotyyppien luonnontila ja ominaispiirteet heikkenevät lievästi.
Ei vaikutusta	
Pieni myönteinen	Myönteiset vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin luontotyyppeihin. Luontotyyppien luonnontila ja ominaispiirteet paranevat lievästi.
Keskisuuri myönteinen	Myönteiset vaikutukset ovat kohtalaisia suojeltaville ja uhanalaisille luontotyypeille. Suojeltavien /uhanalaisten luontotyyppien luonnontila paranee kohtalaisesti. Ominaispiirteet paranevat kohtalaisesti osalla luontotyypeistä.
Suuri myönteinen	Myönteiset vaikutukset ovat suuria suojeltaville ja uhanalaisille luontotyypeille. Suojeltavien /uhanalaisten luontotyyppien luonnontila paranee selvästi. Ominaispiirteet paranevat selvästi suurella osalla luontotyypeistä.

Taulukko 19-6. Arvokkaaseen kasvilajistoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt muutoksen suuruusluokan kriteerit.

Suuri kielteinen	Kielteiset vaikutukset kohdistuvat alueelle, jolla sijaitsee runsaasti suojeltavaa ja uhanalaista kasvilajistoa. Hankkeen vaikutuksesta suojeltavien ja uhanalaisten lajien kasvupaikkoja tuhoutuu ja hanke heikentää lajien säilymismahdollisuuksia alueella selvästi. Lajien leviämispotentiaali heikkenee selvästi.
Keskisuuri kielteinen	Kielteiset vaikutukset kohdistuvat alueelle, jolla sijaitsee suojeltavaa ja uhanalaista kasvilajistoa. Hankkeen vaikutuksesta suojeltavien ja uhanalaisten lajien kasvupaikkoja tuhoutuu osia ja hanke heikentää lajien säilymismahdollisuuksia alueella kohtalaisesti. Lajien leviämispotentiaali heikkenee kohtalaisesti.
Pieni kielteinen	Kielteiset vaikutukset kohdistuvat alueelle, jolla sijaitsee vähän suojeltavaa ja uhanalaista kasvilajistoa. Hankkeen vaikutuksesta suojeltavien ja uhanalaisten lajien kasvupaikkoja heikkenee vähän ja lajien säilymismahdollisuudet heikkenevät lievästi. Lajien leviämispotentiaali heikkenee jonkin verran.
Ei vaikutusta	
Pieni myönteinen	Hanke parantaa vähän suojeltavan ja uhanalaisen kasvilajiston esiintymisoloja.
Keskisuuri myönteinen	Hanke parantaa kohtalaisesti suojeltavan ja uhanalaisen kasvilajiston esiintymisoloja.
Suuri myönteinen	Hanke parantaa suuresti suojeltavan ja uhanalaisen kasvilajiston esiintymisoloja.

19.3.2 Vaikutusten merkittävyys

Luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys määritellään asteikolla*; ei vaikutusta – vähäinen vaikutus –keskisuuri vaikutus – suuri vaikutus*. Vaikutuksen merkittävyyttä arvioitaessa huomioidaan luontokohteen / lajin kasvupaikan arvo ja herkkyys sekä vaikutuksen suuruusluokka.

Hankkeen vaikutusalueelle sijoittuu lajistoa, joka on uhanalaista, erityisesti suojeltavaa tai direktiivien mukaista. Lajisto on sidoksissa kasvupaikkaan, joten vaikutusten merkittävyyttä tarkastellaan enemmän luontotyyppien kautta, sillä arvokkailla luontotyypeillä esiintyy usein myös huomionarvoinen lajisto.

Vaikutuksen merkittävyys määräytyy kohteen herkkyysarvioinnin kautta ja siihen liittyvät luontotyypin tai lajin lainsäädännöllinen status, yleisyys alueellisesti ja valtakunnallisesti sekä alttius muutosvaikutuksille. Uhanalaiseksi määritellyllä luontotyypillä ei välttämättä ole lainsäädännöllistä statusta, mutta osalla niistä esiintyy lakisääteistesti merkittävää indikaattorilajistoa. Vaikutuksen merkittävyyttä on siten tarkasteltu näiden tekijöiden summana, eli uhanalainen tai kansainvälinen vastuuluontotyyppi, jolla esiintyy erityisesti suojeltavaa tai luontodirektiivin lajistoa, on muutosvaikutusten suhteen tarkastelussa herkin. Herkkyyden lisäksi vaikutuksen merkittävyys riippuu vaikutustyypistä ja sen voimakkuudesta, muutoksen laajuudesta sekä ajallisesta kestosta.

19.3.3 Vaikutukset arvokkaisiin luontotyyppeihin sekä putkilokasvi- ja sammallajistoon

Rakentamisesta aiheutuvat vaikutukset luontotyypeille

Tässä vaikutusarvioinnin osuudessa tarkastellaan luontotyyppejä, joihin kohdistuu suoria pinta-alamenetyksiä kaivoksen maanpäällisten rakenteiden sekä näihin liittyvien tiestön, purkuputkien ja sähkölinjojen alueilla. Luontotyyppivaikutukset ja kasvillisuudelle aiheutuvat vaikutukset ilmenevät samoissa vaikutuskohteissa ja –tyypeissä. Kasvillisuudelle aiheutuvia vaikutuksia tulee siten tarkasteltua myös niiden kasvupaikkojen myötä. Kasvillisuudelle aiheutuvia vaikutuksia on arvioitu yleisellä tasolla talousmetsälajistolle sekä erityisesti huomionarvoiselle lajistolle. Vaikutusarviointi perustuu kaivoksen nykyisen suunnitteluvaiheen mukaisiin toimintoihin ja niissä esitettyihin lieventämistoimenpiteisiin. Häiriö- ja poikkeustilanteiden aiheuttamia vaikutuksia ei tässä kappaleessa ole arvioitu.

Kaivoksen maanpäällisten perusrakenteiden rakentamisvaiheessa metsä- ja suoalueilta raivataan kasvipeitteet ja alueet ojitetaan sekä toteutetaan maansiirtotöitä. Tämä muuttaa Kuusivaaran ympäristössä aiemmin luonnontilaisen kaltaisia puustoisia ja avoimia soita sekä Kuusivaaran talousmetsiä täysin teolliseksi ympäristöksi. Lisäksi se kaventaa ympäröivien soiden valuma-alueita. Kuusivaaran rakentamisalueiden lähiympäristöön aiheutuu myös maanpinnan muokkauksen myötä kiintoainekuormitusta, mikä aiheuttaa lähimpien vesistöjen väliaikaista samentumista. Rakentaminen talviaikaan vähentää maaperäeroosioita, kun taas kevättulvat lisäävät huuhtoumia rakentamisen alaisena olevilta alueita lähimmille soille ja vesistöihin. Vesienkäsittelyrakenteet pyritään rakentamaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa huuhtoumista aiheutuvien haittojen vähentämiseksi.

Tehdasalue sijoittuu kaikissa hankevaihtoehdoissa Kuusivaaraan ja sen lähiympäristöön. Kuusivaaraan sijoittuvat toiminnat eri hankevaihtoehdoissa on esitetty tarkemmin luvuissa 3.3-3.9. Kaivoksen prosessivedet ja tehdasalueen kuormitteiset hulevedet johdetaan vesivarastoaltaalta prosessiin ja ylijäämävedet vesienkäsittelyn kautta Kitiseen. Hankkeen aiheuttamia vesistövaikutuksia on tarkasteltu selostuksen luvussa 17. Ylijäämävesien purkuputkivaihtoehdot sijoittuvat Eliasaavan-Porokodanjängän ja Kitisen rantatörmän alueelle ja purkuputki kaivetaan maaosuuksilla kivennäismaahan ja suohon ja putken asentamisen jälkeen kaivanto täytetään. Suohon kaivettava putkilinja heikentää

paikallisesti sen alueella olevan suon hydrologiaa. Kaivanto toimii osittain vettä johtaen ja riippuen suotyypistä (välipinta, mätäspinta) saattaa kaivanto heikentää suotyypin luonnontilaa. Putkikaivanto ei kuitenkaan vastaa ojan kuivattavaa vaikutusta ja on kaivamisen jälkeen osittain palautuva. Esitettyjen putkilinjojen alueelle saattaa tietyissä vaihtoehdoissa sijoittua huomionarvoisen kasvillisuuden tai sammallajiston esiintymiä, joiden niukan esiintymän osalta kaivamisen vaikutus on merkittävämpi kuin pelkästään alueelle sijoittuvan suoluontotyypin osalta.

Kuusivaaraan perustettavat maanpäälliset toiminnot ovat pääosin samoja kaikissa tarkastelluissa hankevaihtoehdoissa, mutta rakenteiden sijainti Kuusivaaran tehdasalueella vaihtelee. Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuvat rikastushiekan ja sivukiven sijoitusalueet, rikastamo, vesienkäsittelyrakenteet ja vesien varastoaltaat, toimistorakennukset, lämpölaitos, tarvekivilouhos sekä varastoja. sekä. Hankevaihtoehdossa VE1a ja VE1b Kuusivaaraan sijoittuu myös maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti ja malmin kuljettamiseen käytettävä hihnakuljetin. Hankevaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b muut em. rakenteet ovat myös Kuusivaarassa, mutta maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti, ilmanvaihtoasema, propaanipoltin, nostotorni (VE2a, VE3a) ja pastalaitos sijoittuvat Pahanlaaksonmaalle. Lisäksi näissä vaihtoehdoissa Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan välille sijoittuu huoltotie, hihnakuljetin, putkilinja ja 20 kV voimajohto. Hankkeen vaihtoehtoiset yhdystiet on suunniteltu etelän (Ulkusijanaapa ja Kelujoki) tai pohjoisen (Kitisen ylitys) kautta.

Kuusivaarassa sekä hankevaihtoehdosta riippuen sen etelä- ja pohjoispuolella kaivoshankkeeseen liittyvät rakenteet aiheuttavat suoria pinta-alan menetyksiä niiden alueella oleville metsille ja soille (liite 3D). Lisäksi hankkeeseen liittyvän tiestön ja voimajohdon pylväspaikkojen alueilla suoria pinta-alamenetyksiä aiheutuu niiden alueelle jäävien metsien ja soiden luontotyypeille.

Liitteessä 3D on esitetty Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuvat toiminnot eri hankevaihtoehdoissa sekä inventoinneissa paikannetut luontotyypit. Teollisuusrakenteiden alueelle jäävät kivennäismaan metsät Kuusivaarassa ovat tuoreita ja kuivahkoja kankaita, ja näille kohdistuu pinta-alan menetyksiä kaikissa hankevaihtoehdoissa. Alueelle sijoittuu eri-ikäisten talousmetsien lisäksi metsäautotie ja pieni maa-ainestenottoalue. Kaikki metsät Kuusivaarassa ovat vahvasti metsätalouskäytössä. Tehdasalueen eli rikastamon, toimiston ja malmin välivaraston rakentamisalueelle sijoittuu puustoltaan nuoria ja varttuneita mäntyvaltaisia metsiä. Vaikutukset metsäluonnolle Kuusivaaran rakentamisen myötä ovat merkittävyydeltään vähäisiä, sillä alueelle ei sijoitu erityisen edustavia ja monipuolisia kivennäismaan metsäisiä luontotyyppejä, ja lisäksi rakentamisalueiden lähialueella kangasmetsien herkkyys muutokselle on pieni.

Kuusivaaran tehdasalueelle sijoittuu kivennäismaan talousmetsien lisäksi yksi lähdeinventoinneissa (Ramboll Oy 2019b) paikannettu lähde (Kuu-L1), joka jää tehdastoimintojen alueelle hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. Myös vaihtoehdossa VE3a ja VE3b lähteeseen kohdistuu kohtalaisia muutosvaikutuksia. Lähde todettiin inventointiajankohtana kuivahtaneeksi ja sen purouoman laiteilla oli tihkupintaa ja lähdesammalia. Lähteen alaosa on tulkittu kausikosteikoksi, jonka yläosassa olevasta lähteestä purkautuu todennäköisesti eniten vettä keväällä (Ramboll Finland Oy 2019b). Lähdeinventoinneissa lähde (Kuu-L1) on biologisin perustein tulkittu olevan vesilain 11 §:n mukainen kohde, ja sen osalta kyseeseen tulee vesilain suojeluvelvoitteesta poikkeaminen sen tuhoutuessa teollisuusrakentamisen alueella. Kesän 2019 lähdeinventoinneissa on tarkistettu Kuusivaaran kivennäismaa-alueelta myös muita kohteita (Kuu-M1 ja Kuu-M2), joita ei biologisin perustein tulkittu lähteiksi, vaan kausikosteikoiksi, sillä niillä ei havaittu lähteiden indikaattorilajistoa (Ramboll Finland Oy 2019b).

Kuusivaaran ympäristössä on puustoisia soita ja avoimia nevoja, joista osa on lettoja. Hankevaihtoehdossa VE1a Porokodanjängän ja Eliasaavan pohjoisosissa tehdasalueen allasrakenteiden alle jää

puustoisia rämeitä ja korpia sekä nevoja ja lettoja. Eliasaavan pohjoisosan lähde (Eli-L1), (Ramboll Finland 2019b) jää määritellyn tehdasalueen sisälle, mutta sen alueelle ei ole osoitettu altaita. Lähteelle kohdistuu pölyvaikutuksia, lähivaluma-alueen olosuhteiden muutoksia ja Kuusivaaran rakentumisen myötä lähteelle purkautuva pohjavesi vähenee, jolloin nämä vaikutukset yhdessä muuttavat lähteen olosuhteita siinä määrin, että lähteen luonnontila tulee muuttumaan ja Eliasaavan meso-eutrofinen lähteikkö (Eli-L1) pitkällä aikavälillä tuhoutuu.

Kuusivaaran eteläosaan ja sen etelä-länsipuolisille soille sijoittuu hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b varastoaltaita tai kaivannaisjätteiden sijoitusalueita.VE1a:n osalta mainitut rakenteet on osoitettu Porokodanjängällä puustoisten soiden eli erityyppisten korpien ja rämeiden alueelle sekä Eliasaavan pohjoisosassa lettoisille soille, avoimille nevoille ja puustoisille rämeille. Hankevaihtoehdossa VE1b varastoaltaita sijoittuu samoille alueille Porokodanjängällä ja Eliasaavalla, mutta rikastushiekka-alue on laajempi märkäläjityksen vuoksi. Hankevaihtoehdoissa VE2a rikastushiekan sijoitusalue on sijoitettu enemmän Porokodanjängälle, missä niiden alueella on myös lettojen ja rimpinevojen suotyyppejä. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE2b rikastushiekan sijoitusalue sijoittuu lähemmäksi Porokodanjängän lettojen meso-eutrofisia lähteikköjä (Por-L1, Por-L2) sekä pohjavesivaikutteisia lettoja. Tehdasalue sijoittuu Porokodanjängän valuma-alueelle pienentäen valuma-aluetta vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b osalta noin 15-20%. Vaihtoehtojen VE3a ja VE3b osalta valuma-alue ei muutu (ks. luku 17.3.2). Porokohdanjängältä Kitiseen laskevan puron virtaama pienenee valuma-alueen pienentymistä vastaavasti. Purot eivät ole Lapin maakunnassa vesilain (587/2011) 2 luvun 11 §:ssä määriteltyjä vesiluontotyyppejä, joiden luonnontilan vaarantaminen on kiellettyä. Siten Porokodanjängän puroille aiheutuvat vaikutukset arvioidaan merkittävyydeltään vähäisiksi (vaihtoehdot VE1a, VE1b, VE2a ja VE3a).

Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tehdasalue sijoittuu Kuusivaaran pohjoisosaan, Sakattiojan valuma-alueelle ja vaikutukset muodostuvat Kuusivaaran pohjoispuolisille Kenttäaavan soille. Vesivarastoallas ja rikastushiekka-alueita sijoittuu puustoisten rämeiden alueelle sekä vähäisemmässä määrin puustoisten korpien alueelle. Kuusivaaran pohjoisosan valumavedet nykytilanteessa kulkeutuvat länsi-luoteen suuntaan päätyen Kitiseen. Tehdasalueen hulevedet johdetaan kaivoksen sisäiseen vesikiertoon, joten vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tehdasalueen luoteispuolinen Kenttäaavan (Sakattiojan) valuma-alue pienentyy noin 60 %, ja valumavesien määrä pienentyy vastaavasti. Kenttäaavan eteläosaan, vesivarastoaltaan kohdalle ja rikastushiekan sijoitusalueelle, sijoittuu lettoja, rimpinevoja ja rimpinevarämeitä, joilla esiintyy vaateliasta ja lakisääteisesti huomionarvoista putkilokasvi- ja sammallajistoa. Kenttäaavalle sijoittuu huurresammallähteitä (Ken-L1, Ken-L2 ja Ken-L3) sekä yksi meso-eutrofinen purolähde (Ken-L3), joilla esiintyy myös erityisesti suojeltavan lajin kasvupaikkoja (Ramboll Finland Oy 2019b). Kenttäaavan lähdevaikutteisille välipintaletoille, huurresammallähteille ja lähteiköille, huomioiden niiden herkkyys muutoksille, kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan merkittävyydeltään suuria maanpäällisten rakenteiden osalta vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b. Vaikutuksen merkittävyys määräytyy kohteen herkkyys ja muutoksen suuruus huomioiden, sillä Kenttäaavan lähteille aiheutuu päävaihtoehdossa VE3 suoria pinta-alan menetyksiä ja lähteiköillä esiintyy erityisesti suojeltavaa lajistoa. Huurresammallähteet ovat inventointien perusteella alueellisesti harvalukuisia (Eurofins Ahma Oy 2018), mutta Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa ne on arvioitu Pohjois-Suomessa luontotyyppeinä säilyviksi (Kontula ym. 2018). Kuusivaaran ympäristöstä ja Viiankiaavan länsiosista paikannettiin inventoineissa 20 meso-eutrofista lähdettä (Ramboll Finland Oy 2019b), joten lähteikköluontotyyppejä esiintyy alueellisesti kohtalaisen paljon.

Kaivoksen liikenneyhteyksissä on tarkasteltu sekä pohjoista että eteläistä yhdystievaihtoehtoa. Sen sijaan 110 kV voimajohtoreitti on jokaisessa hankevaihtoehdossa sama, eli Kenttäaavan ja Kitisen vä-

lisellä alueella. Hankealueella pohjoinen yhdystie sekä voimajohtoreitti sijoittuvat Kuusivaaran länsiosiin ja Kenttäaavan lounaisosaan. Pohjoinen tieyhteys ja voimajohtolinja ylittävät Kitisen Puolakan kohdalla, Sattasjoen ja Kitisen yhtymäkohdan pohjoispuolella, jonne rakennetaan uusi silta. Uuden sillan suunnittelualueella on Kitisen jokitörmän laajempi lähdevaikutteinen alue, jolla esiintyy parhaimmillaan huurresammallähteitä (liite 3D). Kenttäaavan länsiosissa ja Kitisen törmän tuntumassa on useita direktiivilajistoon lukeutuvien putkilokasvien esiintymiä (Liite 3B), joille aiheutuu rakentamisen myötä kasvupaikan menetyksiä ja/tai muutoksia useiden eri vaikutustyyppien kautta (pöly, hydrologia, suora pinta-alan menetys) ja näin ollen yhteisvaikutukset saattavat olla niiden herkkyys huomioiden merkittävyydeltään suuria hankevaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b. Yhdysteiden, huoltoteiden, purkuputkien ja voimajohtolinjausten tarkemmassa suunnittelussa Luontodirektiivin liitteen IV (b) tai muutoin suojellulle lajistolle kohdistuvia vaikutuksia tulee tarkastella luonnonsuojelulain poikkeusluvituksen kautta.

Pohjoinen yhdystie ja sen yhteyteen sijoittuva sähkönsiirto ovat hankevaihtoehdoissa VE1b, VE2b ja VE3b samoja. Kaivokselle tulevan 110 kV voimajohdon osalta on laadittu ympäristöselvitykseen sisältynyt luontoselvitys (Ramboll Finland Oy 2019b). Kuusivaaran tehdasalueelta hankkeen sähkönsiirron voimajohtokäytävä sekä tehdasalueen pohjoinen yhdystie sijoittuvat samaan raivattavaan käytävään, jolloin niiden aiheuttama metsiä ja puustoisia soita pirstova vaikutus sijoittuu samoille alueille. Voimajohtokäytävä ja pohjoinen yhdystie sijoittuvat Kuusivaaralla kuivahkolle kankaalle ja Kenttäaavan lounaisosissa puustoisten rämeiden, lettojen ja puustoisten korpien alueille. Kuusivaaran kivennäismaa-alueen ja Kenttäaavan rajalla esiintyy heikkoa pohjavesivaikutusta, joka ilmenee lettoisuutena lähinnä välipinnoilla. Kenttäaavan etelä- ja lounaisosissasuot ovat voimajohto- ja tielinjauksen reitillä paikoin mesotrofisia rimpinevarämeitä. Kipittikummun pohjoispuolella, Kitisen rantaan rajoittuvalla alueella esiintyy luhtaisia soita. Kitisen ylityksen jälkeen voimajohtolinja sijoittuu samaan johtokäytävään olemassa olevan Vajukoski–Sodankylä 110 kV:n voimajohdon kanssa. Kitisen länsipuolisella osalla, olemassa olevan voimajohtokäytävän rinnalle raivattavalla uudella johtokäytävällä merkittävimpiä huomioitavia kohteita ovat direktiivilajeihin lukeutuvan lapinleinikin esiintymät sekä luonnontilaiset lähteet (Ramboll Finland Oy 2019b), joiden olosuhteiden säilyminen tulee huomioida voimajohdon tarkemmassa suunnittelussa.

Eteläisessä vaihtoehdossa yhdystielinjaus noudattelee pääosin nykyistä Kuusivaarantietä, jonka osalta rakennetaan uusi silta Kelujoen yli ja kaivoksen yhdystie liittyy Sodankylän itäpuolella vt 5:n uuteen linjaukseen. Eteläinen yhdystie suuntautuu Kuusivaaralta Porokodanjängän länsiosien yli, missä se ylittää pääosin puustoisia rämeitä ja osin myös korpea, tuoretta kangasta ja lettoja. Porokotamaalla eteläinen yhdystie sijoittuu nuorten mäntyvaltaisten talousmetsien alueelle sekä ylittää Kuusivaarantietä Ulkusijanaavalla luhtaisia nevoja, joille sijoittuu kiiltosirppisammalen esiintymiä. Ulkusijankankaalla eteläinen yhdystie sijoittuu varsin vahvasti käsiteltyjen talousmetsien alueille. Kivennäismaan metsien osalta eteläisen yhdystien rakentamisalueella ei ole erityisiä luontoarvoja. Soiden osalta eteläisen yhdystien vaikutukset arvioidaan lettojen ja direktiivilajin esiintymisen vuoksi kohteiden herkkyys huomioiden merkittävyydeltään kohtalaisiksi.

Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakennetaan lisäksi hihnakuljetin, jonka yhteydessä on huoltotie ja 20 kV:n sähkölinja Kuusivaaran tehdasalueelta Pahanlaaksonmaalle. Eri alavaihtoehdoissa tämä hihnakuljetin ja huoltotie sijoittuvat Kuusivaaran pohjoispuolella Kenttäaavan yhtenäisten lettoalueiden itäpuolelle. Alueen rakentaminen ja raivaaminen muuttavat Kenttäaavan eteläosan hydrologiaa yhteisvaikutuksena valuma-alueen pienentymisen kanssa siinä määrin, että vaikutus lettojen luontotyypeille on merkittävyydeltään kohtalainen tai suuri.

Maanpäällisten kaivostoimintojen lähialueella sekä osin myös kuljetusreittien alueella syntyy lisäksi pölystä aiheutuvia haittavaikutuksia kasvillisuudelle. Rakentamisen aikana, ja mahdollisesti myös ajoittain toimintavaiheessa, tarvekiven ja tunnelin louhinta aiheuttavat ympäristöön kohdistuvan pölyämisen ajanjakson, joka on vaikutuksena väliaikainen. Kuusivaaran alueen rakentamisesta ja rakentamiseen liittyvästä liikennöinnistä aiheutuva pöly kohdistuu pääosin yleisille luontotyypeille ja niillä esiintyvälle kasvillisuudelle. Pölyn aiheuttamat haitalliset vaikutukset kasvillisuudelle ja sitä kautta luontotyyppien edustavuudelle Kuusivaaran ympäristössä ovat merkittävyydeltään vähäisiä tai kohtalaisia, riippuen luontotyypin yleisyydestä ja herkkyydestä. Kohtalaisia vaikutuksia Kuusivaaran ympäristössä rakentamisesta ja liikennöinnistä aiheutuvasta pölyämisestä ja kerääntyvästä pölystä arvioidaan aiheutuvan lähteikköjen ja välipintalettojen luontotyypeille, joiden lajisto on sidoksissa suo- ja lähdevesien pH:n ja sähkönjohtavuuden arvoihin. Vaikutuksen konkreettiseen ilmenemiseen liittyy epävarmuutta tutkimustiedon puuttuessa.

19.3.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset luontotyypeille

Tässä vaikutusarvioinnissa tarkastellaan varsinaisen kaivostoiminnan, eli maanalaisen kaivoksen toiminnan etenemisen ja malminkuljetuksen (hihnakuljetin, tieliikennöinti) sekä Kuusivaarassa sijaitsevien prosessien vaikutuksia arvokkaille luontotyypeille ja lajistolle. Lisäksi Natura-arvioinnissa on arvioitu Natura-alueen suojeluperusteina mainittuihin luontotyyppeihin, lajeihin ja Natura-alueen ekologiseen kokonaisuuteen aiheutuvia vaikutuksia. Kaivoksen käytönaikaisilla vaikutustyypeillä on toimintavuosien edetessä kertautuvia ja voimistuvia ominaisuuksia. Vaikutusarviointi perustuu nykyisten suunnitelmien mukaisiin toimintoihin ja niiden sijainteihin.

Toiminnan aikaisissa vaikutuksissa luototyypeille ja kasvillisuudelle aiheutuvat merkittävimmät vaikutustyypit muodostuvat mahdollisten maapohjaveden pinnantason muutosten myötä. Vaikutuksia ilmenee Kuusivaaran ympäristössä rakennetun alueen aiheuttaman hydrologisen muutoksen vuoksi ja tämä vaikutus kohdistuu pääosin Eliasaavalle ja Kenttäaavalle. Toinen vaikutusmekanismi on maanalaisen kaivoksen aiheuttama pohjaveden pinnantason muutokset, jonka vaikutuksia on mallinnettu vaihtoehdon VE1a osalta ja ne kohdistuvat Pahanlaaksonmaalle ja Kitisen jokitörmälle.

Hydrologiset vaikutukset luontotyypeille

Kuusivaaran alueella on todettu olevan oma erillinen pohjavesisysteeminsä ja tällä alueella pohjaveden imeytyminen on tehokasta huuhtoutuneen moreenin sekä rinteen juurella olevien hiekkakerrostumien ansiosta (Salonen 2020). Kuusivaaran alueella muodostunutta pohjavettä on todettu purkautuvan mm. Kenttäaavan ja Eliasaavan alueella kartoitetuissa huurresammallähteissä ja muissa lähteissä (Ramboll Finland Oy 2019b). Kuusivaaran rakentaminen kaikissa hankevaihtoehdoissa muuttaa sen ympäristöön Porokodanjängälle, Eliasaavalle ja etenkin Kenttäaavalle purkautuvien pohjavesien määrää, sillä Kuusivaaran vesienhallinnan kautta tehdasalueen hulevedet johdetaan hallitusti vesivarastoaltaaseen ja kaivoksen vesikiertoon.

Maaperän pohjavedenpinnantason laskulle herkkiä luontotyyppejä (ja niillä esiintyvää lajistoa) ovat lähteet, lähteiköt, lähdepurot sekä lähdevaikutteiset meso- ja eutrofiset välipintanevat ja -letot, jotka ovat riippuvaisia tietystä suovedenpinnantasosta.

Maanpinnalle purkautuvan tasalämpöisen pohjaveden väheneminen voi vaikuttaa lähteiden, tihkupintojen ja purojen sekä välipintaisten ravinteisten soiden ekologiaan. Purkauman vähetessä pinta- ja pohjaveden sekoitussuhde muuttuu, jolloin lähdevaikutteisten kohteiden vedenlaatu muuttuu myös sen kemiallisen koostumuksen osalta. Pohjaveden fysikaalinen ja kemiallinen koostumus poikkeaa sadevesistä ja pintavesistä. Pohjaveden osuus lähteisellä luontotyypillä, eli pohjavesivaikutteisuus suhteessa pintavesivaikutukseen (luhtaisuus), määrittelee osittain vaateliaampien sammalten ja

lähdeluontotyyppien esiintymisen edellytyksiä ja kasvupaikan edustavuutta. Pohjaveden emäskationipitoisuus on yleensä korkeampi kuin pintavesien ja tästä syystä pohjavesivaikutteisilla alueilla suon tai lähteen ravinteisuustaso on korkeampi kuin pintavesivaikutteisilla alueilla.

Jo vähäisetkin muutokset maapohjaveden pinnantasossa saattavat vaikuttaa lajistoon, jolloin pohjavesivaikutusta ilmentävien ns. indikaattorilajien esiintyminen voi vähentyä ja lajikoostumus muuttuu kilpailussa pärjäävien soiden ja lähteikköjen yleislajien eduksi. Pohjavedenpinnantason aiheuttamat vaikutukset alkavat näkyä lajistossa eli lajien runsaussuhteissa, indikaattorilajien vähenemisessä ja lajimäärässä vasta pidemmän ajanjakson hydrologisten muutosten myötä.

Kangasmailta tuleva valumavesi aiheuttaa soille luhtaisuutta ja näiden luhtaisten nevojen ja/tai puustoisten luhtavaikutteisten suotyyppien edustavuuteen pohjavedenpinnantason alenemalla ei vaikutusmekanismina ole juuri merkittäviä luontotyyppien edustavuutta muuttavia vaikutuksia. Luhtaisia suotyyppejä hankealueella esiintyy myös pienten virtavesien ja lampien laiteilla. Pienvesiin kohdistuva kuivuminen ja vedenpinnantason alenemat muuttavat myös niiden ympäröivien luhtaisten nevojen ja korpien luonnontilaa ja pinta-alaosuuksia. Pienvesiin kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu kattavasti tämän selostuksen luvussa 17.

Vaihtoehdossa VE1a maanalaisen kaivoksen vinotunnelin pohjavettä alentavalla vaikutuksella on mahdollisesti suurin vaikutus pintaveden virtaamaan Ruosteojan suhteellisen pienellä noin 0,5 km^2 valuma-alueelle (ks. luku 17) ja sen tuntumassa oleville Kitisen rantatörmän lähteille (Ramboll Finland Oy 2019b, Salonen 2020). Pohjaveden alenemakäyrien alueella sijaitsevien lähteiden virtaamia on käsitelty tarkemmin pohjavesien yhteydessä kappaleissa 16.3.5-16.3.8. Maanalaisen kaivoksen kuivanapidosta aiheutuvat pohjavesimuutokset eivät aiheuta mallinnuksen perusteella pohjavedenpinnan alenemista Eliasaavalla tai Kenttäaavan eteläosissa, missä esiintyy runsaasti pohjavesivaikutteisia luontotyyppejä.

Maanalaisen kaivoksen (vinotunnelit ja tuotantotunnelit) kuivanapito saattaa aiheuttaa maaperän pohjavedenpinnan laskua aiheuttaen soille samantyyppisiä kuivattavia vaikutuksia kuin ojitukset, mutta vaikutus kohdistuu mahdolliseen pohjavesivaikutteiseen suoveteen, ei niinkään suolle tuleviin pintavesiin. Turvepohjaisia luontotyyppejä mahdollisesti kuivattava vaikutus kohdistuu etenkin hankealueen länsiosaan Pahanlaaksonmaalle ja Poikkijoenkankaan–Tihiämaan suunnalle (ks. pohjaveden alenemakäyrät, kuvat 16-17 – 16-21, luku 16). Jokaisen hankevaihtoehdon osalta tarkasteltava VE1a:ssa mallinnettu maaperän pohjaveden alenemakäyrä osoittaa vaikutuksia Kitisen törmän lähteikköalueelle, jolle aiheutuvat vaikutukset arvioidaan merkittävyydeltään keskisuureksi kielteiseksi sekä perus- että erityislievennystoimenpiteillä, sillä pohjaveden syklistä alenemaa esiintyy myös erityislievennystoimenpiteiden jälkeen Kitisen törmän alueella. Syklisen pohjavedenpinnan aleneman vaikutukset maaperän pohjavesissä aiheuttavat Kitisen törmän lähteikköjen purkauman heikkenemistä ja muutosvaikutus on suurimmillaan talvikuukausina. Kitisen törmän lähteiköille aiheutuvat vaikutukset ovat osa hankevaihtoehtojen kokonaisuutena aiheuttamia vaikutuksia, jotka muodostuvat kaikista hankevaihtoehtoon liittyvistä rakentamisalueiden vaikutuksista. Kitisen törmän lähteiköillä on arvokkaita ja muutoksen suhteen herkkiä lähteitä, joiden luonnontilan heikentäminen vaatii vesilain poikkeamista. Lähteiköt ovat kuitenkin Lapissa varsin yleinen luontotyyppi ja niiden uhanalaisuusstatus Pohjois-Suomen osalta on säilyvä (LC). Luontotyyppien *lähteiköt* ja *huurresammallähteet* alueellinen ja seudullinen yleisyys huomioiden maaperän pohjavesimuutoksista aiheutuvat vaikutukset arvioidaan pelkästään Kitisen törmän lähteiköitä tarkasteltaessa merkittävyydeltään keskisuuriksi. Kitisen törmän lähteiköille aiheutuu lisäksi huoltotierakentamisesta kohtalaisia välillisiä muutosvaikutuksia, joiden merkittävyyttä voidaan tarkemmalla sijoittelulla vähentää.

Liitteen 3C kartoissa on esitetty hankealueelta inventoidut, arvokkaammat luontotyypit (Natura-alueen ulkopuolelta) sekä Sakatin kaivoshankkeen pohjavesivaikutusten mallinnuksen (Stantec Consulting Ltd 2020) tuottamat maaperän pohjaveden alenemakäyrät (hankevaihtoehdolle VE1a), joiden alueet muuttuvat toimintavuosien edetessä. Pohjavesimallinnusta on selostettu tarkemmin luvussa 16.

Hankevaihtoehdon VE1a pohjavesivaikutusten mallinnus (Stantec Consulting Ltd 2020) pitää sisällään kaksi vaihtoehtoista tarkastelua maanalaiseen kaivokseen tulevan veden rajoittamiseksi; *peruslievennystoimenpiteet*, joka sisältää injektoinnin sekä kaivostäytön käytön tai *erityiset lievennystoimenpiteet*, joissa peruslievennystoimenpiteisiin nähden injektointi toteutetaan laaja-alaisemmin. Mallinnetulle maapohjaveden mahdolliselle alenemakäyrien alueille Pahanlaaksonmaan ympäristössä sijoittuu saranevoja ja -korpia, luhtanevoja, lähteikköjä, kausikosteikkoja sekä minerotrofisia lyhytkorsinevoja ja rimpinevoja.

Peruslievennystoimenpiteillä VE1a maanalaisen kaivoksen aiheuttama mallinnettu mahdollinen maaperän pohjaveden alenema olisi noin 50 cm suurimman aleneman ajoittuessa talvikuukausiin. Pahanlaaksonmaan alueella maaperän pohjavesi laskee peruslieventämistoimenpiteillä noin 30 cm ensimmäisen toimintavuoden aikana alueella, jonka laajuus on noin viisi hehtaaria, noin 20 cm alueella, jonka laajuus on noin 60 hehtaaria ja noin 10 cm alueella, jonka laajuus on noin 180 hehtaaria. Toimintavuosien edetessä, 8. toimintavuonna, pohjaveden alenema peruslieventämistoimenpiteillä ulottuu reilun 10 cm alenemana Sakattiojan pohjoispuolelta Tihiämaan-Kaarrekosken alueille. Erityisillä lieventämistoimenpiteillä reilun 10 cm alenema maaperän pohjavedessä jää varsin pienelle alueelle Kärväslammen ja Ahvenkonelon ympäristöön (Liite 3C). Tämä alenema kohdistuu Kitisen rantatörmän lähteiköille (Kit-L3, Kit-L4 ja Kit-L5), missä esiintyy meso-eutrofisia, osin myös luhtavaikutteisia lähteikköjä sekä huurresammallähteitä (Kit-L5).

Kaivoksen 22. toimintavuonna maaperän pohjavesi on peruslieventämistoimenpiteiden toteutuessa laskenut enimmillään noin 50 cm alueella, jonka laajuus on noin 40 hehtaaria ja se sijoittuu Tihiämaan ja Kiimakuusikon väliselle alueelle, pääosin Natura-alueella. Alenema on suurin lopputalvella ja pienin lumien sulamisvesien täydentäessä pohjavesivarastoja keväällä touko-kesäkuussa. Natura-arvioinnissa (Ramboll 2020) todetaan, että voimakkaimman aleneman alueella noin 20 hehtaaria ei ole mitään Natura-luontotyyppiä. Aapasoita on noin 23 hehtaaria (0,5 % luontotyypin kokonaispinta-alasta) ja lettoja 2 hehtaaria (0,1 %) luontotyypin kokonaispinta-alasta. 40 cm pohjaveden alenema sijoittuu Pahanlaaksonmaan eteläosiin sekä Kiimakuusikon alueelle Natura-alueella. Ilman erityisiä lievennystoimenpiteitä 10-20 cm alenemat sijoittuvat kaivoksen 22. toimintavuonna Viiankiaavan Natura-alueella Sakattikummun itäpuolelle. Erityisillä lieventämistoimenpiteillä kaivoksen aiheuttamat pohjavedenpinnan alenemat saadaan pysymään enimmillään suuruusluokassa 10-20 cm.

Kokonaisuutena Pahanlaaksonmaan–Tihiämaan–Viiankiaavan alueella maaperän pohjavesi laskee VE1a:n tarkastelussa suurimmillaan noin 50 cm ja nämä alueet ovat kooltaan noin 1-2 km². Mallinnettu alue, jolla maaperän pohjavesi laskee 10 cm on minimilaajuudeltaan noin 9 km² (Stantec Consulting Ltd 2020). Pohjaveden alenemista estävät toimet ovat käytännössä ruhjeiden laajempialaista injektoimista. Jos maanalaisessa kaivoksessa rajoitetaan veden tuloa erityisillä lieventämistoimenpiteillä, maanalaisen kaivoksen vaikutus maaperän pohjaveden alenemaan on selvästi pienempi kuin peruslievennystoimenpiteitä käytettäessä. Tällöin maaperän pohjaveden taso laskee enintään noin 10-20 cm ja tämän vaikutuksen alueet sijoittuvat Pahanlaaksonmaan eteläosaan, Kärväslampien ja Kitisen rantatörmän alueelle ja kohdistuvat pääosin puustoisiin rämeluontotyyppeihin, mutta myös luhtaisiin ja lähteisiin luontotyyppeihin. Peruslieventämistoimenpiteillä pohjaveden aleneman vaikutukset arvioidaan vaikutuksen laajempi pinta-ala huomioiden soiden ja lähteiden luontotyypeille sekä

uhanalaisille, erityisesti suojeltaville ja direktiivilajien kasvupaikoille merkittävyydeltään suureksi. Erityisillä lievennystoimenpiteillä maapohjaveden aleneman aiheuttamat muutokset Pahanlaaksonmaalla ja Kitisen rantatörmällä pohjavesivaikutteisille luontotyypeille ja niillä esiintyvälle lajistolle arvioidaan korkeintaan kohtalaiseksi.

Yhteisvaikutuksena vinotunnelin ja esiintymän louhinnan (VE1a, mallinnettu) aiheuttama pohjaveden alenema pitkällä aikavälillä sekä yhteisvaikutus Kuusivaaran tehdasalueen heikentyneen pohjavedenmuodostumisen vaikutusten kanssa, aiheuttaa Kenttäaavan, Eliasaavan ja Kitisen rantatörmän lähteille, lähteiköille, hurressammallähteille, koivuletoille ja välipintaletoille kuivumista siinä määrin, että niiden luonnontila heikkenee. Voimakkain luonnontilaa heikentävä vaikutus kohdistuu Kenttäaavan huurresammallähteille sekä Eliasaavan eteläosan lähdevaikutteisille soille. Tämä vaikutus muodostuu Kuusivaaran pohjavesien muodostumisen estyessä tehdasalueen rakentumisen myötä. Lisäksi eri hankevaihtoehdoissa Kuusivaaran alueen lähteisiä luontotyyppejä ja yksi lähde jäävät suoraan rakentamistoimien alle. Luontotyyppinä lähteet eivät ole Pohjois-Suomessa uhanalaisia, mutta lähteiden luonnontilaa turvaa vesilaki koko maassa. Kuusivaaran ympäristöön sijoittuvien pohjavesivaikutteisten suotyyppien ja lähteiden herkkyys muutokselle huomioiden niihin kohdistuva vaikutus on merkittävyydeltään suuri.

Pölyn aiheuttamat vaikutukset luontotyypeille ja kasvillisuudelle

Pöly vaikuttaa kasvillisuuteen häiriten niiden yhteyttämistä. Pöly tukkii kasvisolun ilmarakoja ja muodostaa lehden pinnalle kerroksen, joka heikentää lehden toimintaa ja kasvin kasvua. Pölypäästöjen leviämistä on arvioitu leviämismallilla, joka kokonaisuudessaan on esitetty YVA-selostuksen liitteenä 12 (AONA Environmental 2020). Rikastushiekan läjityksen osalta vaihtoehtoina on tarkasteltu sekä kuivaläjitystä että märkäläjitystä. Pölyvaikutukset Kuusivaaran tehdasaluetta ympäröiville luontotyypeille ja kasvillisuudelle ovat kuivaläjitysalueiden toteutuessa niiden ympäristössä merkittävästi suuremmat kuin märkäläjitysalueilla. Kaivoksen toiminnan aikana rikastushiekan läjityksestä (kuivaläjitysvaihtoehdossa) ja kaivannaisjätteiden kuljetuksista aiheutuva pöly on vaikutuksena pitkäaikaista, lähiympäristöön kertyvää ja aiheuttaa siten merkittävyydeltään kohtalaista haittaa vaikutuskohteen herkkyydestä riippuen.

AONA Environmental (2020) on arvioinut, että kaivospölyn osalta laskeumatasoa 1 000 mg/m^2/vrk eli 365 g/m^2/vuosi voidaan pitää kynnysarvona, jota matalammat pitoisuudet eivät aiheuta kasvillisuusmuutoksia. Tämä kynnysarvo ylittyy laaditun mallinnuksen perusteella vain hyvin pienellä alueella pölyn lähteen ympärillä. Hankevaihtoehto VE1a aiheuttaa suurimman pölylaskeuman (ks. Kuva 15-4, luku 15). Pölyn vaikutus kaivoksen toiminta-aikana on pitkäkestoista ja kumuloituvaa. Pölyä kertyy kasvillisuuteen suhteellisen pienellä alueella Kuusivaaran tehdasalueen sekä kuljetusreittien lähialueella. Kuusivaaran tehdasalueen lähialueella luontotyypit, jotka eivät jää rakentamisen alle, menettävät ominaispiirteitään pölyyntymisen vuoksi ja niiden luonnontila heikentyy. Pölykuormitus kohdistuu kuitenkin muutosvaikutusten osalta pääosin vähemmän herkkiin luontotyyppeihin eli havupuuvaltaisiin kangasmetsiin ja puustoisiin karuihin ja keskiravinteisiin rämeisiin ja korpiin. Ainoastaan Kuusivaaran etelä- ja pohjoispuolisten lettoisten soiden osalta vuosia jatkuva pölylaskeuma saattaa aiheuttaa suuruusluokaltaan kohtalaista vaikutusta, mikäli pölyn ominaisuudet ovat sellaisia, että se muuttaa pitkällä aikavälillä lettosuon pH:ta ja vaateliaampi sammallajisto sen vuoksi taantuu. Yleiseen soiden putkilokasvilajistoon pölylaskeumalla ei arvioida olevan merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Lajisto ja kasvillisuuden peittävyys säilyvät, mutta pöly Kuusivaaran tehdasalueen lähistöllä sekä kuljetusreitin varrella aiheuttaa enemmän kasvillisuuden ränsistymistä ja saattaa aiheuttaa myös yleisen metsä- ja suolajiston kitukasvuisuutta. Vaikutus on myös visuaalinen ja ihmisen näkökulmasta siten merkittävämpi. Kasvillisuuden pölyyntymisellä on yhteys niitä ravintonaan käyttäviin eläimiin ja

hyönteisiin, mutta tässäkin tapauksessa lievän ravintokohteita vähentävän vaikutuksen pääpaino on talousmetsissäkin yleisessä kasvilajistossa.

Eri vaikutusmekanismien (ml. pölyvaikutukset) aiheuttamat yhteisvaikutukset lähteille sekä pohjavesivaikutteisille ja välipintaisille soille arvioidaan pitkällä aikavälillä kumuloituvina vaikutuksina merkittävyydeltään suuriksi.

Arvokkaimmiksi tulkitut luontotyypit on koottu taulukkoon 19-7.

Taulukko 19-7 Hankealueen inventoinneissa todetut uhanalaiset (Kontula ym. 2018a) tai muutoin arvokkaat (Vesilaki) luontotyypit, joille kohdistuu välitön pinta-alan menetys tai merkittävä heikennys pohjavesivaikutuksen muutoksen myötä. Lisäksi on esitetty vaadittava toimenpide, eli viittaus lakisääteisyyteen. Pohjois-Suomessa uhanalaisen luontotyypin uhanalaisuusluokka sekä vastaavan luontotyypin luokka koko maassa (Kontula ym. 2018). VU; vaarantuneet, EN; erittäin uhanalaiset, CR; äärimmäisen uhanalaiset. Suomen vastuuluontotyypit (Kontula ym. 2018) kursivoituna.

Arvokkaat luontotyypit		
VE1a	lettorämeet (VU/VU), välipintaletot (EN/EN), aitokorvet (VU/EN), lettokorvet (VU/VU), koivuletot (VU/EN) rimpinevat, rimpiletot, aapasuot, **lähteet**	Vesilaki 11 §
VE1b	aitokorvet (VU/EN), välipintaletot (EN/EN), lettokorvet (VU/VU), lettorämeet (VU/VU), koivuletot (VU/EN), rimpiletot, rimpinevat, aapasuot, **lähteet**	Vesilaki 11 §
VE2a	lettorämeet (VU/VU), aitokorvet (VU/EN), välipintaletot (EN/EN), lettokorvet (VU/VU), rimpiletot, rimpinevat, aapasuot, **lähteet**	Vesilaki 11 §
VE2b	lettorämeet (VU/VU), välipintaletot (EN/EN), aitokorvet (VU/EN), lettokorvet (VU/VU), välipintaletot (EN/EN), rimpiletot, rimpinevat, aapasuot, **lähteet**	Vesilaki 11§
VE3a	lettorämeet (VU/VU), välipintaletot (EN/EN), aitokorvet (VU/EN), kangaskorvet (VU/EN), tuoreet runsasravinteiset lehdot (VU/EN), rimpiletot, aapasuot, oligotrofiset sphagnum rimpinevat, **lähteet**	Vesilaki 11 §
VE3b	lettorämeet (VU/VU), aitokorvet (VU/EN), tuoreet runsasravinteiset lehdot (VU/EN), kangaskorvet (VU/EN), rimpiletot, aapasuot, **lähteet**	Vesilaki 11 §

Taulukko 19-8 Hankeen eri vaihtoehtojen alueille sijoittuvat luontotyypit, joista on olemassa luontotyyppimääritetty kuviotieto tietokantakoonnissa. Pinta-alat on laskettu tehdasalueille alueen ulkorajojen mukaan, jolloin tehdasalueen välitön ja välillinen vaikutus on laskettu samaan, vaikka aidatulle tehdasalueelle saattaa jäädä luontotyyppejä, joille ei osoiteta suoraa rakentamista. Vaihtoehtojen välittömän rakennusalan pinta-aloihin on laskettu myös vaihtoehtoon liittyvän purkuputken, hihnakuljettimen (VE2 ja VE3), yhdystien, huoltotien (VE2 ja VE3) ja voimajohdon välitön pinta-alan menetys. Pohjois-Suomessa uhanalaiset luontotyypit on taulukossa korostettu. Tämä taulukko ei ota kantaa välisiin vaikutuksiin, kuten Pahanlaaksonmaan ja Kitisen rantatörmän alueen mahdollisiin pohjavesivaikutuksiin.

Luontotyyppi	P-Suomi	Koko Suomi	VE1a, ha	VE1b, ha	VE2a, ha	VE2b, ha	VE3a, ha	VE3b, ha
Kivennäismaiden metsät								
Taimikot			1,7	1,7	1,0	0,1	0,9	0,1
Kuivat kankaat			17,8	5,7	16,1	8,30	6,9	0,2
Kuivahkot kankaat			173,8	161,9	151,9	123,3	150,4	141,6
Tuoreet kankaat			108,4	100,4	74,5	141,4	173,7	171,6
Lehtomaiset kankaat			0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	0,5
Tuoreet runsasravinteiset lehdot	VU	EN					0,2	0,2
Rämeet								
Isovarpurämeet	LC	NT	5,8	5,2	6,3	5,8	16,5	18,1
Kangasrämeet	NT	VU	6,0	6,1	5,2	5,0	1,7	1,1
Korpirämeet	NT	EN	0,7	2,0	0,4		0,4	
Pallosararämeet	NT	EN	7,7	4,9	8,3	10,9	10	9,9
Rahkarämeet			17,0	17,0	16,8	16,9	2,4	2,4
Sararämeet	LC	VU	16,1	15,8	16,7	30,2	12,24	11,7
Tupasvillarämeet	LC	NT	7,8	7,4	7,4	8,9	3,7	3,5
Korvet								
Aitokorvet	VU	EN	0,5	0,5	0,3	0,1	1,8	1,7
Kangaskorvet	VU	EN	0,3	0,3	0,2	0,3	1,4	0,9
Ruohokorvet	NT	VU	2,3	2,2	2,3	2,2	1,7	1,6
Nevat								
Kalvakkanevat	LC	NT			0,3		1,0	1,7
Lettonevat	NT	VU	8,1	8,1	8,45	8,4	2,4	2,7
Luhtanevat	LC	NT	1,3	1,3	0,8	0,3	0,9	0,5
Rimpinevat			22,7	21,6	22,4	22,1	0,6	
Saranevat	LC	NT	12,7	10,5	12,1	13,6	2,5	3
Letot								
Koivuletot	VU	EN	0,2	0,2	0,6		0,2	
Lettokorvet	VU	VU	2,8	1,1	0,4	5,3	1,2	0,4
Rimpiletot	NT	VU	25,7	25,7	26,3	27,7	4,7	6,3

Luontotyyppi	P-Suomi	Koko Suomi	VE1a, ha	VE1b, ha	VE2a, ha	VE2b, ha	VE3a, ha	VE3b, ha
Välipintakoivuletot	EN	CR	0,3	0,3	0,08	0,04	0,3	
Välipintaletot	EN	EN	1,8	1,8	1,8	1,8	2,3	3,1
Lähdeletot							0,04	0,04
Neva- ja lettorämeet, neva- ja lettonevat								
Lettonevarämeet	NT	VU	3,9	4,5	3,8	3,8	3,1	7,5
Lettorämeet	VU	VU	16,4	14,1	14,7	17,2	7,4	8,9
Lyhytkorsinevat	LC	NT	12,7	12,3	11,8	13,1		
Lyhytkorsirämeet	LC	NT	8,3	8,4	0,3	11,6	3,9	4,9
Rimpinevarämeet					0,3	3,4	3,1	2,6
Sarakorvet	NT	VU	4,4	4,4	3,8	7,8	1,9	2,6
Lähteikkoluontotyypit								
Lähteiköt (sis. Huurresammallähteet)	LC	VU	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1
Luhdat ja suoarot								
Suoarot			0,03	0,03	0,06	0,6	0,5	0,03
Avoluhdat			1,8	0,2	1,4	0,5	0,3	0,2
Pensaikkoluhdat			0,8	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3
Metsäluhta			0,5	0,2	0,4	0,1	0,3	0,6
Yhteensä			**489,2**	**444,8**	**417,5**	**491,6**	**420,7**	**410,5**

Vaikutukset kasvillisuuteen ja huomionarvoiseen lajistoon

Kasvillisuusvaikutuksissa vaikutukset muodostuvat luontotyyppien eli kasvupaikkojen kautta sekä tavanomaiselle talousmetsälajistolle että vaateliaammille ja lakisääteisesti huomionarvoiselle lajistolle.

Kuusivaaran tehdasalueen, vaihtoehtoisen yhdystien, voimajohtokäytävän sekä hihnakuljettimien ja huoltoteiden (VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) alueilta raivataan rakennus- ja asennustöitä varten puusto ja alueet ojitetaan sekä tiepohjat pohjustetaan maamassojen vaihdoilla. Tehdasalue sekä tiestö pääasiassa asfaltoidaan. Kuusivaaran tehdasalueella puustoa ja metsämaannosta poistuu 2,5-3,3 km² laajuiselta alueelta hankevaihtoehdosta riippuen. Rakentamisalueiden raivaamisen seurauksena tehdasalueen ja huoltotiestön lähialueiden kasvillisuus muuttuu avoimemman kasvupaikan lajistoksi. Reunavaikutuksen lisääntyminen suosii avoimiin ympäristöihin sopeutunutta lajistoa ja alueelle leviää todennäköisesti ihmistoiminnan mukana myös ns. kulttuurivaikutteista kasvilajistoa. Kuusivaaran talousmetsäalueella vaikutus kohdistuu yleiseen metsälajistoon, joka sietää myös reunavaikutusta. Rakentamisalueilla vaikutukset ovat pysyviä, mutta nämä muutosvaikutukset tehdasalueen lähialueen tavanomaiselle metsä- ja suolajistolle arvioidaan merkittävyydeltään vähäiseksi ja ne kohdistuvat pääosin alueellisesti ja valtakunnallisesti yleisiin metsäluontotyyppeihin.

Kuusivaaran etelä- ja länsiosissa rakentamisalueilla turvepohjalle aiheutuvat vaikutukset niin ikään muuttavat kasvupaikan ominaisuuksia pysyvästi, sillä rakennusalueille tuodaan runsaasti murskeita

ja maamassoja, joten entisten suoaltaiden alueella luontainen uudelleen soistuminen kaivoksen toiminnan loputtua ei tuota alueelle enää entisen kaltaisia suotyyppejä ja niille ominaista lajistoa.

Pölyn aiheuttamat vaikutukset yleiselle metsäkasvillisuudelle ilmenevät läjitys- ja kuljetusalueiden lähialueella ja niitä on arvioitu edellisessä luvussa luontotyyppivaikutusten yhteydessä.

Joidenkin putkilokasvi- tai sammallajien osalta suorat kasvupaikan pinta-alan menetykset muuttavat lajin runsautta alueellisesti ja tietyillä lajeilla se koskee suotuisan suojelutason tarkastelun kautta myös laajemmin lajin populaatiokokoa. Erityisesti suojeltavien ja EU:n luontodirektiivin lajien kohdalla negatiivinen muutosvaikutus populaatiokoossa eli esiintymien tuhoutumisen vaikutus arvioidaan varovaisuusperiaatteella lajien herkkyys huomioiden merkittävyydeltään kohtalaiseksi tai suureksi. Näiden lakisääteisten lajien osalta kyseeseen tulevat mahdollisesti luonnonsuojelulain poikkeamismenettelyt, etenkin direktiivilajin ja/tai erityisesti suojeltavan lajin esiintymän heikentyessä tai tuhoutuessa. Uhanalaiset lajit on listattu luonnonsuojeluasetuksessa (Lsa 1997/160, liite 4 2013/471), ne liittyvät vahvasti yleiseen luonnon monimuotoisuuden turvaamistavoitteeseen ja ne tulisi huomioida maankäytön suunnittelussa. Uhanalaiseksi tai silmälläpidettäväksi listatun lajin esiintymän tuhoaminen ei kuitenkaan vaadi luonnonsuojelulain poikkeuslupamenettelyä.

Kuusivaaran eteläpuolella Eliasaavalle ja pohjoispuolella Kenttäaavalle sijoittuu eutrofisia lähteitä ja lähteisiä soita sekä lettoja, joten näiden kasvupaikkojen osittaisen tuhoutumisen ja olosuhteiden muutoksen myötä häviää myös vaateliasta ja uhanalaista lajistoa, joista osa on erityisesti suojeltavia tai EU:n luontodirektiivin lajistoa.

Taulukko 19-9 ja Kuva 19-8 on listattu suojelullisesti arvokasta sekä muutoin merkittävää tai harvalukuista putkilokasvi- ja sammallajistoa, joiden kasvupaikkoihin kohdistuu eri asteisia muutosvaikutuksia. Lajiston esiintymät ovat joko aiemmista rekisteritiedoista tai niiden esiintymiä on todennettu kaivoshankkeen luonto- ja lajistoselvitysten yhteydessä.

Taulukko 19-9 Hankealueen inventoinneissa paikannetut tai uhanalaisrekisterin perusteella tarkistetut putkilokasvi- ja sammallajit, jotka ovat joko EU:n luontodirektiivin liitteiden II ja IV lajistoa, luonnonsuojelulain erityisesti suojeltavia, uhanalaisia (CR, EN, VU), silmälläpidettäviä (NT) tai alueellisesti uhanalaisia (RT) kasvillisuusvyöhykkeellä 4b, rauhoitettuja tai Suomen kansainvälisiä vastuulajeja. Tässä taulukossa ei ole tarkasteltu Natura-alueelle sijoittuvia suojeluperustelajeja. Dir. II ja/tai IV = luontodirektiivin liitteen II ja/tai IV laji, r. = rauhoitettu, Es = erityisesti suojeltavat lajit (luonnonsuojeluasetus), VaL = Suomen kansainvälinen vastuulaji, Uhanalaisuus; CR = äärimmäisen uhanalainen, EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut, NT = silmälläpidettävä, LC = elinvoimainen ja RT = alueellisesti uhanalainen. Vaikutuksen merkittävyys asteikolla

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kielteinen	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen

Laji	Tieteellinen nimi	Status	Uhanalaisuus 2019	Kasvupaikka (luontotyyppi), yleisyys ja runsaus alueellisesti	Hankevaihtoehto, jonka alueella vaikutusta muodostuu ja vaikutuksen merkittävyys	Toimenpide (luonnonsuojelulaki)
Laaksoarho	*Moehringia lateriflora*	Dir. II ja IV, r.	NT	Kelukoski, Kitisen rantatörmä, useita esiintymiä	VE1b, VE2b, VE3b pohjoinen yhdystie	
Neidonkenkä	*Calypso bulbosa*	Dir. II ja IV, r., VaL	VU	Niukka esiintymä hankealueen pohjoisosissa	VE3a, VE3b	
Lettorikko	*Saxifraga hirculus*	Dir. II ja IV, r. VaL	VU	Eliasaapa, Kenttäaapa, Porokodanjänkä letot, lähteiköt, useita esiintymiä, Viiankiaavalla suojeluperuste ja lajin esiintymät paikoin runsaita Natura-alueella	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a purkuputki (VE1a, VE2a, VE3a, VE3b)	mahd. LsL. 49 § poikkeaminen
Lapinleinikki	*Ranunculus lapponicus*	Dir. II ja IV, r., VaL	LC	Kuusivaara, Kenttäaapa, Kitisen ranta-alue, luhtaiset ruoho- ja heinäkorvet, lähteikot, sarakorvet Kohtalaisen runsas, johtuen alueen lukuisista edustavista korpikohteista	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b tehdasalue (esiintymä tuhoutuu), eteläinen yhdystie, pohjoinen yhdystie, huoltotie ja 110 kV voimalinja	Lsl. 49 § poikkeaminen
Turjanhorsma	*Epilobium laestadii*	Es., VaL	EN	Kenttäaapa, letot, lähteiköt Vain yksi esiintymä paikannettu Kenttäaavan lähteiköiltä	VE3a, VE3b esiintymä heikkenee	mahdollinen Lsl. 47 § poikkeaminen
Kalkkilähdesammal	*Philonotis calcarea*	Es.	EN	Kenttäaapa, letot, lähteiköt Yksi esiintymä Kenttäaavan huurresammallähteiköillä (KEN-L-4)	VE2a, VE2b VE3a, VE3b tehdasalue, hihnakuljetin ja huoltotie (esiintymä tuhoutuu)	Lsl. 47 § poikkeaminen
Isonuijasammal	*Meesia longiseta*	Es. Dir. II, r.	EN	Eliasaapa, letot, lettoräämeet, muutama paikannettu esiintymä Eliasaavan pohjoisosissa Natura-alueen suojeluperuste, Viiankiaavalla useita esiintymiä	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b tehdasalue (esiintymä tuhoutuu)	Lsl. 47 § poikkeaminen

Laji	Tieteellinen nimi	Status	Uhanalaisuus 2019	Kasvupaikka (luontotyyppi), yleisyys ja runsaus alueellisesti	Hankevaihtoehto, jonka alueella vaikutusta muodostuu ja vaikutuksen merkittävyys	Toimenpide (luonnonsuojelulaki)
Karhunlovisammal	*Schistochilopsis grandiretis*	Es.	EN	Eliasaapa, letot, lettorämeet	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b tehdasalue (esiintymä tuhoutuu)	Lsl. 47 § poikkeaminen
Kiiltosirppisammal	*Hamatocaulis vernicosus*	Dir. II, r.	NT	Kenttäaapa, Eliasaapa, Ulkusijanaapa, Viiankiaapa, mesotrofiset nevat, lähdevaikutteiset letot	VE1a, Ve1b, VE2a, VE2b, VE3a eteläinen yhdystie, tehdasalue (esiintymä tuhoutuu)	
Tupsurustojäkälä	*Ramalina roesleri*	Es.	CR	vanhat metsät, Viiankiaavan Natura-alueella, ei suojeluperustelaji	VE 1a, VE 1b, VE 2a, VE 2b, VE 3a, VE3b	
Sirohuurresammal	*Cratoneuron filicinum*		NT	huurresammallähteet, Kenttäaapa, tehdasalueella	VE2a, VE2b, VE3a, VE3b tehdasalue, hihnakuljetin ja huoltotie (esiintymä tuhoutuu)	
Pohjanhuurresammal	*Palustriella decipiens*		NT	huurresammallähteet, Kenttäaapa, tehdasalueella	VE3a, VE3b tehdasalue (esiintymä tuhoutuu)	
Sirppihuurresammal	*Palustriella falcata*		NT	huurresammallähteet, Kitisen rantatörmä	VE2a, VE2b, VE3a, VE3b, pohjoinen yhdystie	
Lapinkämmekkä	*Dactylorhiza majalis* ssp. *lapponica*	r.	VU	Kuusivaara, Eliasaapa, lettoräme	VE1a, Ve1b, Ve2a, VE2b tehdasalue (esiintymä tuhoutuu)	
Lettosara	*Carex heleonastes*	VaL	VU	rimpisuot, letot	VE1a, VE2a	
Vaaleasara	*Carex livida*	VaL	LC	mesotrofiset nevat,	VE1a, VE2a, VE3a eteläinen yhdystie	
Pohjansirppisammal	*Sarmentypnum tundrae*	VaL	LC	luhtanevat, rimpinevat, letot	VE1a, VE2a, VE3a eteläinen yhdystie	
Tataarikohokki	*Silene tatarica*		NT	Kuusivaarantie, hiekkakentät, tienpientareet	VE1a, VE2a, VE3a eteläinen yhdystie	
Kanadanluppo	*Bryoria fremontii*		NT	kuiva kangas	VE2a, VE2b, VE3a, VE3b tehdasalue hihnakuljetin ja huoltotie (esiintymä tuhoutuu)	
Kellosinilatva	*Polemonium acutiflorum*	VaL	LC	Kelujoki, luhta	VE1a, VE2a, VE3a eteläinen yhdystie	

Laji	Tieteellinen nimi	Status	Uhanalaisuus 2019	Kasvupaikka (luontotyyppi), yleisyys ja runsaus alueellisesti	Hankevaihtoehto, jonka alueella vaikutusta muodostuu ja vaikutuksen merkittävyys	Toimenpide (luonnonsuojelulaki)
Pallopäärahkasammal	*Sphagnum wulfianum*	VaL	LC	korvet, kangasräme	VE1a, VE2a, VE a eteläinen yhdystie	
Hetekinnassammal	*Scapania paludosa*		VU	Kenttäaapa, Porokodanjänkä rimpinevat, letot runsas Natura-alueella	VE1, VE2, VE3 110 kV voimalinja	
Kaltiokinnassammal	*Scapania uliginosa*		NT	Kuusivaarantie, rimpinevat, letot	VE1a, VE2a, VE3a eteläinen yhdystie	
Suopunakämmekkä	*Dactylorhiza incarnata* ssp. *incarnata*		NT	Kenttäaapa, Eliasaapa, mesotrofiset nevat, letot	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b tehdasalue	
Soikkokaksikko	*Neottia ovata*	r.	LC	Kenttäaapa, mesotrofiset nevat, letot	VE3a, VE3b tehdasalue	
Ahokissankäpälä	*Antennaria dioica*		NT	Kelujoen ja Kitisen törmät	VE1b, VE2b, VE3b eteläinen yhdystie	
Luhtalemmikki	*Myosotis scorpioides*		RT	Kitisen rannat	VE1b, VE2b, VE3b pohjoinen yhdystie	
Leskenlehti	*Tussilago farfara*		RT	Kitisen rannat	VE 1b, VE2 b, VE3 b pohjoinen yhdystie	
Siperianvehniö	*Elymus fibrosus*		VU	vanha esiintymätieto, ei paikannettu (Kelukoski)	VE1 a, VE2 a, VE3 a eteläinen yhdystie	

Luontodirektiivin liitteen IV b putkilokasvit ja II sammalet

Lapinleinikin esiintymiä tuhoutuu Kuusivaaran tehdasrakenteiden alueella kaikissa hankevaihtoehdoissa. Lapinleinikki on uhanalaisuusluokitukseltaan elinvoimainen laji ja sen esiintymiä on Peräpohjolan kasvillisuusvyöhykkeellä (4b) melko runsaasti. Laji on rauhoitettu ja lukeutuu Suomen vastuulajeihin. Vaikutukset lapinleinikille arvioidaan merkittävyydeltään kohtalaisiksi lajin runsaus ja uhanalaisstatus huomioiden, mutta esiintymien tuhoutuminen vaatii tarkemman poikkeuslupamenettelyn, jossa tarkastellaan laajemmin lajin populaatiokokoa sekä elinvoimaisuutta alueellisesti.

Neidonkengän niukka esiintymä sijoittuu hankealueen pohjoisosiin, missä esiintymän lähialueella on hankevaihtoehdoissa VE2a, VE2b ja VE3a tunnelirakenteita sekä VE3a ja VE3b levennettävä huoltotiealue. Lajin esiintymän olosuhteille arvioidaan aiheutuvan lieviä pölyvaikutuksia sekä levennettävän tien aiheuttamia kasvupaikan mahdollisia hydrologisia muutosvaikutuksia. Kokonaisuutena hankkeen vaikutukset lajin esiintymälle arvioidaan merkittävyydeltään kohtalaisiksi.

Lettorikon esiintymiä sijoittuu Eliasaavan ja Kenttäaavan pohjavesivaikutteisille letoille, Kitisen rantaalueen suolle Porokodanjängän länsiosissa sekä erityisesti Viiankiaavalle. Suoria lajin kasvupaikan menetyksiä ei eri hankevaihtoehtojen rakentamisesta aiheudu. Esiintymien lähialueelle rakentamisen sekä valuma-aluemuutosten myötä kasvupaikkojen heikentymisen arvioidaan aiheuttavan merkittä-

vyydeltään kohtalaista haittaa lettorikon esiintymille Kuusivaaran ympäristössä. Lisäksi lajin esiintymiä sijoittuu Porokodanjängän länsiosissa putkilinjojen lähialueelle, jolloin linjan kaivaminen saattaa aiheuttaa lajin kasvupaikan heikentymistä. Lettorikon esiintymien heikentyminen on mahdollista vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, Ve2a, VE2b. Hankevaihtoehtojen tarkemmassa suunnittelussa lajin osalta tulee mahdollisesti kyseeseen lajisuojelusta poikkeaminen. Lettorikko on myös Viiankiaavan Natura-alueen suojeluperustelaji, joten sen Natura-alueella sijaitsevien esiintymien olosuhteiden muutoksia on käsitelty tarkemmin Natura-arvioinnissa.

Laaksoarhon paikannettuja esiintymiä sijoittuu Kitisen tulvarannoille. Hankkeella ei arvioida olevan lajin olosuhteita heikentäviä vaikutuksia.

Isonuijasammalen ja **karhunlovisammalen** esiintymät jäävät tehdasrakenteiden alle hankevaihtoehdoissa VE1a ja VE1b ja vaikutuksen merkittävyys erityisesti suojeltavalle lajille, ja isonuijasammalen osalta myös luontodirektiivin liitteen II sammallajille, arvioidaan suureksi. Kiiltosirppisammalen esiintymiä sijoittuu Kuusivaaran ympäristön nevoille, missä esiintymiä tuhoutuu useissa eri hankevaihtoehdoissa sekä eteläisen yhdystien lähialueella. Laji on luontodirektiivin liitteen II laji, jonka esiintymiä turvaa Natura-verkosto. Uhanalaisuusluokituksessa kiiltosirppisammal on silmälläpidettävä. Kokonaisuutena vaikutusten merkittävyys lajille arvioidaan kohtalaiseksi.

Kuusivaaran pohjoisosan rakentamisesta (VE2 ja VE3) sekä VE1a vinotunnelin sijainnista aiheutuvan muutosvaikutuksen arvioidaan aiheuttavan merkittävyydeltään suuria vaikutuksia erittäin uhanalaisten ja erityisesti suojeltavien turjanhorsman ja kalkkilähdesammalen esiintymille Kenttäaavan lähteisten lettojen alueella.

Hankkeen välittömiä ja välillisiä vaikutuksia aiheutuu myös useille uhanalaisluokituksessa vaarantuneille tai suomen vastuulajeille, joihin kohdistuvan vaikutuksen merkittävyys arvioidaan pääosin vähäiseksi tai kohtalaiseksi. Kaikki hankkeen kannalta huomionarvoiset putkilokasvi- ja sammallajit listattu ja niiden vaikutusarviointi on esitetty Taulukko 19-9.

19.3.5 Toiminnan lopettamisen jälkeiset vaikutukset luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen

Kivennäismaalle sijoittuvissa tehdasalueen kaivannaisjätteiden sijoitusalueiden ja altaiden sekä tiestön ja kaivoskuilujen rakennuspaikoissa kasvillisuusvaikutukset ovat ominaisuuksiltaan pysyviä, sillä toiminnan loputtua, maisemoinnin jälkeen alueelle tyypillinen lajisto ei kovin nopeasti täysin palaudu, johtuen muutoksista maaperän ominaisuuksissa (podsoli- ja turvemaan poisto, asfaltoinnit) ja etenkin vesitaloudessa (ojitukset, pinta- ja pohjavesiolosuhteiden muutokset). Luontotyypit ja lajiesiintymät, jotka tuhoutuivat rakentamisessa ovat hävinneet lopullisesti. Osa lähteisistä luontotyypeistä tehdasalueen lähiympäristössä on mahdollisesti ennallistettavissa, mikäli pohjaveden muodostumisalue ja pintavesien hallinta Kuusivaaran alueella osittain palautuu toiminnan loputtua.

Pohjavesimallinnuksen perusteella (Stantec Consulting Ltd 2020) kaivostoiminnan loppumisen jälkeen maapohjaveden alenemaa ei enää ilmene käytännössä lainkaan, eli alenemavaikutus rajoittuu kaivoksen toimintavaiheeseen, voimistuen loppua kohden ja ilmeten lähinnä kasvukauden loppupuolella ja talvella. Maapohjaveden pinnantason palautuessa toiminnan päättymisen jälkeen, on todennäköistä, että välipintaisten ja aiemmin pohjavesivaikutteisten soiden olosuhteet palautuvat. Yleinen suolajisto palautuu helpommin, vaateliaampi ja esiintymien pinta-aloissa taantunut lajisto palautuu hitaammin, osa lajistosta ei ehkä lainkaan.

19.3.6 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä

Hankkeessa tarkastelluista vaihtoehdoista VE1a ja VE1b sekä niihin liittyvä kaivoksen sisäänkäynti sijoittuvat Kuusivaaraan, jolloin hankkeen toiminnot sijoittuvat vain yhdelle alueelle. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalueen toimintoja sijoittuu Kuusivaaran eteläosiin, jolloin niiden vaikutus kohdistuu myös Eliasaavan pohjoisosiin. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b kaivoksen sisäänkäynnit sijoittuvat Pahanlaaksonmaalle ja Pahanlaaksonmaan pohjoisosaan Tihiämaalle, jolloin toiminnot hajautuvat laajemmalle alueelle. Tällä on vaikutuksensa metsäisten luonnonympäristöjen rakentumiseen ja sitä kautta toimintojen aiheuttamaan metsäisten luontotyyppien pirstoutumiseen. Talousmetsäalueella metsäisten luontotyyppien pinta-alan menetysten kannalta päävaihtoehtojen VE2 ja VE3 maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin sijoittumisella Kuusivaaran tehdasalueesta etäälle ei ole suurta merkitystä. Vaihtoehdoissa VE2b, VE3a ja VE3b kuitenkin huoltotie sijoittuu lehtojen alueelle tai vaikutusalueelle ja Kitisen rantatörmän lähteikköluontotyyppien alueelle. Lisäksi päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 hihnakuljetin ja huoltotie sijoittuvat rehevien soiden alueelle, ja niillä on lähteikköjä ja lettoja pirstovaa ja niiden pinta-alaa vähentävää vaikutusta. Päävaihtoehtojen VE2 ja VE3 hihnakuljetin saattaa heikentää erityisesti suojeltavan lajin esiintymää Kenttäaavan huurresammallähteellä. Kaikkiin hankevaihtoehtoihin liittyvillä tehdasrakenteilla ja purkuputkilinjoilla on erityisesti suojeltavien lajien esiintymiä heikentäviä vaikutuksia.

Kokonaisuutena tarkastellen hankevaihtoehdoilla ei ole suuria eroja kokonaisvaikutusten merkittävyyksien suuruudessa. Päävaihtoehtojen VE2 ja VE3 voidaan arvioida olevan hieman haitallisempia, sillä niihin sisältyvät hihnakuljetin ja huoltotie aiheuttavat vaikutuksia arvokkaalle lajistolle sekä uhanalaisille luontotyypeille. Päävaihtoehdossa VE1 rakentamisalueet kokonaisuutena tarkastellen ovat suurempia eli noin 700 hehtaaria ja päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 noin 400-490 hehtaaria (taulukko 19-8).

Taulukko 19-10 Hankkeen aiheuttamat vaikutukset kasvillisuudelle ja luontotyypeille vaihtoehdoittain. Vaikutuksissa huomioitu sekä hankevaihtoehdon tehdaspaikka, yhdystie, purkuputki ja mahdollinen hihnakuljetin sekä kaivoksen pohjavesimallinnuksen mukaiset mahdolliset muutosvaikutukset pohjavesivaikutteisilla luontotyypeillä.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kielteinen	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen

Kaivoshankkeen vaikutukset kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin							
Vaikutus-tyyppi	**Vaikutuksen aiheuttaja**	**Vaikutuksen merkittävyys värikoodilla**					
		VE1a	**VE1b**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3a**	**VE3b**
Vaikutus tavanomaiseen kasvillisuuteen sekä yleisiin metsä- ja suotyyppeihin	Podsoli- tai turvemaata teollisuusalueeksi. Kangasmetsien ja rämeiden lajiston kasvupaikkojen menetyksiä, pirstoutumisvaikutuksia, reunavaikutusta kasvillisuudelle metsätalouden aiheuttaman muutoksen lisänä, pölyvaikutukset toimintojen lähialueella. Vaikutuksessa ei suuria epävarmuuksia	Talousmetsien kangasmetsätyyppejä, karujen rämeiden suotyyppejä					
Vaikutus huomionarvoiseen kasvillisuuteen ja sammallajistoon	• Direktiivilajiston (IV b ja II) olosuhteiden heikennystä ja/tai kasvupaikan menetyksiä • Erityisesti suojeltavan lajiston kasvupaikan menetyksiä ja olosuhteiden heikennyksiä • Uhanalaisen ja/tai rauhoitetun lajiston kasvupaikan menetyksiä ja olosuhteiden heikennyksiä • silmälläpidettävän lajiston esiintymien heikentyminen	lettorikko, lapinleinikki, isonuijasammal, karhunlovisammal, lettosara, lapinkämmekkä, kiiltosirppisammal	lettorikko, lapinleinikki, isonuijasammal, karhunlovisammal, lettosara, lapinkämmekkä, kiiltosirppisammal	isonuijasammal, karhunlovisammal, sirohuurresammal, pohjanhuurresammal, sirppihuurresammal, lapinkämmekkä, kiiltosirppisammal	isonuijasammal, karhunlovisammal, kalkkilähdesammal, sirohuurresammal, pohjanhuurresammal, sirppihuurresammal, lapinkämmekkä, kiiltosirppisammal	turjanhorsma, kalkkilähdesammal, neidonkenkä, sirohuurresammal, pohjanhuurresammal, sirppihuurresammal, lettorikko lapinleinikki, kiiltosirppisammal	turjanhorsma, kalkkilähdesammal, neidonkenkä, sirohuurresammal, pohjanhuurresammal, sirppihuurresammal, lettorikko lapinleinikki, kiiltosirppisammal
Vaikutus arvokkaisiin puustoisiin luontotyyppeihin	Suorat pinta-alan menetykset ja välilliset hydrologiset vaikutukset; lehdot, metsäluhdat	talousmetsien kangasmetsätyyppejä				tuoreet runsasravinteiset lehdot	tuoreet runsasravinteiset lehdot

Vaikutus arvokkaisiin suoluontotyyppeihin	Suorat pinta-alan menetykset ja välilliset hydrologiset vaikutukset; välipintasuot, letot, rehevät korvet ja aitokorvet, aapasuokompleksit	lettorämeet, aitokorvet, lettokorvet, välipintaletot, koivuletot, aapasuot	lettorämeet, aitokorvet, lettokorvet, välipintaletot, koivuletot, aapasuot, rimpiletot, rimpinevat, aapasuot	lettorämeet, aitokorvet, välipintaletot, lettokorvet, rimpiletot, rimpinevat, aapasuot	lettorämeet, välipintaletot, aitokorvet, lettokorvet, rimpiletot, rimpinevat, aapasuot	lettorämeet, välipintaletot, aitokorvet, kangaskorvet, rimpiletot, rimpinevat aapasuot	lettorämeet, aitokorvet, kangaskorvet, rimpiletot, aapasuot
Vaikutus pienvesiin ja lähteikköluontotyyppeihin	Suorat pinta-alan menetykset ja välilliset hydrologiset vaikutukset; lähteet, huurresammallähteet	lähteet	lähteet	lähteet	lähteet	huurresammallähteet	huurresammallähteet

19.3.7 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Kasvillisuuteen ja luontotyyppeihin kohdistuvissa vaikutuksissa hankkeen rakentamisalueiden lähialueella lieventämistoimet koskevat pölynhallintaa ja toimintojen tarkempaa sijoittelua jatkosuunnittelussa. Kaivostoiminnan pölyhaittoja voidaan lieventää teknisillä ratkaisuilla, kuten kuljetusreittien ja varastokasojen kastelulla sekä muulla pölynhallinnalla.

Välillisten hydrologiaa muuttavien vaikutusten lieventämisessä merkittävänä toimenpiteenä on vähentää maanalaiseen kaivokseen tulevaa vesimäärää. Lieventämistoimissa on esitetty kaksi tasoa: peruslievennys- tai erityiset lievennystoimet (Stantec Consulting Ltd 2020). Peruslievennystoimenpiteessä injektoidaan isoimmat vettä johtavat ruhjeet ja tyhjät louhostilat täytetään. Erityisissä lievennystoimenpiteissä käytettävät menetelmät ovat samat, kuin peruslievennystoimenpiteissä, mutta injektointia tehdään laaja-alaisemmin.

Hankkeen suunnittelun aikana on tarkasteltu kompensaatiomenettelyä ja kokonaisheikentymättömyyttä (no net loss), josta on laadittu oma raportti (Liite 18). Kokonaisheikentymättömyyden kautta tarkastellaan haittojen ja hyvitysten tasapainoa. Ennallistamisen ja suojelun kautta pyritään saavuttamaan haittoja kompensoivia hyvityksiä. Hyvitysten toteutusalue olisi ensisijaisesti Keski-Lappi, mutta soiden ennallistamista voitaisiin toteuttaa myös eteläisemmällä aapasuovyöhykkeellä. Vapaaehtoista ekologista kompensaatiota ja kokonaisheikentymättömyyttä on tarkasteltu enemmän liitteessä 18.

Hankkeessa joudutaan tarkastelemaan lajisuojelusta poikkeamisia EU:n luontodirektiivin liitteen IV (b) lajiston, erityisesti suojeltavan lajiston sekä muiden rauhoitettujen lajien tai esiintymien osalta. Lupahakemuksissa voidaan tarkastella erityisesti suojeltavien lajien kompensaatiomahdollisuuksia.

20 VAIKUTUKSET LINNUSTOON

20.1 Johdanto

Tässä luvussa käsitellään linnuston nykytilaa sekä arvioidaan kaivoksen rakentamisesta ja toiminnasta linnustoon kohdistuvia vaikutuksia. Nykytilankuvauksessa ja vaikutusarvioinnissa keskitytään hankealueelle Natura-alueen ulkopuoliselta osalta, mutta arvioinnissa huomioidaan myös Natura-alue vaikutusalueen kokonaisuudessa. Viiankiaavan Natura-alueelle on laadittu erillinen Natura-arviointi (Ramboll 2020e).

20.2 Lähtötiedot ja tarkastelualue

Hankealue: Linnustovaikutusten arvioinnissa hankealueena käsitellään aluetta, jonka sisällä hankkeen pääasialliset fysikaaliset vaikutukset ilmenevät. Hankealuetta on laajennettu YVA-ohjelmassa esitetystä rajauksesta, ja nyt laajennetun tarkastelun mukaiseen hankealueeseen sisältyvät Viiankiaavan alle sijoittuva hyödynnettävä esiintymä, Kitisen yli rakennettavaksi suunniteltu silta, eteläinen yhdystievaihtoehto uudelle vt5:n linjaukselle saakka. Lisäksi arvioinnissa huomioidaan raakavedenottoalueen ja ylijäämäveden purkuputken sijainnit.

Selvitysalue: Laadittujen linnustoselvitysten selvitysalue kattaa hankealueen lisäksi koko Viiankiaavan Natura-alueen sekä Natura-aluetta ympäröiviä alueita; Särkivaara, Moskujärvet, Kitisen jokivarsi sekä ympäröiviä suoalueita ja vesistöjä.

Linnuston osalta hankkeen pääasiallinen tarkastelualue on kaivoksen teknisten perusrakenteiden peittoalueiden lisäksi myös laaja Viiankiaapa, jolle saattaa aiheutua välillisiä muutosvaikutuksia. Viiankiaavan Natura-alueelle on laadittu erillinen Natura-arviointi (Ramboll 2020). Linnustoselvitysten kohdealueella sijaitsevia vesistöjä ovat alueen koillisnurkassa sijaitsevat Iso ja Pikku Moskujärvi, pohjoisosassa sijaitseva Viiankijärvi sekä useat pienet lammet. Järvistä Iso Moskujärvi kuuluu myös maakunnallisesti arvokkaisiin lintualueisiin. Lisäksi Kitisen varsi kaivoksen rakentamisalueen molemmin puolin kuului selvitysten piiriin. Vesistöjen linnusto on tärkeä osa selvitysalueen linnuston kokonaisuutta.

Laaditut selvitykset

Sakatin kaivoshankkeeseen liittyen on toteutettu linnustoselvityksiä vuosina 2009–2020. Tärkeimmät menetelmät ovat olleet linjalaskenta (pääasiallinen laskentamenetelmä), kesäatlaslaskennat, kartoituslaskennat ja kosteikkolintulaskennat, jotka on toteutettu Luonnontieteellisen keskusmuseon linnustonseurannan ohjeistuksen mukaisesti (Luonnontieteellinen Keskusmuseo 2018, Koskimies & Väisänen 1988, Pakkala ym. 2001). Lisäksi on laadittu useita erillisselvityksiä useille lajeille ja lajiryhmille.

Ensimmäiset laajat linnustoselvitykset toteutettiin vuosina 2009–2010. Selvitysten tarkoituksena oli saada mahdollisimman laaja yleiskuva koko selvitysalueen pesimälajistosta. Vuosina 2014 ja 2015 toteutettiin linjalaskentoja ja kartoituslaskentoja Viiankiaavan alueella. Tuolloin kartoitusten tarkoituksena oli saada tietoa mahdollisista linnuston muutoksista aiempiin kartoituksiin verrattuna. Vuonna 2016 Viiankiaavan alueella suoritettiin kevätmuuton seurantaa ja vuonna 2017 Viiankiaavan Natura-alueen ympäristössä tehtiin pöllö- ja metsokartoituksia. Vuonna 2018 toistettiin linjalaskentoja ja perustettiin uusia laskentalinjoja sekä tehtiin kartoituslaskentaa neljällä kartoitusalueella. Uusien laskentalinjojen ja kartoitusalueiden tarkoituksena oli selvittää suunniteltujen kaivoksen maanpäällisten rakenteiden sijoituspaikkojen linnustoa. Viiankiaavalla ja sen lähialueilla tehtiin myös uusia pöllö- ja metsokartoituksia. Kaikki edellä mainitut selvitykset on koottu yhteen kokoomaraporttiin (Eurofins Ahma Oy 2018f). Näiden selvitysten lisäksi selvitysalueella on tehty edelleen täydentäviä selvityksiä.

Kesällä 2019 kartoitettiin suunnittelun myöhemmässä vaiheessa mukaan tulleen eteläisen yhdystievaihtoehdon mukaisten Kelujoen varren (kartoituslaskenta) ja Ulkusijanaavan (linjalaskenta) linnustoa. Tuolloin suoritettiin myös alueella pesivän erityisesti suojeltavan lajin tarkkailua ja metsäkanalintujen poikuelaskentoja. Myös alueella sijaitsevia pöllönpönttöjä tarkistettiin (Eurofins Ahma Oy 2019a). Keväällä 2020 toistettiin alueella laadittuja pöllöselvityksiä pöllökannoissa tapahtuvan luontaisen, vuotuisesta ravintotilanteesta johtuvien kannanvaihteluiden selvittämiseksi (AFRY Finland Oy 2020e).

Kaivoksen suunniteltujen maanpäällisten rakenteiden (ml. yhdystiet) alueille sijoittuu ainakin osittain kuusi laskentalinjaa ja viisi kartoituslaskenta-aluetta. Laskentalinjoista viisi laskettiin kerran ja yksi (Ruosteojan linja) kolme kertaa. Kartoitusalueet laskettiin yhden pesimäkauden aikana kolmeen kertaan vuosina 2015 ja 2018. Poikkeuksena oli Kuusivaaran kartoitusalue, joka laskettiin sen laajuuden vuoksi vain kahteen kertaan. Myös vuoden 2019 Kelujokivarren kartoitusalue laskettiin kahteen kertaan.

Kaivoshankkeeseen liittyvät linnustoselvitysjulkaisut vuosien 2009–2020 aikana:

- Lapin vesitutkimus Oy 2011f: Sodankylän Viiankiaavan kaivoshankkeen linnustoselvitykset 2009-2010.
- Ahma ympäristö Oy 2015i: Viiankiaavan linnustoselvitykset 2009-2015
- Ahma ympäristö Oy 2015i: Viiankiaavan linnustoselvitykset 2009-2015. Petolintuliite. Liite 1. Erityisesti suojeltavien suurten petolintujen esiintymistiedot Viiankiaavalla 2009-2015.
- Ahma ympäristö Oy 2015h: Hiiripöllön pesäpaikkojen kompensaatiosuunnitelma Viiankiaavalle 2015-2018.
- Ahma ympäristö Oy 2015j: Viiankiaavan pöllökartoitus 2015
- Ahma ympäristö Oy 2016h: Viiankiaavan kevätmuuttoseuranta 2016
- Ahma ympäristö Oy 2016h: Viiankiaavan kevätmuuttoseuranta 2016. Liite 3: Päiväpetolintujen reviirihavainnot Viiankiaavalta vuosina 2015-2016 (salainen)
- Ahma ympäristö Oy 2017b: Viiankiaapaa ympäröivien alueiden pöllö- ja metsokartoitus 2017
- Eurofins Ahma Oy 2018f: Viiankiaavan linnuston perustilaselvitykset 2009–2018
- Eurofins Ahma Oy 2018j: Metso- ja pöllökartoitus 2018
- Eurofins Ahma Oy 2019h: Kaava-alueen linnustoselvitykset 2019.
- Eurofins Ahma Oy 2019i: Merikotkatarkkailu ja hiiripöllön pönttöseuranta 2019 (Salainen)
- AFRY Finland Oy 2020e: Sakatin pöllöselvitys 2020

20.2.1 Linnustoselvitysten menetelmät ja lähialueelle laaditut muut linnustoselvitykset

Tässä vaikutusarvioinnissa hyödynnetyissä linnustoselvityksissä on käytetty seuraavia selvitysmenetelmiä ja työmääräpanostuksia:

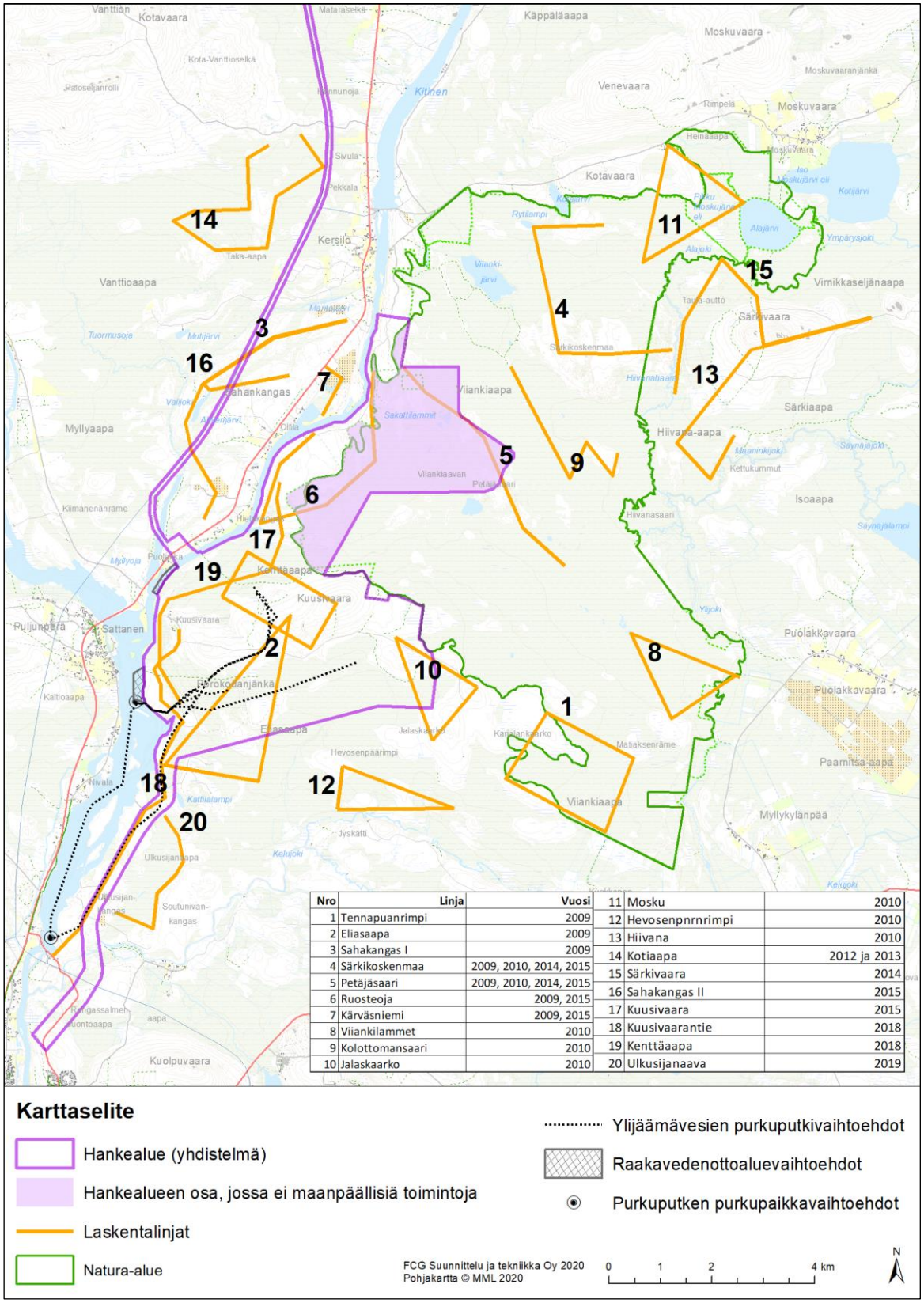
- maalinnuston linjalaskenta (yht. 30 linjalaskentaa ja 163,7 linjalaskentakilometriä)
- kesäatlaslaskenta (1x1 km ruutu, yht. 12 kpl, sisältäen saman ruudun eri vuosien toistolaskennat)

- kartoituslaskenta (neljä aluetta, joiden muoto ja pinta-ala poikkesivat atlasruutujen (1x1 km) ruuduista; alueet kartoitettiin kolme kertaa yhden pesimäkauden aikana, lukuun ottamatta Kuusivaaran kartoitusaluetta, jossa kartoitukset toistettiin alueen laajuuden vuoksi kaksi kertaa). Lisäksi vuonna 2019 laskettiin Kelujokivarren kartoituslaskenta, joka toistettiin kahteen kertaan.
- vesi- ja kosteikkolintulaskenta (kaikkiaan 18 kohdetta sisältäen järviä, lampia, Kitisen jokivartta ja rimpialueita)
- pöllöjen reviiriselvitykset yökuuntelumenetelmällä (selvityksiä tehty vuosina 2009, 2010, 2015, 2017, 2018 ja 2020)
- metson soidinpaikkaselvitykset (2017 ja 2018)
- muuttolinnustotarkkailut (kevätmuutontarkkailu v. 2016)
- metsäkanalintujen poikuelaskenta (vuonna 2019 riistakolmiolaskentamenetelmällä, kaksi kolmiota)
- alueella pesivien erityisesti suojeltavien lajien erillistarkkailut

Lisäksi seudun linnustoa on selvitetty linja- ja vesilintulaskennoin Keski-Lapin Life-projektin yhteydessä vuosina 2001 ja 2003. Vuonna 2004 Lapin Yliopiston Arktinen keskus suoritti Keski-Lapin suolintuselvityksiin liittyen linjalaskentaa Viiankiaavan luontopolulla, vesilintulaskentoja Kokkolammella ja Viiankijärvellä sekä kesäatlaslaskentaa yhdellä neliökilometrin ruudulla Viiankiaavan pohjoisen lintutornin ympärillä.

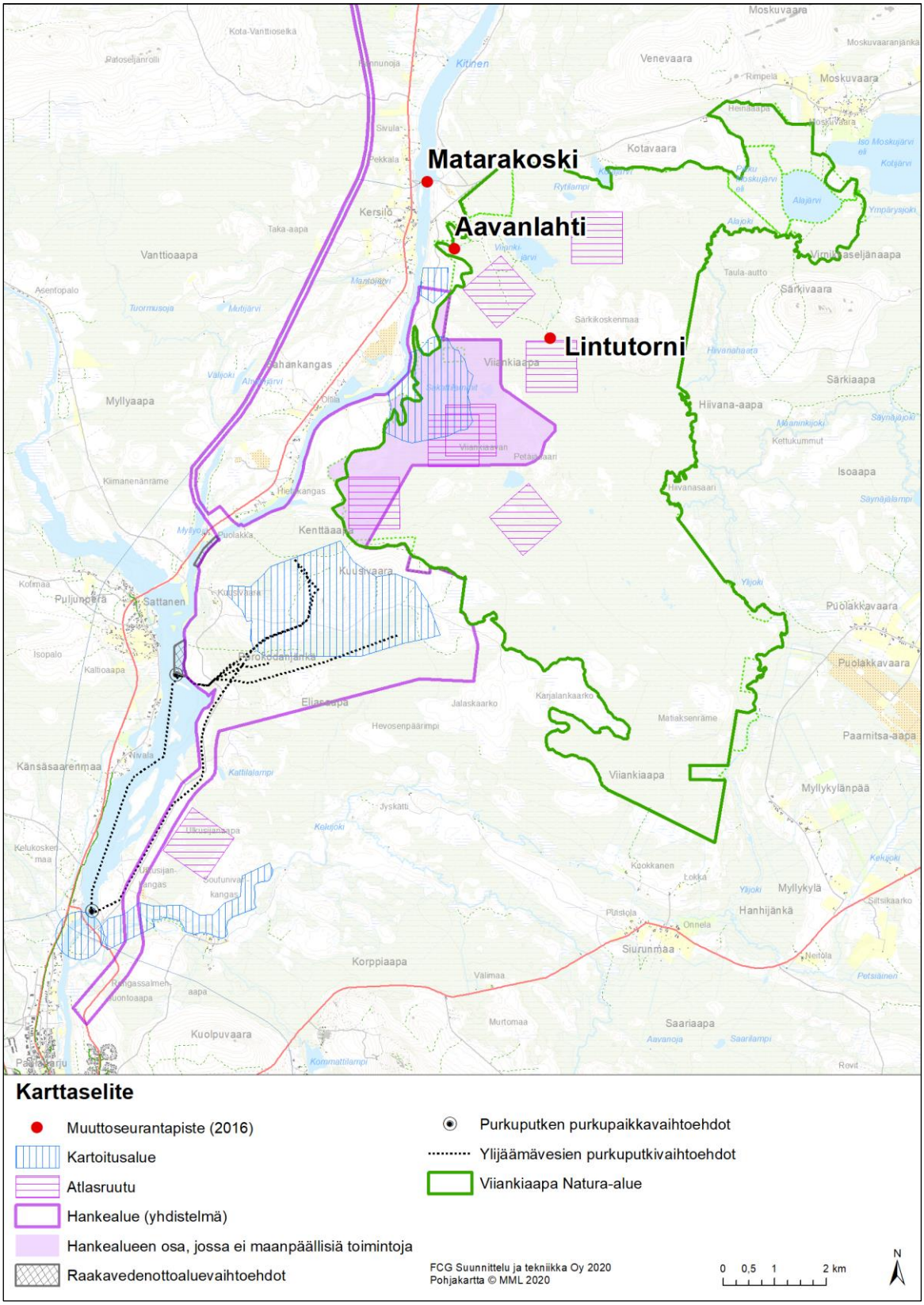
Linnustoselvitysten sijoittuminen on esitetty Kuva 20-1 – 20-5.

Yhteenvetona alueella toteutetuista linnustoselvityksistä voidaan todeta, että ne kattavat ajallisesti pitkän ajanjakson, yli kymmenen vuotta, alueellisesti sekä hankealueen että laajasti ympäröiviä alueita, kuten Viiankiaavan Natura 2000 -alueen sekä lajistollisesti kaikki alueella esiintyvät lajiryhmät.

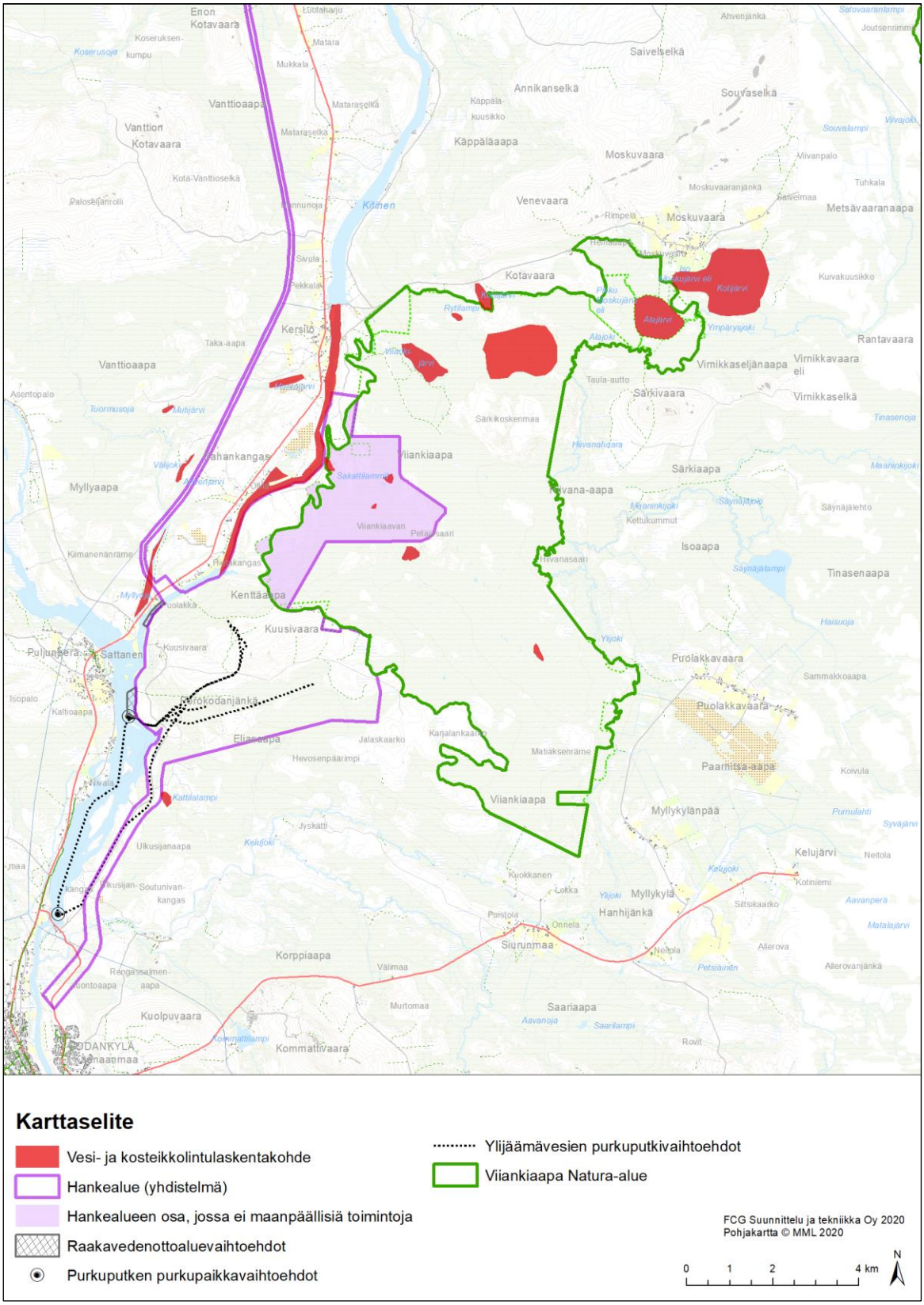


Nro	Linja	Vuosi
1	Tennapuanrimpi	2009
2	Eliasaapa	2009
3	Sahakangas I	2009
4	Särkikoskenmaa	2009, 2010, 2014, 2015
5	Petäjäsaari	2009, 2010, 2014, 2015
6	Ruosteoja	2009, 2015
7	Kärväsniemi	2009, 2015
8	Viiankilammet	2010
9	Kolottomansaari	2010
10	Jalaskaarko	2010
11	Mosku	2010
12	Hevosenpnrnrimpi	2010
13	Hiivana	2010
14	Kotiaapa	2012 ja 2013
15	Särkivaara	2014
16	Sahakangas II	2015
17	Kuusivaara	2015
18	Kuusivaarantie	2018
19	Kenttäaapa	2018
20	Ulkusijanaava	2019

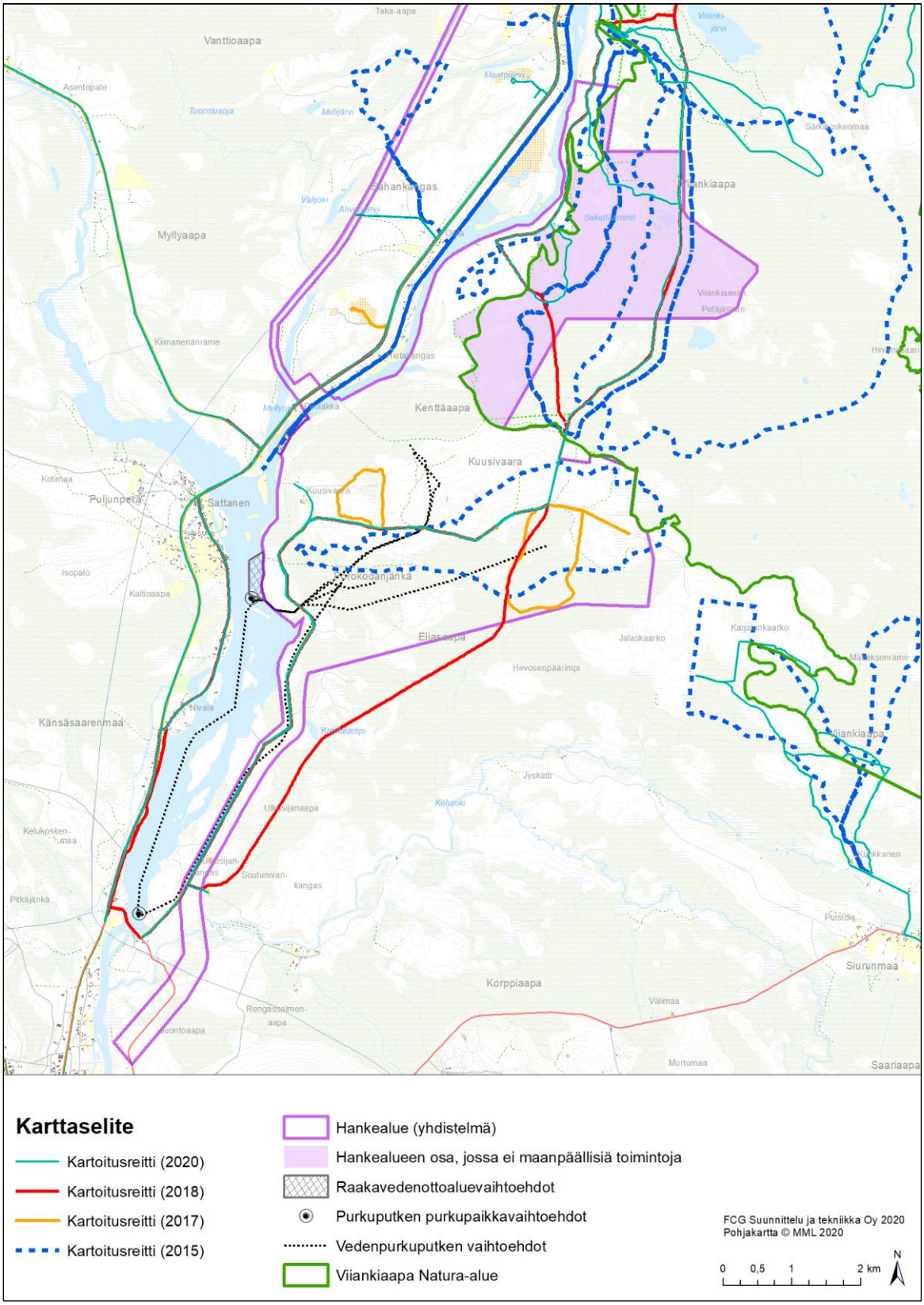
Kuva 20-1 Alueella toteutetut linjalaskennat.



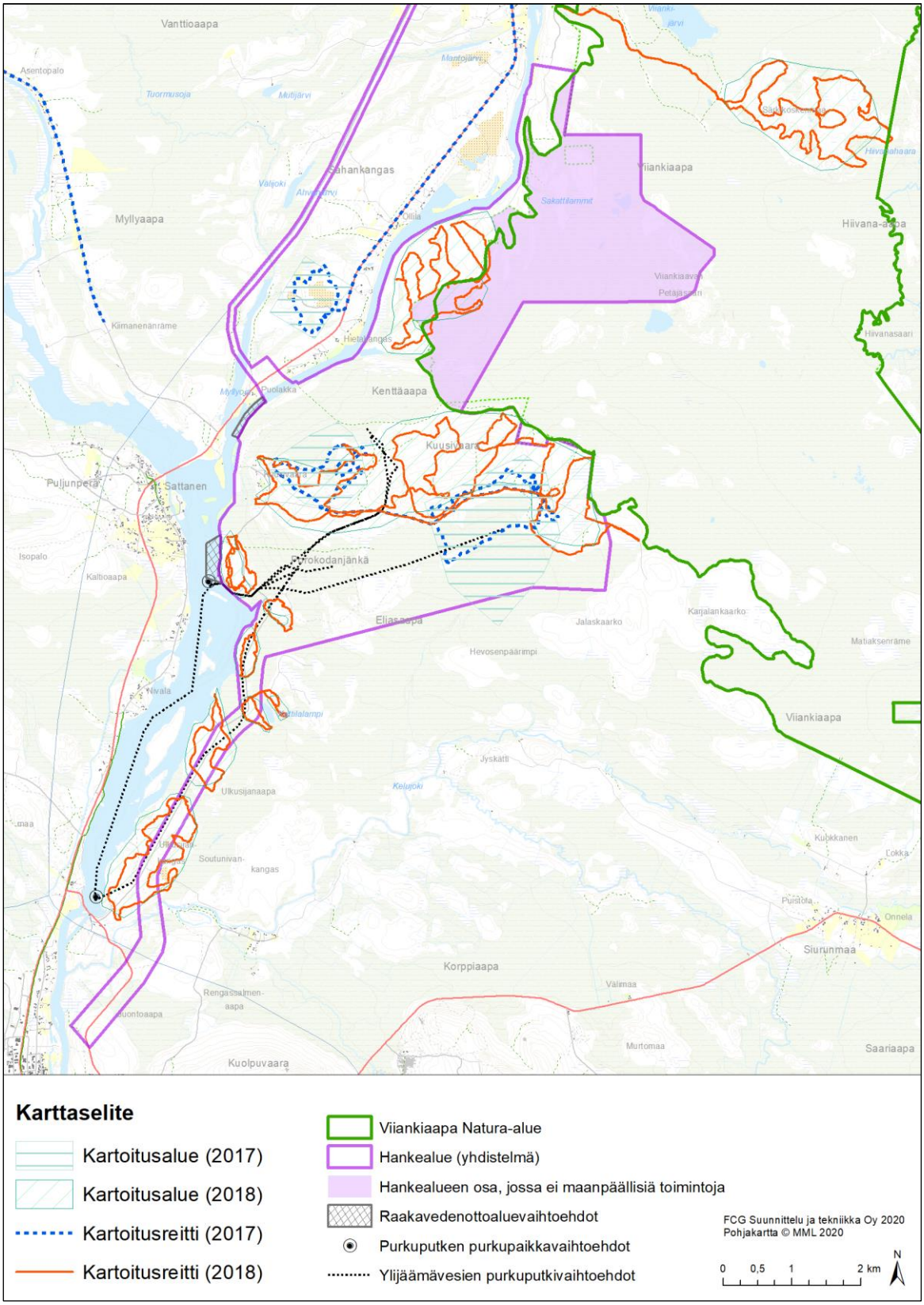
Kuva 20-2 Alueelle toteutetut kartoituslaskennat, kesäatlasruudut ja kevätmuuton tarkkailupisteet.



Kuva 20-3 Alueella toteutetut vesi- ja kosteikkolaskennat.



Kuva 20-4 Alueella toteutetut pöllökartoitukset, kuljetut reitit.



Kuva 20-5 Alueella toteutetut metson soidinpaikkakartoitukset, kuljetut reitit ja kartoitetut alueet.

20.2.2 Arvioinnin epävarmuustekijät

Luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen ja sitä kautta lintujen pesimäbiotooppeihin kohdistuvien välillisten vaikutusten arvioinnin suurimmat epävarmuustekijät liittyvät suoluonnon vesitalouteen. Pohjaveden virtausmallinnus on laadittu hankevaihtoehdolle VE1a, ja virtausmalli on tältä osin riittävän luotettava vaihtoehdon vaikutusarviointia varten. Muiden hankevaihtoehtojen osalta ei voida esittää yhtä tarkkoja arvioita pohjaveden alenemista, ja tämän myötä eri toteutusvaihtoehtojen mallinnusten puuttuessa ei voida esittää varmoja johtopäätöksiä luontotyypeille ja kasvillisuudelle kohdistuvista muutosvaikutuksista, eikä mahdollisuutta ennakoimattomiin laaja-alaisiin hydrologisiin vaikutuksiin ja sen myötä merkittäviin luontotyyppi- ja kasvillisuusvaikutuksiin ei voida täysin sulkea pois.

Etenkin tärinän vaikutuksista lintuihin on olemassa vain vähän tutkimusaineistoa, sillä useimmiten tutkimukset keskittyvät tarkastelemaan melun vaikutuksia lintuihin ja tärinä rinnastetaan usein melun kanssa yhteen. Lintujen reagoimista eri melulähteisiin on Suomessa tutkittu varsin vähän, joten autenttinen tutkimusaineisto juuri tämän hankkeen vaikutusten kohteena olevasta lajistosta ja olosuhteista on vähäistä. Lisäksi useimmat tutkimukset koskevat liikennemelua, mikä on luonteeltaan erilaista kuin kaivostoimintojen aiheuttama melu. Siksi vaikutusten arviointi perustuu varsin pitkälti yleiseen olemassa olevaan tietoon lintujen käyttäytymisestä erityisesti häiriövaikutusten (melu-, tärinä- ja visuaaliset häiriövaikutukset) osalta.

On huomattava, että tämä nykytilankuvaus ja vaikutusarviointi perustuu tämänhetkiseen tilanteeseen. Linnustossa tapahtuu jatkuvasti muutoksia luontaisesti ja esim. metsätalouden myötä. Näin ollen linnuston nykytila voi poiketa nykyisestä kaivoksen rakentamisen ja vaikutusten ilmenemisen alkaessa. Tätä epävarmuutta lieventää se, että luvitusvaiheessa linnuston nykytilaa voidaan tarvittaessa tarkentaa.

20.3 Linnuston nykytila

20.3.1 Peräpohjolan pesimälinnuston yleispiirteet

Pesivän maalinnuston perusteella tehdyssä eliömaantieteellisessä jaottelussa Sodankylän kunta sijoittuu kokonaisuudessaan Peräpohjolan (pohjoisboreaaliselle) vyöhykkeelle. Vyöhykkeelle tyypillisiä elinympäristöjä ovat melko karut mänty- ja kuusimetsät ja toisaalta hyvinkin laajat räme- ja aapasuokokonaisuudet. Vyöhykkeelle ominaiset Keski-Lapin suuret rimpiset aapasuot ovat linnustollisesti yksi koko Pohjolan arvokkaimmista linnuston elinympäristöistä. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että mitä vetisempi ja laajempi suo on, sitä runsaslukuisemman ja monilajisemman linnuston se elättää. Samoin käyttäytyy myös suojelullisesti arvokkaiden lajien runsaus ja lajimäärä (Jokimäki & Kaisanlahti 2004).

Peräpohjolan alueella pesivän maalinnuston lajimäärä 50 x 50 kilometrin UTM-ruuduissa on 105–135 lajia ja paritiheys keskimäärin 100–125 paria/km^2. Muuhun Suomeen verrattuna linnuston lajimäärä Peräpohjolan alueella on runsaimmillaan juuri suolinnuston osalta. Suomessa 19 tavallisimmasta suolajista alueella tavataan peräti 15–18 lajia, mikä on lähes puolet enemmän kuin suolinnuston lajimäärä Keski-Suomen alueella (Väisänen ym. 1998). Tässä luokittelussa suolajiksi määritellään laji, jonka ensisijaisia elinympäristöjä suot ovat, eli lajit pesivät niillä. Lisäksi Repo ym. (2011) määrittelee suolajeiksi lajit, jotka eivät välttämättä pesi suolla, mutta käyttävät sitä elinympäristönään jossain vuodenkierron vaiheessa. Tällaisia ovat esimerkiksi teeri, jonka pesä sijaitsee useimmin metsässä, mutta jonka tärkeimmät soidinkeskukset sijaitsevat avosoilla. Tämä nostaa suolajeiksi määriteltyjen lajien määrää huomattavasti. Lisäksi erityyppisillä soilla pesii erilainen lajisto, vaikka kaikki luokitel-

laankin suolajeiksi. Esimerkiksi rämeille tyypillisiä lajeja ovat riekko ja pohjansirkku, avoimille mätäspintaisille nevoille keltavästäräkki ja kapustarinta ja avoimille rimpisille nevoille jänkäsirriäinen ja mustaviklo.

20.3.2 Linnusto kaivoksen maanpäällisten rakenteiden alueella

Linnuston nykytilankuvaus perustuu Eurofins Ahman (2018a) laatimaan koontiraporttiin Viiankiaavan (kattaa myös hankealueen) linnuston perustilaselvityksistä.

Sakatin kaivoshankkeessa toteutuksen päävaihtoehtoja on kolme (ks. luvut 3.3-3.9). Maanpäällisten rakenteiden osalta kaikissa vaihtoehdoissa rikastamo ja rikastushiekka-alue oheistoimintoineen sijoittuvat Kuusivaaran alueelle. Sen sijaan maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu vaihtoehdosta riippuen joko Kuusivaaran tehdasalueelle (VE1), Pahanlaaksonmaalle (VE2) tai Pahanlaaksonmaan pohjoisosaan Tihiämaalle (VE3). Kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen maanpäälliset toiminnot sijoittuvat Viiankiaavan Natura-alueen ulkopuolelle. Kaivoksen yhdystievaihtoehtoina tarkastellaan pohjoista vaihtoehtoa, jossa tie kulkisi voimajohtoreitin mukaisesti luoteeseen Sattasen kylän pohjoispuolelle sekä eteläistä vaihtoehtoa, jossa tie kulkisi etelästä vt 5:n uudelta linjaukselta Kelujoen yli ja Kitisen itäpuolta seuraten hankealueelle. Hankevaihtoehdot on kuvattu tarkemmin luvuissa 3.3–3.9.

Kuusivaara on pääosin mänty- ja sekapuustoista talousmetsää ja alueella on myös laajoja avohakkuita. Linjalaskennassa havaittiin lähinnä alueelle tyypillistä lajistoa. Laskentalinja kattoi myös Kuusivaaran pohjoispuolisen Kenttäaavan, jolla havaittiin 21 paria liroja, mitä voidaan pitää runsaana määränä, 5 paria valkovikloja ja 2 paria taivaanvuohia. Lisäksi toinen laskentalinja sijoittui osin Kuusivaaralle sekä sen eteläpuolelle (Eliasaavan linja). Tässä laskennassa todettiin selvitysalueelle hyvin tyypillinen linnusto. Kuusivaaran laajoilla metsäalueilla oli runsaasti mm. leppälintuja ja käkiä. Vaateliaammista metsälajeista laskennassa tavattiin mm. lapintiaisia, kulorastaita ja käenpiika.

Kuusivaaran kartoituslaskennassa havaittiin varsin niukka, pääosin talousmetsille tyypillinen lajisto. Suojelullisesti huomionarvoisista lajeista laskennoissa havaittiin metso, hömötiainen, kuukkeli ja leppälintu. Ympäröivällä suoalueella ja sen reunoilla havaittiin tyypillistä suolajistoa, kuten liro, niittykirvinen, keltavästäräkki, pensastasku ja pohjansirkku.

Metson soidinpaikkakartoituksen yhteydessä Kuusivaaralla todettiin kaksi metson soidinkeskusta ja pöllöselvitysten yhteydessä yhteensä neljä helmipöllöreviiriä, joista kolme hyvänä pöllökeväänä 2020.

Porokodanjänkä, Eliasaapa ja Hevosenpäärimpi sijaitsevat Kuusivaaran eteläpuolella, Viiankiaavan Natura-alueen ulkopuolella. Alueella laskettiin yksi laskentalinja ja Kuusivaaran kartoitusalue ulottui osin Porokodanjängälle. Laskennoissa tavattiin alueellisesti tavanomainen lajisto. Eliasaavalla on varsin märkiä ja vaikeakulkuisia rimpialueita, kun taas Porokodanjängällä on pääasiassa laajoja rämealueita. Eliasaapa rehevänä ja rimpisenä suona tarjoaa elinympäristön monipuoliselle kahlaajalajistolle. Suolta tavattiin mm. kuovi, mustaviklo ja jänkäsirriäinen. Rämeiltä tavattiin pari pohjansirkkua.

Ulkusijanaapa sijaitsee hankealueen eteläosassa, Eliasaavan ja Kelujoen välissä. Hankesuunnittelussa eteläinen yhdystie kulkisi aavan pohjoisosan kautta sekä sen länsipuolitse. Suon ja sen ympäristön linnustoa selvitettiin vuonna 2019 tehdyllä linjalaskennalla. Havaittu lajisto oli alueelle hyvin tyypillistä ja lajimäärä oli 23. Parimäärä/km on varsin alhainen verrattuna lähialueella aiemmin suoritettuihin linjalaskentoihin. Laskenta tosin ajoittui suositellun laskentajakson loppupuolelle, kesäkuun loppuun, jolloin lintujen lauluaktiivisuus alkaa jo hiipua ja tällä voi olla vaikutusta havaittuihin laji- ja parimääriin. Ulkusijanaapa vaikuttaa laskennan alhaisesta kokonaisparimääristä huolimatta olevan kuitenkin monipuolinen ja arvokas suolintujen pesimäalue. Ulkusijanaapa on aivan eteläpäätä lukuun

ottamatta luonnontilainen, ja suolintujen määrä alueella on korkea. Sen sijaan metsälinnusto on linjan läheisyydessä vaatimatonta ja harvalukuista. Hankkeen kannalta linnustollisesti merkittävin tieto on alueella oleva erityisesti suojeltavan lajin reviiri. Tiedot on toimitettu tilaajan ja yhteysviranomaisen käyttöön.

Kelujoen varren linnustoa selvitettiin kartoituslaskennoin vuoden 2019 kesällä. Kartoituksessa havaittiin yhteensä 28 lajia ja paritiheys oli yli 112 paria/km^2, mikä on Perä-Pohjolan alueella keskimääräinen tiheys. Lajisto koostui pääasiassa metsälajeista. Myös suojelullisesti huomionarvoisia lajeja havaittiin monipuolisesti. Kartoituksissa löydettiin erittäin uhanalaiseksi luokitellun piekanan pesä. Pesä sijaitsee hankealueella, mutta kartoitetun alueen ulkopuolella. Lisäksi alueelta löytyi toinen isokokoinen risupesä, joka kuitenkin oli selvitysvuonna tyhjä. Tiedot on toimitettu tilaajan ja yhteysviranomaisen käyttöön. Suojelullisesti arvokas lajisto jakaantui kartoitetulla alueella melko tasaisesti koko alueelle, eikä alueelta ollut rajattavissa mitään yksittäisiä arvokkaampia alueita. Muutoin havaittu lajisto oli kyseisille biotoopeille alueellisesti tavanomaista.

Ruosteojan kartoitusalue sijoittuu Kuusivaaran ja Sakattiojan pohjoispuolelle, Pahanlaaksonmaan ja Viiankiaavan länsiosan alueelle. Alue sijoittuu suurelta osin Natura-alueelle, mutta myös sen länsipuolelle. Alueella laskettiin yksi laskentalinja kolmeen kertaan vuosina 2009, 2015 ja 2018 sekä kartoituslaskenta. Laskentalinjan reitillä on pääasiassa alueelle tavanomaisia kuivahkoja mäntyvaltaisia kangasmetsiä, mutta myös edustavia tuoreen kankaan kuusikoita ja paikoin jopa lehtomaisia kuvioita. Alueella todettiin hyvin monipuolinen, vaikkakin alueelle tyypillinen pesimälajisto. Monipuoliset metsät tarjoavat hyvät elinympäristöt lukumääräisesti runsaalle linnustolle. Alueen kartoituslaskennassa tavattiin pesintään viittaavasti 52 sekä 105–399 paria. Linjalaskennoissa parimäärät vaihtelivat 250 parin molemmin puolin, mikä on huomattavasti alueen keskimääräistä paritiheyttä korkeampi. Huomionarvoisia pesimälajeja alueella olivat suokukko, pajusirkku (runsas, 14 paria), liro (16 paria), pohjan- ja pikkusirkku, jänkäsirriäinen, hiiripöllö ja metso (4 paria). Pahalaaksonmaassa havaittiin useita metson hakomispuita, ja samalla alueella on havaittu sekä metsoja että koppeloita soidinaikaan useana vuotena. Alueella sijainneekin metson soidin, vaikka varsinaista soidinkeskusta ei olekaan löydetty.

Kuusivaarantien 7,6 km pitkä laskentalinja kulkee Kelukoskelta olemassa olevaa tielinjaa pitkin Kuusivaaran länsireunaan. Linjan merkittävin havainto oli Kattilalammella pesivä kaakkuripari. Muutoin linnusto oli melko niukkaa ja lajisto pääosin tyypillistä kangasmetsien lajistoa.

Kelukosken voimalaitoksen ympärillä kartoituslaskennoissa havaittiin ja pesiviksi tulkittiin mm. rantasipi (4–7 paria), sinirinta, hömötiainen, viherpeippo, varpunen, pohjan- ja pajusirkku. Lajisto oli pääosin alueelle tyypillistä kulttuuri- jokivarsi- ja metsäelinympäristöjen lajistoa.

Tihiämaa Poikkijoenkankaan ja Pahanlaaksonmaan välissä on yksi vaihtoehto (VE3) mahdollisen maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin sijainniksi. Koko kartoitusalue on lähes kauttaaltaan kuivaa tai kuivahkoa talouskäytössä olevaa mäntykangasta, mikä näkyi lajiston niukkuutena. Runsain laji oli mäntykankaille tyypillinen leppälintu (16 paria). Ainoa uhanalaiseksi luokiteltu laji oli erittäin uhanalaiseksi luokiteltu hömötiainen, joka on kuitenkin selvitysalueella varsin runsas pesimälaji.

20.3.3 Erilliskartoitusten tulokset

Selvitysalueella (ks. luku 20.2.1) tehdyissä laajoissa ja usean vuoden (2009, 2010, 2015, 2017, 2018, 2020) kattavissa *pöllöselvityksissä* havaittiin pöllöjä vaihtelevasti. Pöllöjen esiintyminen ja pesintä riippuvat vahvasti myyräkannoista (mm. Saurola ym. 1995). Huonoina myyrävuosina pöllöt voivat vaeltaa ravinnon perässä pitkiäkin matkoja tai jättää pesinnän väliin. Vastaavasti myyräkantojen ollessa huipussaan pöllöt voivat vaeltaa hyville myyräalueille ja tuottaa useita poikasia paria kohden.

Kartoitusvuosina hyviä pöllövuosia alueella oli vuodet 2015 ja 2020. Vuoden 2020 kartoituksissa todettiin selvitysten suurimmat pöllömäärät (AFRY Finland Oy 2020e). Vertailun vuoksi vuosina 2017 ja 2018 kartoituksissa ei havaittu lainkaan pöllöjä. Hankealueen osalta todettiin eri vuosina yhteensä neljä helmipöllöreviiriä Kuusivaaralla (joista kolme keväällä 2020 ja yksi 2015) ja yksi hiiripöllöreviiri Ruosteojalla (2020). Muut havaitut pöllöreviirit sijaitsevat alueilla, jonne ei ole osoitettu rakentamista. Hankealuerajauksen sisällä on todettu yksi hiiripöllöreviiri Ruosteojalla (Natura-alueella), kaksi helmipöllöreviiriä Kuusivaaran itäpuolella ja Viiankiaavan Petäjäsaaressa (molemmat Natura-alueella) ja yksi suopöllöreviiri Hevosenpäärimmellä Kuusivaaran eteläpuolella. Muut havaitut pöllöreviirit sijaitsevat hankealuerajauksen ulkopuolella.

Metson soidinpaikkoja on kartoitettu kiertolaskennoilla hankealueella sekä Viiankiaavalla ympäristöineen vuosina 2017 ja 2018. Lisäksi vuonna 2015 metson soidinpaikkoja etsittiin tehtyjen pöllöselvitysten yhteydessä. Hankealueella kartoituksissa todettiin kaksi metson soidinkeskusta Kuusivaaran alueella. Lisäksi Pahalaaksonmaassa sekä Porokodanpalossa on todennäköisesti metson soidinpaikat, vaikka niiden sijainnista ei saatu varmuutta. Muut todetut metson soidinpaikat sijaitsevat hankealuerajauksen ulkopuolella.

Selvitysalueen kaikki järvet ja lammet sekä Kitisen vartta ja niiden linnustoa kartoitettiin kosteikkolaskennoin. Laskennat kattoivat vuosina 2009–2018 kaikkiaan 18 kohdetta sisältäen järviä, lampia, Kitisen jokivartta ja rimpialueita. Järvillä ja lammilla pesii varsin monipuolinen, mutta yksilömääräisesti alueen kokoon nähden vähälukuinen pesimälinnusto. Lisäksi järvien ja lampien ympäristössä pesii monipuolisesti varpuslintuja ja petolintuja, ja kosteikoilla vierailee monipuolinen muuttolinnusto. Laskennoissa havaittiin yhteensä 75 lajia, joista varsinaisia pesiviä kosteikkolintuja oli 40 lajia. Telkkä ja tavi ovat selvitysalueen selvästi runsaimmat vesilinnut. Muutonaikainen linnusto lammilla vaihtelee vuosien välillä suuresti. Alueen vesistöistä etenkin Moskujärvet toimivat myös merkittävinä muuttolintujen, etenkin sorsien ja kahlaajien levähdys- ja ruokailualueina. Syksyllä 2010 lammilla nähtiin merkittävä kerääntymä, jossa oli parhaimmillaan yli sata sorsalintua. Myös yli sadan suokukon lepäilykertymä todettiin heinäkuussa 2018. Muilla vesistöillä ei havaittu merkittäviä muuton aikaisia kerääntymiä.

Sakattilampien lintuja on laskettu vuosina 2009, 2010, 2014 ja 2015. Sakattilampien linnusto on melko runsas lampien kokoon nähden. Lammilla pesii 10–18 paria vesi- ja rantalintuja. Tukkasotka on sorsista selvästi runsain. Muista sorsista lammilla pesii ainakin sini- ja jouhisorsa, tavi, telkkä ja uivelo. Sakattilampien läheisellä nimettömällä lammella pesii lisäksi vesipääsky.

Kärväslammella ei todettu huomionarvoisia lajeja.

Kaakkuri todettiin pesivänä hankealueella, eteläisen yhdystievaihtoehdon varrella sijaitsevalla Kattilalammella.

20.3.4 Linnusto Viiankiaavan Natura-alueella

Hankealueeksi määritelty rajaus kattaa läntisen osan Viiankiaavan Natura-aluetta. Natura-alueelle ei tule maanpäällisiä rakenteita, vaan kaivoksen maanalaiset rakenteet ja Sakatin esiintymä sijoittuvat tälle alueelle. Sekä hankealueella että sen ulkopuolella sijaitsevien laskenta-alueiden perusteella voitiin todeta selvä ero linnuston laji- ja parimäärissä Natura-alueen ja sen ulkopuolisten alueiden välillä. Linnuston tiheys on vuosien 2009-2010 linjalaskentojen perusteella Natura-alueella selvästi korkeampi (112 paria/km²) kuin sen ulkopuolisilla alueilla (95 paria/km²). Linjakilometriä kohden laskettu parimäärä oli myös kaikkina laskentavuosina korkeampi pääosin Natura-alueelle sijoittuvilla linjoilla kuin sen ulkopuolella.

Hankealueen Natura-alueelle sijoittuvalla alueella sijaitsee kolme 1x1 km kokoista kesäatlasruutua, joita on tutkittu vuosien 2009 ja 2018 välillä. Ruudut pyrittiin laskemaan kolmeen kertaan yhden pesimäkauden aikana. Lisäksi yksi kartoituslaskenta-alue ulottuu osittain Natura-alueelle. Hankealuerajauksen sisällä toteutettiin myös kosteikkolintulaskentoja Sakattilammilla ja Kärväslammella.

Pohjoisessa hankealuerajaus ulottuu Poikkijoenkankaalle ja Natura-alueella Viiankijärven lounaispuolelle. Tällä alueella sijaitsee yksi kesäatlasruutu, Pieskan ruutu, joka laskettiin vuosina 2010 ja 2015. Ruudun alue on Viiankiaavalle tyypillistä koivujänteistä rimpinevaa. Ruudulla on myös laaja puuton rimpialue ja vähäisiä allikoita sekä pari metsäsaareketta. Pieskan ruudun parimäärä on Viiankiaavan atlasruuduista korkein. Ruudulla havaittiin kuuden laskentakerran aikana yhteensä 44 lajia, joista 37 tulkittiin pitävän reviiriä tai pesivän ruudun alueella. Parimäärä on 75–158 paria, mikä on Keski-Lapin alueella korkea määrä. Lajisto ja sen runsaussuhteet ovat alueelle tyypillisiä. Vähälukuisemmista suolinnuista selvitysalueella voi mainita riekon, mustaviklon ja tyllin. Jänkäkurppia havaittiin enimmillään jopa kuusi yksilöä yhdellä laskentakerralla. Vuoden 2015 laskennassa alueella havaittiin runsaasti suokukkoja. Toukokuun laskennassa alueella tulkittiin olleen jopa 28 paria mutta heinäkuussa havaittiin enää 2 varoittelevaa naarasta. Alue on suokukolle erittäin sopivaa pesimäympäristöä ja sijaitsee Viiankijärven lounaisrannalla olevan laajan ja runsaslukuisen suokukkosoitimen läheisyydessä.

Pieskan ruudun ja Sakattilampien eteläpuolella sijaitsee Sakattilampien kesäatlasruutu, joka laskettiin osittain vuonna 2009 (ei mukana parimääräarvioissa) ja kokonaan vuosina 2010 ja 2018. Ruutu osoittautui erittäin linturikkaaksi alueeksi ja on hyvin suolinnuston elinympäristöksi sopivaa biotooppia. Lisäksi ruudulla sijaitsevat lampi ja sitä ympäröivät puustoiset alueet monipuolistavat linnustoa. Kokonaislajimäärä Sakattilampien ruudulla vuosina 2010-2018 oli 45, mikä on Viiankiaavan atlasruuduista korkein summa. Parimäärät jäivät kuitenkin selvästi Pieskan ja Sakattiojan ruuduista. Tutkimusruudun alueella tavattiin runsaasti suolinnustoon kuuluvia kahlaajia, etenkin liroja ja taivaanvuohia. Niiden lisäksi ruudulla pesivät jänkäsirriäinen, suokukko ja vesipääsky. Muuta tyypillistä suolinnustoa ruudulla ovat kurki (2–3 paria), keltavästäräkki sekä hyvin runsaana esiintyneet niittykirviset ja pajusirkut. Ruudulla sijaitsevan pienen lammen ja läheisten Sakattilampien ansiosta ruudulla pesii myös joitakin vesilintuja. Ruudun arvokkaimpia pesimälajeja ovat nykyään suuresti vähentyneet suokukko ja vesipääsky sekä vesilinnuista uivelo. Merkittävimpiä pesälöytöjä olivat ampuhaukan, jouhisorsan ja kurjen pesät.

Kuusivaaran pohjoispuolella, Sakattiojan alueella laskettiin yksi kesäatlasruutu vuonna 2015. Ruutu jakautuu puoliksi edustavaan, avoimeen rimpinevaan ja kuivempaan reunarämeeseen. Ruudulla havaittiin yhteensä 23 lajia, joita ruudulla tulkittiin pesivän 57–139 paria. Lajistoa voidaan pitää Viiankiaavan avosuon ja reunarämeen vaihettumisvyöhykkeelle tyypillisenä, mutta parimäärä on hyvin korkea alueeseen nähden. Tähän on pääsyynä erityisesti ruudun monipuolinen habitaattijakauma. Avosuolla viihtyvistä kahlaajista ruudulla havaittiin viisi jänkäkurppaa ja yksi mustaviklo. Suon reunavyöhykkeelle tyypillistä lajistoa edustavat pohjansirkku ja pikkusirkku. Puhtaista metsälajeista havaittiin hömötiainen ja kulorastas.

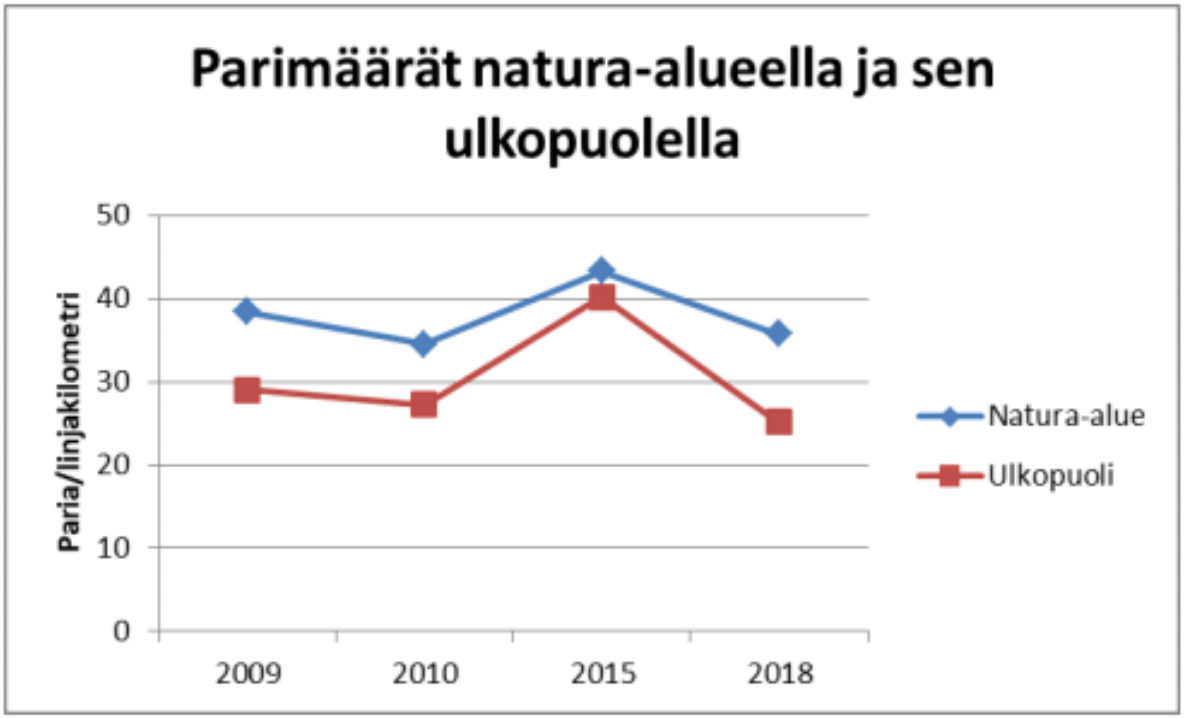
Ruosteojan kartoituslaskenta-alue ulottuu osittain Natura-alueelle. Alueella havaittiin hyvin monipuolinen pesimälinnusto. Suolajeista, eli näin ollen todennäköisesti Natura-alueella pesivistä lajeista, todettiin mm. suokukko, jänkäsirriäinen ja runsaana esiintynyt liro.

20.3.5 Natura-alueen ja sen ulkopuolisen alueen linnuston vertailu

Selvitysalueella on tehty linnustoselvityksiä vuodesta 2009 lähtien, joiden aikana alueella on havaittu kaikkiaan 134 lajia. Vuosina 2009–2019 toteutetuissa linjalaskennoissa havaittiin yhteensä 93 lajia.

Linnuston tiheys oli vuosien 2009–2010 linjalaskentojen perusteella Natura-alueella selvästi korkeampi (112 paria/km²) kuin sen ulkopuolisilla alueilla (95 paria/km²) (Kaavio 20-1). Linjakilometriä kohden laskettu parimäärä oli myös kaikkina laskentavuosina korkeampi pääosin Natura-alueelle sijoittuvilla linjoilla kuin sen ulkopuolella.

Kaavio 20-1 Lintujen parimäärien keskiarvot Viiankiaavan Natura-alueella ja sen ulkopuolella tehtyjen linjalaskentojen perusteella. (Lähde: Eurofins Ahma Oy 2018f)



Lajistollisesti suurimmat erot ovat suolajien esiintymisessä. Natura-alueella selvästi runsaampia lajeja ovat liro, jänkäsirriäinen, pikkusirkku ja kurki. Toisaalta esim. suokukon esiintymisessä ei ollut suurta eroa Natura-alueella ja sen ulkopuolella. Kahlaajien paritiheyden osalta ero on selvä Natura-alueen hyväksi (14,0 paria/km² vs. 8,0 paria/km²). Ulkopuolisilla alueilla runsaampia ovat metsälajit, joilla on suhteellisen väljät elinympäristövaatimukset. Erot ovat kuitenkin varsin vähäisiä.

Myös metsävarpuslintujen tiheys Natura-alueella on suurempi (72,5 paria/km²) kuin sen ulkopuolella (68,8 paria/km²). Natura-alueen metsät ovat keskimäärin luonnontilaisempia ja siten linnuille suotuisampia elinympäristöjä.

20.3.6 Suojelullisesti huomionarvoiset lajit

Selvitysalueella vuosina 2009–2018 havaitut uhanalaiset ja silmälläpidettävät lajit, Pohjoisboreaalisella Peräpohjolan vyöhykkeellä (4b) alueellisesti uhanalaiset lajit, EU:n lintudirektiivin liitteen I lajit ja Suomen kansainväliset vastuulajit on lueteltu seuraavissa kappaleissa.

Kaikkiaan selvityksissä alueella pesiviksi lajeiksi tulkittiin 114 lajia. Näistä 71:llä eli 62,3 %:lla on jokin suojelustatus. Lajeista 46 (39,5 %) on vuonna 2019 julkaistulla uudella Punaisella listalla (hävinneet, uhanalaiset ja silmälläpidettävät), ja valtakunnallisesti uhanalaisia (vaarantuneet, erittäin uhanalaiset, äärimmäisen uhanalaiset) lajeja on 23 (20,2 %) (Hyvärinen ym. 2019). Alueellisesti uhanalaisia

(RT) lajeja on viisi. Punaisella listalla olevat silmälläpidettävät lajit (NT) eivät aivan täytä uhanalaisuuden kriteerejä, mutta ne voivat ajautua uhanalaisiksi, jos niiden hyväksi ei toimita. EU:n lintudirektiivin liitteen I lajeja on 27 ja Suomen kansainvälisiä vastuulajeja 27 (Taulukko 20-1). Erityisesti suojeltavat lajit on käsitelty erillisessä, vain viranomaiskäyttöön tulevassa liitteessä.

Taulukko 20-1 Pesiviksi tulkitut, suojelullisesti huomionarvoiset lintulajit sekä selvitykset, joissa lajit on havaittu. UHEX = Suomen lajien uhanalaisuusluokittelu (CR = äärimmäisen uhanalainen, EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut, NT = silmälläpidettävä ja RT = alueellisesti uhanalainen), KVL = Suomen kansainvälinen vastuulaji, EU = EU:n lintudirektiivin liitteen I laji, Lsl. = Suomen luonnonsuojelulain ja -asetuksen nojalla uhanalainen (U) tai erityisesti suojeltava (E) laji.

Laji	Tieteellinen nimi	UHEX	KVL	EU	LSL	Linja-laskennat	Atlas-ruudut	Muut kartoitusalueet	Kosteikkolaskennat: pesintä + muuton aikaiset kerääntymät
ampu-haukka	*Falco columbarius*			**x**		x	x		x
haapana	*Anas penelope*	**VU**	**x**			x	x		x
haara-pääsky	*Hirundo rustica*	**VU**				x		x	x
harakka	*Pica pica*	**NT**				x		x	x
harmaa-lokki	*Larus argentatus*	**VU**				x	x		x
helmipöllö	*Aegolius funereus*	**NT**	**x**	**x**				x	
hiiripöllö	*Surnia ulula*			**x**		x		x	
hömötiai-nen	*Parus montanus*	**EN**				x	x	x	
isokoskelo	*Mergus merganser*	**NT**	**x**					x	x
isokuovi	*Numenius arquata*	**NT**	**x**			x	x	x	x
isokäpy-lintu	*Loxia pytyopsittacus*		**x**			x			
jouhisorsa	*Anas acuta*	**VU**				x	x		x
jänkä-kurppa	*Lymnocryptes minimus*		**x**			x	x	x	x
jänkäsirriäi-nen	*Limicola falcinellus*	**NT**				x	x	x	x
kaakkuri	*Gavia stellata*			**x**		x		x	x
kalasääski	*Pandion haliaeetus*			**x**					x
kanahaukka	*Accipiter gentilis*	**NT**						x	
kapusta-rinta	*Pluvialis apricaria*			**x**		x	x		x
keltavästä-räkki	*Motacilla flava*				**U**	x	x	x	x
kiuru	*Alauda arvensis*	**NT**							x
kivitasku	*Oenanthe oenanthe*	**RT**			**U**	x			
kurki	*Grus grus*			**x**		x	x	x	x

Laji	Tieteellinen nimi	UHEX	KVL	EU	LSL	Linja-las-ken-nat	Atlas-ruu-dut	Muut kar-toitusalu-eet	Kosteikkolasken-nat: pesintä + muuton aikaiset kerääntymät
kuukkeli	*Perisoreus infaus-tus*	**NT**				x	x	x	
käenpiika	*Jynx torquilla*	**NT**				x			
lapinkirvi-nen	*Anthus cervinus*	**EN**			**U**		x		
lapinpöllö	*Strix nebulosa*			**x**				x	
lapintiainen	*Parus cinctus*	**NT**				x	x	x	
lapintiira	*Sterna paradisaea*			**x**					x
laulujout-sen	*Cygnus cygnus*		**x**	**x**		x	x	x	x
leppälintu	*Phoenicurus phoe-nicurus*		**x**			x	x	x	x
liro	*Tringa glaerola*	**NT**	**x**	**x**		x	x	x	x
metso	*Tetrao urogallus*		**x**	**x**		x	x	x	
metsähanhi	*Anser fabalis*	**VU**	**x**			x	x		x
metsäkirvi-nen	*Anthus trivialis*					x	x	x	x
metsäviklo	*Tringa ochropus*					x		x	x
mustaviklo	*Tringa erythropus*	**NT**	**x**			x	x		x
pajusirkku	*Emberiza schoe-niclus*	**VU**				x	x	x	x
palokärki	*Dryocopus martius*			**x**		x			
pensas-kerttu	*Sylvia communis*	**NT**				x			
pensas-tasku	*Saxicola rubetra*	**VU**				x	x		x
piekana	*Buteo lagopus*	**EN**							x
pikkukuovi	*Numenius phaeopus*		**x**			x			x
pohjan-sirkku	*Emberiza rustica*	**RT**			**U**	x	x	x	x
pohjantikka	*Picoides tridacty-lus*		**x**	**x**		x	x		x
punavarpu-nen	*Carpodacus erythrinus*	**NT**							x
pyy	*Tetrastes bonasia*	**VU**		**x**		x			
rantasipi	*Actitis hypoleuca*		**x**			x		x	x
riekko	*Lagopus lagopus*	**VU**				x	x		
selkälokki	*Larus fuscus*	**EN**	**x**		**U**	x			
sinisuo-haukka	*Circus cyanus*	**VU**		**x**	**U**	x	x		
sinirinta	*Luscinia svecica*	**RT**		**x**		x	x	x	

Laji	Tieteellinen nimi	UHEX	KVL	EU	LSL	Linja-las-ken-nat	Atlas-ruu-dut	Muut kar-toitusalu-eet	Kosteikkolasken-nat: pesintä + muuton aikaiset kerääntymät
suokukko	*Philomachus pugnax*	**CR**		**x**	**U**	x	x	x	x
suopöllö	*Asio flammea*			**x**		x			x
taivaan-vuohi	*Gallinago gal-linago*	**NT**				x	x	x	x
tavi	*Anas crecca*		**x**			x	x	x	x
taviokuurna	*Pinicola enu-cleator*		**x**			x			
teeri	*Lyrurus tetrix*		**x**	**x**		x	x	x	
telkkä	*Bucephala clan-gula*		**x**			x	x	x	x
tervapääsky	*Apus apus*	**EN**				x			
tukkakos-kelo	*Mergus serrator*	**NT**	**x**						x
tukkasotka	*Aythya fuligula*	**EN**	**x**			x	x	x	x
tylli	*Charadrius hiati-cula*	**RT**				x	x		x
törmä-pääsky	*Riparia riparia*	**EN**			**U**	x			
uivelo	*Mergellus albellus*		**x**	**x**		x	x	x	x
valkoviklo	*Tringa nebularia*	**NT**	**x**			x	x	x	x
varpuspöllö	*Glaucidium passe-rinum*	**VU**	**x**	**x**					
vesipääsky	*Phalaropus loba-tus*	**VU**		**x**	**U**	x	x		x
viherpeippo	*Chloris chloris*	**EN**				x		x	
västäräkki	*Motacilla alba*	**NT**				x	x	x	x
3 erityisesti suojaltavaa lajia									

20.3.7 Erityisesti suojeltavat lajit

Erityisesti suojeltavat lajit ovat luonnonsuojeluasetukseen kirjattuja uhanalaisia lajeja, joiden häviämisuhka on ilmeinen (Ympäristöministeriö 2013). Erityisesti suojeltavan lajin säilymiselle tärkeää esiintymäpaikkaa ei saa hävittää eikä heikentää. Nämä lajit ovat siis lainsäädännöllisesti rinnastettavissa Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajeihin.

Selvitysalueella tavattiin kolme erityisesti suojeltavaa lintulajia. Kaksi reviiriä sijaitsee hankealuerajauksen sisällä. Lajit ovat sellaisia, joiden esiintymätiedot on pidettävä salaisina, joten niitä ei käsitellä tässä raportissa. Tiedot lajeista ja niiden reviireistä on toimitettu tilaajalle ja yhteysviranomaiselle erillisessä, vain viranomaiskäyttöön tulevassa liitteessä.

20.3.8 Valtakunnallisesti uhanalaiset lajit

Selvityksissä havaittiin kaikkiaan 21 valtakunnallisesti uhanalaista lajia. Lajeista suokukko on luokiteltu äärimmäisen uhanalaiseksi (CR). Erittäin uhanalaisia (EN) lajeja todettiin seitsemän ja vaarantuneita (VU) lajeja 13.

Lajeista merkittävin on äärimmäisen uhanalainen suokukko. Suokukolla on Viiankiaavalla muutamia yli kymmenen koiraan soidinpaikkoja ja Viiankiaapaa voidaankin pitää lajille hyvin merkittävänä pesimäsuona koko Suomen mittakaavassa. Kaivoshankkeen suunniteltuja infra-alueita lähimmät havainnot suokukon pesinnästä tai soidinpaikoista tehtiin Natura-alueella Sakattiojalla ja Ruosteojalla, jotka ainakin osittain kuuluvat hankealuerajaukseen. Keskeisimmät suokukkoesiintymät todettiin Viiankijärven lounaispuolella, yli kilometrin etäisyydellä suunnitelluista rakenteista (päävaihtoehto VE3).

Erittäin uhanalaisista (EN) lajeista hömötiainen on selvitysalueella varsin runsas pesimälaji. Piekana on selvitysalueen runsaslukuisin petolintu ja säännöllinen pesijä alueella. Parimäärä kuitenkin vaihtelee vuosittain ravintotilanteen mukaan. Heikon ravintotilanteen vallitessa, kuten esim. vuonna 2018, laji puuttuu alueelta kokonaan. Selkälokki on alueella pesivänä lajina korkeintaan satunnainen, mutta muualla pesivät yksilöt käyttävät ainakin Kitistä ravinnonhankinnassaan. Samoin tervapääsky on hyvin harvalukuinen tai satunnainen pesimälaji. Tukkasotka on säännöllinen pesijä sekä alueen vesistöillä, että soilla. Etenkin avosuoalueen suolampareet, kuten hankealuerajaukseen kuuluvat Sakattilammet, ovat lajin mieluista elinympäristöä. Törmäpääskyllä oli laskentojen aikaan alueella yksi pesimäyhdyskunta Kersilön Kärväsniemessä sijaitsevalla maa-ainesten ottoalueella. Viherpeippo on alueella esiintymisalueensa pohjoisrajoilla ja pesii mm. Kelukoskella muutaman parin voimin.

Vaarantuneista (VU) lajeista mm. jouhisorsa on säännöllinen pesijä hankealueella ja laajemmin selvitysalueella sekä vesistöissä että rimpisoilla ja niiden lähialueilla. Haapana on myös säännöllinen, mutta harvalukuisempi, ja esiintyminen keskittyy selvitysalueen järville. Taigametsähanhi kuuluu alueella vuosittain tavattavaan lajistoon, mutta pesimäkannan vahvuudesta ei ole varmuutta. Lajin havaittavuus laskennoissa on hyvin heikko. Riekko on hyvin yleinen laji alueen avosuon laiteilla ja selvitysalue hankealue mukaan lukien on merkittävä riekon esiintymisalue. Kannan suuruus vaihtelee kuitenkin voimakkaasti vuosien välillä. Vesipääsky pesii mm. hankealueella Sakattilampien ympäristössä.

20.3.9 Alueellisesti uhanalaiset lintulajit

Lintujen alueellisen uhanalaisuuden tarkastelussa on käytetty kasvillisuusvyöhykkeiden mukaista aluejakoa. Selvitysalue ympäristöineen kuuluu Pohjois-boreaaliseen vyöhykkeeseen, ja sen alueeseen 4b eli Perä-Pohjolaan. Tällä alueella alueellisesti uhanalaisiksi luokiteltuja pesimälajeja todettiin viisi, töyhtöhyyppä, tylli, sinirinta, kivitasku ja pohjansirkku. Etenkin pohjansirkun kanta selvitysalueen rämeillä ja soiden laitamilla on runsas.

20.3.10 Lintudirektiivilajit

EU:n lintudirektiivissä liitteessä I on lueteltu ne lajit, jotka ovat yhteisön alueella erityisen suojelun kohteena. Näitä lajeja selvitysalueella havaittiin yhteensä 24. Direktiivilajeista liro on hanke- ja selvitysalueen selvästi runsain kahlaaja. Lajin tiheys on Viiankiaavan linnustollisesti arvokkaimmilla osilla erittäin korkea. Kanta on kuitenkin selkeästi laskenut vuoden 2015 jälkeen. Kenttäaavalla, Kuusivaaran luoteispuolella, jonne osa kaivoksen maanpäällisistä rakenteista sijoittuu, todettiin myös tiheä lirokanta. Kaakkuri pesi vuonna 2018 Kattilalammella, lähellä suunniteltua yhdystielinjausta. Metso on selvitysalueella runsas. Laji suosii vanhahkoja havumetsiä, joita selvitysalueella on runsaasti. Sa-

moin kurkikanta on erittäin runsas. Lajin suosimaa elinympäristöä on selvitysalueella runsaasti. Joutsenia ja uiveloita pesii useilla selvitysalueen järvillä ja lammilla. Lisäksi hankealuerajauksen sisältä löydettiin ampuhaukan ja hiiripöllön pesät.

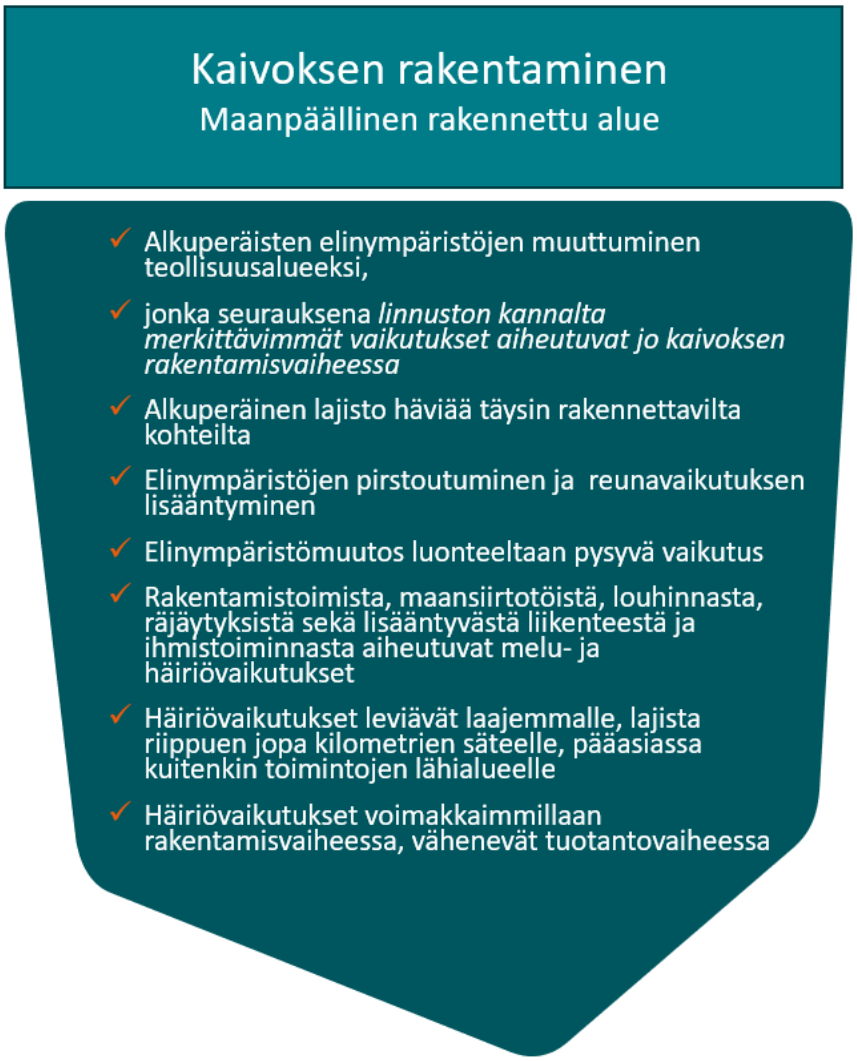
20.3.11 Kansainväliset vastuulajit

Suomen vastuulajit ovat lajeja, joiden säilyttämisessä Suomella on merkittävä kansainvälinen vastuu. I-lajeista Suomen kannan koko on 15–30 %, II-lajeista Suomen osuus on 30–45 % ja III-lajeista osuus on yli 45 % Euroopan kannasta. Suomen pesimälajistoon kuuluvasta 34 vastuulajista selvitysalueella havaittiin peräti 27. Etenkin alueelle tyypillisistä kahlaajista monet luetaan Suomen vastuulajeiksi. Näitä ovat jänkäkurppa, valkoviklo, kuovi, pikkukuovi, rantasipi, mustaviklo, jänkäsirriäinen ja jo mainittu liro. Rantasipiä ja kuovia lukuun ottamatta suot ovat ensisijainen elinympäristö kaikille mainituille lajeille, ja Viiankiaapa ympäristöineen on erityisen tärkeä pesimäalue niille. Maanpäällisten rakenteiden alueella todettiin useita leppälintupareja, joka kuitenkin on Suomessa varsin yleinen mäntykankaiden pesimälaji.

20.4 Lintuihin kohdistuvien vaikutusten arviointi

20.4.1 Linnustovaikutusten muodostuminen ja arviointimenetelmät

Kaivoshankkeen toteutumisen aiheuttamat, linnustoon kohdistuvat vaikutukset ilmenevät elinympäristömuutoksina (alkuperäisen elinympäristön muuttuminen tai tuhoutuminen) sekä häiriövaikutuksina (melu, tärinä, ihmistoiminnan lisääntyminen). Nämä linnustovaikutukset jakautuvat rakentamisen ja toiminnan aikaisiin sekä sulkemisen jälkeisiin vaikutuksiin sekä välittömiin ja välillisiin vaikutuksiin (Kuva 20-6 ja Kuva 20-7).



Kuva 20-6 Linnustovaikutusten muodostumisen periaatteita kaivoksen rakentamisvaiheessa.

Kuva 20-7 Linnustovaikutusten muodostumisen periaatteita kaivoksen toiminnan aikana.

Linnustovaikutuksia arvioidaan pääasiassa elinympäristöihin kohdistuvien muutosten kautta. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan sekä välittömien vaikutusalueiden (=kaivosrakenteiden peittoalue), että välillisten vaikutusalueiden elinympäristötyypit sekä niiden pesimälajisto. Vaikutusarviointi perustuu näissä elinympäristöissä tapahtuviin arvioituihin muutoksiin ja miten muutosten arvioidaan vaikuttavan niiden pesimälajeihin.

Välittömät vaikutukset

Kaivoksen maanpäällisten rakenteiden rakentamisen myötä alkuperäisiä elinympäristöjä häviää ja muuttuu. Tämä muuttaa aiemmin luonnontilaisen kaltaisia puustoisia ja avoimia suoalueita sekä lähinnä talouskäytössä olevia metsäalueita täysin teolliseksi ympäristöksi, eli muutos on totaalinen. Näin ollen merkittävimmät linnustoon kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat jo hankkeen rakennusvaiheessa. Muutosten ja siten myös vaikutusten sijainti ja laajuus vaihtelee merkittävästi eri hankevaihtoehtojen välillä. Kuusivaaraan ja sen ympäristöön sijoittuvien rakenteiden lisäksi kaivoksen sisäänkäynti ja kaivoksen toimintaan liittyviä rakenteita sijoittuu Pahanlaaksonmaalle (VE2) tai Pahanlaaksonmaan pohjoisosaan Tihiämaalle (VE3). Lisäksi näissä vaihtoehdoissa maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja Kuusivaaran välille rakennetaan hihnakuljetin ja huoltotie.

Muutosten myötä alueella pesivät linnut joutuvat siirtymään kokonaan uusille alueille. Koska kunkin alueen pesimälinnuston koostumukseen vaikuttaa lajien vaatimukset ja alueen kantokyky, on lajisto

ajan myötä muodostunut niiden mukaan. Siten muuttuvien alueiden, eli lähtöalueiden, lisäksi vaikutukset ulottuvat myös tuloalueille, eli alueille, joille infran alle jäävien alueiden lintuparit siirtyvät. Tuloalueiden pitäisi siis ”elättää” myös uudet tulokasparit.

Elinympäristömuutosten aiheuttamien vaikutusten lisäksi arvioidaan myös häiriövaikutuksia. Maanalaisen kaivoksen, kuten Sakatin kohdalla toiminnan aikaiset häiriövaikutukset jäävät selvästi vähäisemmiksi kuin avolouhoksen kohdalla. Kuitenkin etenkin kaivoksen rakentamistoimista aiheutuu melua ja tärinää, jotka leviävät ympäristöön. Lintulajien herkkyys häiriövaikutuksille vaihtelee lajeittain. Useimmat lintulajit, kuten varpuslinnut, eivät ole erityisen häiriöherkkiä, mutta joidenkin yksittäisten, häiriövaikutuksille herkimpien lajien kohdalla vaikutukset ulottuvat laajemmalle alueelle, lajista riippuen jopa kilometrien säteelle toiminnoista.

Melun ja tärinän vaikutusmekanismit ovat hyvin samankaltaiset. Niillä on useita mahdollisia vaikutusmekanismeja linnustoon, riippuen vaikutuksen luonteesta ja lintujen elinkierron vaiheesta. Karkeasti yleistettynä lyhytkestoinen, impulssimainen melu tai tärinä aiheuttaa yksilötasolla pakoreaktion, joka voi aiheuttaa esimerkiksi pesätuhoja, mikäli hautova lintu pakenee pesältään, ja pitkäkestoinen melu tai tärinä laji- ja yksilömäärien muutoksia melun vaikutusalueella. Yhteistä niille on vaikutusten aiheuttama välttämiskäyttäytyminen.

Linnustoon kohdistuvien häiriövaikutuksen merkittävyyteen vaikuttavat melua aiheuttavien toimintojen ajoitus. Haitallisimpia ovat lintujen pesimäkaudelle ajoittuvat häiriöt, jotka voivat lisätä lintujen poistumista pesältään ja kasvattaa näin pesinnän epäonnistumisen tai pesän hylkäämisen riskiä.

Kevitsan kaivokseen liittyvissä Satojärven linnustoseurannoissa (Eurofins Ahma Oy 2019b) kahlaajilla ei ole havaittu säännönmukaista parimäärien muutosta, joka olisi yhteydessä kaivostoimintaan. Pesivien kosteikkolajien kohdalla reaktiot räjäytyksiin ovat olleet lähinnä valpastumista ja ruokailun keskeyttämistä lyhyeksi aikaa. Paikkalinnuilla ja pesäpaikkauskollisilla muuttolinnuilla saattaa esiintyä taustameluun tottumista. Kevitsan Satojärven linnustoseurannoissa havaittiin kaivosalueen räjäytysten vaikuttavan herkemmin muuttoparvien kuin alueella pesivien lintujen käyttäytymiseen. Havainnot viittaisivat siihen, että pesivät parit ovat tottuneempia räjäytykseen aiheuttamaan meluun.

Karkottavan vaikutuksen lisäksi melu voi vaikuttaa lintujen kuuloon perustuvaan käyttäytymiseen. Esimerkiksi alueella esiintyvien pöllöjen saalistaminen voi vaikeutua. Useimpien pöllöjen saalistus perustuu kuuloon, jolloin taustamelu voi vaikeuttaa saaliin kuulemista. Myös toisten lintujen laulun ja varoitusäänten kuuleminen voi vaikeutua melun vaikutusalueella. Mitä matalataajuisempaa linnun ääni on (kuten esim. pöllöjen soidinhuhuilu), sitä tehokkaammin se hukkuu esim. liikenteen taustameluun. Sen sijaan varpuslintujen laulu on korkeataajuisempaa, mikä erottuu paremmin taustakohinasta.

Rakentamisen aikaiset häiriövaikutukset syntyvät lähinnä liikennemelusta sekä itse rakentamistoimien synnyttämästä melusta. Merkittävimpiä melulähteitä ovat tarvekiven louhinta sekä maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin louhinta. Näin ollen meluvaikutukset riippuvat hankevaihtoehdoista toimintojen eri sijaintien mukaisesti. Vinotunnelin louhinnan tai porauksen edettyä maanpinnan tasosta jo muutamia metrejä alemmas vähenee siitä aiheutuvan melun eteneminen merkittävästi, eli sen osalta vaikutus jää lyhytaikaiseksi.

Melun ja tärinän lisäksi rakentamistoimet aiheuttavat visuaalista häiriötä. Tutkimuksissa lintujen on todettu pelästyvän lentoon herkimmin havaittuaan kävellen tai muuten lihasvoimalla liikkuvan ihmisen, mikäli ihmisen profiili on tunnistettavissa. Sen sijaan linnut päästävät veneellä tai autolla liikku-

van ihmisen lähemmäksi ennen lentoon lähtöä (Ruddock & Whitfield 2007, Smit & Visser 1993). Esimerkiksi Kevitsan Satojärven seurannassa lintujen todettiin häiriintyvän voimakkaammin rannalla tai järvellä liikkuvasta ihmisestä kuin kaivostoiminnan räjäytyksistä (Eurofins Ahma 2019b).

Välilliset vaikutukset

Louhinnan ulottuessa pohjavedenpinnan alapuolelle vinotunnelien ja kaivostilojen kuivana pitäminen edellyttää kuivatusvesien pumppausta, mikä aiheuttaa pohjaveden pinnan alenemista kaivosalueella ja sen ympäristössä. Pohjaveden pinnan alenemalla voi taas olla vaikutusta pohjavesivaikutteisiin luontotyyppeihin ja sitä kautta lintujen pesimäbiotooppeihin (Ramboll Finland Oy 2020e).

Hydrologisten vaikutusten arviointi perustuu pohjavesivaikutusten mallinnukseen (Stantec Consulting Ltd 2020, liite 13). Pohjavesivaikutusten mallinnus on tehty vain vaihtoehdosta VE1a, jossa vinotunneli kiertää Natura-alueen. Mallinnuksen tavoitteena on ollut selvittää, miten paljon kaivokseen tulee vettä maa- ja kallioperän kautta sekä selvittää maanalaisen kaivoksen aiheuttaman mahdollisen pohjaveden pinnankorkeuden alenemisen vaikutukset. Mallinnukset tehtiin käyttäen kahta eri lievennystoimenpidemallia: peruslievennystoimenpiteet (isompien vettä johtavien ruhjeiden injektointi ja kaivostäytön käyttäminen) ja erityiset lievennystoimenpiteet (laaja-alainen injektointi ja kaivostäytön käyttäminen). Molemmilla lievennystoimenpiteillä maanalaiseen kaivokseen tuleva vesimäärä on pienin toiminnan alkuvaiheessa ja kasvaa toiminnan edetessä. Kuitenkin erityisillä lievennystoimenpiteillä maanalaiseen kaivokseen tuleva vesimäärä on alle puolet verrattuna peruslievennystoimenpiteillä toteutettuun vaihtoehtoon.

Lisäksi kaivostoiminnan myötä ympäristöön leviävä pöly voi vaikuttaa sen leviämisalueen kasvillisuuteen ja siten myös lintujen pesimäympäristöön. Kaivoksen rakentamisvaiheessa pölyämistä aiheuttavia toimintoja ovat raskaiden ajoneuvojen liikenne sekä rakentamisalueen maansiirto- ja räjäytystyöt. Sakatin kaivoksen toimintavaiheessa varsinainen kaivostoiminta on maanalaista toimintaa, jolloin pölypäästöt jäävät selvästi avolouhintaa pienemmiksi. Pölypäästöjä aiheutuu kuitenkin maan pinnalla suoritettavasta malmin käsittelystä, kuljetuksesta sekä maa- ja kiviainesten varastoinnista. Rikastushiekan tuulieroosio on yksi keskeisistä pölypäästöjen lähteistä. Pölypäästöjen leviäminen ympäristöön on arvioitu leviämismallilla, joka kokonaisuudessaan on esitetty luvussa 15 sekä YVA-selostuksen liitteenä (AONA Environmental 2020, Liite 12).

Myös valosaasteen tiedetään vaikuttavan linnustoon. Sakatin kohdalla tätä vaikutusta pidetään merkityksettömänä tai merkittävyydeltään korkeintaan häviävän pienenä, koska lintujen pääasiallisena pesimäaikana kesällä Lapissa on valoisaa ympäri vuorokauden. Pimeänä vuodenaikana myös lintujen määrä alueella on vähäinen. Vain pöllöt aloittavat soitimensa pimeiden öiden aikaan keväällä, mutta Lapin alueella nekin ovat sopeutuneet siihen, että täysin pimeä aika puuttuu kokonaan valtaosan soidin- ja pesimäkaudesta. Lisäksi merkittävän valosaasteen ei arvioida leviävän muita vaikutuksia, kuten häiriövaikutuksia, laajemmalle alueelle. Esimerkiksi Kevitsan ja Terrafamen kaivosten valosaastekartasta voi todeta, että merkittävä valo leviää varsin suppealle alueelle (https://www.lightpollutionmap.info/). Tämän vuoksi valosaasteen vaikutuksia linnustoon ei käsitellä vaikutusten arvioinnissa.

20.4.2 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Linnustoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan kriteerit on esitetty seuraavissa taulukoissa (Taulukko 20-2 ja Taulukko 20-3). Niiden perusteella johdetaan arvio vaikutusten merkittävyydestä. Arviointimenetelmän periaatteita on esitelty tarkemmin YVA-selostuksen luvussa 8. Linnustoon kohdistuvien vaikutusten osalta arviointi on jaettu rakentamisen aikaisiin ja toiminnan aikaisiin sekä sulkemisen jälkeisiin vaikutuksiin, ja vaikutusten merkittävyys arvioidaan kaikille erikseen.

Taulukko 20-2 Vaikutuskohteen herkkyys; linnusto

Vähäinen	Pesimälajisto pääasiassa Suomen/EU:n tasolla luokittelemattomia lintulajeja sekä parimäärältään runsaita ja levinneisyydeltään yleisiä lajeja Lajit eivät ole erityisen herkkiä muutoksille ja/tai häiriölle Alueen elinympäristöt eivät ole juurikaan luonnontilaisia ja ihmisen vaikutus on selvä ja näkyvä. Hankkeen vaikutusalueella ei ole tärkeitä IBA/FINIBA/MAALI-alueita. Korvaavia elinympäristöjä on ympäröivillä alueilla runsaasti
Kohtalainen	Muutos ja/tai häiriövaikutuksille herkkiä lajeja ja/tai suojelullisesti huomionarvoista lajistoa esiintyy hankkeen vaikutusalueella pesimäkaudella säännöllisesti, mutta esiintyminen on kuitenkin seudullisessa mittakaavassa tavanomaista ja niiden yksilömäärä ei ole merkittävä. Hankkeen vaikutusalueella on linnustollisesti tärkeä Natura-alue ja/tai lintuvesiensuojeluohjelman kohde, tärkeitä IBA/FINIBA/MAALI-alueita. Korvaavaa vastaavaa aluetta ei ole paikallisesti olemassa tai suojeltavissa.
Suuri	Hankealueella ja sen vaikutusalueella on useita uhanalaisia ja suojeltavia sekä muutos- ja/tai häiriövaikutuksille herkkiä pesimälajeja ja niiden parimäärät ovat huomattavat Hankkeen vaikutusalueella on erityisesti suojeltavan lintulajin pesimäreviiri. Alueen elinympäristöjen monimuotoisuus on erittäin suurta, ne ovat luonnontilaisia ja ihmisen vaikutus on nykytilanteessa vähäinen Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä linnustollisesti tärkeä Natura-alue ja/tai lintuvesiensuojeluohjelman kohde, tärkeitä IBA/FINIBA/MAALI-alueita. Korvaavaa vastaavaa aluetta ei ole olemassa tai suojeltavissa.

Taulukko 20-3 Linnustovaikutusten arvioinnissa käytetyt muutoksen suuruusluokan kriteerit

Suuri kielteinen	Hanke ja siihen liittyvät toiminnot aiheuttavat heikentäviä vaikutuksia useaan huomionarvoiseen lajiin ja/tai niiden elinympäristöihin. Lintulajisto muuttuu selvästi hankkeen seurauksena (uhanalaiset ja/tai harvalukuiset lajit vähenevät). Muutos voi olla suora tai epäsuora, ja tapahtua välittömästi tai viiveellä. Heikentävät vaikutukset kohdistuvat suureen osaan jonkin lajin tai useiden lajien paikallispopulaatiosta ja heikentävät selvästi lajin kannankehitystä alueellisesti.
Keskisuuri kielteinen	Hanke ja siihen liittyvät toiminnot aiheuttavat enintään kohtalaisia heikentäviä vaikutuksia johonkin tai joihinkin huomionarvoisiin lajeihin ja/tai niiden elinympäristöihin. Heikentävät vaikutukset kohdistuvat pieneen osaan jonkin lajin tai useiden lajien paikallispopulaatiosta ja heikentävät korkeintaan vähän lajin kannankehitystä alueellisesti.
Pieni kielteinen	Hanke ja siihen liittyvät toiminnot eivät aiheuta vaikutuksia tai negatiivisen vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin lajeihin ja/tai niiden elinympäristöihin. Lintulajisto muuttuu vain vähän (uhanalaiset ja/tai harvalukuiset lajit vähenevät). Muutos voi olla suora tai epäsuora, ja tapahtua välittömästi tai viiveellä Vaikutukset eivät heikennä lajin kannankehitystä. Kielteiset vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin elinympäristöihin. Elinympäristöjen luonnontila ja ominaispiirteet heikkenevät korkeintaan lievästi.
Ei vaikutusta	

Pieni myönteinen	Hanke ja siihen liittyvät toiminnot eivät aiheuta vaikutuksia tai positiiviset vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin lajeihin ja/tai niiden elinympäristöihin. Lintulajisto muuttuu vain vähän positiivisesti (uhanalaiset ja/tai harvalukuiset lajit lisääntyvät). Muutos voi olla suora tai epäsuora, ja tapahtua välittömästi tai viiveellä. Positiiviset vaikutukset kohdistuvat pieneen osaan lajin paikallispopulaatiosta.
Keskisuuri myönteinen	Hanke ja siihen liittyvät toiminnot aiheuttavat enintään kohtalaisia positiivisia vaikutuksia johonkin tai joihinkin huomionarvoisiin lajeihin ja/tai niiden elinympäristöihin. Lintulajisto muuttuu jonkin verran positiiviseen suuntaan (uhanalaiset ja/tai harvalukuiset lajit lisääntyvät). Muutos voi olla suora tai epäsuora, ja tapahtua välittömästi tai viiveellä. Positiiviset vaikutukset kohdistuvat melko pieneen osaan jonkin lajin tai enintään muutaman lajin paikallispopulaatiosta. Enintään kohtalaisia positiivisia vaikutuksia lajin kannankehitykseen paikallisesti pitkällä aikavälillä
Suuri myönteinen	Hanke ja siihen liittyvät toiminnot aiheuttavat selviä positiivisia vaikutuksia johonkin tai joihinkin huomionarvoisiin lajeihin ja/tai niiden elinympäristöihin. Lintulajisto muuttuu selvästi positiiviseen suuntaan (uhanalaiset ja/tai harvalukuiset lajit lisääntyvät). Muutos voi olla välitön tai välillinen, ja tapahtua lyhyellä tai pitkällä aikavälillä. Positiiviset vaikutukset kohdistuvat suureen osaan jonkin lajin tai useiden lajien paikallispopulaatiosta (joukossa myös uhanalaisia lajeja). Vaikuttaa suotuisasti lajin kannankehitykseen paikallisesti lyhyellä ja pitkällä aikavälillä, ja vaikutukset alueellisesti merkittäviä.

20.4.3 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Merkittävimmät linnustoon kohdistuvat vaikutukset jo hankkeen rakennusvaiheessa. Haitalliset vaikutukset ovat pääasiassa rakentamisen myötä syntyviä välittömiä vaikutuksia, eli linnuston luontaisten elinympäristöjen eriasteisia muutoksia, niiden häviämistä sekä rakentamisen ja lisääntyvän liikenteen ja muun ihmistoiminnan aiheuttamia häiriöitä ja melua. Kaivoksen aktiivisin rakentamisvaihe kestää arviolta kaksi vuotta, minkä jälkeen häiriövaikutusten osalta vaikutusalue pienenee.

Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat kaivoksen maanpäällisten rakenteiden peittoalueille sekä niiden välittömään lähiympäristöön. Kaivoksen maanpäällisiin toimintoihin kuuluvat rikastushiekka-alueet, pintamaiden sijoitusalue ja sivukivien sijoitusalueet, tarvekivilouhos, rikastamoalue, hihnakuljetin sekä muita erillisiä rakenteita ja varastotiloja, mm. räjähdysainevarasto. Rakenteesta riippumatta niiden rakentamisen myötä alkuperäinen elinympäristö muuttuu ja niillä pesineet linnut joutuvat siirtymään muualle.

Luonnonympäristön muuttuminen teollisuusympäristöksi luo myös uutta elinympäristöä joillekin rakennettujen ja avointen maiden lajeille, kuten västäräkille ja kivitaskulle.

Hankevaihtoehtojen väliset erot

Eri hankevaihtoehtojen välillä on huomattavia eroja vaikutusten laajuudessa. YVA-selostuksessa on arvioitu kuutta eri hankevaihtoehtoa VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b, ja ne on kuvattu YVA-selostuksen luvuissa 3.3–3.9.

Vaihtoehtojen merkittävimmät erot ovat maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ja yhdystien sijainneissa. Vaihtoehtojen välillä on eroja myös Kuusivaaran ympäristössä sijaitsevien tehdasalueen, sijoitusalueiden ja altaiden sijoittumisessa. Merkittävimmät erot ovat päähankevaihtoehtojen VE2 ja VE3

välillä. Päähankevaihtoehdossa VE2 altaat sijaitsevat Kuusivaaran lounaisosassa osittain Porokodan-jängän ja Eliasaavan alueella. Päähankevaihtoehdossa VE3 nämä sijaitsevat Kuusivaaran pohjois-osassa, osittain Kenttäaavan alueella. Päähankevaihtoehto VE1 mukaiset rakenteet sijaitsevat tiiviim-min Kuusivaaran alueella, ja rakenteita sijoittuu vain vähäisissä määrin Kuusivaaran eteläpuolisille suoalueille. Taulukko 20-4 on esitetty vaikutusten kohdistumista eri alueille eri hankevaihtoehdoissa.

Taulukko 20-4 Vaihtoehtojen vertailu. Rakentamisen aiheuttamien vaikutusten kohdistuminen eri alueille ja lajeille / lajiryhmille eri vaihtoehdoissa sekä vaikutusten merkittävyys. Lajien suojelustatukset on avattu Taulukko 20-1. Suolajin määrittely on selostettu luvussa 20.2.1.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kielteinen	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen

Alueen nro	Sijainti-alue	Suunniteltavat rakenteet	Vaikutusmekanismi (ja vaikutuksen kohde)	VE1A	VE1B	VE2A	VE2B	VE3A	VE3B
1	**Kuusivaara**	Rikastamoalue, sijoitusalueet, altaat, eteläinen yhdystie, (+kaivoksen sisäänkäynti VE1)	Muuttuu laajalti teollisuusalueeksi.	**Metso (EU, kvl) ja pääasiassa tavanomainen metsälajisto**					
2	**Porokodan-jänkä**	Tehdasalue, sijoitusalueet, altaat, eteläinen yhdystie, purkuputki (VE2a)	Muuttuu pohjoisosastaan teollisuusalueeksi.	**Suolajisto, kuten riekko (VU), pohjansirkku (NT, RT, U), liro (NT, EU, kvl)**					
3	**Eliasaapa, pohjoisosa**	Tehdasalue, sijoitusalueet, altaat, eteläinen yhdystie, purkuputki (VE2a)	Muuttuu pohjoisosastaan teollisuusalueeksi, tie- ja putkilinja. Suolajisto, kuten useat kahlaajat	**Suolajisto, kuten liro (NT, EU, kvl), mustaviklo (NT, kvl), jänkäsirriäinen (NT, kvl)**					
4	**Kenttä-aapa, keskiosa**	Hihnakuljetin, huoltotie, putkilinja, VE3 sijoitusalueita, vesivarastoallas	VE2a ja b: Hihnakuljetin ja huoltotie aiheuttavat vähäistä elinympäristönmuutosta sekä pirstoutumista. VE3a ja b: Alue muuttuu laajalti teollisuusalueeksi. Merkitystä lisää kohteen linnustollinen arvo.			**Suolajisto, kuten liro (NT, EU, kvl), valkoviklo (NT, kvl)**		**Vaikutus laaja-alaisempi kuin VE2. Liro runsas**	
5	**Kenttä-aapa, lounaisosa**	Pohjoinen yhdystie, 110 kV voimajohto	Yhdystie aiheuttaa vähäistä elinympäristönmuutosta ja häiriötä. Voimajohdon vaikutukset hyvin vähäisiä.		**Suolajisto**		**Suolajisto**		**Suolajisto**
6	**Kattila-lampi (kaakkuri)**	Eteläinen yhdystie	Häiriövaikutus todennäköisesti karkottaa kaakkuriparin pesimälammeltaan	**Kaakkuri**		**Kaakkuri**		**Kaakkuri**	
7	**Ulkusijan-aapa ja -kangas**	Eteläinen yhdystie	Yhdystie aiheuttaa vähäistä elinympäristönmuutosta ja häiriötä. **Suolajisto ja tavanomainen metsälajisto**						
8	**Kelujoki**	Eteläinen yhdystie	Yhdystie aiheuttaa vähäistä elinympäristönmuutosta ja häiriötä. **Tavanomainen lajisto**						
9	**Kitinen**	Pohjoinen yhdystie & 110 kV voimajohto	Yhdystie aiheuttaa vähäistä elinympäristönmuutosta ja häiriötä. Voimajohdon vaikutukset						

Alueen nro	Sijainti-alue	Suunniteltavat rakenteet	Vaikutusmekanismi (ja vaikutuksen kohde)	VE1A	VE1B	VE2A	VE2B	VE3A	VE3B
			hyvin vähäisiä. **Tavanomainen lajisto**						
10	**Sakattioja**	VE2 & VE3: Hihnakuljetin, huoltotie, putkilinja	Rakenteet aiheuttavat vähäistä elinympäristönmuutosta ja häiriötä.			**Suolajisto**			
11	**Pahan-laakson-maa**	VE2: Kaivoksen sisäänkäynti ja siihen liittyvät rakenteet, VE3: Hihnakuljetin ja huolto-tie	Rakenteet aiheuttavat alueen osittaisen muuttumisen teolli-suusalueeksi ja häiriötä.			**Tavanomainen lajisto, VE2 vaikutukset laaja-alaisem-mat**			
12	**Tihiämaa ja Poikki-joen-kan-gas**	VE3: Kaivoksen sisäänkäynti ja siihen liittyvät rakenteet	Rakenteet aiheuttavat alueen osittaisen muuttumisen teolli-suusalueeksi ja häiriötä. **Tavan-omainen lajisto**						

Hankevaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b kaivoksen maanpäälliset rakenteet siis sijoittuisivat laajemmalle alueelle kuin vaihtoehdossa VE1a ja VE1b. Vaihtoehdoista luonnonympäristön kannalta laaja-alaisimmat vaikutukset aiheuttaisi vaihtoehto VE3a, jossa kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee pohjoisimpana Pahanlaaksonmaalla, ja yhdystienä olisi eteläinen vaihtoehto uudelta vt 5:n linjaukselta Kuusivaaralle. Maanpäälliset rakenteet siis sijoittuisivat huoltoteineen ja hihnakuljettimineen koko hankealuerajauksen länsiosiin pohjoisesta etelään.

Hankevaihtoehdosta riippuen kaivostoimintojen maanpäällisten rakenteiden peittoalat ja niiden seurauksena aiheutuvat elinympäristönmuutokset vaihtelevat n. 550 ha:n ja 420 ha:n välillä. Luvuissa on mukana varsinainen Kuusivaaran tehdasalue (= aidattu alue), kaivoksen sisäänkäynti oheisrakenteineen, hihnakuljetin ja yhdystielinjaukset. Hihnakuljetin ja yhdystielinjaus on laskettu 50 m leveyden mukaan, eli se sisältää puskurivyöhykettä linjojen molemmin puolin. Hankevaihtoehdoista pienialaisimmat elinympäristömenetykset aiheutuvat vaihtoehdossa VE3b Tämä johtuu siitä, että itse aidattu tehdasalue Kuusivaaran alueella on hankevaihtoehdoista suppein. Kun linnustoselvityksissä vuosien 2009–2010 linjalaskentojen perusteella Natura-alueen ulkopuolisten alueiden keskimääräinen linnuston paritiheys n. 95 paria / km^2 (Eurofins Ahma Oy 2018a), välittömät elinympäristömuutokset koskevat hankevaihtoehdosta riippuen noin 400–520 lintuparia (Taulukko 20-5). Tämä on varsin karkea laskennallinen arvio, eikä siinä huomioida esimerkiksi sitä, että a-alavaihtoehtojen mukainen eteläinen yhdystie kulkee pääasiassa olemassa olevan tien mukaista reittiä.

Taulukko 20-5 Kaivoksen maanpäällisten rakenteiden peittoalueet ja niiden seurauksena aiheutuvat suorat elinympäristömenetykset hankevaihtoehdoittain sekä laskennallinen vaikutuksen kohteena olevien lintuparien lukumäärä.

Vaihto-ehto	Tehdasalue ja kaivoksen sisäänkäyn-nin alue (ha)**	Tiealue 50 m (ha)	Kuljetin ja huoltotie 50 m (ha)	Yhteensä ha	Yhteensä km²	Lintuparia (95 paria / km²)*
VE1a	422,0	45,0		467,0	4,7	**443,7**
VE1b	422,0	11,0		433,0	4,3	**411,4**
VE2a	463,5	57,0	29,0	549,5	5,5	**522,0**
VE2b	482,5	16,0	29,0	527,5	5,3	**501,1**
VE3a	368,0	48,0	26,0	442,0	4,4	**419,9**
VE3b	384,0	6,0	32,0	422,0	4,2	**400,9**

**Keskimääräinen linnuston paritiheys Natura-alueiden ulkopuolisilla alueilla linnustoselvitysten perusteella.*
***Pinta-alat koskevat aidattua aluetta, joka on suurempi kuin kaivoksen rakenteiden alle jäävien alueiden pinta-ala.*

Kaivoksen maanpäällisten rakenteiden alle jää siis vaihtoehdosta riippuen laskennallisesti n. 400–520 lintuparia. Nämä parit siis joutuvat siirtymään uusille alueille. Koska myös tuloalueiden (eli alueiden, joille väistyvät parit siirtyvät) pesimälajisto on ajan myötä muodostunut lajien vaatimusten ja alueiden luontaisen kantokyvyn mukaisiksi, vaikutuksia aiheutuu myös näille tuloalueille. Uusille reviireille siirtyminen ei siis välttämättä onnistu helposti, sillä kunkin lajin kannalta parhailla alueilla todennäköisesti on jo kyseisen lajin toinen reviiri. Näin ollen tulokasparit joko joutuvat hakeutumaan lajin kannalta vähemmän optimaalisille paikoille tai nykyisille reviireille kohdistuu enemmän ravinto- ym. painetta, mikä voi heikentää alueella jo pesivän lintuparin pesimämenestystä. Tämän vaikutuksen merkittävyyttä pienentää se, että valtaosa kaivoksen maanpäällisistä rakenteista kohdistuu Kuusivaaran talousmetsäalueelle ja alueellisesti tavanomaiseen pesimälajistoon, joka on jo sopeutunut metsätalouden vaikutuksiin, eivätkä lajit ole erityisen vaateliaita pesimäbiotooppinsa suhteen. Lisäksi kaikkia teknisten perusrakenteiden alle jääviä elinympäristöjä esiintyy runsaasti myös muualla lähialueilla.

Vaikka vaihtoehdossa VE3b absoluuttinen rakenteiden peittoon jäävä hehtaarimäärä on pienin, rakenteet sijoittuvat kuitenkin selvästi laajemmalle alueelle kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Tämän seurauksena vaihtoehdon VE3 (kuten myös vaihtoehdon VE2) elinympäristöjä pirstova vaikutus on suurempi kuin vaihtoehdon VE1 mukaisissa vaihtoehdoissa, jotka keskittyvät yhdelle alueelle, eikä rakenteiden välille tarvitse rakentaa pitkiä hihnakuljettimia tai huoltoteitä.

Elinympäristömuutosten aiheuttamat vaikutukset alueittain

Kuusivaara

Suurimmat välittömät vaikutukset kohdistuvat hankevaihtoehdosta riippumatta Kuusivaaran alueelle, koska rikastamoalue sekä sivukivien ja rikastushiekan sijoitusalueet sijaitsevat kaikissa hankevaihtoehdoissa siellä. Lisäksi päävaihtoehdossa VE1 maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee samalla alueella. Rakentamisen seurauksena nykyiset luonnonympäristöt muuttuvat teollisuusympäristöiksi. Linnuston kannalta nykyisten elinympäristöjen menetykset ovat keskeisin vaikuttava tekijä. Vaikutuksen merkittävyyttä pienentää se, että Kuusivaaran rakennettavan alueen metsät ovat pääasiassa jo luonnontilansa menettäneitä, voimakkaasti käsiteltyjä talousmetsäalueita. Lisäksi linnusto-

selvitysten perusteella Kuusivaaran metsäalueilla mainitut vaikutukset kohdistuvat pääasiassa alueellisesti tavanomaiseen ja parimääriltään runsaslukuiseen talousmetsäalueiden lintulajistoon, joiden herkkyys kyseisille vaikutuksille arvioidaan vähäiseksi. Kuusivaaran alueella ei todettu pesivän häiriölle erityisen alttiita lajeja, kuten suuria petolintuja.

Kuusivaaran alueen osalta linnuston kannalta merkittävimpien vaikutusten arvioidaan kohdistuvan metsoon. Alueelta paikallistettiin kaksi aktiivista metson soidinpaikkaa, jotka tulevat tuhoutumaan rakentamisen seurauksena. Yksilömäärältään soidinkeskukset olivat kuitenkin varsin pieniä (kaksi ja kolme kukkoa). Lisäksi metsokartoituksissa havaittiin muutamia kukkoja kyseisten soidinpaikkojen ulkopuolella. Populaatiotasolla vaikutukset jäävät näin ollen hyvin vähäiseksi, mutta paikallisesti metsoreviirit menettävät elinkelpoisuutensa sekä itse soidinpaikkojen, että reviirin luonnonympäristön laajemman muuttumisen myötä.

Yhteenvetona Kuusivaaraan kohdistuvista vaikutuksista arvioidaan, että koska vaikutusten kohteena olevan lajiston herkkyys on vähäinen (pl. metso, jonka herkkyys arvioidaan keskisuureksi), mutta vaikutuksen suuruus on suuri, vaikutuksen merkittävyys on keskisuuri negatiivinen vaikutus.

Kenttäaapa

Kuusivaaran pohjoispuolella sijaitseva Kenttäaapa on hyvin monipuolinen aapasuokokonaisuus ja se on yksi selvitysalueen laajimmista yhtenäisistä aapasoista. Hankevaihtoehtojen VE3a ja VE3b mukaisissa suunnitelmissa rakenteita sijoittuu Kuusivaaran pohjoisosan lisäksi Kenttäaavan alueelle. Vesivarastoallas ja rikastushiekka-alueita sijoittuu puustoisten rämeiden alueelle sekä vähäisemmässä määrin puustoisten korpien alueelle. Koska rakenteita ei sijoitu pesivän suolinnuston kannalta keskeisille avosuoalueille, muutoksen suuruus arvioidaan keskisuureksi. Kenttäaavalla todettiin linnustoselvityksissä varsin monipuolinen suolajisto. Varsinkin lirokanta vaikuttaisi olevan alueella runsas. Alueen linnuston laji- ja parimäärät, suojelullisesti huomionarvoisten lajien määrä ja siten myös linnustollinen arvo, on kuitenkin linnustoselvitysten tulosten perusteella läheisen Viiankiaavan Natura-alueen soita vähäisemmät, mutta kuitenkin alueellisesti merkittävät. Näin ollen vaikutuksen kohteena olevan lajiston ja niiden elinympäristöjen herkkyys arvioidaan keskisuureksi.

Koska sekä vaikutuksen suuruus, että vaikutuksen kohteena olevan lajiston herkkyys arvioidaan keskisuuriksi, myös vaikutuksen merkittävyys arvioidaan keskisuureksi.

Eliasaapa

Kuusivaaran eteläpuolella sijaitseva Eliasaapa kuuluu Kenttäaavan ohella selvitysalueen laajoihin yhtenäisiin aapasuokokonaisuuksiin. Se muodostaa yhdessä Ulkusijanaavan ja Hevosenpäärimmen kanssa edustavan ja monipuolisen suokokonaisuuden.

Päähankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 Eliasaavan pohjois- ja Porokodanjängän koillisosissa tehdasalueen allasrakenteiden alle jää puustoisia rämeitä ja korpia sekä nevoja ja lettoja. Sekä VE1 ja VE2:ssa tehdasalueen eteläinen aita kulkee Eliasaavan pohjoisosan läpi jättäen aapasuoalueen pohjoisosan aidan sisäpuolelle. Lisäksi hankevaihtoehto VE2a mukainen yhdystie sekä purkuputki kulkevat muista vaihtoehdoista poiketen Eliasaavan pohjoisosan läpi Porokodanjängälle. Näin ollen hankevaihtoehtojen VE1a ja VE1b sekä VE2a ja VE2b osalta muutoksen suuruus arvioidaan suureksi.

Eliasaapa rehevänä ja rimpisenä suona tarjoaa elinympäristön monipuoliselle kahlaajalajistolle, joten vaikutusten kohteena olevien pesimälajien ja elinympäristöjen herkkyys arvioidaan keskisuureksi.

Koska hankevaihtoehtojen VE1a ja VE1b sekä VE2a ja VE2b osalta vaikutus on suuri ja vaikutuksen kohteena olevan lajiston ja niiden elinympäristöjen herkkyys on keskisuuri, vaikutusten merkittävyys arvioidaan suureksi. VE3 osalta vaikutuksia ei kohdistu Eliasaapaan.

Porokodanjänkä

Porokodanjänkä sijoittuu Eliasaavan länsiosiin ja se koostuu erityyppisistä letoista, joiden laiteilla on keskiravinteisia saranevoja sekä suon itäosassa vähäravinteisia rämeitä ja nevoja. Porokodanjängällä todettiin linnustoselvityksissä enemmän puustoisten soiden lajeja, kuten liro, pohjansirkku ja kelta-västäräkki. Koska alueen merkitys suolajistolle on ympäröiviä aapasoita vähäisempi, elinympäristöjen ja lajiston herkkyys vaikutuksille arvioidaan pieneksi.

Päähankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 rakenteita sijoittuu Porokodanjängälle. Laajimmat vaikutukset aiheuttaisivat alavaihtoehto VE2b, missä rikastushiekka-alue peittää suuren osan Porokodanjängästä. Näin ollen näiden vaihtoehtojen osalta vaikutusten suuruus arvioidaan suureksi. Lisäksi kaikissa a-alavaihtoehdoissa yhdystie kulkee Porokodanjängän kautta etelään. Tämän arvioidaan aiheuttavan suuruudeltaan keskisuuren vaikutuksen Porokodanjängän elinympäristöihin ja lajistoon.

Koska päähankevaihtoehtojen VE1 ja VE2 osalta vaikutusten suuruus arvioidaan suureksi ja vaikutus-kohteiden herkkyys pieneksi, vaikutusten merkittävyys arvioidaan keskisuureksi. VE3a osalta, missä yhdystie kulkee Porokodanjängän kautta, vaikutusten merkittävyys arvioidaan pieneksi.

Muiden kohteiden osalta vaikutusten merkittävyys arvioidaan korkeintaan pieneksi.

Häiriövaikutukset

Hankkeesta aiheutuvia häiriövaikutuksia ovat melu, tärinä ja visuaalinen häiriö. Linnustoon kohdistuvat häiriövaikutukset ovat merkittävyydeltään selvästi vähäisemmät kuin maanpäällisten rakenteiden rakentamisesta aiheutuvien elinympäristömuutosten vaikutukset. Häiriövaikutus ei aiheuta yhtä totaalista vaikutusta kuin elinympäristön menetys, vaan osa linnustosta voi menestyksekkäästi pesiä hyvinkin häiriöalttiilla alueilla. Linnustoselvitysten, rekisteritietojen ja laaditun melumallinnuksen perusteella ainoa häiriövaikutusten leviämisalueella pesivä häiriövaikutuksille erityisen herkäksi arvioitu laji on kaakkuri. Esimerkiksi suuria petolintuja ei pesi vaikutusalueella. Näin ollen hankkeen vaikutusalue, johon kuuluu kaikki arvioitavat vaikutukset, ei häiriövaikutusten myötä laajene merkittävästi elinympäristömuutosten aiheuttamasta vaikutusalueesta. Suurimmillaan häiriövaikutukset ovat kaivoksen rakentamisen aikana.

Linnustovaikutusten osalta melu ja tärinä rinnastetaan usein samaksi vaikutukseksi, joten yksistään tärinän vaikutuksesta linnustoon on vähän tutkimustietoa. Vaikutusmekanismiltaan molemmat aiheuttavat karkottavan vaikutuksen. Ulkomaisten tutkimusten perusteella lintukantojen on havaittu alkavan kärsiä (”effect distance”) metsäisillä alueilla keskimäärin 42-52 dB(A) ja avoimilla alueilla keskimäärin 47 dB(A) melutason kohdalla (Reijnen & Foppen 2006). Edellä mainitut meluarvot ovat eri lajien keskiarvoja, herkimmillä metsäympäristön lajeilla vaikutuksia on havaittu 36 dB ylittävillä keskiäänitasoilla (Reijnen & Foppen 1997). Em. tutkimuksessa ”effect distance” tarkoitti etäisyyttä, jossa pesivien parien tiheyden havaittiin laskevan. Kyseiset keskiäänitasot ovat alhaisimpia havaittuja vaikutuksia aiheuttavia tasoja, eli niitä ei voi pitää merkittävän haitan kynnyksenä, joka on selvästi korkeampi. Kaivoksen rakentamisen aikana tehdään räjäytystöitä maan pinnalla ja pinnan läheisyydessä, jolloin yksittäisen räjäytyksen ääni on havaittavissa varsin kaukana, jolloin sen aiheuttama häiriö leviää tärinää kauemmas. Kaivosta rakennettaessa päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3 erillinen nostokuilu

ja maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti sijaitsevat Pahanlaaksonmaalla tai Pahanlaaksonmaan pohjoisosassa Tihiämaalla, ja etenkin vaihtoehdossa VE3 näiden rakentamisesta syntyvä tärinä voi edetä suojelualueelle.

Meluvaikutukset on selostettu luvussa 12 ja tärinä luvussa 13. Meluvaikutusten arviointiin liittyen on laadittu melumallinnukset, joiden rakentamisen aikaiset tulokset esitellään hankevaihtoehdoittain kuvissa 12-6 – 12-9 sekä Sakatin kaivoshankkeen meluselvityksen liitteinä. Elinympäristömuutoksista poiketen kuvista voi huomata, että meluvaikutuksiltaan pienialaisin vaikutus aiheutuu mallinnetuista vaihtoehdosta VE1a ja selvästi laaja-alaisin vaikutus vaihtoehdosta VE3a.

Vaikutukset arvioidaan merkitykseltään suurimmiksi Viiankiaavan Natura-alueella. Melumallinnusten perusteella hankevaihtoehdoista VE1a/b:n vaikutukset ovat lähes merkityksettömät, mutta vaihtoehdoissa VE2a/b ja VE3a/b vaikutuksia ulottuu Natura-alueelle. Vaikutusten leviämistä suojelualueelle voidaan merkittävästi vähentää meluntorjuntatoimin. Kuten yllä on mainittu, avoimilla alueilla meluvaikutukset alkavat näkyä linnustossa keskimäärin 47 dB(A) melutason kohdalla. Taulukoissa 12-21 ja 12-22 on esitetty kaivoksen rakennusvaiheen sekä tuotantovaiheen aikana suojelualueille leviävien päiväajan melualueiden pinta-alat. Melualueiden pinta-alat on esitetty erikseen tilanteille, jossa meluntorjunta ei ole käytössä sekä tilanteelle, jossa melun leviämistä rajoitetaan meluntorjunnalla. Kuten taulukosta voi nähdä, tämä melutaso (45–50 dB) ylittyy rakentamisvaiheessa Natura-alueella seuraavasti:

- VE1a ja VE1b: 28,9 ha (ilman meluntorjuntaa) / 2,2 ha (meluntorjuntatoimin, jotka sisältävät tarvekivilouhoksessa tapahtuvan rikotuksen ja murskauksen 6 m alempana sekä meluesteet 6 m ja 4 m),
- VE2a ja VE2b: 163,2 ha / 7,3 ha,
- VE3a: 513,6 ha / 56 ha
- VE3b: 410,7 ha / 26,7 ha

Hankevaihtoehdoista selvästi laajimmat meluvaikutukset Natura-alueelle aiheutuu siis hankevaihtoehto VE3a:n rakentamisesta. Mikäli meluntorjuntatoimet toteutetaan maksimaalisesti, laajimmillaankin melualue kattaa vain hyvin pienen osan Natura-alueen koko pinta-alasta, ja häiriövaikutus on merkitykseltään vähäinen. Sen sijaan, mikäli meluntorjuntatoimia ei toteuteta, vaikutukset Natura-alueelle ovat merkitykseltään huomattavasti suuremmat.

Natura-alueelle kohdistuvien vaikutusten merkitystä lisää se, että siellä linnustoselvitysten perusteella pesii parimäärältään tihein linnusto ja suojelullisesti huomionarvoisten lajien määrä on suhteellisesti suurin. Lisäksi suurin osa Natura-aluetta on avointa, puutonta suota, missä melu- ja visuaaliset häiriöt leviävät laajimmalle. Häiriövaikutusten leviämisalueella pesivä, suojelullisesti merkittävä lajisto koostuu pääasiassa kahlaajista. Niiden ei arvioida olevan häiriövaikutuksille erityisen herkkiä, joten häiriövaikutusten arvioidaan vaikuttavan lajien pesintään Natura-alueella korkeintaan vähän.

Kuten yllä on mainittu, ainoa hankealueella pesivä, melu- ym. häiriövaikutuksille erityisen herkäksi arvoitu laji on kaakkuri, jonka todettiin pesivän eteläisen yhdystievaihtoehdon läheisyydessä sijaitsevalla Kattilalammella. Kaakkuriin kohdistuvat arvioidut vaikutukset on selostettu luvussa 20.4.5. Yksittäisiä pareja petolintuja, kuten pöllöjä, pesii vaikutusten peittoalueella. Niille lähinnä meluvaikutuksilla voi olla karkottavia ja esim. kuuloon perustuvaa saalistamista vaikeuttavia vaikutuksia. Kanalintuja, eli metsoa, teertä, riekkoa ja pyytä, sekä useita kahlaajalajeja pesii vaikutusalueella. Niille melulla ja tärinällä voi olla karkottavia vaikutuksia. Lajit ovat varsin runsaslukuisia ja vaikutuksen kohteena oleva parimäärä on hyvin pieni populaatiotasolla.

Muut lajiryhmät, kuten varpuslinnut, eivät ole melun tai tärinän aiheuttamille häiriövaikutuksille herkkiä lajeja, eikä häiriövaikutusten arvioida leviävän laajalle, joten myös niiden osalta häiriövaikutusten merkittävyys arvioidaan vähäiseksi.

Yhteenvetona häiriövaikutuksista voidaan arvioida, että koska edellä mainittujen lajiryhmien vaikutuksen kohteena oleva parimäärä on pieni tai vähäinen suhteessa lajien populaatioon, vaikutusten merkittävyys on vähäinen.

20.4.4 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset jaetaan välittömiin ja välillisiin vaikutuksiin. Välittömiä vaikutuksia ovat lähinnä kaivostoiminnoista aiheutuvat häiriövaikutukset, kuten melu ja tärinä. Elinympäristöjä suoraan muuttavia vaikutuksia ei enää toiminnan aikana juuri synny, koska kaivosalueen maanpäälliset rakenteet eivät toiminnan edetessä enää merkittävästi laajene. Välillisiä vaikutuksia ovat mm. maanalaisen kaivoksen kuivanapidosta johtuvat mahdolliset alueen vesitasapainoa muuttavat vaikutukset, joiden seurauksena elinympäristöt muuttuvat.

Välittömät vaikutukset

Maanalaisen kaivoksen kohdalla linnustoon kohdistuvat toiminnan aikaiset välittömät vaikutukset jäävät vähäisiksi ja laajuudeltaan pienialaisiksi. Etenkin vaihtoehdossa VE1b vaikutukset rajoittuvat varsin suppealle alueelle Kuusivaaran ympäristöön. Muissa hankevaihtoehdoissa vaikutukset leviävät laajemmalle toimintojen ja yhdysteiden sijoittuessa laajemmalle alueelle. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rikastamoalueen ja maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin välisen liikenteen sekä malmin kuljettamisen aiheuttamat vaikutukset ovat laaja-alaisemmat.

Kaivoksen toiminnan aikaisia melulähteitä ovat mm. malmin siirto ja jauhatus sekä rikastushiekan ja sivukiven läjitys, kaivoksen ja rikastamon ilmanvaihto sekä liikenne eri muodoissaan. Kaivoksen toiminnan aikainen louhinta ja murskauksen meluisin osa, esimurskaus, suoritetaan maanalaisessa kaivoksessa, josta maan pinnalle ei tule merkittäviä meluvaikutuksia. Maan pinnalla tapahtuva jälkimurskaus ja jauhatus tapahtuvat sisätiloissa, mikä myös vähentää melua.

Melun vaikutuksia linnustoon on selostettu yllä rakentamisen aikaisten vaikutusten yhteydessä. Toiminnan aikaiset melualuekartat on esitetty luvussa 12.3.2 esitetyillä kartoilla. Niistä voi todeta toiminnan aikaisten melualueiden olevan selvästi suppeampia kuin rakentamisen aikaiset melualueet.

Tärinää kaivosympäristöissä aiheuttavat muun muassa malmin louhintaan liittyvät räjäytykset ja ajoneuvoliikenne. Tärinä voidaan jakaa hetkelliseen ja jatkuvaan, joista hetkellisiä ovat esimerkiksi räjäytystyöt ja jatkuvia raskaan laitteistojen aiheuttamat vaikutukset (Kauppila 2015, Suomen Ympäristökeskus 2010). YVA-selostuksen tärinän arviointi (luku 13) jakaantuu liikennetärinän ja louhintatärinän arviointiin ja on laadittu ihmisasutuksen ja luonnonsuojelualueiden kannalta.

Liikennetärinän ei arvioida juuri vaikuttavan linnustoon. Liikennetärinän ihmisasumista haittaava vaikutus rajoittuu maaperästä riippuen noin 20…125 m etäisyydelle tiestä. Siten liikenteen aiheuttama linnustoa karkottava melu ja visuaalinen häiriö ulottuu tärinää laajemmalle.

Linnuston kannalta merkittävämpää on kaivoksen toiminnan aikana tehtävät räjäytykset. Maanalaiset räjäytykset ilmenevät maan päällä lähinnä tärinänä. Koska päävaihtoehdossa VE1 myös maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti on Kuusivaaran tehdasalueella, ovat niiden rakentamisen aikaiset tärinävaikutukset niin asuin- kuin suojelualueellekin merkityksettömät.

Tärinä voi vaikuttaa negatiivisesti lintujen pesintään. Esimerkiksi räjäytystöistä syntyvä maan tärinä voi häiritä lintujen normaalia lisääntymistä tai käytöstä pelästyttämällä ne lentoon, mikä voi johtaa

munien tai nuorten poikasten menetykseen (Holthuijzen ym. 1990). Lisäksi tärinä voi vaikuttaa välillisesti esimerkiksi petolintujen ravinnon hankintaan, mikäli se karkottaa saaliseläimiä pois alueelta. Tärinän vaikutuksista lintuihin on olemassa kuitenkin vain vähän tutkimusaineistoa, sillä useimmiten tutkimukset keskittyvät tarkastelemaan melun vaikutuksia lintuihin. Tärinä rinnastetaan usein melun kanssa yhteen. Yleisesti voidaan arvioida, että tärinän merkitys alueen linnustolle on vähäinen, eikä se laajenna muiden häiriövaikutusten kohteena olevia alueita.

Häiriöstä aiheutuvien välittömien vaikutusten merkittävyys arvioidaan kokonaisuutena vähäiseksi.

Välilliset vaikutukset

Välillisistä vaikutuksista linnuston kannalta merkittävimmäksi arvioidaan pohjaveden mahdollisten muutosten kautta tapahtuva elinympäristöjen muutos. Nämä vaikutukset on arvioitu kattavasti luvussa 19. Maanalaisen kaivoksen kuivanapito voi vaikuttaa pohjaveden korkeustasoon vinotunnelin lähiympäristössä. Muutosten laajuuteen ja merkittävyyteen vaikuttavat käytettävät lievennystoimenpiteet (luku 3.2.3). Lisäksi Kuusivaaran rakentuminen kaikissa hankevaihtoehdoissa muuttaa sen ympäristöön Porokodanjängälle, Eliasaavalle ja etenkin Kenttäaavalle purkautuvien vesien määrää, sillä hulevedet johdetaan hallitusti vesivarastoaltaaseen ja kaivoksen vesikiertoon. Näillä muutoksilla voi olla vaikutuksia pohjavedestä riippuvaisiin luontotyyppeihin ja sitä kautta lintujen elinympäristöihin. Merkittävyydeltään suotyyppien luonnontilan muutoksen kautta ilmenevä vaikutus on vähäisempi kuin rakentamisen aiheuttama elinympäristöjen välitön muutos ja menetys, mutta se on pinta-alaltaan laajemmalle ulottuva ja kaivoksen toimintavuosien myötä voimistuva.

Elinympäristöihin kohdistuvien välillisten vaikutusten tulisi olla varsin merkittäviä, jotta niillä olisi vaikutusta alueen pesimälajistoon ja paritiheyksiin. Mallinnettu maapohjavedenpinnan alenema on syklistä ja alimmillaan talvikaudella, palautuen keväällä sulamisvesien myötä normaalitilannetta vastaavaksi kaikkina toimintavuosina, joten on arvioitu, että esimerkiksi Natura-alueen osalta avosoiden muuttumista puustoisiksi soiksi ei ole odotettavissa (Ramboll Finland Oy 2020e). Viiankiaavan alueella pintavesien vaikutus säätelee puustoisten alueiden esiintymistä, eikä mahdollinen talvikauteen ajoittuva maapohjaveden alenema aiheuta muutosta kevättulvien esiintymiseen tai muihin pintavesien virtausoloihin (Ramboll Finland Oy 2020e). Mahdollinen maapohjavedenpinnan alenema ei tule aiheuttamaan pinta-alamenetyksiä Natura-alueen luontotyyppeihin, vaan vaikutus on laadullinen (Ramboll Finland Oy 2020e).

Natura-alueen ulkopuolella mahdollinen pohjaveden alenema saattaa etenkin vinotunnelin lähiympäristössä ja ilman erityisiä lievennystoimenpiteitä, ilmetä muutoksina elinympäristöissä. Vinotunnelien ja esiintymän louhinnan (VE1a, mallinnettu) aiheuttama pohjaveden alenema pitkällä aikavälillä sekä yhteisvaikutus Kuusivaaran tehdasalueen heikentyneen pohjavedenmuodostumisen vaikutusten kanssa, aiheuttaa Kenttäaavan ja Eliasaavan välipintaletoille kuivumista siinä määrin, että niiden luonnontila heikkenee (luku 19.3.5). Tämä voi aiheuttaa avointen ja välipintaisten nevojen muuttumista mätäspintaisiksi ja etenkin reuna-alueiltaan puustoisemmiksi. Etenkin rimpipintojen mahdollisen vähenemisen myötä märkien avosoiden pesimälajiston, kuten jänkäsirriäisen ja mustaviklon, parimäärät saattavat vähentyä Viiankiaavan-Kenttäaavan-Eliasaavan laajemmalla tarkastelualueella. Olosuhteiltaan muuttuneen elinympäristön alueelle muodostuva pesimälajisto on kuivempien suoelinympäristöjen lajeja, kuten kapustarinta, niittykirvinen ja keltavästäräkki.

Pohjaveden virtausmallinnukset on laadittu vain vaihtoehdolle VE1a, joten muiden vaihtoehtojen osalta ei voida esittää tarkkoja arvioita tai pinta-alaesityksiä pohjaveden alenemista. Voidaan kuitenkin arvioida, että muissa hankevaihtoehdoissa esiintymän louhimisen hydrologiset vaikutukset luon-

totyyppeihin ovat samat, mutta eroja syntyy eri vinotunnelivaihtoehtojen vuoksi ja vaikutukset kohdistuvat eri alueille (Ramboll Finland Oy 2020e). Mahdollisuutta laaja-alaisempiin hydrologisiin vaikutuksiin ei tosin voida sulkea pois. Vaihtoehdossa VE2a vinotunneli sijoittuu muita vaihtoehtoja suppeammalle pinta-alalle Natura-alueen alle, joten se on mahdollisesti tunnelista aiheutuvilta vaikutuksiltaan vähäisin. Mallinnusten puuttuessa tästä ei voida kuitenkaan esittää varmaa johtopäätöstä (Ramboll Finland Oy 2020e).

Pinta-ala, jolle linnuston elinympäristömuutoksia aiheuttavat pohjaveden alenemat ulottuvat, on varsin suppea, eivätkä elinympäristömuutokset ulotu keskeisimmille suolajien pesimäalueille Viiankiaavan Natura-alueella. Rakentamisen lisäksi myös välillisten vaikutusten kohteena olevat avoimet ja rimpiset Eliasaapa ja Kenttäaapa ovat kahlaajille tärkeitä elinympäristöjä ja useat kahlaajalajit ovat suojelullisesti huomionarvoisia. Elinympäristöjen muuttuessa rimpisoiden lajiston siirtyessä toisaalle tai parimäärien vähetessä tulee tilalle kuivempien suoelinympäristöjen lajeja, joilla näilläkin useimmilla on jokin suojelustatus. Kokonaisuutena pohjaveden muutosten kautta syntyvien elinympäristömuutosten vaikutukset linnustoon arvioidaan merkittävyydeltään korkeintaan keskisuuriksi.

Erityisten lievennystoimien kanssa (luku 19) yllä mainittuihin elinympäristöihin ja luontotyyppeihin ja sitä kautta lintujen pesimäbiotooppeihin kohdistuvien vaikutusten arvioidaan jäävän peruslievennystoimenpiteiden mukaista vaihtoehtoa vähäisemmäksi ja siten merkittävyydeltään pieniksi.

Kuten hydrologisten vaikutusten kohdalla, pölyn aiheuttamat vaikutukset ovat välillisiä, elinympäristöihin kohdistuvia vaikutuksia. Näin ollen vaikutusten tulisi olla hyvin merkittäviä, jotta elinympäristöt muuttuisivat niin paljon, että sillä olisi vaikutusta pesimälintujen parimääriin tai lajistoon.

Pölypäästöjen leviäminen ympäristöön on arvioitu leviämismallilla, joka kokonaisuudessaan on esitetty YVA-selostuksen liitteessä 12 (AONA Environmental 2020). Rikastushiekan läjityksen osalta vaihtoehtoina on tarkasteltu sekä kuivaläjitystä että märkäläjitystä. Pölyvaikutukset ovat kuivaläjityksen osalta merkittävästi suuremmat.

AONA Environmental (2020) on arvioinut, että pölyn osalta laskeumatasoa 1 000 mg/m^2/vrk eli 365 g/m^2/vuosi voidaan pitää kynnysarvona, jota matalammat pitoisuudet eivät aiheuta kasvillisuusmuutoksia. Tämä kynnysarvo ylittyy laaditun mallinnuksen perusteella vain hyvin pienellä alueella pölyn lähteen ympärillä. Esimerkiksi Natura-alueella suurin mallinnettu laskeuma on 150 g/m^2/vuosi hyvin pienellä alueella Kuusivaaran pohjoispuolella. Vaikka otetaan huomioon erilaiset pitkäkestoiseen laskeumaan ja sen vaikutuksiin liittyvät epävarmuudet, voidaan kuitenkin riittävällä varmuudella todeta, että pöly ei aiheuta merkittäviä vaikutuksia mihinkään luontotyyppiin vaihtoehdossa VE1a, joka aiheuttaa suurimman pölylaskeuman. Muissa hankevaihtoehdoissa pölylaskeuma on vielä alhaisempi. Näin ollen myöskään linnustoon kohdistuvia vaikutuksia ei arvioida aiheutuvan.

20.4.5 Vaikutukset suojelullisesti huomionarvoiseen lajistoon

Tässä luvussa käsitellään sekä rakentamisen että toiminnan aikaiset vaikutukset suojelullisesti huomionarvoisiin lajeihin.

Erityisesti suojeltavat lajit

Hankealueella sijaitsee kaksi *erityisesti suojeltavan lajin* reviiriä. Tarkemmat tiedot lajeista ja niiden reviirien sijoittumisesta on toimitettu tilaajan ja yhteysviranomaisen käyttöön.

Hankkeella ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia reviireihin minkään hankevaihtoehdon osalta ja reviirien arvioidaan säilyvän elinkelpoisina hankkeen toteutumisen jälkeenkin.

Suokukko (Äärimmäisen uhanalainen, CR)

Rakennettavilla kohteilla tai niiden läheisyydessä pesii yksi *äärimmäisen uhanalainen (CR)* laji, suokukko. Päävaihtoehdossa VE3 kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee lähimpänä, mutta kuitenkin yli kilometrin etäisyydellä selvityksissä löytyneeltä keskeisimmältä suokukkojen soidinpaikalta Viiankijärven lounaispuolella. Kaivoshankkeen suunniteltuja maanpäällisiä rakenteita lähimmät havainnot suokukon pesinnästä tai pienemmistä soidinpaikoista tehtiin Natura-alueella Sakattiojalla ja Ruosteojalla, jotka ainakin osittain kuuluvat hankealuerajaukseen. Kohteille ei kohdistu rakentamista, joten rakentamisesta aiheutuvat elinympäristömuutokset eivät kohdistu suokukon elinympäristöihin. Laji ei myöskään ole herkkä häiriövaikutuksille, vaan soidinpaikkoja tiedetään sijaitsevan jopa valtateiden penkoilla. Näin ollen rakentamisen aikaisen häiriön ei arvioida vaikuttavan pesimäpaikkoihin tai soidinpaikan pysymiseen paikalla jatkossakin. Pohjaveden alenemasta johtuvat mahdolliset elinympäristömuutokset voivat ulottua Kenttäaavalla yksittäisten parien pesimäalueille, jonka myötä ne voivat muuttua suokukon kannalta epäedullisemmiksi. Kokonaisuutena arvioidaan, että suokukkoon kohdistuu merkittävyydeltään korkeintaan vähäisiä negatiivisia vaikutuksia.

Piekana (Erittäin uhanalainen, EN)

Piekana on selvitysalueen runsaslukuisin petolintu ja säännöllinen pesijä alueella. Vuoden 2019 selvityksissä löydettiin yksi piekanan pesäpaikka selvitysalueen eteläosasta. Suunniteltuun eteläiseen tielinjaukseen nähden pesä sijaitsee kuitenkin niin etäällä, että sen ei arvioida vaikuttavan lajin mahdolliseen pesintään tulevaisuudessa. Lisäksi lajin pesimäpaikat ja -alueet vaihtelevat luontaisestikin kunkin vuoden ravintotilanteen mukaan, eli laji ei ole reviiriuskollinen esimerkiksi kotkien tavoin.

Hömötiainen (Erittäin uhanalainen, EN)

Muista erittäin uhanalaisista lajeista hömötiainen on selvitysalueella varsin runsas pesimälaji. Vanhan metsän lajien, joihin hömötiainenkin luokitellaan (Väisänen ym. 1988), tärkeimmiksi uhanalaisuuden syiksi on arvioitu (Tiainen ym. 2016) muutokset lajien elinympäristössä, kuten vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen sekä laho- ja kolopuiden väheneminen. Koska hankealueella kyseisiä biotooppeja on varsin vähän, hankkeen arvioidaan lisäävän kyseisten lajien uhanalaistumiseen johtaneita syitä korkeintaan hyvin vähän. Vaikutus on lisäksi häviävän pieni verrattuna esimerkiksi metsätalouden aiheuttamiin vaikutuksiin vanhan metsän lajien elinympäristöihin.

Muihin havaittuihin erittäin uhanalaisiin lajeihin hankkeella ei arvioida olevan vaikutuksia.

Riekko (Vaarantunut, VU)

Vaarantuneista (VU) lajeista riekko on hyvin yleinen laji alueen avosoiden laiteilla, ja selvitysalue hankealue mukaan lukien on merkittävä riekon esiintymisalue. Hankkeen myötä riekon elinympäristöä häviää jossain määrin hankevaihtoehdosta riippuen. Vaihtoehdoista VE1b aiheuttaa vähäisimmät muutokset, koska rakenteet ja tielinjaukset keskittyvät pienimmälle alueelle, eikä esim. hihnakuljettimia rakenneta riekon suosimien suoelinympäristöjen kautta. Vaihtoehdossa VE3a riekon elinympäristöihin kohdistuvat vaikutukset ovat laajimmat. Riekon elinympäristöihin kohdistuva rakentaminen on lähinnä soiden reuna-alueiden kautta kulkevia uusia tie- ja malminkuljetusreittejä. Osin nekin sijoittuvat jo olemassa oleville tielinjauksille. Kokonaan uutta reittiä rakennetaan yhteensä n. 6–7 kilometriä (eteläinen yhdystielinjaus + pohjoinen hihnakuljetin ja huoltotie), muilta osin voidaan hyödyntää olemassa olevia teitä. Lisäksi meluvaikutukset laajentavat riekkoon kohdistuvia vaikutuksia jossain määrin, mutta ei enää merkittävästi elinympäristömuutosten lisäksi. Näin ollen myös laajimpien

vaikutusten osalta vaikutukset arvioidaan merkittävyydeltään vähäisiksi, koska elinympäristöä hävittävä ja muuttava vaikutus sekä melun ja häiriön leviäminen jäävät hyvin pienialaiseksi suhteessa selvitysalueella esiintyvään riekon potentiaaliseen elinympäristöön, jota on hyvin laajasti.

Pohjansirkku (Alueellisesti uhanalainen, RT)

Alueellisesti uhanalaisista (RT) lajeista etenkin pohjansirkun kanta selvitysalueen rämeillä ja soiden laitamilla on runsas. Hankkeen vaikutukset arvioidaan samanlaisiksi kuin yllä riekon kohdalla eli korkeintaan vähäisiksi.

Lintudirektiivin liitteen I lajit

Metso

Metso on lisäksi myös Suomen kansainvälinen vastuulaji. Metsoa on käsitelty jo yllä Kuusivaaran alueeseen koskevien vaikutusten kohdalla (luku 20.4.3). Koska metso on varsin häiriöherkkä laji, se on suojelullisesti huomionarvoinen ja hanke aiheuttaa metsopopulaation pienenemistä alueellisesti, arvioidaan metsoon kohdistuvien negatiivisten vaikutusten merkittävyys keskisuureksi.

Kaakkuri

Direktiivilajeista merkittävimpien vaikutusten arvioidaan kohdistuvan kaakkuriin, mikäli eteläinen yhdystielinjaus toteutuu. Tielinjaus kulkee kaakkurin pesimälammen, Kattilalammen vieritse, lähimmillään n. 200 m:n etäisyydeltä. On mahdollista, että rakentamistoimien ja niiden aiheuttaman häiriön sekä lisääntyvän liikenteen myötä kaakkuri hylkää lammen pesimäpaikkana. Vaikutus kohdistuu vain yhteen pesivään pariin, joten populaatiotasolla vaikutus jää häviävän pieneksi. Paikallisesti kuitenkin ainoa tiedossa oleva kaakkurireviiri tällöin autioituu. Mikäli eteläinen yhdystielinjaus ei toteudu, kaakkuriin ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia.

Liro ja kurki

Muista direktiivilajeista selvitysalueen liro- ja kurkikanta on runsas ja lajien suosimaa elinympäristöä on runsaasti. Liro on hanke- ja selvitysalueen selvästi runsain kahlaaja. Lajin tiheys on Viiankiaavan parhaimmilla osilla erittäin korkea. Kenttäaavalla, Kuusivaaran luoteispuolella, jonne osa kaivoksen maanpäällisistä rakenteista sijoittuu, todettiin myös tiheä lirokanta. Molempien lajien tärkeimmät selvitysalueen pesimäalueet sijoittuvat kuitenkin Natura-alueelle, minne kaivostoimintojen vaikutusten arvioidaan ulottuvan korkeintaan vähäisissä määrin häiriövaikutuksina.

Suomen vastuulajit

Etenkin alueelle tyypillisistä kahlaajista monet luetaan Suomen vastuulajeiksi. Näitä ovat jänkäkurppa, valkoviklo, kuovi, pikkukuovi, rantasipi, mustaviklo, jänkäsirriäinen ja jo mainittu liro. Rantasipiä ja kuovia lukuun ottamatta suot ovat ensisijainen elinympäristö kaikille mainituille lajeille, ja Viiankiaapa ympäristöineen on erityisen tärkeä pesimäalue niille. Kuten yllä, rakentamisen myötä lajien elinympäristöä katoaa vähäisissä määrin ja melua kantautuu niille, mutta vaikutusten ei arvioida ulottuvan lajien keskeisimmille pesimäalueille. Rantasipejä havaittiin Kelujoella ja Kitisellä, mutta mahdollisen sillan rakentamisella ei arvioida olevan vaikutuksia lajin esiintymiseen alueilla. Maanpäällisten rakenteiden alueella todettiin useita leppälintupareja, joka kuitenkin on Suomessa varsin yleinen mäntykankaiden pesimälaji. Rakentamisen aiheuttama leppälinnun elinympäristön häviäminen on merkittävyydeltään häviävän pieni verrattuna metsätalouden vaikutuksiin lajin pesimäympäristöihin.

20.4.6 Vaikutukset muuttolinnustoon

Viiankiaapa ei sijoitu valtakunnallisesti merkittävien muuttoreittien varrelle. Eurofins Ahman suorittamassa satunnaisluontoisessa kevätmuutontarkkailussa (Eurofins Ahma 2018a) saadut tulokset tukevat tätä tietoa. Viiankiaavan runsaasti tulviva ja laaja avosuoalue muodostaa kuitenkin alueellisesti merkittävän keväisen levähdysalueen varsinkin useille uhanalaisille vesilintulajeille ja kahlaajille, vaikka lepäilijämäärät jäävätkin pienemmiksi kuin maamme tärkeimmillä linnuston lepäilyalueilla.

Hankkeen vaikutusten ei arvioida ulottuvan keskeisimmille lepäilyalueille, eli eniten tulviville suoalueille ja hankealueen pohjoisosan järville, eikä muuttolinnustoon kohdistuvia vaikutuksia synny.

20.4.7 Sulkemisen jälkeiset vaikutukset

Alue suljetaan ja maisemoidaan sulkemissuunnitelman mukaisesti joko luonnonympäristöksi mahdollisimman lähelle kaivostoimintaa edeltänyttä tilaansa tai muuhun myöhempään maankäyttöön. Hankkeen suunnittelun edetessä sulkemissuunnitelma kehittyy ja sille asetettavat tavoitteet tarkentuvat.

Mikäli sulkemisvaihtoehtona on luonnontilaan palauttaminen, kivennäismaalle sijoittuvien maanpäällisten rakenteiden osalta elinympäristön muutosten aiheuttamat välittömät vaikutukset palautuvat hyvin hitaasti sukkession ja metsän hitaan kasvun myötä. Täysin ennalleen elinympäristöt eivät palaudu, mutta ajan myötä pesimälintulajiston koostumuksen arvioidaan olevan samankaltaista kuin missä tahansa alueen talousmetsissä. Tähän kuluu kuitenkin useita kymmeniä vuosia.

Eri suotyypeille sijoittuvien, välittömien ja välillisten vaikutusten muuttamien elinympäristöjen ja sitä kautta linnuston palautuminen ennalleen on epävarmaa ja joka tapauksessa hyvin hidasta, ja vaatii ennallistamistoimia.

Sen sijaan häiriövaikutukset lakkaavat välittömästi toiminnan päätyttyä.

Osa rakenteista, esimerkiksi tiestö, voi palvella myös alueen käyttöä kaivostoiminnan jälkeen, jolloin vaikutukset ovat luonteeltaan pysyviä. Mikäli alueen käyttö jatkuu, vaikutusten pysyvyys tai palautuminen riippuu alueen toiminnoista.

20.4.8 Vaikutukset ja niiden merkittävyys

Merkittävimmät vaikutukset linnustoon aiheutuvat kaivoksen rakennusvaiheessa nykyisten elinympäristöjen muuttuessa teollisuustoimintojen alueeksi. Eri hankevaihtoehtojen vaikutusten kohdistuminen eri alueisiin, elinympäristöihin ja lajeihin sekä vaikutusten merkittävyys on esitetty Taulukko 20-4.

Kokonaisuutena elinympäristömuutosten myötä syntyvien vaikutuksen merkittävyys arvioidaan keskisuureksi haitalliseksi vaikutukseksi. Kaivostoimintojen häiriövaikutukset arvioidaan merkittävyydeltään vähäisiksi.

Toiminnan aikaisista välillisistä vaikutuksista merkittävimmät ovat pohjavesimuutosten myötä tapahtuvat mahdolliset elinympäristöjen muutokset. Avointen ja välipintaisten nevojen mahdollinen muuttuminen mätäspintaisiksi ja reuna-alueiltaan puustoisemmiksi voi aiheuttaa muutoksia pesimälajistossa. Vaikutuksen merkittävyys arvioidaan korkeintaan keskisuureksi kielteiseksi. Mikäli erityisiä lievennystoimenpiteitä käytetään, merkittävyys jää pieneksi.

20.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Merkittävimmäksi linnustoon kohdistuvaksi vaikutukseksi arvioidaan kaivoksen maanpäällisten rakenteiden rakentamisen aiheuttamat elinympäristömuutokset, minkä myötä koko peittoalueella nykyisin pesivä linnusto joutuu siirtymään uusille alueille. Tästä johtuen rakenteiden sijoittaminen mahdollisimman tiiviisti pienentäisi menetettävien elinympäristöjen pinta-alaa. Lisäksi sijoittamalla rakenteet kivennäismaa-alueille ja jo luonnontilansa menettäneille talousmetsäalueille ja välttämällä rakenteiden sijoittamista luonnontilaisille tai luonnontilaisen kaltaisille suoalueille (kuten vaihtoehdon VE2a mukainen yhdystie ja purkuputki Eliasaavan poikki), voitaisiin vähentää merkittävästi suojelullisesti huomionarvoiseen lintulajistoon kohdistuvia vaikutuksia.

Ajoittamalla kaivoksen maanpäällisten rakenteiden rakentamisen edellyttämät puuston raivaus, pintamaiden poisto ja muut alkuperäisiä elinympäristöjä muokkaavat toimet lintujen pesimäajan ulkopuolelle elo–huhtikuuhun, vältyttäisiin pesätuhoilta.

Kuten luvussa 12 on todettu, meluvaikutusten leviämistä ympäristöön voidaan ehkäistä merkittävästi esim. rakentamalla riittävät suojavallit melua aiheuttavien toimintojen ympärille. Vallit estäisivät myös liikkuvien koneiden ja ihmisten aiheuttaman visuaalisen häiriön leviämisen.

Välillisistä vaikutuksista hydrologisia vaikutuksia ja niiden kautta mahdollisesti tapahtuvien elinympäristömuutosten todennäköisyyttä ja voimakkuutta voidaan pienentää merkittävästi ottamalla maanalaisessa kaivoksessa käyttöön erityiset lievennystoimenpiteet eli laaja-alainen injektointi ja kaivostäyttö. Toteuttamalla hankevaihtoehto, jossa vinotunnelista mahdollisimman suuri osuus sijoittuu Viiankiaavan Natura-alueen ulkopuolelle, mahdolliset hydrologiset vaikutukset Natura-alueella jäisivät mahdollisimman vähäisiksi.

Rikastushiekan läjitysvaihtoehdoista märkäläjitys aiheuttaisi kuivaläjitystä huomattavasti pienemmät pölypäästöt ympäristöön. Hihnakuljettimien kotelointi ja malmin välivarastoalueen kattaminen (yksi avoin seinä) vähentävät myös pölyn leviämistä.

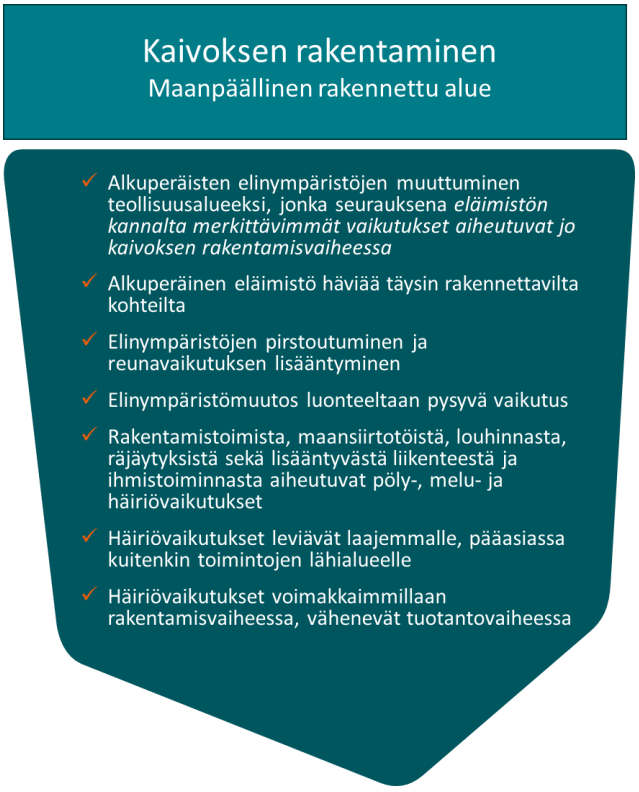
21 VAIKUTUKSET ELÄIMISTÖÖN JA HYÖNTEISLAJISTOON

Arvioinnin tarkoituksena on selvittää hankkeen merkittävimmät vaikutukset eläimistöön. Eläimistövaikutusten arvioinnissa käsitellään ne eläinryhmät (pl. kalat, linnut ja porot), joista on laadittu erillisselvitykset tai on olemassa selvitysaineistoa. Selvityksiä on laadittu seuraavista eläinryhmistä tai lajeista: hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset, jokihelmisimpukka, nilviäiset, viitasammakko, saukko, lepakko, suurpedot ja riistaeläimet.

21.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

21.1.1 Eläimistövaikutusten muodostuminen

Eläimistövaikutusten arviointi painottuu eläinten elinympäristöihin ja niissä hankkeen toteutumisen myötä tapahtuviin muutoksiin. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan sekä välittömien vaikutusalueiden, että välillisten vaikutusalueiden elinympäristötyypit. Vaikutusarviointi perustuu näissä elinympäristöissä tapahtuviin arvioituihin muutoksiin ja siihen, miten muutosten arvioidaan vaikuttavan niiden lajeihin.



Kuva 21-1 Eläimistövaikutusten muodostumisen periaatteita kaivoksen ja sen teknisten perusrakenteiden rakentamisvaiheessa.

Kuva 21-2 Eläimistövaikutusten muodostumisen periaatteita kaivoksen toiminnan aikana.

21.1.2 Rakentaminen

Eläimistöön kohdistuvat vaikutukset ilmenevät rakentamisvaiheessa sekä lajien elinympäristöjen häviämisen kautta välittöminä häiriövaikutuksina että elinympäristön muutosten kautta (Kuva 2-3). Rakentamisvaiheessa tehdasrakennusten, kaivannaisjätteiden sijoitusalueiden, vesialtaiden ja muiden rakenteiden alueilla sijainneet elinympäristöt häviävät. Rakentaminen muuttaa myös teknisten perusrakenteiden alueilla (esim. yhdystie ja kaivoksen ylijäämävesien purkuputki) lähiympäristön paikallisia hydrologisia olosuhteita, josta voi seurata muutoksia kasvillisuudessa ja sitä kautta vaikutuksia muodostuu eläimistöön. Lisäksi rakentaminen pirstoo eläinten suosimia ympäristöjä ja katkaisee niiden kytkeytymistä toisiinsa.

21.1.3 Rakentamis- ja toimintavaiheessa ilmenevät häiriövaikutukset

Melu ja tärinä

Kaivoksen rakentamis- ja toimintavaiheessa välittömiin vaikutuksiin lukeutuu melu, joka aiheutuu mm. kaivostoiminnasta, sivukivien ja rikastushiekan läjityksestä sekä liikenteestä. Melu häiritsee sille herkkiä eläimiä. Melu voi aiheuttaa pakenemis- ja välttämisreaktioita ja voi vaikuttaa siten eläinten esiintymisalueiden laatuun ja laajuuteen. Melu voi vaikuttaa myös eläinten väliseen ääniviestintään ja sitä kautta esim. lisääntymisen onnistumiseen (Cunnington ym. 2010). Melu voi haitata muun muassa sammakoiden kutua, kun melun takia sammakoiden kutuääni ei kanna ja melualtistus nostaa sammakoiden stressitasoa, joka heikentää lisääntymistä (Tennessen ym. 2014). Esimerkiksi viitasammakon kutuäänen äänenpainetaso on 1 metrin päässä 34 dB (Sztatecsny ym. 2012). Kun melutaso on tätä suurempi kutuääni ei välttämättä kuulu riittävän kauaksi.

Tärinällä voi olla vaikutuksia eläimistöön. Rautateiden tärinän ja melun tiedetään vaikuttavan erityisesti sammakkoeläimiin (Borda-de-Água ym. 2017). Tärinän vaikutuksia eläimistöön ei tunneta hyvin ja tärinä rinnastetaan usein melun kanssa yhteen. Melun ja tärinän osalta vaikutusten arviointi perustuu melu- ja tärinämallinnukseen (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020a ja 2020b).

Pöly

Kaivoksen rakentamisvaiheessa pölyämistä aiheuttavia toimintoja ovat etenkin raskaiden ajoneuvojen liikenne sekä rakentamisalueen maansiirto- ja räjäytystyöt. Toiminnan aikana pölypäästöjä syntyy pääasiassa kiviainesten ja rikastushiekan käsittelyssä ja varastoinnissa sekä kuljetusten yhteydessä. Sakatin kaivoksessa varsinainen kaivostoiminta tapahtuu maanalaisesti, jolloin pölypäästöt jäävät selvästi avolouhintaa pienemmiksi. Malmin käsittelyssä ja varastoinnissa pölyäviä vaiheita ovat murskaaminen, malmin ja sivukiven lastaus ja purkaminen, kuljetukset sekä tuulen aiheuttama pölyäminen (tuulieroosio) rikastushiekka- ja sivukivialueilta.

Suurilla pölymäärillä voi olla suoria haittavaikutuksia eläimistöön, mikäli pöly kulkeutuu limakalvoille ja hengityselimiin. Suuria pölymääriä esiintyy yleensä kuitenkin vain päästölähteen välittömässä läheisyydessä. Lisäksi pölyn kertyminen, sedimentoituminen Kenttäaavan eteläosan ja Eliasaavan pohjoisosan suon allikoihin ja veden samentuminen voi myös vaikuttaa sammakoihin erityisesti lisääntymisvaiheessa. Pölyhiukkaset voivat vaikuttaa kasveihin muuttamalla maaperän kemiallista koostumusta, tukkimalla ilmarakoja tai tunkeutumalla soluihin ilmarakojen kautta. Tällä voi olla vaikutusta kasvillisuuteen ja sitä kautta välillisesti myös eläimistöön.

Mikäli läjityksessä matalarikkinen rikastushiekka pölyää, sillä voi olla vaikutusta lähialueen pintamaan ja valumavesien kemiaan. Rikastushiekka sisältää raskasmetalleja sitoutuneena mineraaleihin, mm. kromia (Cr), kuparia (Cu), arseenia (As), kadmiumia (Cd) ja nikkeliä (Ni). Raskasmetalleilla voi olla hidas, mutta krooninen vaikutus organismeihin tuottamalla fysiologista stressiä. Stressi mm. muuttaa eläinten veren stressihormoni- ja entsyymipitoisuuksia ja alentaa siten vastustuskykyä. Alentunut vastustuskyky altistaa eläimen erilaisille taudeille. Sammakkoeläimistä nikkelialtistuksen suhteen herkimmillä lajeilla kroonisia kehityshäiriöitä (LC10-arvo) on todettu 41 µg/l:n nikkelipitoisuuksissa. Amerikkalaisen leopardisammakon (*Lithobates pipiens*) nuijapäiden kuolleisuus nousi selvästi, kun nikkelipitoisuus vedessä oli 650 µg/l (Leduc J., ym. 2016). Metallien kokonaispitoisuus ei kuitenkaan kuvaa hyvin metallien kertymistä eliöihin ja toksisuutta eliöstölle, vaan siihen vaikuttaa biosaatavuus (ympäristössä olevien haitta-aineiden kulkeutuminen ruokaketjuihin), johon puolestaan vaikuttavat mm. useat fysikaalis-kemialliset tekijät. Luonnonolosuhteissa merkittävä biosaatavuuteen vaikuttava tekijä on altistusaika. Vaikka raskasmetalleja esiintyy kohonneina pitoisuuksina rikastushiekassa, ne eivät ole siinä helppoliukoisessa muodossa. Liukoisuustestien perusteella matalarikkisen rikastushiekan suotovedessä on vähän metalleja. Useiden metallien osalta pitoisuudet suotovesissä olivat alle määritysrajan, joten on oletettavaa, että rikastushiekkapölystä ei liukene ympäristöön raskasmetalleja.

Iso-Britanniassa herkkien ekosysteemien osalta pölylaskeuman ohjeellisena suositusarvona käytetään 1 000 mg/m^2/vrk (UK Highways Agency 2005). Tätä kynnysarvoa esittää myös AONA Environmental (2020) pölyn leviämismalliraportissaan, joka on laadittu kaikkien vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b mukaisesti. Kuivaläjitysvaihtoehdot VE1a, VE2a ja VE3a aiheuttavat vaihtoehdoista laajimmat pölypäästöt.

Reunavaikutus ja valosaaste

Kaivokseen rakentaminen pirstoaa metsäympäristöä. Yhtenäisten alueiden pirstoutuminen vähentää kytkeytyneisyyttä ja lisää reuna-alueiden määrää (mm. Åberg ym. 2000, Haila ym. 1994). Tehdasalue, yhdystie ja hihnakuljetin (vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) sekä muut toimintaan liittyvät rakenteet muodostavat metsäalueilla pysyvän reunavaikutukseen, jonka seurauksena metsän reunaosilla pienilmasto-olot muuttuvat (ilmaston kuivuminen, valoisuuden ja tuulisuuden lisääntyminen sekä maksimilämpötilan nousu ja lämpötilavaihteluiden lisääntyminen). Reunavaikutuksen vuoksi metsäkasvillisuuden koostumus sekä kasvilajien runsaussuhteet muuttuvat reunalla. Reunavaikutukselle herkkiä ovat eräät sammaleet, käävät ja epifyyttijäkälät, mutta reunavaikutus boreaalisten metsien kasvillisuudelle on yleisesti heikko, ei kovin kauas ulottuva (Väistö 2018). Metsänreunan kasvillisuudelle tyypillisiä ilmiöitä ovat muun muassa valoa suosivien kasvilajien runsaus ja varjokasvien vähyys, puiden taimien runsaus sekä puuston reunatihentymä. Reunat saattavat vaikuttaa myös lajien välisiin vuorovaikutussuhteisiin. Eliölajeihin on todettu kohdistuvan enemmän saalistuspainetta metsien reunoissa kuin metsien sisäosissa.

Sakatin kaivoksen valaistus muuttaa kaivosalueen ympäristön luonnonvalaistusta keinotekoiseksi. Keinotekoisen valon tiedetään vaikuttavan eläimistöön mm. yökkösiin ja pölyttäjiin (Perkin ym. 2013, Owens and Lewis 2018).

21.1.4 Toiminnan aikaiset hydrologiset vaikutukset

Toiminnan aikaisiin vaikutuksiin kuuluvat hydrologiset vaikutukset, jotka voivat vaikuttaa vesistöjen, soiden ja lähteiden eliöstöön.

Hydrologisten vaikutusten arviointi perustuu pääasiassa pohjaveden virtausmallinnukseen (Stantec Consulting Ltd 2020) sekä vesistömallinnukseen (AFRY Finland Oy 2020d). Pohjaveden virtausmallinnus on tehty vaihtoehdosta VE1a, jossa vinotunneli kiertää Natura-alueen. Kuvaus hydrologisista vaikutuksista ja lieventämistoimista on esitetty luvussa 19 (Vaikutukset luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen).

21.1.5 Lopettamisen aikaiset vaikutukset

Kaivostoiminnan päättäminen tapahtuu sulkemissuunnitelman mukaisesti. Alueen sulkeminen ei aiheuta erillistä päästölisäystä tai haittavaikutusta eläimistölle.

21.1.6 Luontovaikutusten tarkastelualue

Varsinaisen hankealueen (eli maanpäälliset tekniset rakenteet, maanalaisen kaivoksen alue sekä kaivoshankkeeseen liittyvä tiestö, Kitisen ylittävä silta, raakavedenotto ja ylijäämävesien purku ja kaivoksen sähköntarpeeseen rakennettava 110 kV voimajohto) lisäksi vaikutusten tarkastelualueeseen katsotaan kuuluvaksi myös pölyn, tärinän ja melun sekä välillisten vaikutusten, kuten hydrologisten vaikutusten arvioitu laajuus.

Pohjavesivaikutus keskittyy maanalaisen kaivoksen lähiympäristöön. Hankkeen pintavesi-vaikutukset syntyvät erityisesti Kuusivaaralla rakennettavien alueiden kuivanapidosta sekä kaivoksen toimintaa varten otettavan ja alueelta pois johdettavan veden vaikutuksista. Nämä vaikutukset ulottuvat tehdasalueen lähialueelle. Lisäksi kaivoksen toiminnan aikana lännen, lounaan ja etelän suunnassa sijaitsevien melko pienten lähivaluma-alueiden pinta-alat pienentyvät tehdasalueen valumavesijärjestelyjen vuoksi. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tehdasalueesta luoteeseen oleva valuma-alue pienentyy noin 60 % (AFRY Finland Oy 2020c). Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tehdasalueesta lounaaseen sijaitseva Porokodanjängän valuma-alue pienentyy noin 15–20 %.

Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b Porokodanjängän valuma-alueen pienentyminen on noin 15–20 %. Etelän suunnan Eliasojan valuma-alueen pinta-ala pienentyy vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b noin 20 %.

Meluvaikutukset jakaantuvat kaivoksen rakentamisen ja sen toiminnan aikaisiin. Rakentamisen aikana melua syntyy etenkin yhdysteiden, altaiden ja muiden rakenteiden maanrakennustöistä sekä tarvekiven ja kaivoksen vinotunnelien louhinnasta. 45 dB:n ylittävä melu leviää ilman lieventämistoimia useiden satojen metrin päähän jopa 1 km päähän melulähteestä (ks. luku 12.3).

Tärinää syntyy liikenteestä, rakentamisvaiheessa tarvekivilouhoksella ja varasto- sekä rikastamoalueiden maarakennustöissä. Kaivoksen vinotunnelien ja vaihtoehtojen VE2a sekä VE3a pystykuilujen louhinnasta syntyy tarvekivilouhoksen tärinään verrattavissa olevaa tärinää. Lisäksi tärinää muodostuu kaivoksen toiminnan aikana louhinnasta. Tärinähaitta keskittyy tehdasalueelle ja liikennöivien väylien läheisyyteen sekä esiintymän yläpuolella olevalle Viiankiaavalle. Yhdystien sekä raskaan liikenteen reittien osalta tärinäalueet ulottuvat 20–125 m etäisyydelle tien keskeltä. Kaivoksen vinotunnelien ja pystykuilujen sekä kaivoksen louhinnan tärinän voimakkuus määräytyy käytettävän yhtäaikaisesti räjähtävän räjähdemäärän mukaan. Rakennusvaiheen tärinä ilmenee tärinälähteestä alle 300–425 m päähän (ks. luku 13). Toiminnan aikana ihmisen havaitseman tärinän alue ulottuu maanpinnalla mitattuna enimmillään noin 1,8 km etäisyydelle malmin louhintapaikasta, kun se on noin 500 m maanpinnan alapuolella (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020b).

Pääosa kaivosten aiheuttamista pölypäästöistä on suuria hiukkasia (läpimitta >30 µm), jotka kulkeutuvat tyypillisesti enintään muutamien satojen metrien etäisyydelle päästölähteestä. Alle 10 µm (PM10) kokoluokan hiukkaset voivat kulkeutua suotuisissa olosuhteissa useamman kilometrin päähän päästölähteestä. Pölypäästöjen leviäminen ympäristöön on arvioitu leviämismallilla (AONA Environmental 2020). Pölyhaitta keskittyy tehdasalueelle ja liikennöivien väylien läheisyyteen.

Reunavaikutus ulottuu metsän reunasta noin 10–50 metriä metsän sisäosiin (Esseen 1994, Esseen and Renhorn 1998, Tolvanen 1997, Väistö 2018). Suoralla ympäristön valaistuksella on paikallinen vaikutus, mutta valaistus tuottaa ylöspäin heijastuvan keinovalon, jonka pöly ja kaasumolekyylit hajottavat ilmakehässä, jolloin se ilmenee laajemmalla alueella. Valosaaste ilmenee laajalla alueella useiden kilometrinen päähän, mutta välitön haitta-alue ulottuu valaistun kohteen lähiympäristöön muutamien kymmenien metrien päähän.

21.1.7 Arvioinnin epävarmuustekijät

Vaikutus pohjaveden alenemaan on arvioitu mallitarkasteluna vain vaihtoehto VE1a:lle (Stantec Consulting Ltd 2020). Muille vaihtoehdoille on pintavesien vaikutustarkastelussa yleisesti ottaen arvioituna oletettu sama pohjaveden alenema kuin vaihtoehto VE1a:ssa. Kaivoksen vinotunnelin sijoittamisessa on eroa vaihtoehtojen välillä. Sen sijaan muut maanalaiset rakenteet ovat samoja kaikissa vaihtoehdoissa.

Pölyn ja tärinän vaikutuksista eläimiin on vähän tutkimuksia ja tästä syystä arviointiin tältä osin liittyy epävarmuutta.

Viitasammakon vaikutusten arviointiin liittyy epävarmuutta suunnitelmien yleispiirteisyyden takia mm. yhdystien osalta. Samoin viitasammakon kokonaislevinneisyyteen ja kutupaikkojen sijoittumiseen eri vuosina liittyy tiettyä epävarmuutta, koska lajille soveliaita elinympäristöjä on varsin laajasti. Lisäksi viitasammakon melunsietoa ei tunneta riittävästi, ja eri kehitysvaiheita koskevia toksisuustutkimuksia on tehty hyvin vähän. Vaikutusten arviointia voidaan tarkentaa ympäristölupavaiheessa pohjautuen riittäviin selvityksin ja suunnitelmien tarkentuessa.

Lettokoin arviointiin liittyy epävarmuutta, koska korven valuma-alueen tarkkaan määrittämiseen tarvitaan maastohavaintoja vesien virtaussuunnista ja tarkempi pohjakartta.

Suojeltaviin hyönteisiin ja kovakuoriaisiin liittyy epävarmuutta, koska hankealueella, johon kohdistuu rakennustoimia, on luontotyyppejä, joilla voi olla merkittävää ja suojeltavaa lajistoa. Tämä tulee esille Albus Luontopalvelut Oy:n (2020) laatimassa esiselvityksessä Kuusivaaran ja Kelujoen välialueen perhoset (*Lepidoptera*) ja kovakuoriaiset (*Coleoptera*).

21.2 Lähtötiedot

Sakatin kaivoshankkeeseen liittyen on tehty erillisselvityksiä direktiivilajien, eli saukon, lepakoiden, viitasammakon, suurpetojen, jättisukeltajan ja kirjojokikorennon osalta. Samoin alueen hyönteisiä ja kovakuoriaisia on kartoitettu. Lähtötietona on myös käytetty SYKE:n Eliölajit-tietojärjestelmän tietoja (TAXON).

Hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset

- Salmela, ym. 2015: Malaise-hyönteispyynti Lapin suojelualueilla 2012–2014.
- Albus Luontopalvelut Oy 2015: Sodankylän Sakatin alueen perhoslajisto (Lepidoptera) kesällä 2015.
- Albus Luontopalvelut Oy 2016b: Sodankylän Sakatin alueen uhanalainen kovakuoriaislajisto (Coleoptera).
- Albus Luontopalvelut Oy 2017: Sodankylän Sakatin alueen uhanalainen perhoslajisto (Lepidoptera) - Luontoselvitykset 2015 ja 2017.
- Albus Luontopalvelut Oy 2017b: Sodankylän Sakatin alueen uhanalainen kovakuoriaislajisto (Coleoptera) - Luontoselvitykset 2015 ja 2017.
- Albus Luontopalvelut Oy 2017c: Jättisukeltaja (*Dytiscus latissimus*) Sodankylä Sakatin alueella – Luontoselvitys 2017.
- Albus Luontopalvelut Oy 2019a: Kirjojokikorennon (*Ophiogomphus cecilia*) esiintyminen ja elinvoimaisuus Sodankylän Viiankiaapaa reunustavissa joissa kesällä 2018.
- Albus Luontopalvelut Oy 2020: Sodankylän Kuusivaaran ja Kelujoen välialueen perhoset (Lepidoptera) ja kovakuoriaiset (Coleoptera) – Esiselvitys 2019.

Jokihelmisimpukka ja nilviäiset

- Könönen, K. 2018: Sodankylän Viiankiaavan Sakatin ja Matiaksenrämeen nilviäiskartoitus vuonna 2018. Hydrologia-LIFE (LIFE16NAT/FI/000583).
- Albus Luontopalvelut Oy 2019b: Arvio Sodankylän Viiankiaavan alueelle suunnitellun kaivostoiminnan vaikutuksista jokihelmisimpukkaan (*Margaritifera margaritifera*)

Viitasammakko

- Ahma ympäristö Oy 2014b: Kersilön viitasammakkoselvitys 2013.
- Ahma ympäristö Oy 2015d: Viiankiaavan viitasammakkoselvitys 2013.
- Ahma ympäristö Oy 2015e: Viiankiaavan viitasammakkoselvitys 2015.
- Eurofins Ahma Oy 2018g: Kelukoski-Kuusivaara viitasammakkoselvitys 2018.
- Eurofins Ahma Oy 2019c: Viitasammakkoselvitys 2019.
- Ramboll Finland Oy 2020: Viitasammakkoselvitys.

Saukko

- Lapin vesitutkimus Oy 2011: Viiankiaavan saukkokartoitus vuosina 2010 ja 2011.
- Ahma ympäristö Oy 2013b: Kersilön ja korvaavien Natura-alueiden saukkokartoitus 2013.
- Ahma ympäristö Oy 2016d: Viiankiaavan ja Kersilön alueen saukkokartoitus 2016.
- Eurofins Ahma Oy 2020d: Kitisen saukkoselvitys 2019–2020.

Lepakko

- Ahma ympäristö Oy 2013c: Viiankiaapa-Kersilö lepakkoselvitys 2012.
- Ahma ympäristö Oy 2015f: Viiankiaapa-Kersilö lepakkoselvitys vuosina 2012 ja 2015.
- Eurofins Ahma Oy 2018h: Kelukoski-Kersilö-Viiankiaapa lepakkoselvitys vuosina 2012, 2015 ja 2018.

Suurpedot ja riistaeläimet

- Ahma ympäristö Oy 2016e: Suurpetoselvitys 2016.
- Ahma ympäristö Oy 2016b: Viiankiaavan ja Kersilön alueen riistakolmiolaskennat 2016.

21.2.1 Hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset

Viiankiaavalla esiintyviä hyönteisiä on selvitetty vuosina 2012-2014 osana laajempia lajistokartoituksia Lapin suojelualueilla (Salmela ym. 2015). Hankkeessa perhoslajistoa on selvitetty vuosina 2015 ja 2017 (Albus Luontopalvelut Oy 2015, Albus Luontopalvelut Oy 2017a). Selvitysalueet olivat Ruosteoja, Kärväslampi ja -niemi, Kotavaara, Viiankijärvi, Tiukuoja, Koistamonpulju, Kuusivaara, Hietakangas Pyöriönniva ja Kärväsniemi koillisalue. Vuoden 2015 aikana Sakatin alueella selvitettiin kovakuoriaisia (Albus Luontopalvelut Oy 2016). Lisäksi Viiankiaavalla sekä Kitisen jokivarren selvitysalueella esiintyvästä kovakuoriaislajistosta laadittiin jatkoselvitys vuonna 2017.

Vuonna 2019 laadittiin Kuusivaaraan ja sen eteläpuolista suoalueelta (Eliasaapa, Porokodanjänkä ja Ulkusijanaapa) sekä Kuusivaaran yhdystielinjauksen alueelta ja Kitisen ja Kelujoen siltavaihtoehtojen vaikutuspiirissä olevia alueilta perhosten (Lepidoptera) ja kovakuoriaisten (Coleoptera) esiselvitys, jossa arvioitiin kohdelajiston esiintymistodennäköisyyttä ja jatkoselvitystarpeita käynnissä olevan ympäristölupamenettelyn tarpeisiin. (Albus Luontopalvelut Oy 2020). Arvio koski ensisijaisesti kohdealueen aiemmin selvittämättömiä perhos- (Lepidoptera) ja kovakuoriaislajistoa (Coleoptera).

21.2.2 Jättisukeltaja ja kirjojokikorento

Kesällä 2017 selvitettiin jättisukeltajan esiintymistä Sakatin ympäristössä (Albus Luontopalvelut Oy 2017c). Selvitys toteutettiin passiivisesti pyytävillä sukeltajakatiskoilla, joiden käyttö on ko. lajin esiintymisselvityksissä suositeltava menetelmä (Nieminen & Ahola 2017). Jättisukeltajan kartoituskohteena olivat yleisselvitysalueen järvet, suuremmat lammet ja Kitisen laajemmat suvantopaikat (Kuva 21-3).

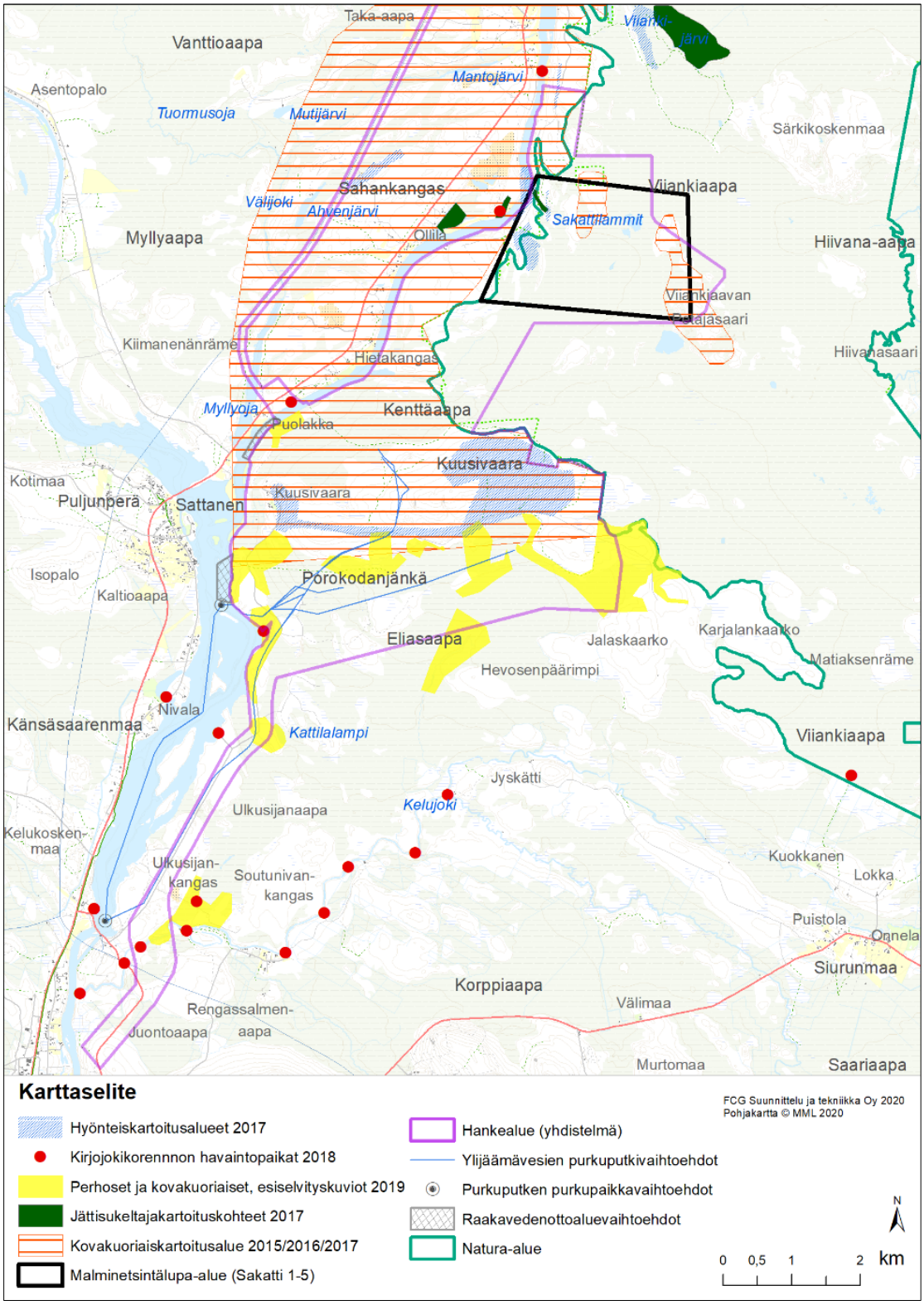
Kesän 2018 aikana selvitettiin kirjojokikorennon esiintymistä ja elinvoimaisuutta hankealueen lähiympäristöjen virtavesissä (Albus Luontopalvelut Oy 2019a). Kirjojokikorentokartoitus kohdistettiin lajille sopiviin elinympäristöihin. Lajin esiintymistä selvitettiin yhdeksällä Kelujoen ja kahdeksalla Kitisen kohteella. Lisäksi kartoitus kohdistettiin seitsemälle muulle kohteelle, jotka ovat pienempi virtavesiä ja kosteikkoalueita (Kuva 21-3). Työ toteutettiin kävelemällä rantaviiva läpi ja määrittämällä havaitut sudenkorennot kiikaroimalla, läheltä lentäneet yksilöt haavittiin.

21.2.3 Jokihelmisimpukka

Albus Luontopalvelut Oy (2019b) on tarkastellut jokihelmisimpukan esiintymistä ympäröivissä vesistöissä olemassa olevan havaintoaineiston perusteella. Selvityksen mukaan jokihelmisimpukan esiintyminen kaivoksen ja sen oheistoimintojen vaikutusalueella Kitisessä, Kelujoessa tai Ylijoessa on epätodennäköistä.

21.2.4 Lettosiemenkotilo

Viiankiaavalta on myös kartoitettu lettosiemenkotilon esiintymistä (Könönen, K. 2018). Lettosiemenkotilo kuuluu Euroopan unionin luontodirektiivin II liitteen lajeihin (Ympäristöministeriö 2020).

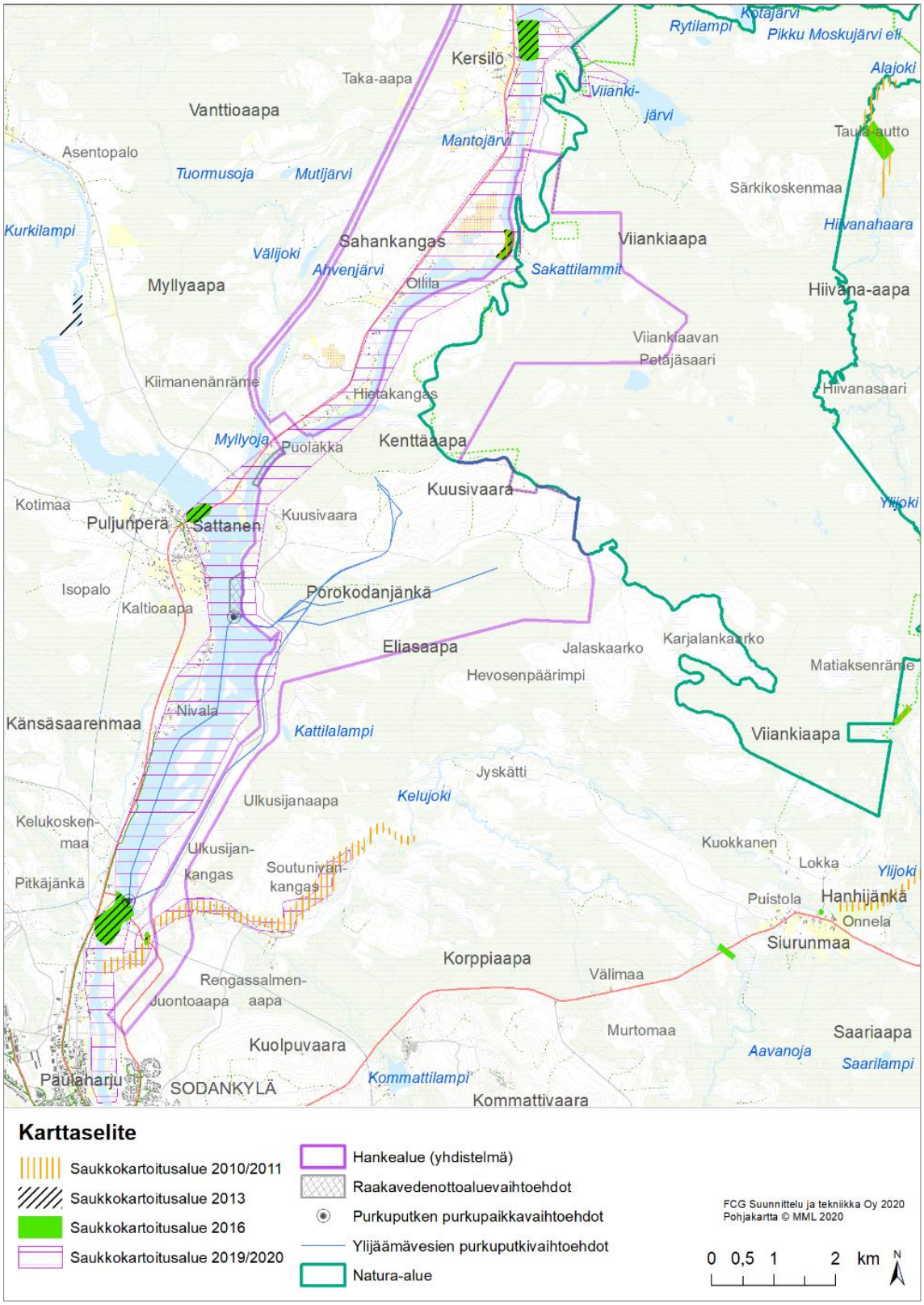


Kuva 21-3 Hankkeen aikana tehtyjen hyönteisselvityksien kartoitusalueet. Vuoden 2015 ja 2017 kartoitus käsitti myös Sakatti 1-5 valtausalueen kokonaisuudessaan (Salmela, ym. 2015, Albus Luontopalvelut Oy 2015, Albus Luontopalvelut Oy 2016, Albus Luontopalvelut Oy 2017a, 2017b, 2017c, Albus Luontopalvelut Oy 2019a).

21.2.5 Saukko

Saukkoselvityksiä on tehty vuosina 2010–2011, 2013, 2016, 2019 ja 2020 (Lapin vesitutkimus 2011, Ahma ympäristö Oy 2013b, Ahma ympäristö Oy 2016d, Eurofins Ahma Oy 2020d). Saukoista on tehty havaintoja koko tänä aikana myös muiden selvitysten yhteydessä.

Saukkokartoitukset on tehty lumijälkilaskentoina kevättalvella vesistöjen ollessa jäässä. Kartoitettujen alueiden valinta on perustunut virtavesien sijoittumiseen selvitysalueella. Kartoituskohteina olivat 2010-2011 ja 2016 Viiankiaavan valuma-alueilla sijaitsevat Alajoki, Ylijoki, Kelujoki sekä Kitinen. Saukkokartoitusta on täydennetty 2013 Kersilön länsipuolisen alueen sekä Vanttioaavan virtavesikohteilla. Vuoden 2019 ja 2020 kartoituksen selvitysalueeseen ovat kuuluneet Kitisen pääuoma Matarakosken voimalaitokselta Sodankylän taajaman pohjoispuolelle saakka, Kelujoen alaosa Kitiseltä Soutunivalle asti ja Matarakosken alle laskeva Tiukuoja sekä Viiankijärvenoja. Jokivarsia kartoitettiin sulapaikkojen läheisyyteen sijoittuvilla alueilla mahdollisuuksien mukaan noin sata tai satoja metrejä. Kartat ja tarkemmat tiedot kartoitetuista kohteista sekä kartoitusmenetelmistä on esitetty erillisraporteissa. Lisäksi saukkohavaintoja on saatu myös AASM Oy:n edustajilta ja niitä on kyselty paikallisilta asukkailta.



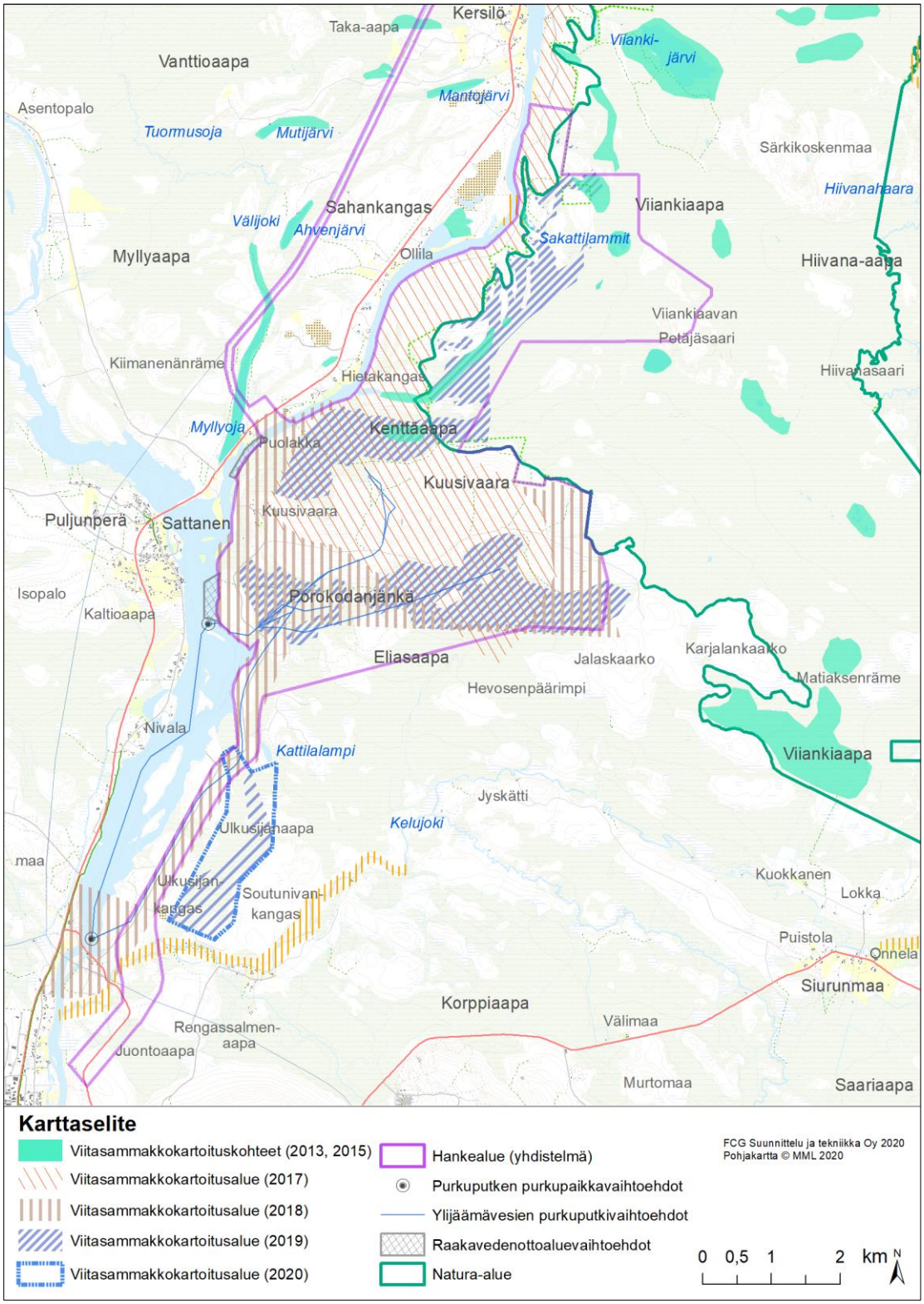
Kuva 21-4 Saukkokartoitusalueet (Lapin vesitutkimus 2011, Ahma ympäristö Oy 2013, Ahma ympäristö Oy 2016, Eurofins Ahma Oy 2020d).

21.2.6 Lepakot

Lepakoita on selvitetty Viiankiaavan ja Kersilön alueilla vuosina 2012, 2015 ja 2018. Kartoitukset toteutettiin molempina vuosina linjakartoituksena kolmena ajankohtana kesä-, heinä- ja elokuussa. Kaikkiaan kartoituksiin käytettiin vuonna 2012 13 yötä ja vuonna 2015 10 yötä ja 2018 kolme yötä. Kartoitusalueen laajuuden vuoksi linjoja kuljettiin kävelyn lisäksi pyörällä, kanootilla ja autolla. Vuoden 2012 kartoituksen aikana kuljettiin kaikkiaan 378,6 km laskentalinjaa ja 2015 kartoitusten aikana kaikkiaan 334,8 km ja vuonna 2018 noin 50 km. Lepakoita havainnoitiin lepakkodetektorin sekä näköhavaintojen avulla. Varsinkin kesä- ja heinäkuussa on Sodankylän korkeudella niin valoisaa, että näköhavainnointi on mahdollista.

21.2.7 Viitasammakko

Viitasammakkoselvityksiä on Sakatin alueella toteutettu vuosina 2013, 2015, 2017, 2018, 2019 ja 2020. Kartoituksen kohteina olivat potentiaalisiksi kutupaikoiksi arvioidut elinympäristöt hankealueella ja Viiankiaavan Natura-alueella. Lisäksi kartoitettiin lähimmät soveliaat elinympäristöt Kitisen länsipuolella sekä Viiankiaavan Natura-alueen pohjoispuolella. Arviointi tehtiin etukäteen kartta- ja ilmakuvatarkastelun sekä aiempien havaintojen perusteella. Potentiaaliset alueet kierrettiin aktiivisimman soidinääntelyn ja kutemisen aikaan kävellen sekä kanootilla/kumiveneellä. Kartoitus perustui kutevien sammakoiden paikantamiseen paitsi ääntelyn, myös potentiaalisten kutualueiden vesipinnoilla liikehtivien sammakoiden perusteella. Lisäksi näitä alueita kiertäessä etsittiin mahdollisia kuteneiden sammakoiden kutupalloja. Lisäksi alueelta on kerätty viitasammakkohavaintoja muiden kartoitusten yhteydessä.



Kuva 21-5 Viitasammakkokartoitusalueet vuosina 2017-2019. Vuoden 2015 kartoitus käsitti myös Sakatti 1-5 valtausalueen kokonaisuudessaan. Ahma Ympäristö Oy 2014b, Ahma Ympäristö Oy 2015d, Ahma Ympäristö Oy 2015e, Eurofins Ahma Oy 2018g, Eurofins Ahma Oy 2019c, Ramboll Finland Oy 2020f).

21.2.8 Riista- ja petoeläimet

Suurpetoselvitys on toteutettu olemassa olevaan aineistoon perustuen. Tärkein tausta-aineisto oli petoyhdyshenkilöiden suurpetotutkimukselle vuoden 2014 aikana ilmoittamat havainnot noin 40 km säteeltä Sakatin ympäriltä. Lisäksi selvitysalueella ja sen lähialueilla on tehty luontokartoituksia vuodesta 2009 lähtien ja niiden yhteydessä tai muuten alueella liikuttaessa on kerätty havaintoja myös suurpedoista. Myös olemassa olevaa, lähinnä suurpetotutkimukseen liittyvää aineistoa tarkistettiin Luonnonvarakeskukselta.

Muiden eläinlajien osalta alueella on tehty riistakolmiolaskentoja talvella 2016. Selvitys suoritettiin lumijälkilaskentana. Alueelle perustettiin neljä kolmiota, joiden yhteispituus oli 48,4 km. Tästä 23 km sijoittui Viiankiaavan Natura-alueelle. Yksi kolmio sijaitsi kokonaisuudessaan hankealueella. Yksi kolmio sijaitsi kokonaisuudessaan Natura-alueella, yksi kolmio suurelta osin Natura-alueella, mutta osin sen ulkopuolella ja yksi kolmio Kitisen länsipuolella Kersilön alueella. Kartat ja tarkemmat tiedot kartoitetuista kohteista sekä kartoitusmenetelmistä on esitetty erillisraportissa.

Muita erillisselvityksiä ei ole tehty, vaan muiden eläinlajien osalta nykytila kuvataan yleisellä tasolla lähinnä niiden levinneisyystietojen perusteella.

21.3 Eläimistön nykytila

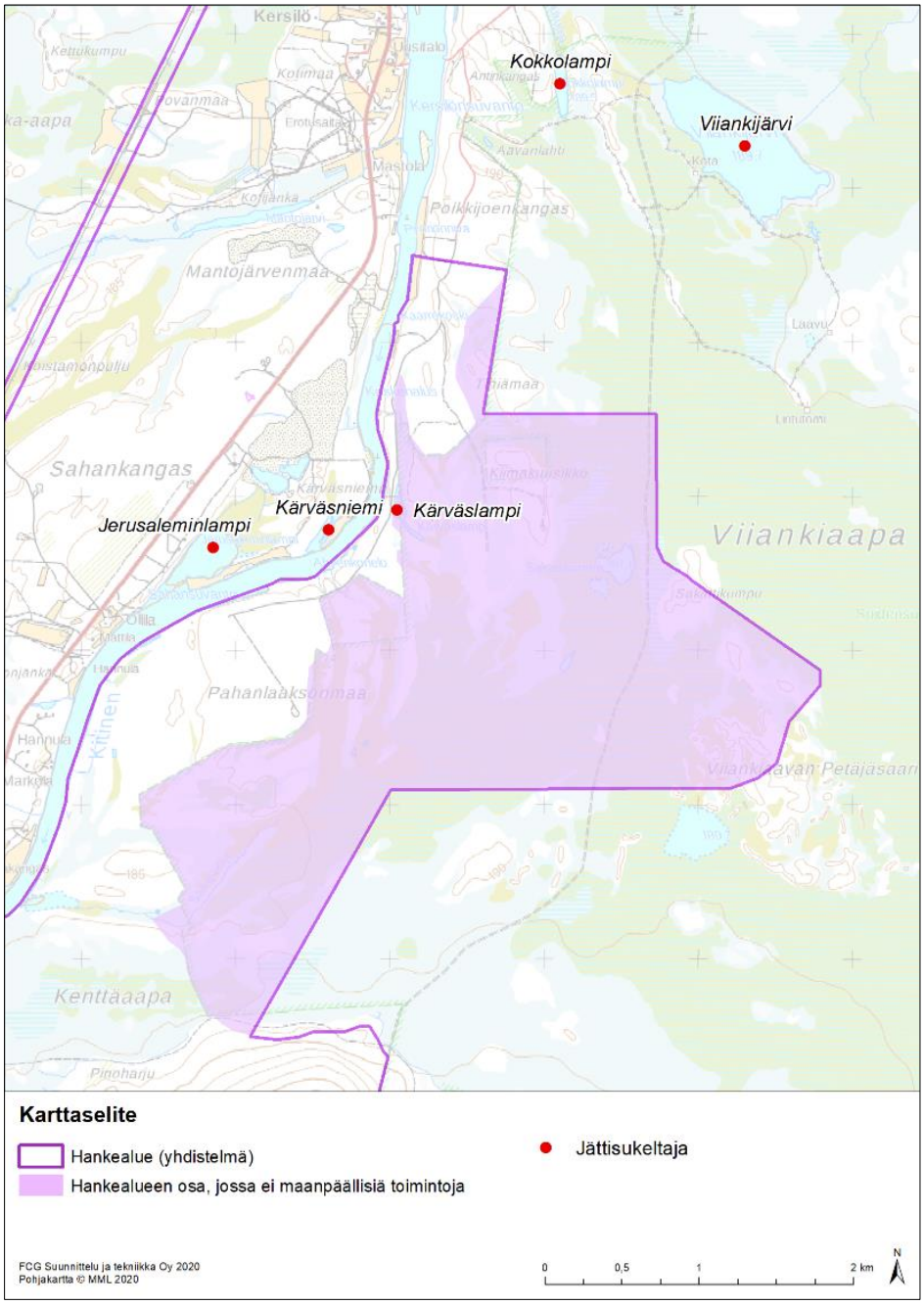
21.3.1 Luontodirektiivin liitteen II ja IV(a) lajit

Jokihelmisimpukka

Jokihelmisimpukka on erittäin uhanalainen, erityisesti suojeltava, rauhoitettu ja EU:n luontodirektiivin liitteessä II (myös liite V) mainittu laji. Laji elää vuolaasti virtaavissa jokiuomissa ja puroissa, jotka ovat varjoisia, viileitä, puhtaita ja runsashappisia. Laji vaatii lohikalojen läsnäoloa. Lajista tehdyn selvityksen mukaan (Albus Luontopalvelut Oy 2019b) jokihelmisimpukan esiintyminen Viiankiaavalle suunnitellun kaivoksen ja sen oheistoimintojen vaikutusalueella Kitisessä, Kelujoessa tai Ylijoessa on epätodennäköistä. Ylijoen osalta tähän vaikuttaa isäntäkalojen (taimen) puuttuminen ja veden kemialliset ominaisuudet. Kitisen osalta mahdollinen jokihelmisimpukan esiintymisalue sijoittuu Kelujokisuun yläpuolelle, mutta alueelta ei saatu yhtään nykyhavaintoa tai aikaisempaa historiallista havaintoa lajista.

Jättisukeltaja

Jättisukeltaja on vedessä elävä kovakuoriainen ja se on mainittu Euroopan unionin luontodirektiivin liitteessä II ja IV. Suomessa laji on elinvoimainen (Hyvärinen ym. 2019). Kartoituksessa lajia havaittiin sekä kirkas- että tummavetisistä pienistä ja keskisuurista lammista ja järvistä, joilla on leveälti rantakasvillisuutta. Laji havaittiin seuraavilta kohteilta: Kärväslampi, Kokkolampi, Viiankijärvi, Jerusaleminlampi ja Kärväsniemi (Kuva 21-6). Havaintojen perusteella laji on selvitysalueella yleinen (Albus Luontopalvelut Oy 2017c).



Kuva 21-6 Tunnetut jättisukeltajan esiintymäpaikat (Albus Luontopalvelut Oy 2017c).

Kirjojokikorento

Kirjojokikorento on Suomessa paikoittaisesti esiintyvä, itäinen sudenkorentolaji, joka viihtyy virtavesissä. Laji on mainittu Euroopan unionin luontodirektiivin liitteessä II ja IV. Laji on myös rauhoitettu luonnonsuojelulain nojalla. Suomessa laji on luokiteltu elinvoimaiseksi (Hyvärinen ym. 2019). Vuoden 2018 kartoituksessa havaittiin koiraspuolinen kirjojokikorentoyksilö yhdellä tutkimuspaikalla Kelujoen alajuoksulla (Albus Luontopalvelut Oy 2019a).

Lettosiemenkotilo

Viiankiaavan eläimistöön kuuluu silmälläpidettävä lettosiemenkotilo (Vertigo geyeri), jonka elinympäristöä ovat lettosuot, rantaniityt, lähteiköt ja lehtometsät (Koivunen ym. 2014). Lajia on todettu kahdessa kohtaa Viiankiaavalla (Könönen 2018). Laji on mainittu luontodirektiivin II liitteessä.

Saukko

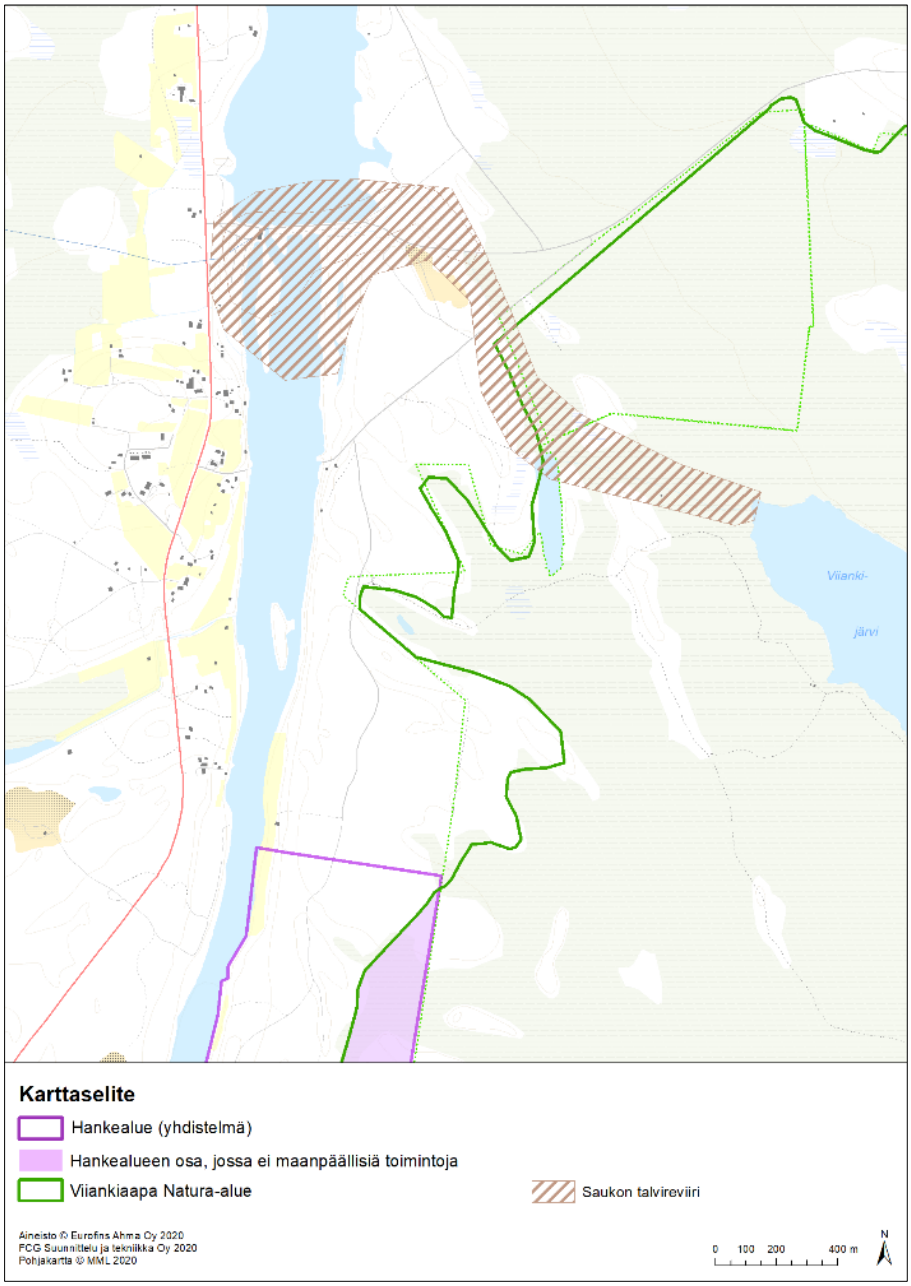
Saukko kuuluu luontodirektiivin liitteen II lajeihin, sekä ns. tiukasti suojeltuihin luontodirektiivin liitteen IV(a) lajeihin, joita koskee luonnonsuojelulain 49 §:n mukainen levähdys- ja lisääntymispaikan hävittämis- ja heikentämiskielto. Saukko kuuluu Viiankiaavan Natura 2000 -alueen suojelun perusteena oleviin lajeihin (SYKE:n karttapalvelu 2020). Suomessa saukko on luokiteltu viimeisimmässä uhanalaisuusarvioinnissa elinvoimaiseksi lajiksi (Hyvärinen ym. 2019).

Saukon elinpiiri on laaja, usein kymmenien kilometrien pituinen vesistöreitin osuus. Talvisessa ravinnonsaannissa saukko on riippuvainen sulapaikoista ja jäänalaisista tunneleista. Sulana pysyvien vesialueiden määrä onkin rajoittava tekijä alueen soveltumiselle saukon lisääntymisalueeksi (Sulkava 2017).

Useiden vuosien aikana tehtyjen selvitysten perusteella saukkoja liikkuu jossain määrin koko selvitysalueella (Lapin Vesitutkimus Oy 2011d, Ahma Ympäristö Oy 2013b, Ahma Ympäristö Oy 2016d, Eurofins Ahma Oy 2020d). Talvireviireitä, lisääntymispaikat ja ruokailualueita sijaitsee (Kuva 21-7):

- Matarakosken voimalaitoksen alapuolella on saukon talvireviiri, joka on myös lisääntymispaikka. Talvireviiri jatkuu sulapaikkojen saatavuuden mukaan Kitisestä Tiukuojaa pitkin Viiankijärvelle saakka.
- Kelujokivarressa Soutunivasta yläjuoksulle päin. Sopivien sulapaikkojen esiintyessä koko Kelujoki on saukon käyttämää ruokailualuetta. Kelujoen alajuoksu on leutoina talvina osa saukon talvireviiriä. Varsinainen lisääntymispaikka on todennäköisesti Soutunivaa ylempänä jokivarressa. Talvella 2020 vähintään yksi saukko oli kulkenut jokivartta ja kalastellut vähäisissä sulapaikoissa, mutta kevään 2019 kartoituksessa ei tehty yhtään havaintoa saukosta.

Muut jälkihavainnot, joita tehtiin laajalti eri virtavesissä, kuuluvat alueella laajemmin liikkuville yksilöille.



Kuva 21-7 Matarakosken voimalaitoksen alapuolella on saukon talvireviiri, joka on myös lisääntymispaikka. Talvireviiri jatkuu Kitisestä Tiukuojaa pitkin Viiankijärvelle saakka. (Eurofins Ahma Oy 2020d).

Lepakot

Lepakkolajien levinneisyystietojen perusteella selvitysalueella voidaan olettaa esiintyvän vain pohjanlepakkoa, jonka levinneisyys on kaikista maailman lepakkolajeista pohjoisin. Vuosina 2012, 2015 ja 2018 tehdyissä kattavissa lepakkoselvityksissä ei kuitenkaan havaittu lepakoita (Ahma Ympäristö Oy 2013c ja Ahma Ympäristö Oy 2018h). Näin ollen alueen laajuudesta huolimatta on epätodennäköistä, että alueella esiintyisi lepakoiden levähdys- tai lisääntymispaikkoja tai lepakoille tärkeitä ravinnonhankinta-alueita.

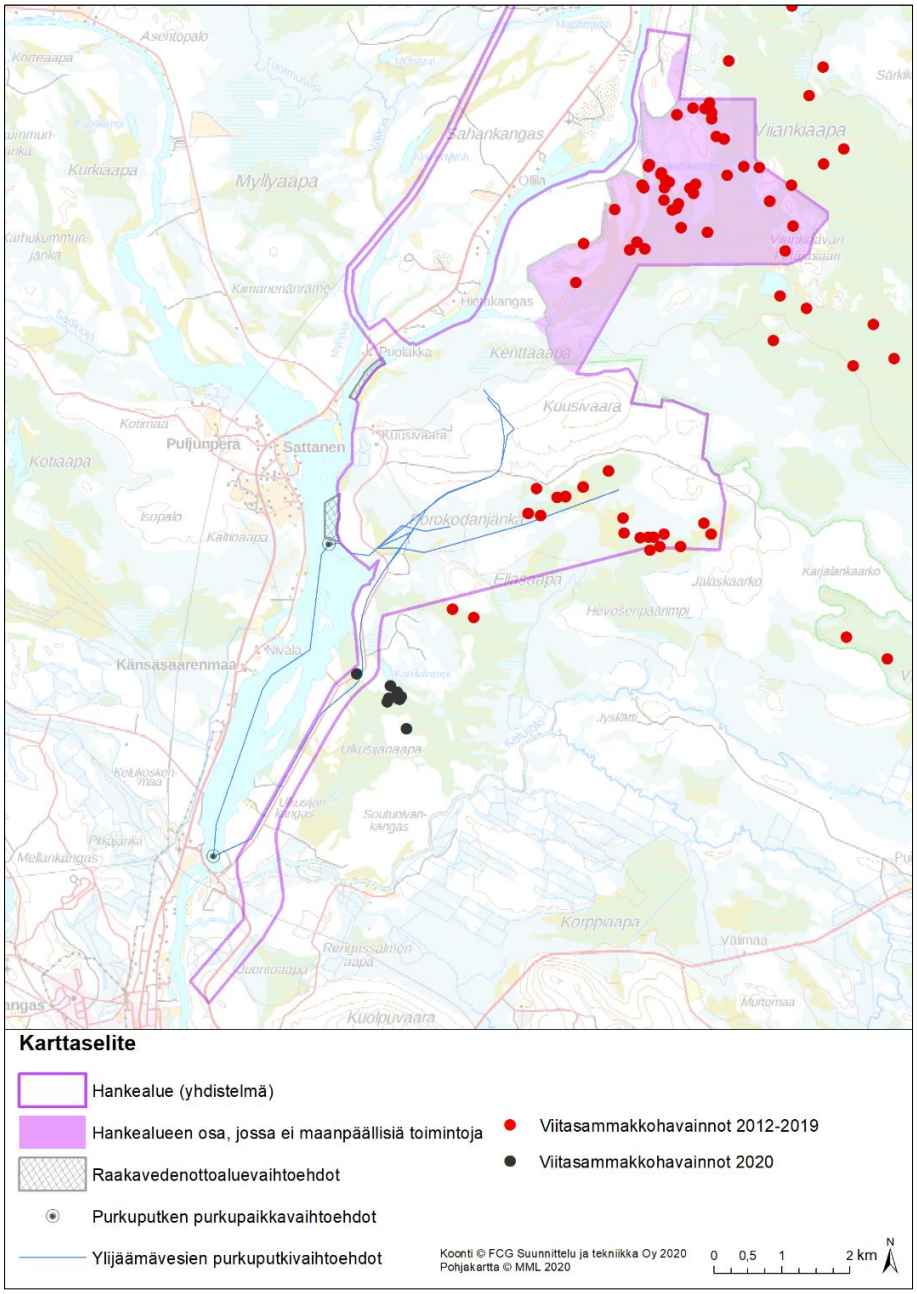
Viitasammakko

Koko hankealueen, Viiankiaavan Natura-alueen ja niitä ympäröivien lähialueiden kattavissa, usean vuoden aikana tehdyissä viitasammakkoselvityksissä Viiankiaavan Natura-alueella havaittiin vuoden 2015 selvityksessä 511 soidintavaa viitasammakkoyksilöä 27 eri soidinalueella (Ahma Ympäristö Oy 2015d ja 2015e). Havaitut yksilömäärät ovat vähimmäisarvioita koko Viiankiaavan viitasammakkopopulaatiosta. Lisäksi elokuussa 2012 Viiankiaavan Natura-alueelta Pahanlaaksonmaan länsipuolen suolta todettiin yksi aikuinen sammakko (Ahma Ympäristö Oy 2014a).

Hankealueella on useita viitasammakon kutupaikkoja (Ahma Ympäristö Oy 2014b, 2015d ja 2015e, Eurofins Ahma Oy 2018g, Eurofins Ahma Oy 2019c ja Ramboll Finland Oy 2020f) (Kuva 21-8). Lisääntymispaikat:

- Pahanlaaksonmaan, Sakattilampien ja Kiimakuusion ympäristössä (Ahma Ympäristö Oy 2014b, 2015d ja 2015e).
- Kuusivaaran Porokodanjängän itäpuolella, Eliasaavan pohjoisosan Koivikkokummun alueella ja Hevosenpäänrimmen pohjoispuolella (Eurofins Ahma Oy 2019c). Näiltä alueilla tavattiin varsin runsaasti viitasammakon kutupaikkoja, yhteensä 14 erillistä kutupaikkaa, joista laskettiin yhteensä 71 viitasammakkokoirasta. Havaintojen perustella suoalueet ovat habitaatin laadultaan erinomaisia lajin elinympäristöä.
- Kuusivaarantien molemmin puolin Alinpalon pohjois- ja eteläpuolella (Eurofins Ahma Oy 2018g). Yhteensä seitsemän viitasammakkokoirasta.
- Ulkusijanaavan Korkiakummun pohjoispuolella (Ramboll Finland Oy 2020f). Kahdeksan erillistä kutupaikkaa.

Kutuhavaintopaikat on tulkittu lisääntymis- ja levähdyspaikoiksi. Tosiasiassa kutuhavaintopisteet saattavat paikoin kuvata samaa yhtenäistä lisääntymisaluetta.



Kuva 21-8 Viitasammakon kutupaikkahavainnot vuosina 2013, 2018, 2019 ja 2020 (Ahma Ympäristö Oy 2014b, 2015d ja 2015e, Eurofins Ahma Oy 2018g ja Eurofins Ahma Oy 2019c, Ramboll Finland Oy 2020f).

Selvitysalueen merkittävimmät viitasammakon elinympäristöt sijaitsevat Viiankiaavan Natura-alueella sekä hankealueen osalta Porokodanjängällä ja Eliasaavan pohjoisosalla Koivikkokummun ympäristössä ja Hevosenpäänrimmen pohjoispuolella. Muualla hankealueella ja sen lähialueella viitasammakkoa ei selvitysten perusteella esiinny tai yksilömäärät ovat korkeintaan vähäisiä, mutta selvitysten perusteella ei voida täysin poissulkea mahdollisuutta, etteikö viitasammakkoa esiintyisi ainakin satunnaisesti mainittujen kohteiden lisäksi myös muualla hankealueella, sillä lajille soveliaita elinympäristöjä on varsin runsaasti ja lähialueella viitasammakoita havaittiin paljon.

Suurpedot

Petoyhdyshenkilöiden ja luontoselvitysten maastohavaintojen perusteella selvitysalueella (n. 40 km säde) esiintyy kaikkia suurpetojamme: karhua, sutta, ahmaa ja ilvestä (Ahma Ympäristö Oy 2016e). Eniten havaintoja tehtiin ja raportoitiin karhusta (yksi ilmoitettu, yksi nähty ja kolme jälkihavaintoa). Muiden lajien havainnot koskevat yksittäistä näköhavaintoa tai ilmoitusta varsin laajalta alueelta.

Havaintojen ja suurpetojen käyttämien laajojen elinpiirien perusteella voidaan arvioida, että selvitysalue ei kuulu minkään suurpedon keskeisiin lisääntymisalueisiin, vaikka lajeja harvakseltaan tai satunnaisesti alueella esiintyykin.

21.3.2 Hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset

Vuosina 2012-2014 tehdyissä hyönteiskartoituksissa Viiankiaavan alueelta havaittiin 267 hyönteislajia (Salmela, ym. 2015). Viiankiaavan selvitysalueelta havaittiin silmälläpidettävä (NT) kultaruokokuoriainen (*Donacia aureocincta*). Lisäksi todettiin 38 Sompion Lapin luonnontieteelliselle maakunnalle uusia lajeja (Albus Luontopalvelut Oy 2016).

Viiankiaavan perhoslajistokartoituksissa 2015 ja 2017 havaittiin yksi luontodirektiivin liitteissä II mainittu ja luonnonsuojelulain nojalla rauhoitettu ja uhanalaiseksi (VU, vaarantunut) luokiteltu perhoslaji pohjanharmoyökkönen (*Xestia borealis*), erittäin uhanalainen lapinkaalikoi (*Rhigognostis kuusamoensis*), kolme vaarantunutta perhoslajia (pohjanliuskamittari (*Acasis appeensapa*), savuharmoyökkönen (X*. gelida*) ja vaaleaharmoyökkönen (*X. sincera*)), kaksi Suomen kansainvälistä vastuulajia sekä useita silmälläpidettäväksi luokiteltua (NT, ei uhanalainen) perhostajia (Taulukko 21-1). Pohjanharmoyökkönen, savuharmoyökkönen ja pohjanliuskamittari todettiin Ruosteojalta Natura-alueen puolelta. Pohjanharmoyökkönen elää Ruosteojan lisäksi Kitisen vastarannalla sijaitsevalla Kärväsniemeltä kuten vaaleaharmoyökkönen. Lapinkaalikoi elinympäristönä on Pyöriönnivan rantaniitty.

Perhosselvityksissä havaittu lajisto on suurelta osin Keski-Lapin alueelle tavanomaista, myös suoperhoslajiston osalta. Metsälajiston osalta Viiankiaavan suoaluetta voidaan pitää perhosten esiintymisen suhteen edustavana. Suojelullisesti huomioitavien lajien elinympäristöinä erottuivat havumetsä Ruosteojan ympäristössä sekä Kärväsniemen lehtomainen kuusikangas (Albus Luontopalvelut Oy 2017a). Ruosteoja sijoittuu osin Viiankiaavan Natura-alueelle.

Kesällä 2019 todettiin Poronkodanpalon korpijuotista erityisesti suojeltava ja uhanalainen lettokoi (*Scrobipalpopsis petasitis*) (Albus Luontopalvelut Oy 2020). Lettokoin ravintokasvi on pohjanruttojuuri, jonka kasvuston pinta-ala Poronkodanpalon korvessa on n. 200 m^2.

Kuusivaaran länsiosan rämereunuksilla havaittiin 2019 elokuussa kaksi pikkutupsukasta (*Orgyia antiquoides*) (Albus Luontopalvelut Oy 2020). Laji on silmälläpidettävä (NT).

Kitisen, Kelujoen ja Ylijoen sudenkorentolajistoon kuuluvat neidonkorento (*Calopteryx virgo*), suoukonkorento (*Aeshna subarctica*), siniukonkorento (*A. juncea*), pohjanukonkorento, (*A. caerulea*) ja ruskoukonkorento (*A. grandis*) (Albus Luontopalvelut Oy 2019a).

Vuoden 2015 kovakuoriaisselvityksen mukaan selvitysalueen lajisto oli valtaosin tavanomaista ja Metsä-Lapin alueelle tyypillistä (Albus Luontopalvelut Oy 2016).

Taulukko 21-1 Sakatin selvitysalueiden merkittävät perhoslajit ja niiden esiintyminen selvityskuvioilla (Albus Luontopalvelut Oy 2017a).

Laji	Asema	Havainnot	Ruosteoja	Kärväslampi	Kotavaara	Isoautto	Kärväsniemi	Pieska	Viiankijärvi	Tiukuoja NE	Koistamonpulju	Palokumpu	Kuusivaara	Pyöriönniva
Xestia borealis (R)	EU liite II, rauhoitettu, VU	2017: 1 ex.	+											
Erebia embla	Kv. vastuu, LC	2017: 9 exx.			+						+		+	
Pyrgus centaureae	Kv. vastuu, NT	2015: 1 ex.			+									
Acasis appensata	VU	2017: 1 ex.	+											
Rhigognostis kuusamoensis	VU	2015: 1 ex.												+
Xestia gelida	VU	2017: 3 exx.	+											
Xestia sincera	VU	2017: 22 exx.	+				+							
Alloclemensia mesospilella	NT	2017: useita toukkia					+							
Apamea kuusamoensis	NT	2017: 3 exx.			+		+							
Autographa macrogamma	NT	2015: 1 ex. 2017: 2 exx.					+			+				+
Caradrina montana	NT	2017: 1 ex.					+							
Coleophora frischella	NT	*1985: 1 ex.												
Entephria caesiata	NT	2015: useita yksilöitä 2017: useita yksilöitä	+	+		+	+	+	+			+		+
Hillia iris	NT	2017: 3 exx.					+							
Macaria loricaria	NT	2015: useita yksilöitä 2017: useita yksilöitä	+				+							+
Phtheochroa vulneratana	NT	2017: 2 exx.								+				
Platyptilia tesseradactyla	NT	2015: 4 exx. 2017: 5 exx.											+	+
Xanthorhoe annotinata	NT	2017: 2 exx.	+				+							
Xanthorhoe decoloraria	NT	2015: useita yksilöitä 2017: useita yksilöitä	+	+			+			+				+
Xestia distensa	NT	2017: 1 ex.	+											
Xestia tecta	NT	2017: 1 ex.			+							+		

* Sodankylä, Kersilö; 02.07.1985; Jorma Kyrki & Reijo Teriaho leg (Hyönteistietokanta)

21.3.3 Muu eläimistö

Hankealue kuuluu eliömaantieteellisessä jaottelussa Sompion Lapin maakuntaan, jossa esiintyy pohjoisboreaaliselle havumetsävyöhykkeelle tyypillistä lajistoa. Tehdyissä riistakolmiolaskennoissa alueella todettiin kuusi nisäkäslajia: hirvi, kettu, kärppä, metsäjänis, näätä ja orava (Ahma Ympäristö Oy 2016b). Myös poro kuuluu alueen eläimistöön (ks. luku 25, Vaikutukset poronhoitoon). Lisäksi kolmioiden ulkopuolella havaittiin saukon jälkiä, jotka on huomioitu saukkoraporttien yhteydessä. Mainituista lajeista runsaimmat olivat metsäjänis ja kettu. Lisäksi laskennan yhteydessä havaittiin pikkurjyrsijöiden jälkiä, jotka olivat keskittyneet porojen talviruokintapaikkojen läheisyyteen. Laskennan yhteydessä, tai alueella tehdyissä muissa linnusto- tai eläimistöselvityksissä, ei havaittu muita suojelullisesti huomattavia tai muuten mainittavia nisäkäslajeja, joita ei ole mainittu yllä.

Viiankiaavalla elää lettosiemenkotilo ja lapinpallosimpukka (*Sphaerium nitidum*) (Könönen 2018). Lapinpallosimpukka on puutteellisesti tunnettu.

21.4 Eläimistöön kohdistuvien vaikutusten arviointi ja vaikutusten merkittävyys

21.4.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutusten merkittävyyden arviointi muodostuu lajin herkkyyden (Taulukko 21-2 ja Taulukko 21-4) ja muutoksen suuruuden arvioinnista (Taulukko 21-3 ja Taulukko 21-5). Vaikutuksen merkittävyys saadaan ristiintaulukoimalla vaikutuskohteen herkkyys ja vaikutuksen suuruus.

Taulukko 21-2 Eläimistöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit.

Vähäinen	Hankealueella on Suomen/EU:n tasolla luokittelemattomat tai suojelemattomat eläinlajit. Eläinlajit tai elinympäristöt eivät ole erityisen herkkiä muutoksille. Ihmisen vaikutus elinympäristöissä on selvä ja näkyvä.
Kohtalainen	Hankealueella on silmälläpidettäviä (NT) tai alueellisesti uhanalaisia (RT) eläinlajeja. Hankealueella on elinympäristöllistä monimuotoisuutta sisältäen arvolajiston ja ravinnonhankinta-alueita sekä kulkuyhteyksiä. Silmälläpidettävät ja alueellisesti uhanalaiset eläinlajit ovat kohtalaisen herkkiä muutoksille ympäristössä ja/tai alue vaatii jatkuvia toimenpiteitä, jotta elinympäristöt säilyvät ominaiselle arvolajistolle sopivina. Elinympäristö on ihmistoiminnan muovaamaa, mutta sieltä löytyy myös rauhallisia, erämaisia piirteitä.
Suuri	Hankealueella on useita erityisesti suojeltavia eläinlajeja. Samoin alueella on useita rauhoitettuja tai uhanalaisia eläinlajeja. Alueen elinympäristöllinen monimuotoisuus on erittäin suurta sisältäen arvolajiston ja ravinnonhankinta-alueita sekä kulkuyhteyksiä. Suojeltavat, rauhoitetut tai uhanalaiset eläinlajit ovat hyvin herkkiä muutoksille ympäristössä ja/tai alue vaatii jatkuvia toimenpiteitä, jotta elinympäristöt säilyvät ominaiselle arvolajistolle sopivina. Elinympäristö on luonnontilaista ja ihmisen vaikutus on vähäinen.

Taulukko 21-3 Luontodirektiivin eläinlajeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit.

Vähäinen	Hankealueella tai sen lähiympäristössä ei todennäköisesti sijaitse direktiivilajin lisääntymis- tai levähdyspaikkaa eikä tärkeitä ruokailualueita. Mahdollinen tai potentiaalinen elinalue ei ole erityisen herkkä muutoksille ympäristössä, jolloin ne eivät vaikuta heikentävästi direktiivilajin liikkumiseen. Alue ei ole juurikaan luonnontilassa ja ihmisen vaikutus on selvä.
Kohtalainen	Hankealueella on direktiivilajin elinalue. Hankealueella ei todennäköisesti sijaitse direktiivilajin lisääntymis- tai levähdyspaikkoja, mutta vaikutusalueella sijaitsee direktiivilajin lisääntymis- tai levähdyspaikka tai tärkeitä ruokailualueita. Elinalue on melko herkkä muutoksille ympäristössä ja lajin liikkuminen vaikeutuu.
Suuri	Hankealueella ja sen lähiympäristössä sijaitsee useita direktiivilajin lisääntymis- tai levähdyspaikkoja ja tärkeitä ruokailualueita. Elinalueet ovat erittäin herkkiä muutoksille ja direktiivilajin liikkumien estyy tai vaikeutuu selvästi. Alue on luonnontilainen.

Taulukko 21-4 Eläimistöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt muutoksen suuruusluokan kriteerit.

Suuri kielteinen	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ovat suuria huomionarvoisille tai suurille eläinlajeille, niiden elinympäristöille tai suotuiselle suojelun tasolle. Hanke käsittää hyvin suuren osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Eläinlajisto muuttuu hyvin selvästi. Hanke heikentää tai pirstoo selvästi tai tuhoaa huomionarvoisten tai suurten lajien elinympäristön.
Keskisuuri kielteinen	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ovat kohtalaisia huomionarvoisille tai suurille eläinlajeille, niiden elinympäristöille tai suotuiselle suojelun tasolle. Hankealue käsittää kohtalaisen osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Eläinlajisto muuttuu jossain määrin. Huomionarvoisten tai suurten lajien elinympäristö heikkenee tai pirstoutuu osittain tai tuhoutuu osittain.
Pieni kielteinen	Hankkeen negatiiviset vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin eläinlajeihin, niiden elinympäristöihin tai suotuisaan suojelun tasoon. Hankealue käsittää pienen osan suurten eläinlajien elinpiiristä.
Ei vaikutusta	
Pieni myönteinen	Hankkeen positiiviset vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin eläinlajeihin, niiden elinympäristöihin tai suotuisaan suojelun tasoon. Hankealue käsittää pienen osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Elinympäristön yhtenäisyys paranee vähäisesti.
Keskisuuri myönteinen	Hankkeen aiheuttamat positiiviset vaikutukset huomionarvoisille tai suurille eläinlajeille, niiden elinympäristöille tai suotuisalle suojelun tasolle ovat kohtalaisia. Hanke käsittää kohtalaisen osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Huomionarvoisten tai suurten lajien elinympäristö paranee tai laajenee jonkin verran. Elinympäristön yhtenäisyys paranee kohtalaisesti.
Suuri myönteinen	Hankkeen aiheuttamat positiiviset vaikutukset huomionarvoisille tai suurille eläinlajeille, niiden elinympäristöille tai suotuisalle suojelun tasolle ovat erittäin suuria. Hanke käsittää hyvin suuren osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Eläinlajisto muuttuu hyvin selvästi. Hanke parantaa erittäin suuresti tai laajentaa huomionarvoisten tai suurten lajien elinympäristöä tai tuo erillään olleita elinympäristöjä erittäin suuressa mitassa yhteen ja elinympäristön yhtenäisyys paranee merkittävästi.

Taulukko 21-5 Luontodirektiivin lajeihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käytetyt muutoksen suuruusluokan kriteerit.

Suuri kielteinen	Hankkeen aiheuttamat vaikutukset kohdistuvat alueelle, jolla sijaitsee runsaasti direktiivilajin elinympäristöjä sekä useita todettuja lisääntymis- ja levähdyspaikkoja tai tärkeitä ruokailualueita. Hankkeen vaikutuksesta direktiivilajin elinympäristöä tuhoutuu ja hanke heikentää lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoja tai tärkeitä ruokailualueita.
Keskisuuri kielteinen	Hankkeen aiheuttamat vaikutukset kohdistuvat alueelle, jolla sijaitsee direktiivilajin elinympäristöjä sekä potentiaalinen lisääntymis- ja levähdyspaikka tai tärkeä ruokailualue. Hankkeen heikentävät vaikutukset direktiivilajin elinympäristöihin ovat enintään kohtalaisia, mutta vaikutuksia ei kohdistu suoraan lisääntymis- ja levähdyspaikkaan tai tärkeään ruokailualueeseen.
Pieni kielteinen	Hankkeen aiheuttamat vaikutukset kohdistuvat alueelle, jolla sijaitsee direktiivilajin potentiaalisia elinympäristöjä. Hankkeen heikentävät vaikutukset direktiivilajin potentiaalisiin elinympäristöihin ovat vähäisiä.
Ei vaikutusta	
Pieni myönteinen	Hanke parantaa vähän direktiivilajin elinoloja.
Keskisuuri myönteinen	Hanke parantaa kohtalaisesti direktiivilajin elinoloja.
Suuri myönteinen	Hanke parantaa suuresti direktiivilajin elinoloja.

21.4.2 Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuksen merkittävyys on luokiteltu tässä arvioinnissa asteikolla 1) vähäinen 2) kohtalainen tai 3) suuri. Merkittävyys voi olla myönteinen tai kielteinen.

Vaikutuksen merkittävyyttä arvioitaessa huomioidaan luontokohteen/lajin esiintymän arvo ja herkkyys sekä vaikutuksen suuruusluokka. Hankkeen vaikutusalueelle sijoittuu lajistoa, joka on uhanalaista, erityisesti suojeltavaa tai direktiivien mukaista. Lajisto on sidoksissa esiintymäpaikkaan, joten vaikutusten merkittävyyttä tarkastellaan luontotyyppien kautta.

Vaikutuksen merkittävyys määräytyy kohteen herkkyysarvioinnin kautta ja siihen liittyvät luontotyypin tai lajin lainsäädännöllinen status, yleisyys alueellisesti ja valtakunnallisesti sekä alttius muutosvaikutuksille. Herkkyyden lisäksi vaikutuksen merkittävyys riippuu vaikutustyypistä ja sen voimakkuudesta, muutoksen laajuudesta sekä ajallisesta kestosta.

21.4.3 Rakentamisenaikaiset vaikutukset

Jättisukeltaja ja lepakot

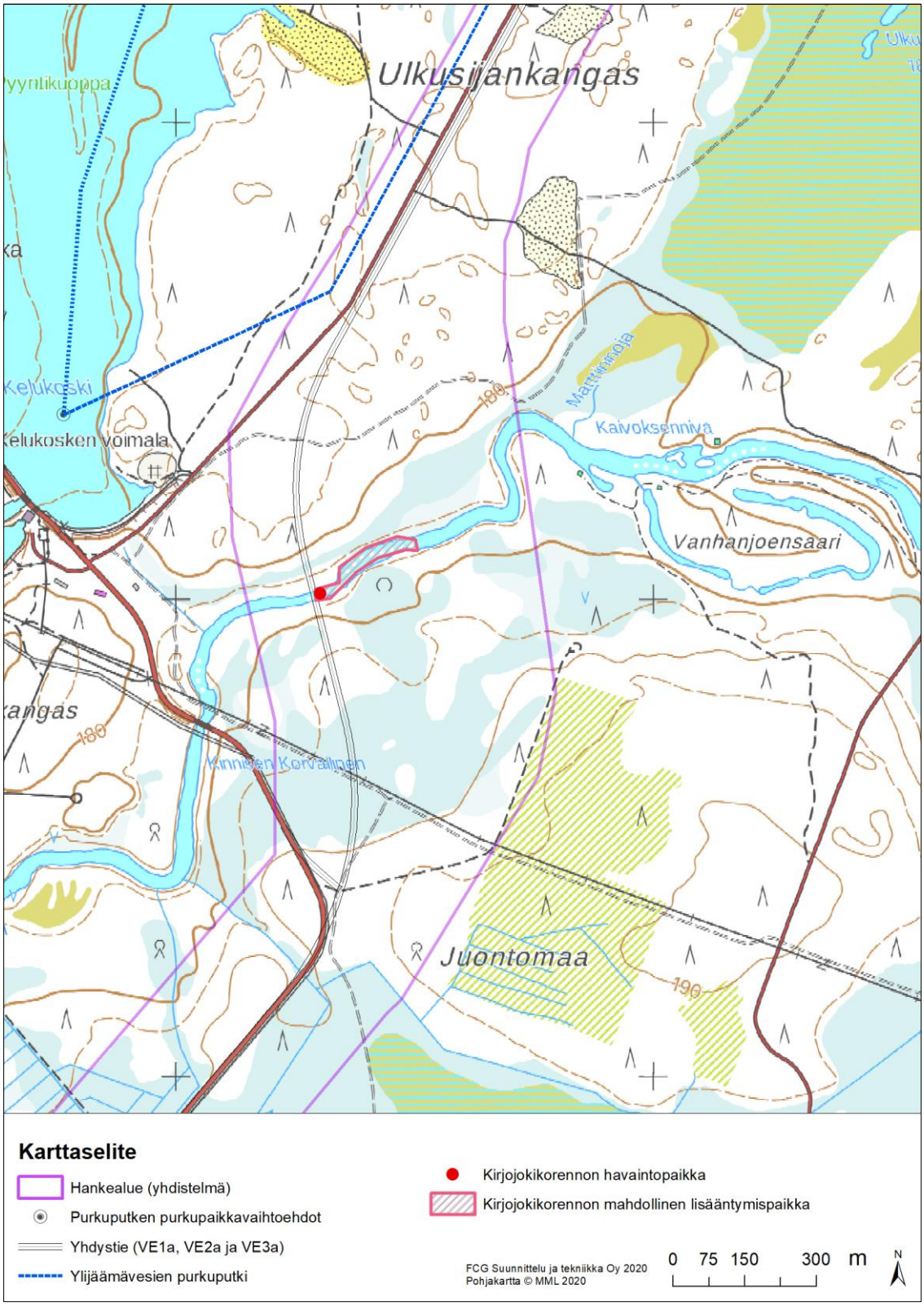
Jättisujeltaja on todettu Kärväslammelta, Kokkolammelta, Viiankijärveltä, Jerusaleminlammelta ja Kärväsniemen alueelta, joihin ei ole osoitettu rakentamista missä vaihtoehdossa. Rakentamisvaiheessa ei lepakoihin missään vaihtoehdoissa muodostu vaikutuksia. Lepakoita ei ole todettu hankealueelta tai sen läheisyydestä.

Kirjojokikorento

Yksi kirjojokikorentokoiras havaittiin 17.7.2018 Kelujoen koskikiven päällä vartioimassa reviiriä (Albus Luontopalvelut Oy 2019a). Eteläinen yhdystie rakennetaan Kelujoen yli vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a. Siltapaikka rajautuu kirjojokikorennon mahdolliseen lisääntymispaikkaan, joka on tulkittu lajihavainnon ja biotoopin perusteella (Kuva 21-9). Silta sijoittuu alajuoksun puolelle mahdollista lisääntymispaikasta, jonka takia rakentamisvaiheen vesistövaikutuksia kohteelle ei muodostu. Siltarakentamisen aikana, uoman ruoppauksista johtuva veden samentuminen ilmenee sillan alajuoksun puolella, poispäin lajin mahdolliselta lisääntymispaikalta. Siltarakenteet eivät muuta Kelujoessa virtaamia, ja pysyviä vaikutuksia lajille ei muodostu. Rakentamisen voi häiritä lajia, mutta lajiin kohdistuva haitta on merkitykseltään vähäinen.

Saukko

Saukon talvireviiri ja lisääntymispaikka on Matarakosken voimalaitoksen alapuolella ja Tiukuojalla, joihin toimintoja ei ole suunniteltu. Kelujoki on saukolle ruokailualuetta. Varsinainen lisääntymispaikka on todennäköisesti Soutunivaa ylempänä jokivarressa, alueella johon rakentamista ei ole suunniteltu. Kelujoen ylittävä silta ei estä lajin liikkumista jokivarressa. Sillan rakentamisvaihe ei myös vaikeuta lajin saalistusmahdollisuuksia, koska sillan rakentaminen tapahtuu kesällä, jolloin ravinnonhankinnassa saukko ei riippuvainen pelkästään Kelujoen ympäristöstä. Riski jäädä rakentamisvaiheessa liikenteen yliajamaksi kasvaa hieman, koska saukko liikkuu hämärässä. Haitta on vähäinen.



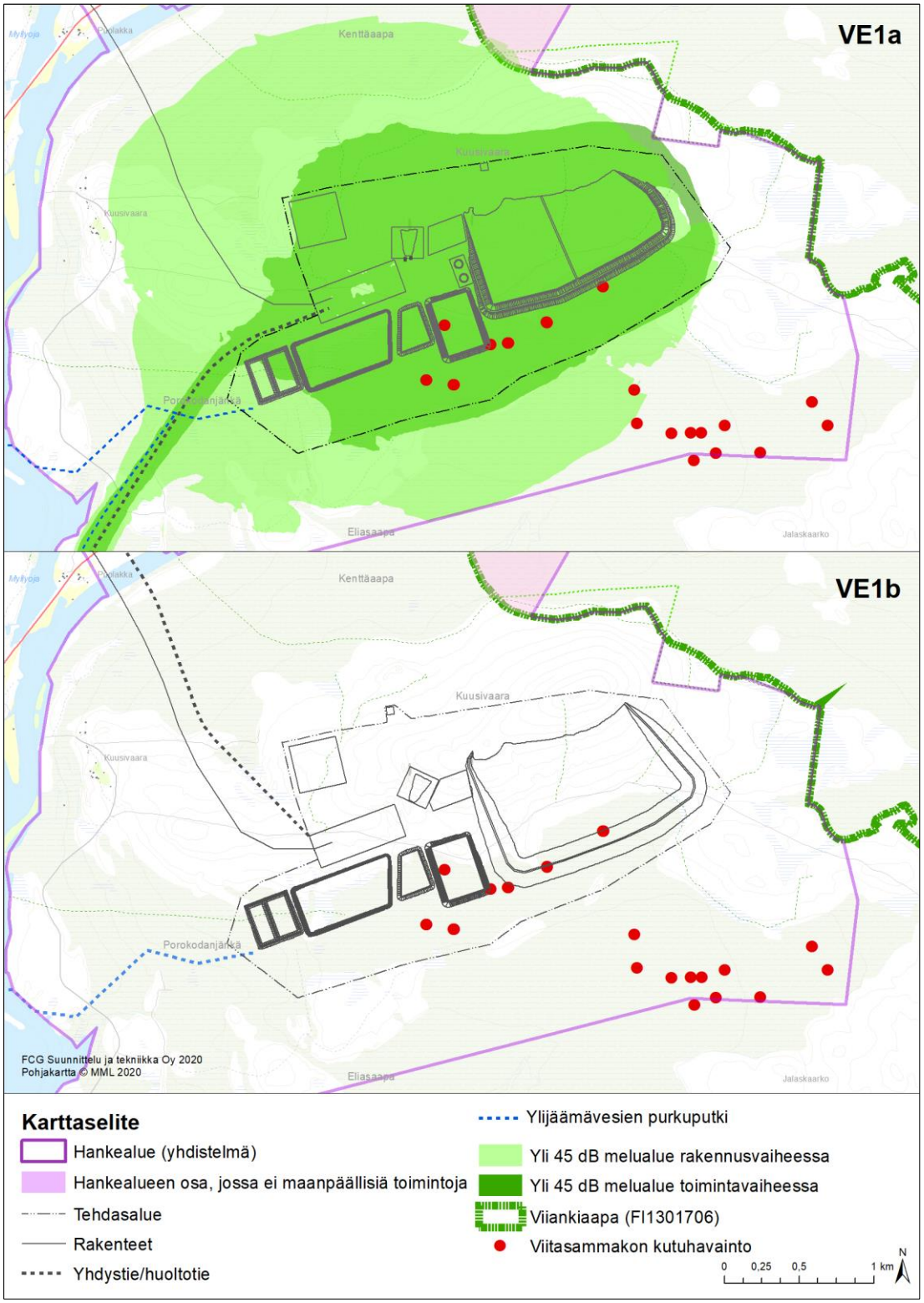
Kuva 21-9 Yksi kirjojokikorentokoiras havaittiin 17.7.2018 Kelujoen Kaivoksennivan koskikiven päällä vartioimassa reviiriä (Albus Luontopalvelut Oy 2019a). Yhdystie rakennetaan Kelujoen yli vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a.

Taulukko 21-6 Jättisukeltajaan, lepakoihin, kirjojokikorentoon ja saukkoon kohdistuvien vaikutusten merkittävyys eri vaihtoehdoissa rakentamisvaiheessa.

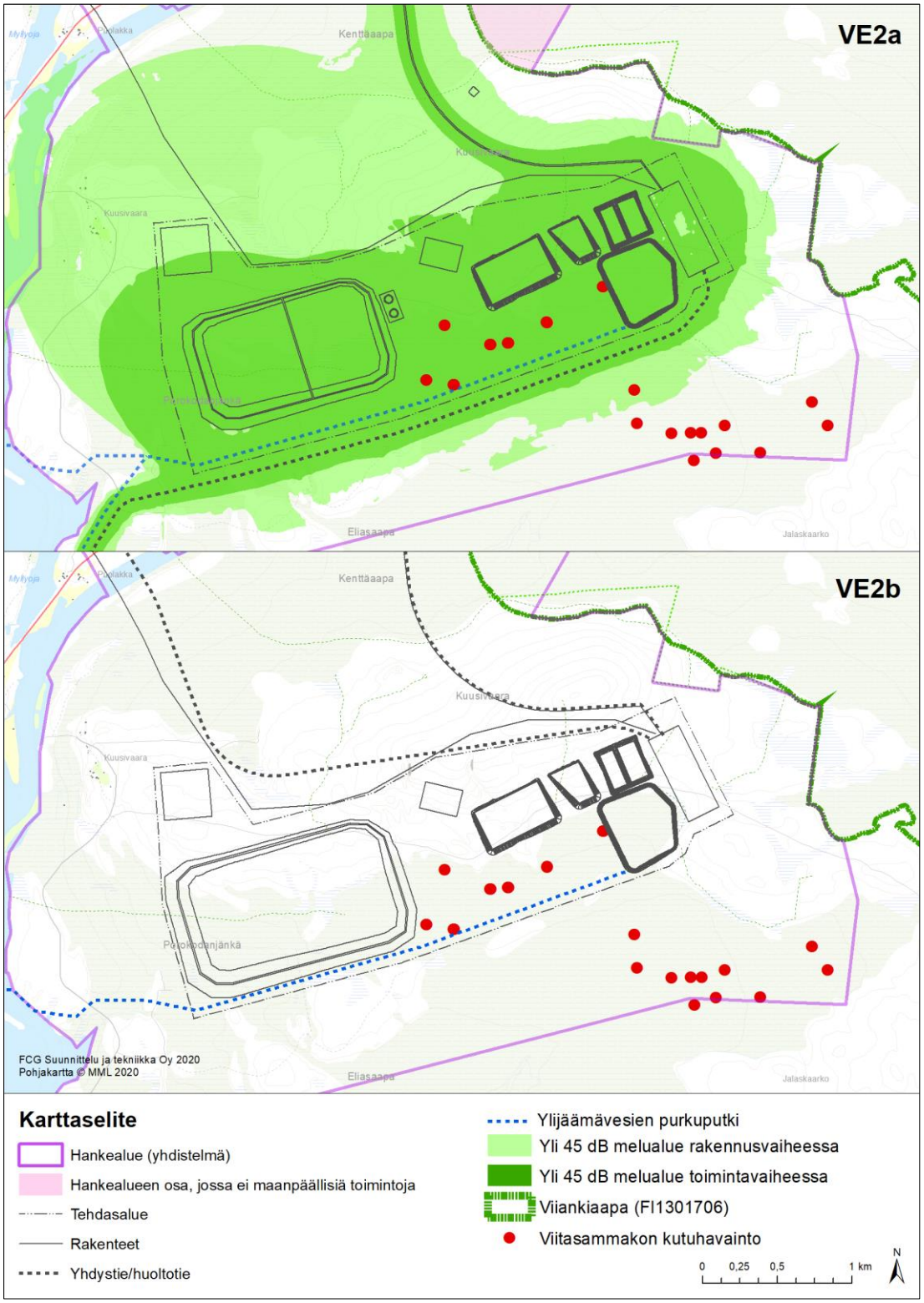
Laji tai lajiryhmä	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
Jättisukeltaja	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Lepakot	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Kirjojokikorento	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Ei vaikutusta
Saukko	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Ei vaikutusta

Viitasammakko

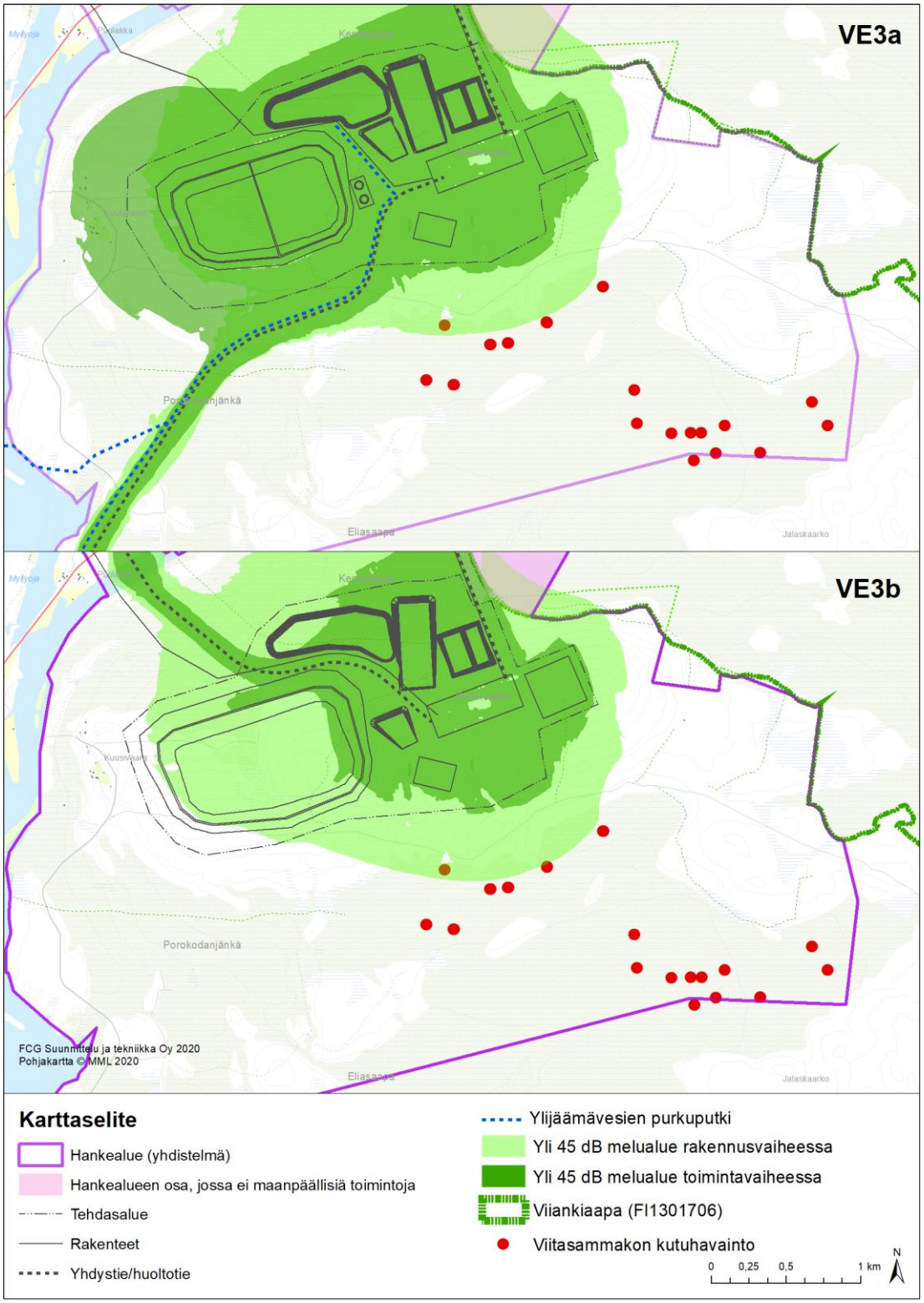
Lähes kaikissa vaihtoehdoissa viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin kohdistuu kielteisiä vaikutuksia (Kuva 21-10, Kuva 21-11, Kuva 21-12 ja Taulukko 21-7). Vain vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoihin ei suoria vaikutuksia muodostu. Näissä vaihtoehdoissa toiminnot sijoittuvat Kuusivaaran pohjoispuolelle.



Kuva 21-10 Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b tehdasalueelle jää seitsemän tiedossa olevaa viitasammakon lisääntymispaikkaa. Kuvassa esitetty rakennus- ja toimintavaiheen melualue, jossa on lieventämistoimet huomioitu. Melualue vaihtoehdossa VE1b on sama kuin vaihtoehdossa VE1a, paitsi yhdystien osalta. Tärinä- ja pölyvaikutukset keskittyvä tehdasalueelle.



Kuva 21-11 Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tehdasalueella on seitsemän tunnettua viitasammakon todettua kutupaikkaa. Melualue VE2b on sama kuin VE2a, paitsi yhdystien osalta. Kuvassa esitetty rakennus- ja toimintavaiheen melualue, jossa on lieventämistoimet huomioitu. Tärinä- ja pölyvaikutukset keskittyvät tehdasalueelle.



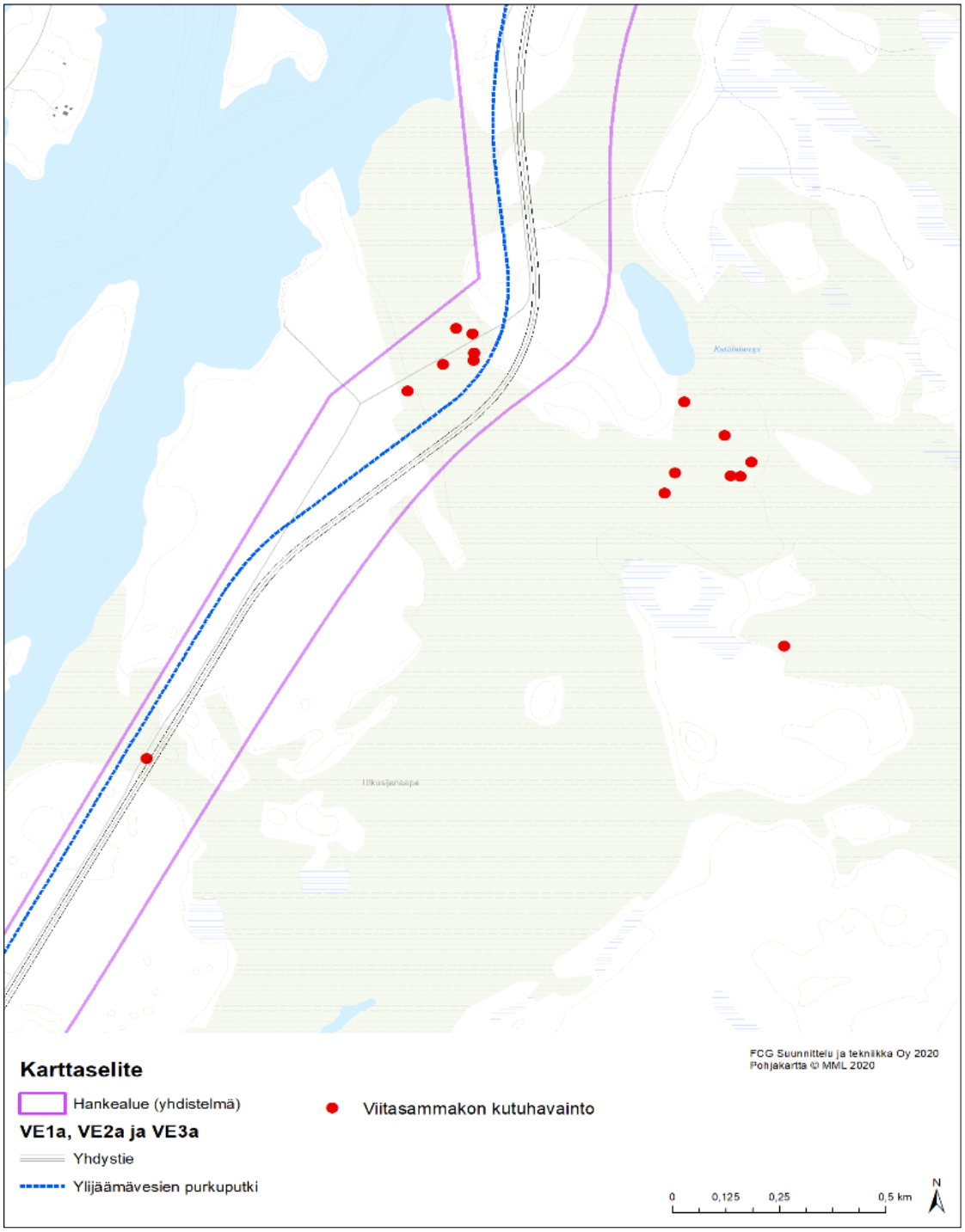
Kuva 21-12 Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tunnetut viitasammakon lisääntymispaikat sijoittuvat tehdasalueen ulkopuolelle. Kuvassa esitetty rakennus- ja toimintavaiheen melualue, jossa on lieventämistoimet huomioitu. Tärinä- ja pölyvaikutukset keskittyvä tehdasalueelle.

Suurimmat haitat lajille muodostuu vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Vaihtoehdossa VE1a tehdasalueen rakentamisen takia kolme lisääntymis- ja levähdyspaikkaa Kuusivaaran eteläpuolella häviää ja neljä lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä (Kuva 21-10). Vaihtoehdossa VE1b viisi lisääntymis- ja levähdyspaikkaa häviää ja kaksi lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä. Tehdasalueella kutupaikkojen heikentyminen johtuu pitkälti sitä, että rakentaminen ja rakenteet saattavat muuttaa tehdasalueen sisälle jäävän suon hydrologiaa selvästi, että kyseessä on heikennys näiden lisääntymispaikkojen osalta.

Samoin näille paikoille kohdistuu rakennusaikainen tärinä, melu- ja pölyvaikutus. Pahanlaaksonmaalla ja Tihiänmaalla vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b ei muodosti vaikutuksia.

Myös vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tehdasalueen rakentamisen takia häviää yksi lajin lisääntymis- ja levähdyspaikka ja kuusi lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä. Vaihtoehdossa VE3a ja VE3b ei lisääntymispaikkoja ole vaarana hävitä, mutta yhteen kutupaikkaan kohdistuu rakennusaikainen melu.

Lisäksi vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a, jossa kuljetukset toteutetaan uuden ns. eteläisen yhdystien kautta, voi muodostua haitallisia vaikutuksia viitasammakolle, koska lajin seitsemän lisääntymis- ja levähdyspaikkaa sijoittuvat lähelle tietä ja ylijäämävesien purkuputkilinjaa (Kuva 21-13). Purkuputkilinjan ja tien rakentamistoimet voivat muuttaa lajin kutupaikkojen vesitaloutta ja vähentää lajille sopivaa kutuympäristöä. Erityisesti yksi kutupaikka on tien ja putkilinjan vieressä ja sen luonne voi heikentyä merkittävästi. Tien ja putken suunnittelussa voidaan tätä haittaa lieventää selvästi.



Kuva 21-13 Vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a yhdystien ja ylijäämävesien purkuputken läheisyydessä on useita kutupaikkoja ja yksi kutupaikka aivan tien ja putkilinjan vieressä.

Kaivoksen rakentaminen pienentää kaikissa vaihtoehdoissa myös viitasammakoiden elinalueita. Aikuisten viitasammakkojen oletetaan Suomessa horrostavan talvella vedessä, mahdollisesti suolla sekä viettävän kesällä aikansa kokonaan maalla lyhyttä kutuaikaa lukuun ottamatta. Viitasammakot voivat vaeltaa useiden satojen metrien päähän talvehtimis- tai kutualueelta.

Taulukko 21-7 Rakentamisvaiheen vaikutukset viitasammakkoon, lisääntymis- ja levähdyskohteen herkkyys ja vaikutusten suuruus ja merkittävyys eri vaihtoehdoilla. Melu- ja pölyhaittojen lieventäminen on huomioitu arvioinnissa.

Vaihtoehto	Tekijä	Vaikutus	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutusten suuruusluokka ja merkittävyys
VE1a	Rikastushiekka-alueen, vesivarastoallas, yhdystie, ja ylijäämäveden putken rakentaminen ja rakentamisaikainen melu ja tärinä.	Kolme lisääntymis- ja levähdyspaikkaa häviää. Tehdasalueen neljä ja yhdystien ja ylijäämävesien purkuputkilinjan lähellä olevat seitsemän lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä hydrologisten muutoksien takia. Myös rakentamis- ja liikennemelu, tärinä ja pöly voivat haitata kutua tehdasalueen jäljelle jäävillä Koivikkokummun sekä osalla Kuusivaarantien lähellä olevilla lisääntymispaikoilla.	Suuri	Suuri kielteinen vaikutus. Myöhemmässä suunnittelussa voidaan hydrologisia muutoksia lieventää. Lieventämistoimilla ei ole vaikutusta vaikutusten suuruusluokkaan, koska lisääntymispaikkoja menetetään. Merkittävyys on suuri.
VE1b	Rikastushiekka-alueen ja vesivarastoaltaan rakentaminen sekä rakentamisaikainen melu ja tärinä.	Viisi lisääntymis- ja levähdyspaikkaa häviää ja kaksi lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä hydrologisten muutoksien takia. Myös rakentamis- ja liikennemelu, tärinä ja pöly voivat haitata kutua tehdasalueen jäljelle jäävillä Koivikkokummun lisääntymispaikoilla.	Suuri	Suuri kielteinen vaikutus. Merkittävyys on suuri.
VE2a	Rikastushiekka-alueen, ylijäämäveden putken, yhdystien rakentaminen sekä rakentamisaikainen melu ja tärinä.	Yksi lisääntymis- ja levähdyspaikka häviää ja kuusi tehdasalueen lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä hydrologisten muutoksien takia. Myös yhdystien ja ylijäämävesien purkuputkilinjan lähellä olevat seitsemän lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä hydrologisten muutoksien takia. Lisäksi rakentamis- ja liikennemelu sekä tärinä voivat haitata kutua tehdasalueen ja Kuusivaarantien lähellä olevilla lisääntymispaikoilla.	Suuri	Suuri kielteinen vaikutus. Merkittävyys on suuri.
VE2b	Rikastushiekka-alueen, vesivarastoaltaan rakentaminen ja rakentamisaikainen melu ja tärinä.	Yksi lisääntymis- ja levähdyspaikka häviää ja kuusi tehdasalueen lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä hydrologisten muutoksien takia. Lisäksi rakentamis- ja liikennemelu sekä tärinä voivat haitata kutua tehdasalueen lisääntymispaikoilla.	Suuri	Suuri kielteinen vaikutus. Merkittävyys on suuri.

Vaihtoehto	Tekijä	Vaikutus	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutusten suuruusluokka ja merkittävyys
VE3a	Yhdystien ja ylijäämäveden putken rakentaminen sekä rakentamisaikainen melu ja tärinä.	Yhdystien ja ylijäämävesien purku-putkilinjan lähellä olevat seitsemän lisääntymis- ja levähdyspaikkaa on vaarana heikentyä hydrologisten muutoksien takia. Lisäksi näille kohteille kohdistuu rakentamis- ja liikennemelu sekä tärinä. Kuusivaaran eteläpuolen yksi kutupaikka jää melualueelle.	Suuri	Ilman lieventämistä voi olla suuri kielteinen vaikutus. Tie- ja purkuputkisuunnittelulla saadaan haittaa pienennettyä, jolloin merkittävyys on vähäinen.
VE3b	Rakentamisaikainen melu.	Ei suoria vaikutuksia. Kuusivaaran eteläpuolen yksi kutupaikka on melualueella (yli 45 dB). Melu voi haitatta kulua.	Kohtalainen	Vähäinen kielteinen vaikutus. Merkittävyys on vähäinen.

Suurpedot

Hankealue ja sen lähialue ei ole suurpetojen keskeistä lisääntymisaluetta. Suurpetoja havaitaan harvakseltaan tai satunnaisesti. Hankealue käsittää pienen osan suurpetojen elinpiiristä. Kaivoksen rakentaminen pirstoo suurpetojen saalistusaluetta kaikissa vaihtoehdoissa. Rakentamisvaiheessa melun ja häiriön takia suurpedot tulevat välttämään hankealuetta. Vaikutuksen merkittävyys suurpedoille on vähäinen kaikissa vaihtoehdoissa.

Hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset

Pääosa merkittävästä ja suojeltavasta hyönteislajisto keskittyy Viiankiaavalle sekä Ruosteojan ympäristöön (Natura-alueella) sekä Kärväsniemeen, joihin rakentamistoimet eivät ulotu missään vaihtoehdossa. Samoin erityisesti suojeltavan ja uhanalaisen lettokoi esiintymään ei kohdistu rakentamisuhkaa. Lajin esiintymä on Poronkodanpalon korpijuotissa.

Silmälläpidettävän pikkutupsukaan elinympäristöä häviää rakentamisen takia vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. Lajille jää vielä lajille sopivaa elinympäristöä Kuusivaaran itäpuolelle. Samoin silmälläpidettävän käpäläsulkasen elinympäristöä häviää Kuusivaaralla kaikissa vaihtoehdoissa. Näihin lajeihin kohdistuvan vaikutuksen merkittävyys on vähäinen tai kohtalainen.

Suoympäristön hyönteislajistossa tapahtuu muutoksia, kun kaivokseen liittyviä rakenteista rakennetaan suolle. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b rakentaminen hävittää Porokodanjänkän ja Eliasaavan pohjoisosan suoluontoa laajasti. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b arviolta noin 165 ha suoympäristöä muuttuu rakennetuksi tai suokasvillisuus muuttuu suon hydrologisten muutoksien takia VE2a ja VE2b noin 190-200 ha. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b menetetään tai muuttuu noin 90 ha suoympäristöä Kenttäaavan eteläosalla. Samoin eteläisen ja pohjoisen yhdystien ja kuljetinlinjan rakentamisessa (VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b) menetetään suoluontotyyppejä. Menetettävillä alueilla on puustoisia rämeitä, erityyppistä lettoa ja lähdeympäristöjä, joilla voi olla merkittävää hyönteislajistoa kuten suovenhokasta (Albus Luontopalvelut Oy 2020). Puustoisilla rämeillä viihtyvä suovenhokas on luokiteltu Suomen uhanalaisarvioinnissa erittäin uhanalaiseksi (EN) ja se on yksi Suomen kansainvälisistä vastuulajeista.

Hankkeen vaikutusalueella olevalle tavanomaiselle lajistolle vaikutuksen merkittävyys vähintään kohtalainen vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. Myös vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b merkittävyys on kohtalainen, vaikka menetettävä pinta-ala on pienempi kuin muissa vaihtoehdoissa, mutta vaikutukset kohdistuvat laajasti lettoihin ja lähteikköihin, joilla voi olla merkittävä hyönteislajistoa. Vaikutusten merkittävyyttä ei varmuudella voida arvioida epävarmuuksien takia.

Muu eläimistö

Rakentamisen aikaiset vaikutukset kohdistuvat myös tavanomaiseen metsälajistoon, joita ovat mm. hirvi, kettu, kärppä, metsäjänis, näätä ja orava. Kaivoksen rakentamisalueilta eläimistö häviää, mutta teollisuusalueella voi osa pienistä eläimistä säilyä. Lisäksi häiriövaikutukset leviävät maanpäällisten kaivostoimintojen lähiympäristöön. Kaikissa vaihtoehdoissa muodostuu vähäinen kielteinen vaikutus tavanomaiseen eläimistöön.

Taulukko 21-8 Rakentamisvaiheen vaikutusten merkittävyys eri vaihtoehdoilla suurpetoihin, suohyönteislajistoon, uhanalaiseen ja huomionarvoiseen hyönteislajistoon, käpäläsulkasen, pikkutupsukaiseen ja muuhun eläimistöön.

Laji tai lajiryhmä	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
Suurpedot	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Tiedossa olevien uhanalaisten ja huomion-arvoisten hyönteis-esiintymät (pl. käpäläsulkanen ja pikkutupsukas)	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Suohyönteis-lajisto	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen
Käpäläsulkanen (NT)	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen
Pikkutupsukas (NT)	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Muu eläimistö	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

21.4.4 Toiminnanaikaiset vaikutukset

Jättisukeltaja, lepakot, kirjojokikorento ja saukko

Kirjojokikorennon elinpaikoille ei toiminnan aikana muodostu haitallisia vaikutuksia, koska siltarakenteet eivät muuta Kelujoessa virtaamia.

Jättisukeltaja elää Kärväslammessa, missä veden pinta vaihtelee vuoden aikana luontaisesti. Hyvin kuivina kesinä Kärväslampi voi kuivua lähes kokonaan. Kärväslampi ei ole pohjavesivaikutteinen, joten lajiin ei kohdistu vaikutuksia toiminnan aikana. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b huoltotie sijaitsee nykyisen tien kohdalla lammen ja Kitisen välisellä kapealla (n. 70 m) kannaksella. Nykyinen tie on vaikuttanut Kärväslammen pinta-alaan padottamalla valumavesiä. Mikäli vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b tien muuttuminen huoltotieksi ei muuta tiepohjan maan pinnan suuntaista vedenläpäisykykyä,

tie ei vaikuta lammen veden korkeuteen. Jos tien muuttuminen huoltotieksi vaikuttaa nykyistä tiepohjaa tiivistävästi, eli pintavesien padotusta lisäävästi, lammen pinta voi nousta vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b, jolloin jättisukeltajalle on laajempi elinalue, eikä veden pinnan nousu vaikuta lajien esiintymiseen haitallisesti. Muille jättisukeltajan elinpaikoille ei vaikutuksia muodostu.

Lepakkoselvityksissä ei havaittu lepakoita, joten vaikutuksia ei muodostu.

Saukon osalta liikennekuolemien riski kasvaa, mutta sitä voidaan vähentää tiesuunnitteluvaiheessa osoittamalla puro- ja pienten jokien kohdalle saukolle sopivia alikulkuja. Riski ei ole merkittävä.

Viitasammakko

Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalueella jäävien viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikoille (VE1a: 4 kpl; VE1b: 2 kpl; VE2a: 6 kpl; VE2b: 6 kpl) kohdistuu yli 45 dB melu (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020a) (Kuva 21-10, Kuva 21-11 ja Kuva 21-12). Sillä voi olla heikentävä vaikutusta lisääntymiseen, kun sammakoiden kutuääni ei kanna ja melualtistus nostaa sammakoiden stressitasoa. Lisäksi niihin näille lisääntymis- ja levähdyspaikoille kohdistuu pölyhaitta ja toiminnan aikainen tärinä. Suurimmat pöly- ja tärinähaitat lajille muodostuvat vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b, joissa kaivostoiminnat ovat lähimmillään lajin lisääntymispaikkoja.

Toiminta-alueen ulkopuoliset puhtaat valumavedet pidetään erillään kaivosalueen vesistä alueelle rakennettavilla niskaojituksilla. Tämä perusteella tehdasalueen lähelle jäävät kutupaikkoihin ei kohdistu haitallisia valumavesiä.

Viiankiaavalla hydrologiset muutokset eivät uhkaa lajin lisääntymistä, koska kutuaikana maapohjaveden alenema ei vaikuta suoveden pinnantasoihin runsaiden sulamisvesien takia. Toiminnan aikaiset louhintaan liittyvät räjäytykset aiheuttavat suolla tärinää. Räjäytykset ovat hetkellisiä ja todennäköisesti eivät estä lajin kutua. Viitasammakot voivat hetkellisesti lopettavat kutuääntelyt, mutta tärinän lakattua jatkavat kutua.

Vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a yhdystien liikenteen melu voi haitata kutua eteläisen yhdystien lähellä olevilla lisääntymispaikoilla. Lisäksi vaihtoehdoilla eteläisellä yhdystiellä tapahtuva liikennöinti nostaa viitasammakon kuolleisuusriskiä. Liikenteen pölyhaitta lajille ei ole merkittävä.

Taulukko 21-9 Toiminnan aikaiset vaikutukset viitasammakkoon, lisääntymis- ja levähdyskohteen herkkyys, vaikutusten suuruus ja merkittävyys eri vaihtoehdoilla. Melu- ja pölyhaittojen lieventäminen on huomioitu arvioinnissa.

Vaihtoehto	Tekijä	Vaikutus	Vaikutuskohteen herkkyys	Vaikutusten suuruusluokka ja merkittävyys
VE1a	Toiminnan melu sekä yhdystien liikenteen melu ja pöly.	Toiminnan aikainen ja liikenteen melu voi haitata kutua tehdasalueen ja eteläisen yhdystien lähellä olevilla lisääntymispaikoilla (7 paikkaa). Tärinäalue ulottuu kolmeen kutupaikkaan tehdasalueella. Tehdasalueen lisääntymisalueille kohdistuu pölyhaitta. Viiankiaavalla vähäinen tärinähaitta.	Suuri	Kohtalainen kielteinen vaikutus. Merkittävyys on kohtalainen.
VE1b	Toiminnan melu ja pöly.	Tehdasalueen kahdella lisääntymispaikoilla melu ylittää 45 dB. Tärinäalue ulottuu yhteen kutupaikkaan. Lisäksi on pölyhaittaa. Viiankiaavalla vähäinen tärinähaitta.	Suuri	Kohtalainen kielteinen vaikutus. Merkittävyys on kohtalainen.
VE2a	Toiminnan melu sekä yhdystien liikenteen melu ja pöly.	Toiminnan aikainen ja liikenteen melu voi haitata kutua tehdasalueen (6 kpl) ja eteläisen yhdystien lähellä olevilla lisääntymispaikoilla (7 kpl). Tehdasalueen lisääntymisalueille kohdistuu pölyhaitta. Tärinäalue ulottuu yhteen kutupaikkaan tehdasalueella. Viiankiaavalla vähäinen tärinähaitta.	Suuri	Kohtalainen kielteinen vaikutus. Merkittävyys on kohtalainen.
VE2b	Toiminnan melu ja pöly.	Tehdasalueen lisääntymispaikoilla kutupaikoilla (6 kpl) melu ylittää 45 dB. Pölyhaitta kohdistuu lisääntymisalueille. Viiankiaavalla vähäinen tärinähaitta.	Suuri	Vähäinen kielteinen vaikutus. Merkittävyys on vähäinen.
VE3a	Toiminnan melu ja pöly.	Uuden yhdystien lähellä oleville lisääntymispaikoilla (7 kpl) kutupaikoilla melu ylittää 45 dB. Liikenteen pölyhaitta ei ole merkittävä. Viiankiaavalla vähäinen tärinähaitta.	Suuri	Vähäinen kielteinen vaikutus. Merkittävyys on vähäinen.
VE3b	Toiminnan melu ja pöly.	Lajin kutupaikoille ei kohdistu melu- tai pölyhaittaa. Viiankiaavalla vähäinen tärinähaitta.	Suuri	Vähäinen kielteinen vaikutus. Merkittävyys on vähäinen.

Suurpedot

Suurpetojen osalta liikennekuolemien riski kasvaa. Suurin riski on vaihtoehdoilla VE1a, VE2a ja VE3a, jolla eteläinen yhdystie on pitempi kuin VE1b, VE2b ja VE3b. Riski ei ole merkittävä.

Hyönteiset, perhoset ja kovakuoriaiset

Merkittävään ja suojeltavaan tiedossa olevaan hyönteislajistoon ei muodostu merkittäviä haitallisia vaikutuksia paitsi lettokoin osalta. Lettokoin esiintymä on Porokodanjänkän itäosan sarakorpijuotissa, joka rajautuu lettorämeeseen. Lajin ravintokasvi on pohjanruttojuuri, ja sen menestyminen korvessa vaikuttaa lettokoin olemassaoloon. Muutokset suoveden määrässä, virtauksiin, ravinnepitoisuuksiin esiintymän yläpuoliselle valuma-alueelle, vaikuttavat pohjanruttojuureen ja sitä kautta lettokoin paikallispopulaatioon. Lajin esiintymä on Porokodanjänkän valuma-alueella. Vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b tehdasalue sijoittuu Porokodanjänkän valuma-alueelle.

Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b tehdasalue sijoittuu Porokodanjänkän länsiosalle, josta pintavedet virtaavat Junttilan Palokummun pohjoispuolelta Kitiseen vaikuttamatta korpijuotin ekologisiin oloihin. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tehdasalue sijoittuu lettokoin esiintymäkorven valuma-alueelle, joka varsin pienialainen osa-valuma-alue. Näillä vaihtoehdoilla korpeen tuleva valumavesimäärä tulee vähenemään. Valuma-alue pienenee noin 16 %. Lisäksi vaihtoehdoissa ylijäämävesien purkuputki sijoittuu korven valuma-alueelle. Putkilinjan takia suolle kaivetaan kaivanto, joka peitetään putken asentamisen jälkeen. Putkilinja katkaisee suolla turveyhteyden. Lisäksi putkilinjarakenne voi ohjata vesiä poispäin korvesta ja kuivattaa korpea. Putken rakentaminen ja valuma-alueen muutos heikentää korven vesitaloutta ja se voi heijastua lettokoin ruokakasvin runsauteen, ja sitä kautta pienentää lettokoin populaatiokokoa. Myös vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b ylijäämävesien purkuputkilinjan rakentaminen voi vaikuttaa korven vesitaseeseen. Purkuputken kuivattava vaikutus voidaan välttää jossain määrin teknisin toimin.

Vaihtoehdossa VE3a ja VE3b vedenpurkausputkilinja ei sijoitu korven valuma-alueelle, jolloin vaikutuksia ei muodostu. Arviointiin liittyy epävarmuutta. Vaikutuksen merkittävyys on kohtalainen vaihtoehdoilla VE1b, VE1b, VE2a ja VE2b huomioiden epävarmuus ja haitan lieventäminen. Pitkällä aikavälillä merkittävyys voi olla suuri.

Haitallisia yhdisteitä korpeen ei valu, koska tehdasalueella muodostuvat hulevedet kerätään ja johdetaan ylijäämävesien mukana puhdistettuna Kitiseen. Yhdystien rakentaminen vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a ei muuta korven vesi- ja virtaamisolosuhteita, koska yhdystie ei sijoitu korven valuma-alueelle.

Silmälläpidettävän pikkutupsukan räme-elinympäristöön kohdistuu vähäisiä hydrologisia muutoksia vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Muiden huomioarvoisten lajien osalta missään vaihtoehdossa lajien elinympäristöjen hydrologiset olosuhteet eivät muutu.

Myös Viiankiaavalla tavattavat lettosiemenkotilo ja lapinpallosimpukka säilyvät kaikissa vaihtoehdoissa. Viiankiaavalla ei toiminnan aikaiset hydrologiset muutokset eivät kohdistu lajien esiintymäalueille kun huomioidaan lieventämistoimet.

Sakatin kaivoksen valaistus muuttaa kaivosalueen ympäristön luonnonvalaistusta keinotekoiseksi. Keinotekoisen valon tiedetään vaikuttavan eläimistöön mm. yökkösiin ja pölyttäjiin. Pääosa kasvien pölyttäjistä lentää valoisaan aikaan, mutta osa pölyttäjistä kuten kovakuoriaisia ja yöperhosia ja myös kärpäsiä, sääskiä, luteita ja pistiäisiä, lentää hämärässä ja yöllä. Sakatin kaivoksen keinovalo ei vaikuta eläimistöön kesä-heinäkuussa, kun Lapissa on valoisaa ympäri vuorokauden, mutta elokuussa tilanne

on jo toinen. Keinovalo vaikuttaa sekä yöpölyttäjien lajimäärään että aktiivisuuteen (Perkin, ym. 2013, Owens and Lewis 2018). Keinovalaistus voi aiheuttaa myös hyönteisille suuntautumisvaikeuksia, ja yöhyönteiset saattavat lentää kaivoksen tehdasalueelle lajille sopimattomaan elinympäristöön, josta ne eivät pääse palamaan ennen aamua tai joutuvat saalistuksen uhriksi seuraavana päivänä (Owens and Lewis 2018). Tutkimuksissa on todettu, että noin 30–40 % katulamppuihin lähestyvistä hyönteisistä kuolee (mm. Eisenbeis 2006). Keinovalo muuttaa hyönteislajistoa tehdasalueen reunavyöhykkeellä ja osin vaikutukset heijastuvat kaivoalueen rajautuville luontotyypeille kun pölytys vähenee. Vaikutus on vähäinen tavanomaiseen hyönteislajistoon.

Keinovalo ei heikennä lettokoin elinympäristöä millään vaihtoehdolla, koska tehdasalue on lähimmilläänkin vaihtoehdolla VE2a noin 490 m päässä lettokoin elinympäristöstä.

Nisäkkäillä keinovalo vaikuttaa etupäässä ravinnonhankintaan. Osa eläimistö karttaa valaistuja alueita ja osa hyötyy valaistuista alueista ravinnonhankinnassa.

Muu eläimistö

Kaivoksen toiminnan aikana pienemmät eläimet voivat liikkua ruokailemassa kaivosalueella. Suurin osa eläimistä tulee kuitenkin välttämään kaivosaluetta, erityisesti kaivos tulee vaikuttamaan hirvien liikkumiseen. Myös liikennekuolemien riski eläimillä kasvaa. Haittojen merkittävyys on vähäinen.

Taulukko 21-10 Toiminnan aikaisten vaikutuksien merkittävyys eri vaihtoehdoilla suurpetoihin, lettokoilla, käpäläsulkasen, pikkutupsukaiseen, lettosiemenkotiloon, lapinpallosimpukkaa ja muuhun eläimistöön.

Laji tai lajiryhmä	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
Suurpedot	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Tiedossa olevien uhanalaisten ja huomionarvoisten hyönteisesiintymät (pl. lettokoi ja pikkutupsukas)	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Lettokoi	Kohtalainen / (suuri pitkällä aikavälillä)	Kohtalainen / (suuri pitkällä aikavälillä)	Kohtalainen / (suuri pitkällä aikavälillä)	Kohtalainen / (suuri pitkällä aikavälillä)	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Pikkutupsukas (NT)	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Vähäinen	Vähäinen	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Lettosiemenkotilo	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Lapinpallosimpukka	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Muu eläimistö	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

21.4.5 Sulkemisen aikaiset vaikutukset

Toiminnan päättymisen jälkeen ei arvioida hankkeesta koituvan haitallisia vaikutuksia eläimistölle. Toiminnan loputtua, maisemoinnin jälkeen alueelle tyypillinen eläinlajisto ei kovin nopeasti täysin palaudu, johtuen muutoksista kasvillisuudessa, maaperän ominaisuuksissa ja etenkin vesitaloudessa. Kangasmailla sukkession edetessä eläimistö pitkälti palautuu, mutta siihen menee useita vuosikymmeniä. Suoalueilla vesitaseen palautuminen vaatii ennallistamista ja on epävarmaa, palautuuko suoluonto ja sitä kautta eläimistö enää alkukeräiseen tilaan.

21.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Liikenteen tuomaa kuolleisuusriskiä voidaan alentaa, kun yhdystien suunnittelussa huomioidaan pieneläinten liikkuminen ja tarvittaville kohdille asennetaan pieneläinputki tai pienempiä alikulkuja (Väre ym. 2003). Lisäksi nämä rakenteet vähentävät tien estevaikutusta. Alikulku- ja pieneläinputkijärjestelyistä hyötyvät mm. kettu, näätä, kärppä, lumikko ja saukko. Myös rusko- ja viitasammakolle on tästä hyötyä.

Kaivoksen rakentamis- ja toimintavaiheiden aikana syntyvää melua voidaan vähentää usein eri keinoin, kuten meluvalleilla tai sijoittamalla kivenmurskaus tarvekivilouhoksessa louhitulle tasolle, joka on vähintään 6 m ympäröivän maan pintaa alempana. Suunnittelun edetessä laitteiden melupäästöä voidaan joissain tapauksissa pienentää tai muuttaa laitteiden sijoitusta. Räjäytyksistä aiheutuvaa tärinää voidaan ehkäistä räjäytysteknisin toimenpitein, kuten käyttämällä aikahidastenalleja ja rajoittamalla räjäytettävien kenttien kokoa.

Valosaastetta voidaan lieventää valosuunnittelulla ja istuttamalla puustoa. Korkea puusto ja muu kasvillisuus voi varjostuksellaan estää valon pääsyä taivaalle tai muihin kohteisiin, joissa valoa ei tarvita.

Ylijäämävesien purkuputken vaikutuksia lettokoin korven vesitaseeseen voidaan lieventää, siten että putkikaivanto ei ohjaisi vesiä poispäin korvesta.

Tehdasalueen ja uuden eteläisen yhdystien tarkemmassa teknisessä suunnittelussa voidaan viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikoille muodostuvaa haittaa vähentää. Kaivannaisjätealueiden sijainti ja muotoa hieman muuttamalla voidaan vähentää viitasammakon lisääntymis- ja levähdyspaikoille kohdistuvaa haitallista vaikutusta. Lisäksi yhdystien rakentaminen voidaan suunnitella siten, ettei suunnittelemalla vanhan tien (=tulvapenkereen) ja uuden tien väliin jäävä osa suota kuivu niin paljon, että vanhan tien viereisen viitasammakkoallikon vesitalous muutu. Ylijäämävesien purkuputkin linjausta muuttamalla voidaan lajiin kohdistuvaa haitta vähentää yhden kutupaikan osalta. Myös uuden yhdystien ja muun rakennustöiden ajoittaminen viitasammakon kutuajan ulkopuolelle vähentää riskiä sammakoiden lisääntymisen häiriintymiselle. Lajille voidaan lisäksi rakentamiseen yhteydessä luoda uusia kutupaikkoja.

21.6 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä

Eläimistöön kohdistuvista vaikutuksista merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat viitasammakkoon. Muihin suojeltaviin ja huomionarvoisiin lajeihin vaikutukset ovat vähäisiä tai vaikutuksia ei muodostu.

Viitasammakolla on useita lisääntymis- ja levähdyspaikkoja hankealueella. Hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b kielteisten vaikutusten merkittävyys on suuri, koska rakentamisen takia menetetään lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoja Kuusivaaran eteläpuolella. Toiminnan aikainen pöly- ja meluhaitta ulottuu vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b osalle lisääntymis- ja levähdyspaikkoja. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b ei suoria vaikutuksia lajin lisääntymis- ja levähdyspaikoille muodostu, mutta rakentamisen aikainen melu ulottuu yhdelle lisääntymis- ja levähdyspaikalle. Vaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b osalta joudutaan hakemaan poikkeusta lajin suojelusta ellei haitallisia vaikutuksia pystytä muilla keinoille vähentämään. Eteläisen yhdystien ja ylijäämävesien purkuputken rakentaminen voi heikentää lajin kutupaikkoja vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a. Heikennys voidaan välttää jatkosuunnittelussa.

Jättisujeltajaan ei kohdistu vaikutuksia rakentamisvaiheessa tai toiminnanaikana.

Lepakoihin missään vaihtoehdoissa muodostu vaikutuksia, koska lepakoita ei ole todettu hankealueelta tai sen läheisyydestä.

Kirjojokikorennon reviiri on suunnitellun Kelujoen sillalta yläjuoksun puolella noin 560 m päässä koilliseen. Sillan rakentamisvaiheessa laji reviirille vaihtoehdoissa VE1a, VE2a ja VE3a ei haitallisia samentumisvaikutuksia kohdistu. Siltarakenteet eivät muuta Kelujoessa virtaamia, ja pysyviä vaikutuksia lajille ei muodostu.

Saukon talvireviiri ja lisääntymispaikka on Matarakosken voimalaitoksen alapuolella ja Tiukuojalla, joihin toimintoja ei ole suunniteltu. Kelujoki on saukolle ruokailualuetta. Kelujoen ylittävä silta ei estä lajin liikkumista jokivarressa.

Hankealue ja sen lähialue ei ole suurpetojen keskeistä lisääntymisaluetta. Kaivoksen rakentaminen pirstoo suurpetojen saalistusaluetta kaikissa vaihtoehdoissa. Rakentamisvaiheessa melun ja häiriön

takia suurpedot tulevat välttämään hankealuetta. Vaikutuksen merkittävyys lajeille on vähäinen kaikissa vaihtoehdoissa.

Pääosa merkittävästä ja suojeltavasta hyönteislajisto keskittyy Viiankiaavalle sekä Ruosteojan ympäristöön (Natura-alueella) sekä Kärväsniemeen, joihin rakentamistoimet eivät ulotu missään vaihtoehdossa. Poronkodanpalon korpijuotissa elää erityisesti suojeltava ja uhanalainen lettokoi. Korpi jää kaikissa vaihtoehdoissa rakentamisen ulkopuolelle, mutta vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b tehdasalue on korven valuma-alueella ja näillä vaihtoehdoilla lajiin kohdistuu vaikutuksia, kun korpeen tuleva valumavesimäärä vähenee. Myös ylijäämävesien purkuputken rakentaminen vaikuttaa korven vesitalouteen vaihtoehdoilla VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. Vesitaloudessa tapahtuva muutos vaikuttaa lettokoin ruokakasvin runsauteen, ja sitä kautta pienentää lettokoin populaatiokokoa. Vaikutuksen merkittävyys on kohtalainen ja pitkällä aikavälillä voi olla jopa suuri ilman lievennystoimia. Kaivoksen keinovalo ei heikennä lettokoin elinympäristöä millään vaihtoehdolla. Vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b osalta mahdollisesti joudutaan hakemaan poikkeusta lajin suojelusta.

Silmälläpidettävän pikkutupsukaan elinympäristöä häviää rakentamisen takia vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. Lajille jää vielä lajille sopivaa elinympäristöä Kuusivaaran itäpuolelle. Samoin silmälläpidettävän käpäläsulkasen elinympäristöä häviää Kuusivaaralla kaikissa vaihtoehdoissa. Näihin lajeihin kohdistuvan vaikutuksen merkittävyys on vähäinen tai kohtalainen.

Suoympäristön hyönteislajistossa tapahtuu muutoksia, kun kaivokseen liittyviä rakenteista rakennetaan suolle. Hankkeen vaikutusalueella olevalle tavanomaiselle lajistolle vaikutuksen merkittävyys vähintään kohtalainen vaihtoehdoissa VE1a, VE1b, VE2a ja VE2b. Myös vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b merkittävyys on kohtalainen vaikka menetettävä pinta-ala on pienempi kuin muissa vaihtoehdoissa, mutta vaikutukset kohdistuvat laajasti lettoihin ja lähteikköihin, joilla voi olla merkittävää hyönteislajistoa.

Viiankiaavalla tavattavat lettosiemenkotilon ja lapinpallosimpukan elinympäristöt säilyvät kaikissa vaihtoehdoissa ja epäsuoria vaikutuksia ei kohdistu lajien elinalueelle.

Sakatin kaivoksen valaistu vaikuttaa eläimistöön mm. yökkösiin ja pölyttäjiin. Keinovalo muuttaa hyönteislajistoa tehdasalueen reunavyöhykkeellä ja osin vaikutukset heijastuvat kaivosalueen rajautuville luontotyypeille kun pölytys vähenee. Vaikutus on vähäinen tavanomaiseen hyönteislajistoon.

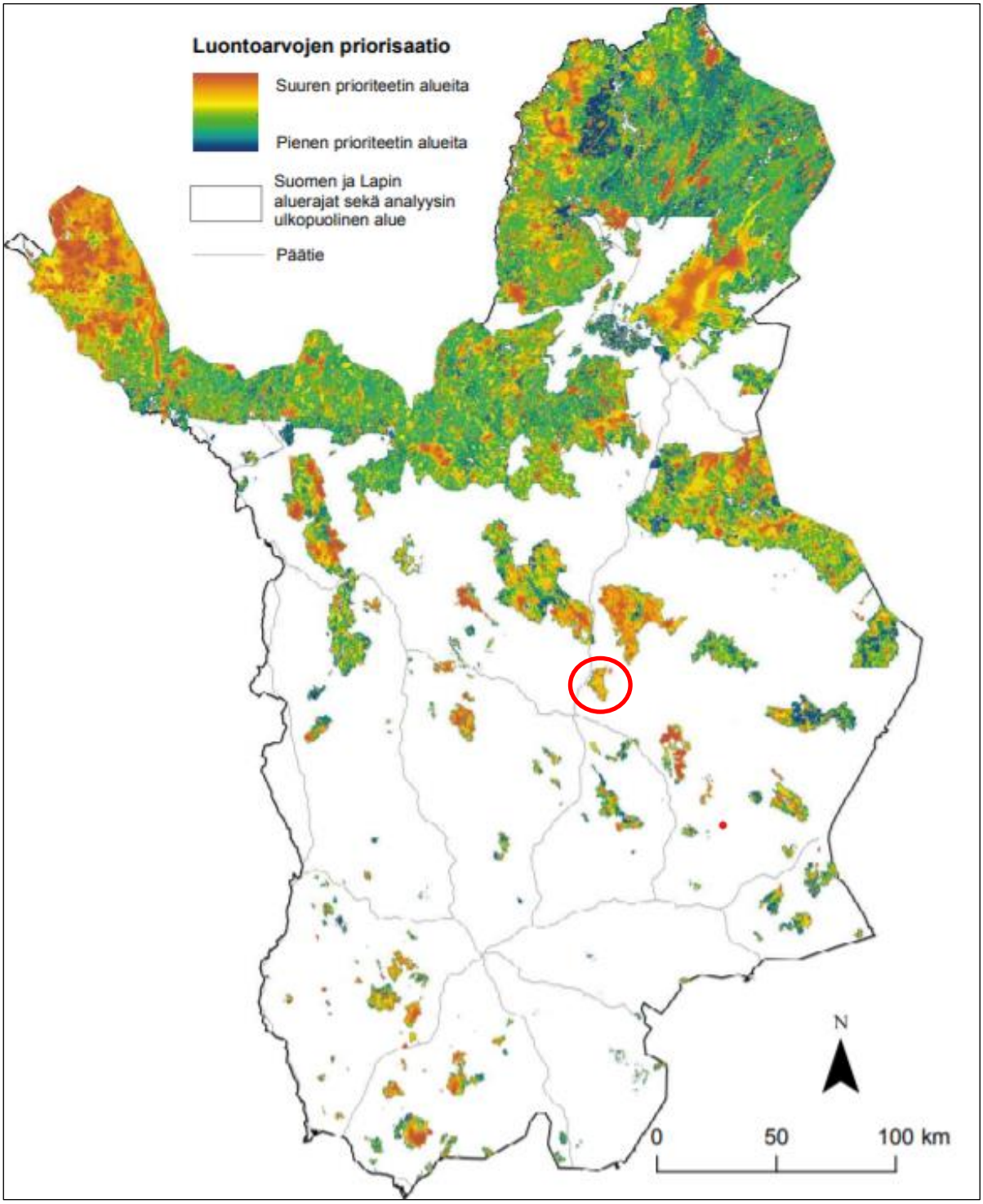
Kaivoksen toiminnan aikaiset vaikutukset muuhun eläimistöön ovat vähäisiä. Suurin osa nisäkkäistä tulee välttämään kaivosaluetta. Myös liikennekuolemien riski eläimillä kasvaa. Haittojen merkittävyys on vähäinen.

22 VAIKUTUKSET LUONNON MONIMUOTOISUUTEEN

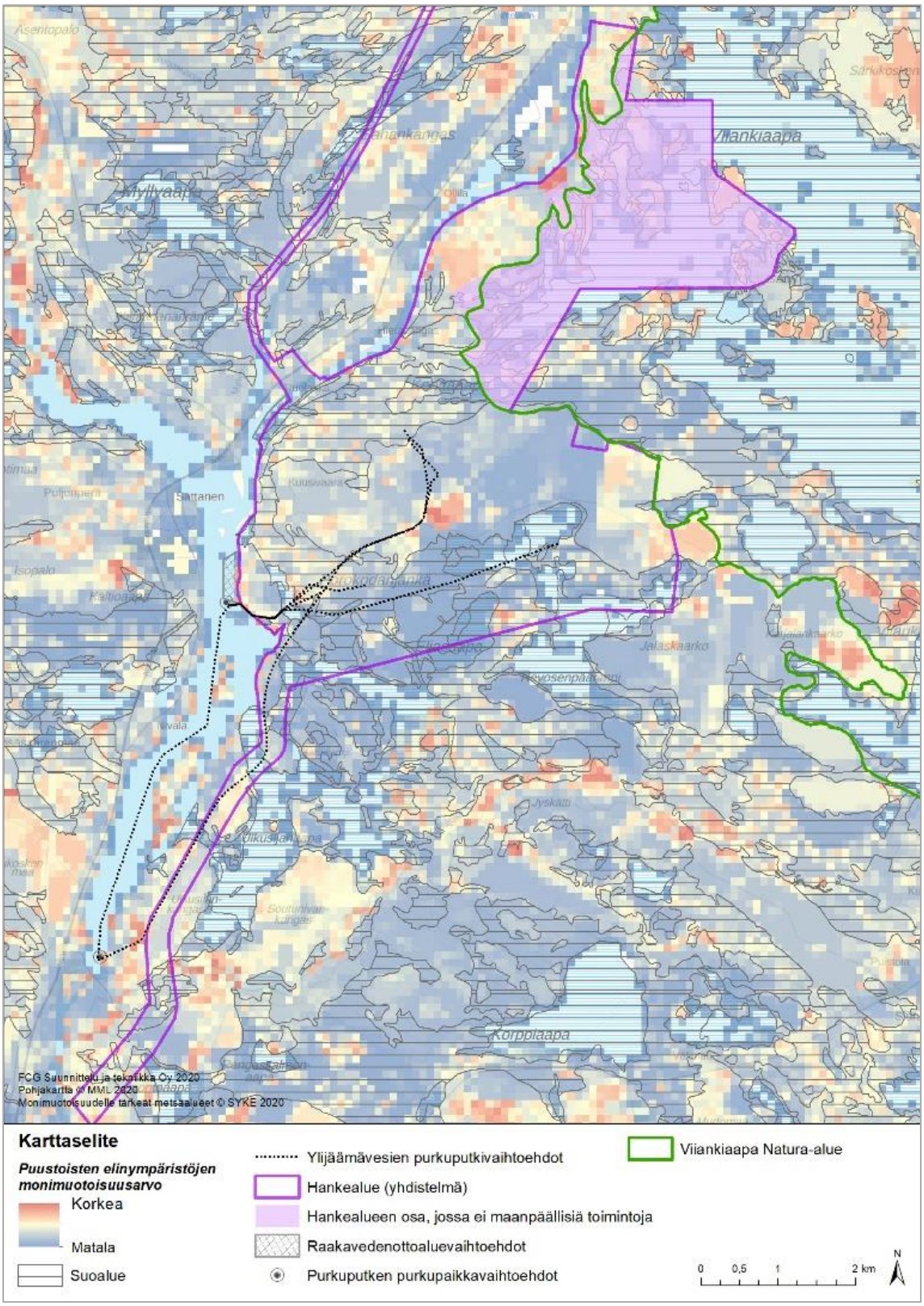
22.1 Johdanto

Luonnon monimuotoisuudella tarkoitetaan lajien runsautta ja niiden elinympäristöjen monimuotoisuutta sekä lajien sisäistä perinnöllistä muuntelua (Euroopan ympäristökeskus 2020, Kuusiniemi 2020). Luontovaikutusten eri osa-alueiden arvioinneissa (kappaleet 18–21) on esitetty niiden nykytila ja vaikutusten muodostumisen mekanismit sekä arvioitu vaikutusten merkittävyyttä. Luonnon monimuotoisuuden nykytila on yhdistelmä kaikkien osa-alueiden nykytilakuvauksissa esitetyistä luonnonarvoista, ja luonnon monimuotoisuudelle aiheutuvat vaikutukset muodostuvat näiden vaikutusmekanismien summana. Monimuotoisuudelle aiheutuvien vaikutusten tarkastelualue on kaikkien arvioitujen osa-alueiden yhteinen tarkastelualue yhdistettynä seudulliseen ja valtakunnalliseen näkökulmaan.

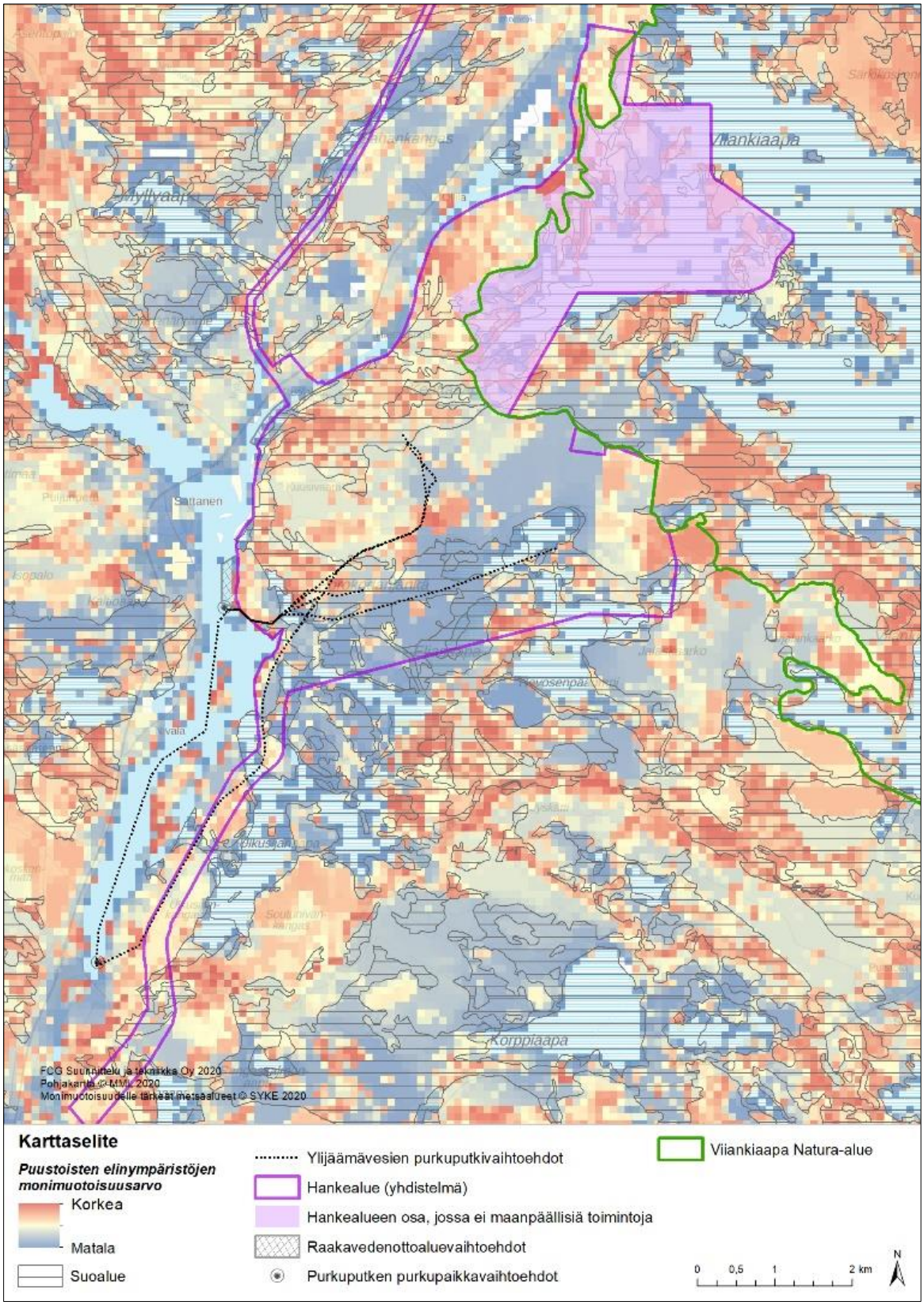
Hankealue sijoittuu osittain luonnon monimuotoisuudeltaan eli biodiversiteetiltään erittäin monipuoliselle ja merkittävälle alueelle. Viiankiaapa on yksi Pohjois-Lapin luontoarvojen ja luonnon monimuotoisuuden ydinalueista ja kuuluu osana laajaan Keski-Lapin luontoarvokeskittymään (Mikkonen 2013). Viiankiaapa kytkeytyy Kitisen kautta laajempaan Pomokairan suot ja Pomokaira -alueen luontoarvokeskittymään. Hankkeen vaikutusalueen keskeiset luontoarvot keskittyvät suoluontoon. Tämä ilmenee tarkasteltaessa Lapin alueelta tehtyä luontoarvojen priorisaatiokarttaa (Kuva 22-1) ja puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuutta (Kuva 22-2, Kuva 22-3). Puustoisten alueiden luonnonarvot keskittyvät puustoisille soille. Kangasmetsien monimuotoisuus on selvästi puustoisia soita vähäisempi



Kuva 22-1 Luontoarvojen priorisaatiokartta ja Natura 2000 -luontotyyppien esiintymiskuvaajat pääluokittain Lapin luontopalvelujen alueelta (Mikkonen 2013). Viiankiaavan Natura -alue on ympyröity, jonka läheisyyteen hankealue sijoittuu.



Kuva 22-2 Metsien monimuotoisuus hankealueella ja sen läheisyydessä valtakunnallisen puustoisten elinympäristöjen analyysin mukaan (Mikkonen ym. 2018).



Kuva 22-3 Alueellisen puustoisten elinympäristöjen analyysin mukaan (Mikkonen ym. 2018).

22.2 Luontoarvojen turvaaminen

Suomessa luontoarvojen säilyttämisen keskeiset mekanismit sisältyvät luonnonsuojelulain (LSL 1096/1996) mukaiseen sääntelyyn. Muita keskeisiä luonnon monimuotoisuutta turvaavia lakeja ovat vesilaki (VesiL 587/2011) ja metsälaki (MetsäL 1093/1996) sekä maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL 132/1999). Tämän lisäksi Suomessa luontoarvojen säilyttämisen kannalta olennaisia säännöksiä sisältyy luonnonvaraoikeudelliseen sääntelyyn; maa-aineslaki (MaL 555/1981) ja koskiensuojelulaki (35/1987). Euroopan unionin luonto- (92/43/ETY) ja lintudirektiivin (79/409/ETY) säännökset on huomioitu Suomen luonnonsuojelulaissa.

Viiankiaavan ympäristössä etenkin suoluonnon monimuotoisuutta turvaamaan on perustettu Viiankiaavan Natura-alue, Viiankiaavan soidensuojelualue (SSO120565) sekä neljä yksityisiä luonnonsuojelualuetta. Hankevaihtoehdosta riippuen hankkeen jatkosuunnittelu saattaa edellyttää yhden yksityisen luonnonsuojelualueen rauhoitusmääräyksistä poikkeamista tai suojelualueen rauhoituksen osittaista purkamista luonnonsuojelulain 27 §:n mukaisesti. Alueella esiintyvää lajistoa koskevat useat eri suojelustatukset. Jokaisen hankevaihtoehdon osalta tulee tarkemmassa jatkosuunnittelussa tarkasteltavaksi luonnonsuojelulain erityisesti suojeltavan lajin esiintymispaikan heikentämiskiellosta poikkeaminen, lajin rauhoitussäännöksistä poikkeaminen sekä luontodirektiivin lajin kasvupaikan tai lisääntymis- ja levähdyspaikan tuhoamisesta tai osittaisesta heikentämiskiellosta poikkeaminen. (Taulukko 22-1Taulukko 19-1)

Taulukko 22-1 Luontoarvojen turvaaminen Suomessa ja sen yhteys hankkeeseen ja hankkeen lähialueelle.

Suojeluohjelma, laki tai ohjelma			**Toteutus hankealueella**
Soidensuojeluohjelma (SSO)	Valtakunnallisesti merkittävien luonnonarvojen turvaamiseksi voidaan laatia luonnonsuojeluohjelmia, joilla alueita varataan luonnonsuojelutarkoituksiin.	Perustamista ohjaa luonnonsuojelulaki	Viiankiaavan soidensuojelualue (SSO120565)
Luonnonsuojelulaki 10 § ja 24 § Luonnonsuojelualueen perustaminen	Luonnonsuojelualueen perustamisen yleisenä edellytyksenä on mm., että alueella on uhanalainen eliölaji, eliöyhteisö tai ekosysteemi, on luontodirektiivin liitteessä IV (a) mainitun lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoja tai luontotyypin tai eliölajin suotuisan suojelutason säilyttäminen tai saavuttaminen sitä vaatii.	Valtion maiden suojelualueet; kansallispuistot, luonnonpuistot ja muut luonnonsuojelualueet. Yksityiset suojelualueet (YSA)	Viiankiaavan soidensuojelualue (SSO120565) Ylitalon, Viiankiaavan, Suojelu-Mäkitalon ja Uusitalon luonnonsuojelualueet
EU:n luontodirektiivi			
Liite I	Yhteisön erityisen tärkeinä pitämät luontotyypit eli sellaiset ympäristöt, joiden suojelemiseksi on perustettava erillinen suojelualue		Viiankiaapa Natura-alue (SAC). Suojeluperusteena 13 luontotyyppiä.

Suojeluohjelma, laki tai ohjelma			Toteutus hankealueella
Liite II	Yhteisön tärkeinä pitämät eläin- ja kasvilajit, alalajit tai lajiryhmät, joiden suojelemiseksi on osoitettava **erityisten suojelutoimien alueita** (SAC) (Natura 2000 -alueverkosto).		Viiankiaapa Natura-alue (SAC). Suojeluperusteena 7 lajia (putkilokasvit ja sammalet)
Liite IV (a) Eläinlajit	Liitteen IV (a) lajit luonnonsuojelulaki 49 §	Liitteen IV(a) eläinlajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikennys- ja hävittämiskielto. Suojelusta voidaan poiketa luvalla.	Jättisukeltaja, kirjojokikorento, saukko ja viitasammakko sekä suurpedot (pl. susi)
Liite IV (b) Kasvilajit		Liitteen IV (b) kasvilajeille edellytetään direktiivin 12 ja 13 artiklojen mukaisesti tiukkaa suojelua.	Neidonkenkä, laaksoarho, lapinleinikki ja lettorikko.
EU:n lintudirektiivi, liite I	Yhteisön tärkeinä pitämät lajit, joiden suojelemiseksi on osoitettava erityissuojelualueita (SPA) (Natura 2000 -alueverkosto).		Viiankiaavan Natura -alue (SPA). Suojelu-perusteena 28 lintulajia.
Luonnonsuojelulaki			
Luonnonsuojelulaki 29 § Suojellut luontotyypit	Luonnonsuojelulain luettelemat suojeltavat luontotyypit; jalopuumetsiköt, pähkinäpensaslehdot, tervaleppäkorvet, luonnontilaiset hiekkarannat, merenrantaniityt, puuttomat tai luontaisesti vähäpuustoiset hiekkadyynit, katajakedot, lehdesniityt, sekä avointa maisemaa hallitsevat suuret yksittäiset puut ja puuryhmät.	Luonnonsuojelulain luontotyypit ovat suojeltuja sen jälkeen, kun alueellinen ELY-keskus on tehnyt siitä rajauspäätöksen ja saattanut sen maanomistajan tietoon.	Hankealueella tai sen läheisyydessä ei ole luonnonsuojelulain suojeltavia luontotyyppejä.
Luonnonsuojelulaki 47 § Lajien esiintymispaikkojen suojelu	Asetuksella voidaan säätää erityisesti suojeltavaksi lajiksi sellainen uhanalainen eliölaji, jonka häviämisuhka on ilmeinen.	Erityisesti suojeltavan lajin säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen tai heikentäminen on kielletty.	Kolme erityisesti suojeltavaa lintulajia, turjanhorsma, kalkkilähdesammal, isonuijasammal, karhunlovisammal, tupsurustojäkälä
Luonnonsuojelulaki 39 § Rauhoitussäännökset		Rauhoitetun linnun pesäpuu, joka on asianmukaisesti merkitty, tai suuren petolinnun pesäpuu, on rauhoitettu.	
Luonnonsuojelulaki 42 § Kasvilajien rauhoittaminen	Laji voidaan rauhoittaa asetuksella koko maassa tai jossakin osassa maata.	Rauhoitetun kasvin tai sen osan poimiminen, kerääminen, irti leikkaaminen, juurineen ottaminen tai hävittäminen on kielletty. Lajin rauhoitus ei estä rakentamista.	Laaksoarho, neidonkenkä, lettorikko, lapinleinikki, isonuijasammal, kiiltosirppisammal, lapinkämmekkä, soikkokaksikko

Suojeluohjelma, laki tai ohjelma			Toteutus hankealueella
Vesilaki 2 luku, 11 § Eräiden vesiluontotyyppien suojelu	Luonnontilainen enintään kymmenen hehtaarin kokoinen flada, kluuvijärvi, lähde, muualla kuin Lapin maakunnassa sijaitseva noro tai enintään yhden hehtaarin suuruinen lampi tai järvi.	Mainittujen luontotyyppien luonnontilan vaarantaminen on kielletty. Suojelusta voidaan poiketa luvalla.	Hankealueella tai sen läheisyydessä olevat lähteet
Metsälaki 10 § Monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät elinympäristöt	Lähteiden, purojen ja pysyvän vedenjuoksu-uoman muodostavien norojen sekä enintään 0,5 ha:n suuruisten lampien välittömät lähiympäristöt; rehevät korvet, aitokorvet, letot, rehevät lehtolaikut ja vähäpuustoiset suot, luonnontilaisten tai niiden kaltaisten soiden kangasmetsäsaarekkeet, vähintään kymmenen metriä syvät rotkot ja kurut sekä jyrkänteet ja niiden välittömät alusmetsät, hietikot, kalliot, kivikot ja louhikot.	Metsälakia sovelletaan metsän hoitamiseen ja käyttämiseen metsätalousmaaksi luettavilla alueilla. Lakia ei kuitenkaan sovelleta mm. luonnonsuojelualueilla tai valtion luonnonsuojelutarkoitukseen hankkimilla alueilla kaavoissa suojelualueeksi osoitetulla alueilla asemakaava-alueilla lukuun ottamatta maa- ja metsätalouteen osoitettuja alueita yleiskaavan alueella lukuun ottamatta maa- ja metsätalouteen ja virkistyskäyttöön osoitettuja alueita	Laajalle tarkastelualueelle sijoittuu lukuisia metsälain 10 §:n määritelmän mukaisia erityisen arvokkaita elinympäristöjä, etenkin vähäpuustoisten soiden, aitokorpien, rehevien korpien, lettojen sekä pienvesien välittömien lähiympäristöjen osalta
Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL)	5 §: Alueiden käytön suunnittelun tavoitteena on vuorovaikutteiseen suunnitteluun ja riittävään vaikutusten arviointiin perustuen edistää mm. luonnon monimuotoisuuden ja muiden luonnonarvojen säilymistä sekä ympäristönsuojelua ja ympäristöhaittojen ehkäisemistä.	Järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että luonnonsuojeluarvot huomioidaan riittävästi ja edistetään ekologisesti kestävää kehitystä.	Huomioitava alueelle laadittavassa yleiskaavassa ja yleissuunnitelmassa.
Suomen lajien uhanalaisuus Punainen kirja 2019	Lajien uhanalaisuus huomioidaan LSL:ssa ja LSA 21 §:ssä.	Järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että uhanlaiset lajit voidaan huomioida riittävästi.	Huomioitava alueelle laadittavassa yleiskaavassa ja yleissuunnitelmassa. Linnut: 46 lajia mainittu, joista uhanalaisia 23
Kansainväliset vastuulajit	Suomella katsotaan olevan kansainvälinen vastuu tiettyjen pohjoisten alkuperäislajien säilyttämisestä. Lainsäädännössä määriteltyä asemaa vastuulajeilla ei ole.	Vastuu merkitsee lähinnä sitä, että lajin seurantaa ja tutkimusta on tehostettava ja että lajin elinympäristö tulee ottaa huomioon maankäytön suunnittelussa.	Huomioitava alueelle laadittavassa yleiskaavassa ja yleissuunnitelmassa. Linnut: 27 lajia

Suojeluohjelma, laki tai ohjelma			Toteutus hankealueella
Suomen luontotyyppien uhanalaisuus (Kontula ym. 2018)	Uhanalaisilla luontotyypeillä ei ole virallista asemaa luonnonsuojelulainsäädännössä. Uhanalaiset luontotyypit sisältyvät usein tarkempina luontotyyppeinä luonnonsuojelu-, metsä- ja vesilakiin. On myös uhanlaisia luontotyyppejä, jotka eivät em. lakien määritelmien mukaisiin kohteisiin sisälly.	Järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että uhanalaiset luontotyypit voidaan huomioida riittävästi.	Huomioitava alueelle laadittavassa yleiskaavassa ja yleissuunnitelmassa.

22.3 Vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen

Vaikutuksia luonnon monimuotoisuudelle on tarkasteltu kokonaisuutena kaikkien laadittujen luontovaikutusten arviointien (luvut 19–23) pohjalta. Vaikutusarvio on luontovaikutusten arvioinnin yhteenvedon perusteella muodostettu johtopäätös siitä, aiheutuuko monimuotoisuuden eri tasoille vaikutuksia, ja mikä niiden yhteismerkittävyys on. Esimerkiksi vähäiset ja keskisuuret vaikutukset useiden arvioitujen lajiryhmien ja useiden eri esiintymien osalta voivat aiheuttaa merkittävyydeltään suuremman kokonaisvaikutuksen luonnon monimuotoisuudelle. Lisäksi arvioinnissa on otettu huomioon, että luonnon monimuotoisuus kytkeytyy tiiviisti luonnon vuorovaikutussuhteisiin eli alueellisen ja paikallisen ekosysteemin toimintaan.

Taulukko 22-2 Vaikutusten merkittävyydet luonnon monimuotoisuuden osatekijöille eri hankevaihtoehdoilla. Vaikutusten merkittävyyden värikooditus alla. Viiankiaavan Natura-alueen osalta merkittävyys ilmaistu kuten Natura-arvioinnissa (Ramboll Finland Oy 2020e).

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kiel-teinen	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen

	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
SUOJELUALUEET						
Viiankiaavan Natura-alue (sis. Viiankiaapa SSO120565)	***Erityiset lievennystoimet huomioiden*** ei merkittävää heikennystä	Muiden hankevaihtoehtojen osalta ***ei voida riittävällä varmuudella poissulkea*** merkittävän heikennyksen mahdollisuutta.				
Yksityiset luonnonsuojelu-alueet			Uusitalon YSA	Uusitalon YSA	Uusitalon YSA	Uusitalon YSA
VESIEKOLOGIA						
Kalat	Vaikutus kohdistuu purkuvesistön kalastoon					
Pohjaeläimet	Vaikutus kohdistuu osaan lähivaluma-alueen pienvesiuomista					
Vesisammal-yhteisöt	Vaikutus kohdistuu osaan lähivaluma-alueen pienvesiuomista					
KASVILLISUUS (putkilokasvit, sammalet)						
Luontodirektiivin liitteen IVb lajit	lettorikko lapinleinikki	lettorikko laaksoarho lapinleinikki	lettorikko lapinleinikki	laaksoarho lapinleinikki	lapinleinikki neidonkenkä	neidonkenkä laaksoarho
Erityisesti suojeltavat lajit	kalkkilähdesammal Isonuija-sammal karhunlovisammal	isonuijasammal karhunlovisammal	turjanhorsma isonuijasammal kalkkilähdesammal	turjanhorsma isonuijasammal kalkkilähdesammal	turjanhorsma kalkkilähde-sammal	turjanhorsma kalkkilähde-sammal
Uhanalaiset lajit	lapinkämmekkä lettosara hetekinnassammal	hetekinnassammal	lettosara	lapinkämmekkä	lettosara	lettosara
Silmälläpidettävät lajit	mm. kiiltosirppisammal (NT ja dir. II laji), sirohuurresammal, pohjanhuurresammal, sirppihuurresammal, tataarikohokki, kanadanluppo, suopunakämmekkä					
Muu lajisto	kansainväliset vastuulajit, rauhoitetut lajit, alueellisesti uhanalaiset lajit; runsaasti esiintymiä					
LUONTOTYYPIT						
Lakisääteiset luontotyypit	lähteiköt (VesiL 2. luku 11 §)					
Uhanalaiset luontotyypit (Pohjois-Suomi)	lettorämeet, välipintaletot, aitokorvet, kangaskorvet, välipintakoivuletot, koivuletot, tuoreet runsasravinteiset lehdot					

	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
Silmälläpidettävät luontotyypit	Hankealueen selvityksissä inventoitu ja rajattu Pohjois-Suomessa silmälläpidettävistä luontotyypeistä 18 eri tyyppiä					
LINNUSTO						
Suojelullisesti huomionarvoiset lajit	Metso, kaakkuri sekä useat suojelullisesti huomionarvoiset suolajit, etenkin kahlaajat. Vaikutusten kohdentuminen vaihtelee eri hankevaihtoehtojen välillä.					
Muut lintulajit	Lajien herkkyys vaikutuksille on vähäisempi, joten vaikutukset arvioidaan kokonaisuutena vähäisiksi					
ELÄIMISTÖ						
Luontodirektiivin liitteen IV (a) lajit						
	Viitasammakko					
Uhanalaiset lajit						
	Lettokoi					
Silmälläpidettävät lajit						
			Pikkutupsukas			

Merkittävimmät vaikutukset tarkastelualueen luonnon monimuotoisuudelle aiheutuvat alueen luontotyypeille aiheutuvista pinta-alan menetyksistä sekä lajien elinympäristöjen tai kasvupaikkojen kaventumisesta tai niiden luonnontilan heikentymisestä. Luonnon monimuotoisuus heikkenee etenkin arvokkaiden suoluontotyyppien, lähteiden, lähdeluontotyyppien sekä huomionarvoisen sammal- ja putkilokasvilajiston esiintymien vähentyessä tai heikentyessä. Pohjavesivaikutteisille suoluontotyypeille ja lähteiköille aiheutuvat vaikutukset on arvioitu merkittävyydeltään suuriksi kaikissa hankkeen toteuttamisvaihtoehdoissa. Näiden lisäksi merkittävyydeltään suuret vaikutukset arvioidaan kohdistuvan viitasammakkoon kaikissa muissa vaihtoehdoissa paitsi vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b, joissa vaikutukset arvioidaan merkittävyydeltään pieniksi. Muiden luontovaikutusten, kuten linnuston, osalta vaikutukset on arvioitu merkittävyydeltään vähäisiksi tai kohtalaisiksi.

Merkittävyydeltään suuriksi arvioitavien haitallisten vaikutusten aiheutuminen uhanalaisille suoluontotyypeille, lähteille ja lähdeluontotyypeille kertautuu vaikutuksina näillä luontotyypeillä elävälle, levähtävälle ja/tai ruokailevalle eliölajistolle. Suoluontotyyppien taantuminen ja muuttuminen pitkällä aikavälillä heikentää sekä luontotyyppien monimuotoisuutta että lajistollista monimuotoisuutta. Merkittävien vaikutusten alaisten suoluontotyyppien tärkeä ominaispiirre on vetisyys ja pohjavesivaikutteisuus, jolloin näiden luontotyyppien vähentyminen tai lievä kuivuminen yksipuolistaa alueen suoluontotyyppien kirjoa. Samalla suoluontotyypeistä suoraan tai välillisesti riippuvainen eliölajisto muuttuu tavanomaisempien suoluontotyyppien lajiston kaltaiseksi, ja vaateliaat ja kilpailukyvyltään heikot lajit taantuvat pitkällä aikavälillä.

Suojelullisesti arvokkaiden luontotyyppien ja lajien osalta luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvien vaikutusten arvioinnin taustalla on arvioitu vaikutusta lajien suotuisaan suojelun tasoon, mikä tarkoittaa kaikkia niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat pitkällä aikavälillä lajien ja luontotyyppien säilymiseen ja levinneisyyteen. Lajin tai luontotyypin suojelutaso on suotuisa silloin, kun laji tai luontotyyppi kykenee säilymään elinkelpoisena osana elinympäristöään. Euroopan Unionin luontodirektiivissä määritellään luontotyyppien ja lajien suojelun tavoitetaso, joka tulee säilyttää Natura 2000-verkoston sekä muiden kansallisten toimenpiteiden avulla. Riittävällä tai suotuisalla

suojelutasolla voidaan myös tarkoittaa luonnonsuojelualueen kykyä pitää lajien ja elinympäristöjen laatu elinvoimaisena. Tiettyjen lajien suotuisa suojelutaso hankkeen osalta tulee tarkemmin tarkasteltavaksi luonnonsuojelulain poikkeamismenettelyn yhteydessä, sillä osa luontodirektiivin liitteen IV b sekä luonnonsuojelulain erityisesti suojeltavien kasvi- ja sammallajien esiintymiä menetetään hankkeen rakentamisalueiden kohdalla, vaihtoehdosta riippuen.

Arvioitaessa vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen, voidaan todeta, että kaikilla arvioiduilla luontovaikutusten osa-alueella ilmenee vähäisiä ja/tai keskisuuria haitallisia vaikutuksia ja osittain myös suuria haitallisia vaikutuksia. Vaikutukset yksittäiseen kohteeseen saattavat jäädä vähäiseksi, mutta monimuotoisuuteen kohdistuvien vaikutusten merkittävyys kasvaa, jos vaikutuskohteita on paljon. Lisäksi on otettava huomioon vaikutusten mittakaava. Vaikutusten merkittävyys saattaa olla erilainen, kun tarkastellaan vaikutuksia alueellisella tai valtakunnallisella tasolla.

Tarkasteltaessa luonnon monimuotoisuudelle aiheutuvia vaikutuksia alueellisella tasolla Viiankiaavan-Eliasaavan-Kenttäaavan sekä Kitisen ja Kelujoen välisellä alueella esiintyvien luontotyyppikokonaisuuksien sekä niillä esiintyvän lajiston perusteella, voidaan eri vaikutustyyppien ja vaikutuksen kohteiden osatekijöistä johtaa kokonaisuutena merkittävyydeltään keskisuuria ja suuria vaikutuksia.

Kaikissa tarkastelluissa vaihtoehdoissa kaivoshanke tulee heikentämään useista osista muodostuneen aapasuokokonaisuuden sekä alueen pienvesien (ml. lähteiköt) nykyistä luonnontilaa. Lisäksi jokaisessa hankevaihtoehdossa aiheutuu luontodirektiivin liitteessä IV a ja IV b listattujen lajien ja/tai erityisesti suojeltavien kasvilajien sekä sammallajien esiintymien suoria menetyksiä sekä niiden kasvupaikkojen välillisiä heikennyksiä. Huomionarvoiseen lajistoon sekä uhanalaisiin luontotyyppeihin kohdistuvat eriasteiset vaikutukset nostavat kohteiden herkkyys huomioiden vaikutuksen merkittävyyttä. Kun näitä kohteita (lajiesiintymiä ja luontotyyppejä) on eri puolilla hankealuetta, aiheutuu näiden vähäisestäkin heikennyksestä kokonaisuutena merkittävyydeltään suurempi kielteinen vaikutus alueen luonnon monimuotoisuudelle. Hankkeessa tarkastelluista päävaihtoehdoista VE2 ja VE3:ssa kaivoksen sisäänkäynti sekä niille johtavat hihnakuljetin ja huoltotie sijoittuvat etäämmälle Kuusivaaran tehdasalueesta, jolloin näillä vaihtoehdoilla on merkittävyydeltään suurempi vaikutus monimuotoisuudelle.

Jokaisessa hankevaihtoehdossa eri toimintojen ja rakenteiden sekä hydrologiaan vaikuttavien mekanismien yhteisvaikutus on edellä kuvatun mukaisesti monimuotoisuutta vähentävä ja voidaan tulkita merkittävyydeltään suureksi. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b tämä vaikutus on merkittävyydeltään edelleen suuri, mutta kuitenkin muita tarkasteltuja vaihtoehtoja vähäisempi niiden kattamien suppeampien rakentamisalueiden vuoksi.

Hankkeen seudullista ja valtakunnallista merkittävyyttä luonnon monimuotoisuudelle tarkasteltaessa, arvioidaan alueen luontotyyppejä (lajien elinympäristöjä) Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden sekä Natura 2000-verkoston kautta. Hankealue sijoittuu aapasoiden muodostamalle aluekokonaisuudelle, jolla on alueellisen arvon lisäksi seudullista ja valtakunnallista merkitystä. Viiankiaavan Natura-alue ja soidensuojeluohjelman alue ovat rajaukseltaan tietty osa laajempaa suoallasta, jolle sijoittuu aapasoiden suoyhdistymiä. Viiankiaapa yhdessä sen ympäristöön sijoittuvien, pääosin ojittamattomien aapasoiden kanssa muodostaa siten myös seudullisesti arvokkaan suoluontokohteiden keskittymän. Viiankiaapa ja sitä ympäröivät suot lukeutuvat minerotrofisena suoyhdistymätyyppinä luontotyyppiin eteläiset pohjoisboreaaliset aapasuot, jotka on luokiteltu uusimmassa uhanalaisuusluokituksessa (Kontula ym. 2018) silmälläpidettäviksi (NT) sekä Pohjois-Suomessa että koko maassa. Aapasuot lukeutuvat suoyhdistyminä Suomen kansainvälisiin vastuuluontotyyppeihin.

Laajemmin tarkasteltuna hanke muuttaa alueen ja seudun suoluonnon tilaa Kuusivaaran ympäristössä, vaihtoehdosta riippuen Kenttäaavalla, Eliasaavalla, Porokodanjängällä ja Ulkusijanaavalla. Vaikutukset aiheutuvat välittömien pinta-alamenetysten lisäksi pirstomalla laajempia ojittamattomia suoalueita yhdystie-, purkuputki-, huoltotie- ja voimajohtoyhteyksillä. Hankkeella on pinta-alaa vähentävä vaikutus tai välillisesti heikentävä vaikutus Pohjois-Suomessa uhanalaisista suotyypeistä lettorämeiden, välipintalettojen, koivulettojen, välipintakoivulettojen, kangaskorpien ja aitokorpien alueille. Samalla tuhoutuu tai heikkenee myös huomionarvoisia lajiesiintymiä. Koko maassa uhanalaisiksi luettavista suoluontotyypeistä hankkeen rakentamisalueille tai niiden välittömään läheisyyteen tai välillisten vaikutusten alueille sijoittuu 27 erilaista uhanalaista neva-, räme- tai korpityyppiä.

Pohjoisboreaalisena aapasuona Viiankiaapa sekä sitä ympäröivät muut pienemmät aapasoiden suoyhdistymät edustavat luonnontilaltaan hyviä Peräpohjolan aapasoita. Vastaavia aapasuokokonaisuuksia, joilla esiintyy karujen suotyyppien lisäksi myös ruohoisia ja lettoisia osia, sijoittuu Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeelle sekä Kuusamoon. Sodankylän alueella Koitelaisenkaira ja Pomokaira edustavat samaa eteläisten pohjoisboreaalisten aapasoiden tyyppiä. Vastaavia kokonaisuuksia, koivu- ja rimpilettoja sisältäviä aapasoita, esiintyy samalla kasvillisuusvyöhykkeellä Kittilän Silmäsvuomalla, Tollovuomalla ja Kalkkaravuomalla, Kolarin Teuravuomalla sekä Pelkosenniemellä Luiron ja Vuotoksen soiden alueella. Tässä tarkastelussa Viiankiaapa on oma kokonaisuutensa ja täydentää aapasoiden verkostoa, joka on ollut myös tärkeä peruste Viiankiaavan sisällyttämisessä Natura 2000-verkostoon. Seudullisesti ja valtakunnallisesti tarkastellen aapasuokokonaisuus (Viiankiaapa ja sen ympäristön pienemmät aapasuot) ei ole ainutlaatuinen alue. Kaivoshanke aiheuttaa eriasteisia suoluontoa heikentäviä vaikutuksia kokonaisuudelle, mutta ei kuitenkaan täydellisesti muuta Viiankiaavan-Eliasaavan-Kenttäaavan alueen kokonaisuutta. Valtakunnallisesta näkökulmasta ja alueen herkkyys ja merkitys tunnistaen, hankkeen kokonaisvaikutukset aapasoiden monimuotoisuudelle arvioidaan varovaisuusperiaatteella merkittävyydeltään kohtalaisiksi.

Hankkeen aiheuttamien muutosten aiheuttama vaikutus alueen kangasmetsille tai muille kivennäismaan luontotyypeille ovat merkittävyydeltään pieni kielteinen, sillä rakentamisalueet ovat tavanomaisessa talousmetsäkäytössä. Alueen metsäluonto on pirstoutunutta, eikä hankkeen aiheuttamalla metsäisten luontotyyppien menetyksillä ole merkittävää vaikutusta metsien ja niistä riippuvaisen lajiston monimuotoisuudelle alueellisesti, seudullisesti tai valtakunnallisesti.

Natura-arvioinnissa on arvioitu vaikutukset Viiankiaavan Natura-alueen suojeluperusteena oleville luontotyypeille ja lajistolle. Arvioinnin johtopäätöksenä todetaan, että muiden kuin VE1a (mallinnettu) hankevaihtoehtojen osalta ei voida riittävällä varmuudella poissulkea merkittävän heikennyksen mahdollisuutta.

Natura-alueelle aiheutuvien vaikutusten johtopäätös sekä seudullisesti ja valtakunnallisesti edustavalle aapasuoluonnolle aiheutuvat kokonaisuusvaikutukset huomioiden voidaan arvioida, että kaikissa hankevaihtoehdoissa vaikutukset luonnon monimuotoisuudelle ovat kokonaisuutena merkittävyydeltään kohtalaisia ja päävaihtoehtojen VE2 ja VE3 osalta jopa suuria.

22.4 AA Sakatti Mining Oy:n sitoutuminen nettopositiiviseen vaikutukseen luonnon monimuotoisuuden osalta

Ekologinen kompensaatio on ihmistoiminnan aiheuttamien haittojen hyvittämistä luonnolle. Vuoden 2018 alussa jätetyssä ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa AASM Oy sitoutui Natura-arviosta erillisenä prosessina vapaaehtoiseen ekologiseen kompensaatioon. Sitoumus noudattaa emoyhtiö Anglo Americanin uutta konsernitason strategiaa, mikä edellyttää ekologisten haittojen ylikompensaatiota kaikissa uusissa kaivoshankkeissa Yhtiö on sitoutunut hyvityksen läpinäkyvään suunnitteluun ja sopeutuvaan toteutukseen, tarkoittaen, että hyvitystä kasvatetaan, jos hankkeen haitat osoittautuvat ennalta arvioitua suuremmiksi. Luvussa 3.1.1 on käsitelty AASM Oy:n toimintatapaa hankkeesta aiheutuvien haitallisten vaikutusten minimoimiseksi ja lievennyshierarkiaa.

22.4.1 Mahdollisen kaivoksen aiheuttamat suorat ja epäsuorat ekologiset haitat

Sakatin kaivos toteutetaan maanalaisena, jotta ekologisia haittoja vältetään ja minimoidaan ennakoivasti lievennyshierarkian periaatteiden mukaisesti. Hankkeen yksi mahdollinen haittavaikutus on vedenpinnan lasku Viiankiaavan läntisissä osissa, mikä voi aiheuttaa samankaltaisia kuivumisvaikutuksia kuin suon ojittaminen. Viiankiaavan ulkopuolella teollisuusalueen rakenteet, hihnakuljetin, uusi yhdystie sekä voimalinja aiheuttavat suoraa vahinkoa niiden alle jääville metsille ja soille. Suorien vaikutusten lisäksi syntyy epäsuoria vaikutuksia pölystä, melusta, valosta, tärinästä, liikenteestä sekä ihmisen lisääntyneestä läsnäolosta. Ekologisen nettohaitan määrityksessä on oleellista, että suora vaikutus tuottaa pääsääntöisesti täydellisen, mutta epäsuora vaikutus ainoastaan osittaisen luontoarvojen menetyksen. On myös huomioitava, minkä kuntoiseen luontoon haitta kohdistuu, esimerkiksi hakkuuaukeaan kohdentuva haitta tuottaa pienemmän menetyksen kuin vanhaan metsään kohdistuva haitta.

22.4.2 Ekologisen kompensaation periaatteet

Ekologinen hyvitys toteutetaan yleensä elinympäristöjä ennallistamalla tai suojelemalla. Ennallistamisen seurauksena elinympäristöt palautuvat kohti luonnontilaa, ja palautumista voidaan käyttää haittojen hyvitykseen. Jos alue suojellaan, vähenee siihen kohdistuva käyttöpaine, mikä niin ikään on eduksi hyvitysalueen luonnolle.

Kokonaisheikentymättömyys (engl. no net loss, NNL), tarkoittaa haittojen ja hyvitysten tasapainoa. Haitat ovat useimmiten nopeita, varmoja, täydellisiä ja pysyviä tai pitkäkestoisia. Ennallistamisen ja suojelun kautta saavutettavat hyvitykset toisaalta ovat osittaisia, epävarmoja ja viiveellä toteutuvia, mistä seuraa, että hyvitys tulee toteuttaa paljon haittaa suuremmalla pinta-alalla, jotta NNL toteutuu. Sakatin kaivoshankkeen ekologisen kompensaation suunnittelu seuraa Moilanen ja Kotiaho (2017; 2018a, 2018b, 2018c) lähestymistapaa, missä ekologisen kompensaation määrittäminen jaotellaan tavoitteita, tilaa, aikaa, biodiversiteettiä ja toimenpiteitä koskeviin 15 kysymykseen, joista tärkeitä ovat esimerkiksi hyvitysten pysyvyys ja lisäisyys, hyvitystoimien vaikutuksen suuruus, ja aikaviiveiden, epävarmuuden sekä vuodon huomioiminen. Ylikompensaation tuottamiseksi sovelletaan kolmea menetelmää (Moilanen ja Kotiaho 2020), kts alla.

Ekologisen kompensaation yhteiset piirteet soilla ja metsissä

Soiden ja metsien ekologisessa kompensaatiossa on yhteisiä tekijöitä. Hyvitykset toteutettaisiin pysyvinä toimenpiteinä käyttäen 30 vuoden aikaväliä haittojen ja hyvityksen tasapainon arvioinnissa. Viivästyneelle hyvitykselle tehdään nykyarvolaskenta eli hyvitys diskontataan ajan suhteen käyttäen 1,5 % vuotuista diskonttausprosenttia. Ylikompensaatiokerroin, jota käytetään, on 1,3. Hyvitysten

toteutusalue olisi ensisijaisesti Keski-Lappi, mutta soiden ennallistamista voidaan tehdä myös etelämpänä Suomen aapasuovyöhykkeellä. Ekosysteemipalveluiden tuotanto tulee määritelmän mukaisesti hyvitettyä samalla kuin ekologinen kokonaisheikentymättömyys saavutetaan.

Suon hyvitys

Ennallistaminen ja suojelu on ensisijainen lähestymistapa suon hyvitykseen, mikä vaatii ojien tukkimisen ja ojituksen jälkeen kasvaneen ylimääräisen puuston poistamisen. Ennallistamisen jälkeisinä vuosikymmeninä tavanomaisen suolajiston peittävyys suolla kasvaa ja kuivumisen seurauksena runsastunut metsälajisto alkaa vähetä. Vaatelias suolajisto palaa hitaimmin, jos ollenkaan. Vesien takaisinohjaus ojittamattomalle, mutta valuma-alueen ojituksen vuoksi kuivuvalle suolle on toimenpide, jonka avulla voidaan yrittää auttaa kuivuvalla suolla sinnittelevää vaativampaa suolajistoa.

Hyvityskertoimien on arvioitu olevan 14,4 suon ennallistamiselle ja suojelulle, ja 15,6 vesien takaisinohjaukselle. Tämä tarkoittaa, että jos yksi hehtaari luonnontilaista suota menetetään kokonaan, tulee ennallistaa ja suojella noin 15 hehtaaria suota, jotta suoluonnon kokonaistila ei 30 vuoden aikavälillä keskimäärin heikkene.

Metsän hyvitys

Metsien käyttöpaine on Suomessa soihin verrattuna suuri, mikä tarkoittaa, että ekologisesti korkealaatuisen metsän suojelu on toimiva hyvitystoimenpide, sillä se estää metsän hakkuun ja siitä seuraavan ekologisen laadun aleneman. Hyvitysalueet tulee valita siten, että ne ovat ekologiselta laadultaan parempia kuin tavanomainen päätehakkuuseen menevä metsä. Metsän hyvityskertoimien on arvioitu olevan 10,7, kun luonnontilaisen metsän menetys korvataan Metso-kelpoisilla kohteilla.

Ylikompensaatio eli nettopositiivinen lopputulos (Net Positive Impact, NPI)

AASM Oy kompensoi vapaaehtoisesti enemmän kuin mitä NNL vaatii. NPI:n aikaansaamiseen on kolme tapaa, joita kaikkia sovelletaan samanaikaisesti. NPI:tä tuottavat hyvityksen pinta-alan kasvattaminen, pysyvän hyvityksen paranema arviointiaikavälin jälkeen vuosina 30-60, sekä pysyvä hyvitys yhdistettynä suorien ja epäsuorien haittojen vähenemiseen hankkeen loputtua. NNL sekä 30 % NPI:tä saavutetaan 30 vuoden arvioinnin aikavälin aikana, kun hyvitystoimenpiteiden pinta-alan NPI-kerroin on 1,3. Pysyvästi suojeltavat hyvitysalueet jatkavat paranemista ja haitat vähenevät hankkeen loputtua. Tästä syystä ekologinen kompensaatio tuottaa pitkällä aikavälillä (60 vuotta) paljon 30 % enemmän NPI:tä.

Haitan ja hyvityksen pinta-alat sekä NPI:n arvio

Kaivokselle on kuusi suunnitteluvaihtoehtoa, VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b. Seuraavassa taulukossa on yhteenveto kunkin vaihtoehdon haitoista ja tarvittavasta hyvityksestä. Hyvitysalueiden pinta-ala saadaan kertomalla haittojen luontotyyppihehtaarit kertoimilla. NPI:n arvio huomioi kaikki kolme mekanismia tuottaa NPI:tä. Haitta on alin vaihtoehdoilla VE1b ja VE3b ja korkein vaihtoehdolla VE2a. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b on haitta Viiankiaavalle n. 3 % kokonaishaitasta, vaihtoehdoissa VE2a/VE2b n. 7,7 % ja vaihtoehdoissa VE3a/VE3b n. 14 %.

Taulukko 22-3 Yhteenveto vaihtoehtojen haitoista ja tarvittavasta hyvityksestä.

	Haitat luontotyyppihehtaareina [hha]****					Hyvitysala [ha]		
VE	suorat	epäsuo-rat*	yht.**	metsät	suot, kos-teikot	metsät [ha]	suot, kos-teikot	NPI %***
1a	266	293	559	231	328	2 470	4 920	125 - 200
1b	261	252	513	206	307	2 200	4 610	120 - 190
2a	317	431	748	314	434	3 360	6 510	130 - 200
2b	317	380	697	287	410	3 070	6 150	125 - 200
3a	175	432	607	307	300	3 290	4 500	140 - 210
3b	181	359	540	257	283	2 730	4 250	140 - 220

** Epäsuorien haittojen oletetaan yltävän 500 m päähän tiestä ja hihnakuljettimesta ja 1 km päähän tehdasalueesta.*

*** Hankkeen haitat ovat luontotyyppihehtaareina mitattuna~460-750 hha.*

**** Riippuu luontotyypistä ja hyvitystoimenpiteestä.*

***** Huomaa, että habitaattihehtaari mittaa heikennystä luonnontilaisina hehtaareina. Hankkeessa heikennettävät alueet eivät pääsääntöisesti ole luonnontilaisia, vaan kukin haitan hehtaari tuottaa haittaa murto-osan habitaattihehtaarista. Siksi haitattava pinta-ala on haittaa kuvastavaa habitaattihehtaariarvoa paljon suurempi.*

23 VAIKUTUKSET NATURA-ALUEISIIN JA SUOJELUALUEISIIN

23.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

23.1.1 Vaikutusten muodostuminen

Maanalaisen kaivoshankkeen rakentamisesta ja toiminnasta aiheutuvista, Viiankiaavan Natura-alueen suojeltaviin luontotyyppeihin kohdistuvista vaikutuksista merkittävimmät voivat muodostua pohja- ja pintavesien kautta välittyvistä vaikutuksista ja pölyn leviämisestä. Nämä vaikutukset voivat välillisesti vaikuttaa myös alueen eläimistöön. Eläimistöön kohdistuvia välittömiä vaikutuksia voi muodostua melusta, tärinästä ja visuaalisesta häiriöstä sekä valoympäristön muutoksesta, joka vaikuttaa pimeä- ja hämäräaktiivisiin lajeihin. Rakennetuilla alueilla on todettu olevan myös karkottava vaikutus eläimiin. Viiankiaavan Natura-arvioinnissa on esitetty tarkemmin luontovaikutusten muodostuminen (Ramboll Finland Oy 2020e).

Sakatin kaivoshankkeen vaikutusten arvioinnissa on huomioitu kahdentasoiset lievennystoimenpiteet; peruslievennystoimenpiteet ja erityiset lievennystoimenpiteet. Peruslievennystoimenpiteet sisältävät injektoinnin sekä kaivostäytön käytön. Erityiset lievennystoimenpiteet eroavat peruslievennystoimenpiteistä siten, että maanalaisen kaivoksen louhintojen yhteydessä injektointia toteutetaan laaja-alaisemmin.

Sulkemistoiminnasta ei arvioida syntyvän uusia vaikutuksia, vaan vaikutusten suuruus luontoon pienenee toiminnan päättymisen myötä louhittujen kaivostilojen täyttyessä ja pohjavesien vähitellen palautuessa ennalleen.

23.1.2 Vaikutusten tarkastelualue

Vaikutusarvioinnissa hankealueena käsitellään aluetta, jonka sisällä hankkeen pääasialliset fysikaaliset vaikutukset ilmenevät. Hankealuetta on laajennettu YVA-ohjelmassa esitetystä rajauksesta, ja nyt laajennetun tarkastelun mukaiseen hankealueeseen sisältyvät Viiankiaavan alle sijoittuva hyödynnettävä esiintymä, Kitisen yli rakennettavaksi suunniteltu silta sekä eteläinen yhdystievaihtoehto Kelukoskelle saakka.

Vaikutusten tarkastelualue on varsinaista hankealuetta laajempi etenkin suojelukohteiden osalta, joihin voi kohdistua hydrologisia muutoksia. Hydrologisten vaikutusten arviointi perustuu Sakatin kaivoshankkeen pohjavesivaikutusten mallinnukseen (Stantec Consulting Ltd. 2020). Pohjavesivaikutus keskittyy maanalaisen kaivoksen lähiympäristöön. Hankkeen pintavesivaikutukset syntyvät rakennettavien alueiden kuivanapidosta, maan tasauksen aiheuttamista muutoksista valuma-alueissa sekä kaivoksen toimintaa varten otettavan raakaveden ja kaivokselta pois johdettavan ylijäämäveden vaikutuksista. Nämä vaikutukset ulottuvat kaivoksen lähialueelle. Tarkemmin pintavesien vaikutusalueesta eri vaihtoehdoilla on kuvattu Natura-arvioinnissa (Ramboll Finland Oy 2020e) sekä luvussa 17.

Pölyvaikutus voi ulottua noin 3-4 km päähän päästölähteestä, mutta äärialueilla pitoisuudet ovat alhaisia (AONA Environmental 2020). Melu leviää useiden satojen metrien päähän melulähteestä. Tärinän vaikutusalue vaihtelee ja voi ulottua muutamien satojen metrien päähän tärinälähteestä. Keinovalon vaikutus ilmenee laajalla alueella useiden kilometrien päähän, mutta välitön haitta-alue ulottuu kaivosalueen lähiympäristöön muutaman sadan metrin päähän. Valoisan kesän takia valosaastehaitta kohdistuu paikalliseen eläimistöön loppukesästä kevääseen, eli lintujen ja eläinten pääasiallisen lisääntymiskauden ulkopuolella.

23.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Kaivoshankkeen YVA -menettelyyn liittyen on laadittu erillinen Natura-arviointi Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen vaikutuksista Viiankiaavan Natura 2000 –alueeseen, liite 6 (Ramboll Finland Oy 2020e). Lisäksi alueella suoritettuun malminetsintään liittyen Viiankiaavalle on laadittu Sakatti 1–5-malminetsintälupa-alueelle Natura-arviointi vuonna 2009. Tämän jälkeen Natura-arviointi on laadittu Sakatin malminetsintäalueen jatkoaikahakemuksille (Lapin Vesitutkimus Oy 2009, Ahma ympäristö Oy 2013d, 2014c, 2015g ja Eurofins Ahma Oy 2019d, 2019e) ja Viiangin hankkeen malmietsinnän jatkoaikahakemuksille (Rimpelä, Kotimaa, Särki ja Petäjä) ja ensimmäistä kertaa hakemuksena oleville (Viianki 1 ja Viianki 2) malminetsintäalueille.

Viiankiaavan lisäksi Natura-arviointi on laadittu Ilmakkiaavan ja Koitelaisen Natura-alueita koskien (Lapin Vesitutkimus Oy 2011e). Lähtötietoina on käytetty seuraavia lähteitä ja selvityksiä:

- Ahma ympäristö Oy 2013d: Viiankiaavan kaivoslain mukaisten malminetsintälupien Natura-arviointi. Täydennys vuoden 2009 arviointiin.
- Ahma ympäristö Oy 2014c: Viiankiaavan kaivoslain mukaisten malminetsintälupien Natura-arviointi 2013. Täydennys vuoden 2009 arviointiin.
- Ahma ympäristö Oy 2015g: Viiankiaavan kaivoslain mukaisten malminetsintälupien Natura-arviointi 2015.
- Eurofins Ahma Oy 2019e: Viiankiaavan Natura-alueen malminetsinnän Natura-arviointi 2019.
- Eurofins Ahma Oy 2019d: Sakatin kairausten Natura-arviointi 2019-2021. Uhanalaiskartoituksen yhteenveto.
- Eurofins Ahma Oy 2020f: Viiankiaavan Natura-alueen malminetsinnän Natura-arviointi 2020, Viiangin hanke.
- Kalpio, S. & Bergman, T. 1999: Lapin perinnemaisemat. Alueelliset ympäristöjulkaisut 116.
- Lapin Lintutieteellinen Yhdistys ry 2016: Lapin maakunnallisesti tärkeät lintualueet. MAALI-hankkeen loppuraportti.
- Lapin Vesitutkimus Oy 2009: Viiankiaavan kaivoslain mukaisten valtausalueiden Natura-arviointi.
- Lapin Vesitutkimus Oy 2011e: Ilmakkiaavan ja Koitelaisen kaivoslain mukaisten valtausalueiden Natura-arviointi.
- Ramboll Finland Oy 2020e: Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen vaikutukset Viiankiaavan Natura-alueeseen.
- Ramboll Finland Oy 2020c: Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen 110 kV liityntävoimajohdon ympäristöselvitys.
- Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelu 2020: Tiivistelmä Natura 2000 –alueen suojeluperusteista. Valtioneuvoston päätös 2018 tietojen tarkistamisesta ja verkoston täydentämisestä. (http://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=831ac3d0ac444b78baf0eb1b68076e1a).
- Suomen ympäristökeskus 2020: Avoin tietoaineisto (syke.fi/avoindata).

23.3 Nykytila

Sakatin esiintymä sijoittuu Viiankiaapa Natura-alueen alapuoliseen kallioperään. Viiankiaapa Natura-alue (FI1301706) kuuluu Natura 2000 -verkostoon sekä luontodirektiivin mukaisena yhteisön tärkeänä pitämänä alueena (SAC-alue) että lintudirektiivin mukaisena erityisenä linnustonsuojelualueena (SPA-alue). Viiankiaavan Natura-alueen suojeluperusteina on esitetty 13 luontodirektiivin luontotyyppiä, joista viisi on priorisoituja eli ensisijaisen tärkeitä luontotyyppejä (Taulukko 23-1). Lisäksi Natura-alueen suojeluperusteina on kuusi luontodirektiivin liitteen II lajia sekä 28 lintudirektiivin liitteen I lintulajia ja muuttolintua (Taulukko 23-2). Natura-alueella on myös tavattu pesivänä tai säännöllisesti levähtävänä kahdeksan lintudirektiivin liitteen I lajia, mutta niitä ei ole mainittu Natura-alueen tietolomakkeessa. Viiankiaavan Natura-alue on laajuudeltaan 6 595 ha.

Suojelu toteutetaan luonnonsuojelulailla ja lähes koko Viiankiaavan Natura-alue on jo suojeltu (Viiankiaavan soidensuojelualue SSA120159). Natura-alueella sijaitsee lisäksi neljä pienempää, yksityistä luonnonsuojelualuetta. Nämä ovat Ylitalon luonnonsuojelualue (YSA200644), Suojelu-Mäkitalo (YSA201644), Viiankiaavan luonnonsuojelualue (YSA200153) ja Uusitalon luonnonsuojelualue (YSA200649), joista kaksi viimeksi mainittua sijaitsee kaivoshankealueella. Muu osa Natura-alueesta kuuluu soidensuojelun perusohjelmaan (Viiankiaapa SSO120565) (Suomen ympäristökeskus 2020). Viiankiaapa (920229) kuuluu maakunnallisesti arvokkaisiin lintualueisiin (MAALI-alueet) (Lapin Lintutieteellinen Yhdistys ry 2016).

Taulukko 23-1 Viiankiaavan Natura-alueen suojeluperusteina esitetyt luontodirektiivin luontotyypit, niiden pinta-ala hehtaareissa ja luontodirektiivin liitteen II lajit. (Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelu 2020).

Luontodirektiivin luontotyypit	ha	Luontodirektiivin liitteen II lajit
3160 Humuspitoiset lammet ja järvet	70	Saukko *Lutra lutra*
3210 Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit	91	Lapinleinikki *Ranunculus lapponicus*
3260 Pikkujoet ja purot	1,2	Lettorikko *Saxifraga hirculus*
6450 Tulvaniityt	5,5	Isonuijasammal *Meesia longiseta*
7110 Keidassuot*	70	Lapinsirppisammal *Hamatocaulis lapponicus*
7140 Vaihettumissuot ja rantasuot	70	Kiiltosirppisammal *Hamatocaulis vernicosus*
7160 Lähteet ja lähdesuot	0,3	
7220 Huurresammallähteet*	0,4	
7230 Letot	540	
7310 Aapasuot*	4 950	
9010 Luonnonmetsät*	860	
9060 Harjumetsät	12,7	
91D0 Puustoiset suot*	1 100	

**priorisoitu luontotyyppi*

Taulukko 23-2 Viiankiaavan Natura-alueen suojeluperusteina esitetyt lintudirektiivin liitteen I lajit ja lintudirektiivissä mainitsemattomat muuttolinnut. (Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelu 2020).

Laji	Populaatio (minimi – maksimi, paria)	
	Tietolomake	**Kaava-alueen linnustoselvitykset 2019 (Eurofins Ahma 2019c)**
helmipöllö *Aegolius funereus*	1-5	0-5
jouhisorsa *Anas acuta*	6-10	15
lapasorsa *Anas clypeata*	1-5	0-1
metsähanhi *Anser fabalis*	6-10	0-5
lapasotka *Aythya marila*	1-5	0
pyy *Bonasa bonasia*	1-5	2
palokärki *Dryocopus martius*	1-5	1-5
pohjansirkku *Emberiza rustica*	40-68	119-202
ampuhaukka *Falco columbarius*	1-5	2-4
tuulihaukka *Falco tinnunculus*	1-5	1-2
varpuspöllö *Glaucidium passerinum*	1-5	0-5
kurki *Grus grus*	54-76	44-61
jänkäsirriäinen *Limicola falcinellus*	454-682	126-188
sinirinta *Luscinia svecica*	11-50	1-2
jänkäkurppa *Lymnocryptes minimus*	53-106	11-22
mustalintu *Melanitta nigra*	1-5	0
keltavästäräkki *Motacilla flava*	989-1582	509-814
suokukko *Calidris pugnax*	6-10	21-31
pohjantikka *Picoides tridactylus*	26-39	8-12
kapustarinta *Pluvialis apricaria*	11-16	24-34
hiiripöllö *Surnia ulula*	1-5	1-5
teeri *Tetrao tetrix*	37-51	4-5
metso *Tetrao urogallus*	51-100	45-90
mustaviklo *Tringa erythropus*	32-45	13-18
liro *Tringa glareola*	521-781	563-844
lisäksi kolme salassa pidettävää lajia	x	x

Muut Natura-alueet sijaitsevat etäämmällä hankealueesta. Sakatin esiintymästä luoteeseen noin viiden kilometrin etäisyydellä sijaitsee Pomokairan (FI1301712; SAC/SPA) Natura-alue ja seitsemän kilometrin etäisyydellä koillisessa on Koitelaisen (FI1301716; SAC/SPA) Natura-alue. Seuraavaksi lähimpänä sijaitsevat Natura-alueverkoston kohteet ovat yli 20 kilometrin etäisyydellä hankealueesta.

Pomokairan Natura-alueella sijaitsevat Pomokairan-Tenniöaavan sekä Ilmakkiaavan soidensuojelualueet (SSA120157, SSA120158). Lisäksi Pomokairan Natura-alueeseen kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelman alue Pomokaira (AMO120286). Valtaosa Koitelaisen Natura-

alueesta kuuluu kohteeseen Koitelaiskairan luonnonpuisto (KLO120005). Natura-alueella on myös vanhojen metsien suojeluohjelmarajauksia (Suomen ympäristökeskus 2020).

Pomokairan-Koitelaiskairan alue (920256) kuuluu kansainvälisesti ja kansallisesti arvokkaisiin lintualueisiin (IBA- ja FINIBA-alueet). Kymmenen kilometrin säteellä Sakatin esiintymästä sijaitsevat lisäksi MAALI-kohteet Iso Moskujärvi (920348), Satojärvi (920354), Ilmakkijärvi (920352) ja Takaltama-aapa (920443) (Lapin Lintutieteellinen Yhdistys ry 2016).

Hankealueella tai sen ympäristössä ei sijaitse valtakunnallisesti arvokkaita tuuli- ja rantakerrostumia tai moreenimuodostumia. Hankealueeseen nähden lähin valtakunnallisesti arvokas kallioalue sijaitsee lähes kymmenen kilometrin etäisyydellä (Suomen ympäristökeskus 2020). Hankealueella ei myöskään sijaitse huomioitavia perinnemaisemakohteita (Kalpio & Bergman 1999). Lähimmät perinnemaisemakohteet ovat Haapalan laidun Sattasjoen rannalla Asentopalossa ja Onnelan laidun Kelujoen etelärannalla Siurunmaan kylässä. Molemmat kohteet ovat yli 5 km päässä hankealueesta.

Hankealueen ympäristössä sijaitsevat Natura 2000-alueet ja luonnonsuojelualueet on esitetty luvussa 2.5 (Kuva 2-3).

23.4 Vaikutusten arviointi ja vaikutusten merkittävyys

23.4.1 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Natura-arvioinnin arviointimenetelmät eroavat YVA:ssa käytetyistä arviointimenetelmistä. Natura-arvioinnissa on käytetty seuraavia ehtoja, milloin luontoarvojen heikentyminen voi olla merkittävää, mikäli joku seuraavista ehdoista toteutuu (Ramboll Finland Oy 2020e):

1) Suojeltavan lajin tai luontotyypin suojelutaso ei hankkeen toteutuksen jälkeen ole suotuisa
2) Olosuhteet alueella muuttuvat hankkeen tai suunnitelman takia niin, ettei suojeltavien lajien tai elinympäristöjen esiintyminen ja lisääntyminen alueella ole pitkällä aikavälillä mahdollista
3) Hanke heikentää olennaisesti suojeltavan lajiston runsautta
4) Luontotyypin ominaispiirteet turmeltuvat tai osittain häviävät hankkeen takia
5) Ominaispiirteet turmeltuvat tai suojeltavat lajit häviävät alueelta kokonaan.

Euroopan komission ohjeistuksen mukaan vaikutus alueen koskemattomuuteen on lopullinen kriteeri, jonka perusteella todetaan, ovatko vaikutukset merkittäviä (Euroopan komissio 2000 & 2001). Luontodirektiivin 6 artiklan 3. kohta määrää, että viranomaiset saavat hyväksyä hankkeen tai suunnitelman vasta varmistuttuaan siitä, että se "ei vaikuta kyseisen alueen koskemattomuuteen". Komission tulkintaohjeessa todetaan, että koskemattomuus tarkoittaa "ehjänä olemista". Tällöin on kyse siitä, että voiko alue hankkeesta tai suunnitelmasta huolimatta pitkälläkin tähtäyksellä säilyä sellaisena, että sen suojelutavoitteisiin kuuluvat luontotyypit eivät ”mainittavasti supistu ja suojeltavien lajien populaatiot pystyvät kehittymään suotuisasti tai vähintään säilymään nykyisellä tasollaan”. Ekologisessa asiayhteydessä koskemattomuuden käsitteeseen voidaan myös katsoa kuuluvan kestävyys ja kyky kehittyä tavoilla, jotka edistävät suojeluarvojen säilymistä.

Suuriakin vaikutuksia voi kohdistua yksittäisiin arvokkaisiin lajeihin ja luontotyyppeihin, eivätkä vaikutukset ole silti merkittäviä alueen koskemattomuuden kannalta, jos alueen ekologinen rakenne ja toiminta eivät vahingoitu muutoksen takia. Vaikutusten merkittävyyden arviointi alueen koskemattomuuden on esitetty taulukossa Taulukko 23-3.

Taulukko 23-3 Vaikutusten merkittävyyden arviointi alueen koskemattomuuden (integrity) kannalta Byronin (2000) mukaan.

Vaikutuksen merkittävyys	Kriteerit
Merkittävä kielteinen	Hanke tai suunnitelma (joko yksistään tai muiden kanssa) vaikuttaa haitallisesti alueen eheyteen, sen yhtenäiseen ekologiseen rakenteeseen ja toimintaan, joka ylläpitää luontotyyppejä/elinympäristöjä ja populaatioita, joita varten alue on suojeltu.
Kohtalainen kielteinen	Hanke tai suunnitelma (joko yksistään tai muiden kanssa) ei vaikuta haitallisesti alueen eheyteen, mutta vaikutus on todennäköisesti merkittävä alueen yksittäisiin luontotyyppeihin/ elinympäristöihin/ lajeihin. Jos ei voida selvästi osoittaa, että hankkeella tai suunnitelmalla ei ole haitallista vaikutusta alueen eheyteen, vaikutukset on luokiteltava merkittävästi kielteisiksi.
Vähäinen kielteinen	Kumpikaan yllä olevista tapauksista ei toteudu, mutta vähäiset kielteiset vaikutukset alueeseen ovat ilmeisiä.
Ei vaikutuksia	Vaikutuksia ei ole huomattavissa kielteiseen tai myönteiseen suuntaan.
Myönteinen vaikutus	Hanke tai suunnitelma lisää luonnon monimuotoisuutta, esimerkiksi lieventävillä toimenpiteillä luodaan käytäviä eristyneiden alueiden välille, liikenne- tai virkistyskäyttöpainetta ohjataan pois alueelta tai alueita ennallistetaan.

Muihin Natura-alueisiin, luonnonsuojelualueisiin ja luonnonsuojeluohjelmien alueisiin sekä arvokkaisiin luontokohteisiin kohdistuvien vaikutusten herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arvioinnissa käytetyt kriteerit on esitetty alla taulukoissa Taulukko 23-4 ja Taulukko 23-5.

Taulukko 23-4 Vaikutuskohteen herkkyys; Natura-alueet ja luonnonsuojelualueet.

Vähäinen	Luonnonsuojelualue tai Natura-alue ei sijoitu vaikutusalueelle tai sen välittömään läheisyyteen. Vaikutusalueella on määräaikainen suojelukohde tai METSO-suojelukohde, jonka olosuhteet eivät ole edustavia. Suojelualue on vahvasti ihmisen muokkaamaa ympäristöä
Kohtalainen	Vaikutusalueella on Natura-alue ja/tai luonnonsuojelualue. Natura- ja suojelualueen suojeluperusteet ovat kohtalaisen herkkiä ympäristön muutokselle. Vaikutusalueella on määräaikainen suojelukohde tai METSO-suojelukohde, joka on olosuhteiltaan edustava. Suojelualue on olosuhteiltaan luonnontilaisen kaltainen.
Suuri	Vaikutusalueella on Natura-alue ja/tai luonnonsuojelualue, suojeluohjelman kohde, METSO-suojelukohde ja/tai RAMSAR-kosteikko. Alueella on useita (tai laaja-alaisesti) luonnonsuojelulain perusteella suojeltuja lajeja tai luontotyyppejä, erityisesti suojeltavia tai rauhoitettuja lajeja, luonnontilaisia ja edustavia valtakunnallisesti uhanalaisia luontotyyppejä, valtakunnallisesti uhanalaisia lajeja. Suuri osuus uhanalaisen tai hyvin harvinaisen lajin populaatiosta vaikutusalueella.

Taulukko 23-5 Muutoksen voimakkuus ja suunta; Natura-alueet ja luonnonsuojelualueet.

Suuri kielteinen	Muuttaa luonnonsuojelualueen suojeluperusteena olevia ominaispiirteitä ja/tai lajistoa ja elinympäristöjä vaarantaen suojeluperusteet. Hanke tai suunnitelma (joko yksistään tai yhteisvaikutuksena muiden hankkeiden kanssa) vaikuttaa haitallisesti Natura-alueen eheyteen, eli sen yhtenäiseen ekologiseen rakenteeseen ja toimintaan, joka ylläpitää luontotyyppejä/elinympäristöjä ja populaatioita, joita varten alue on suojeltu. Muutokset kohdistuvat useiden avainlajien populaatioihin niitä heikentäen. Kasvi- tai eläinlajisto muuttuu, lajisto yksipuolistuu oleellisesti
Keskisuuri kielteinen	Hanke muuttaa luonnonsuojelualueen suojeluperusteena olevia ominaispiirteitä ja/tai lajistoa ja elinympäristöjä heikentäen suojeluperusteita. Hanke tai suunnitelma (joko yksistään tai muiden kanssa) ei vaikuta haitallisesti alueen eheyteen, mutta vaikutus on todennäköisesti merkittävä alueen yksittäisiin luontotyyppeihin/ elinympäristöihin/ lajeihin.
Pieni kielteinen	Muuttaa luonnonympäristöä, mutta alueen ekosysteemit säilyvät toimivina
Ei vaikutusta	Vaikutuksia ei ole huomattavissa kielteiseen tai myönteiseen suuntaan.
Pieni myönteinen	Hanke tai suunnitelma lisää vähäisesti luonnon monimuotoisuutta, esimerkiksi lieventävillä toimenpiteillä luodaan käytäviä eristyneiden alueiden välille tai ennallistamalla luontotyyppejä. Hanke parantaa tai laajentaa vähäisesti luontotyyppien tai huomionarvoisten lajien elinympäristöä tai vähentää elinympäristön pirstoutumista.
Keskisuuri myönteinen	Hanke tai suunnitelma lisää jonkin verran luonnon monimuotoisuutta, esimerkiksi lieventävillä toimenpiteillä luodaan käytäviä eristyneiden alueiden välille tai ennallistamalla luontotyyppejä. Hanke parantaa tai laajentaa luontotyyppien tai huomionarvoisten lajien elinympäristöä tai vähentää jonkin verran elinympäristön pirstoutumista.
Suuri myönteinen	Hanke tai suunnitelma lisää selvästi luonnon monimuotoisuutta, esimerkiksi lieventävillä toimenpiteillä luodaan käytäviä eristyneiden alueiden välille tai ennallistamalla luontotyyppejä. Hanke parantaa tai laajentaa alueellisesti luontotyypin tai huomionarvoisten lajien elinympäristöä ja/tai yhdistää erillään olleita ympäristöjä vähentäen selvästi elinympäristöjen pirstoutuneisuutta

23.4.2 Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuksen merkittävyys on luokiteltu tässä arvioinnissa asteikolla 1) vähäinen 2) kohtalainen tai 3) suuri. Merkittävyys voi olla myönteinen tai kielteinen.

23.4.3 Viiankiaavan Natura-alue

Luontotyypit

Taulukossa Taulukko 23-6 on esitetty yhteenveto luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyydestä eri hankevaihtoehdoissa sekä erikseen vaihtoehdon VE1a osalta, kun maalaisen kaivokseen tulevaa vedenmäärää rajoitetaan erityisillä lievennystoimenpiteillä (Ramboll Finland Oy 2020e). Hydrologisen vaikutusten lieventämisessä on keskeistä vähentää vinotunneliin ja muihin maanalaiseen kaivokseen louhittaviin tiloihin tulevien vesien määrää (ks. luku 23.1.1).

Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat luontotyypeille lähteet ja lähdesuot, letot ja aapasuot. Kun huomioidaan erityiset lievennystoimet hankevaihtoehdossa VE1a, vähäisiä vaikutuksia muodostuu luontotyypeille letot, aapasuot, luonnonmetsät ja lähteet ja lähdesuot. Letoille arviossa esitetään vaihtoehdoissa VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b mahdollisesti muodostuvan merkittävä vaikutus.

*Taulukko 23-6 Yhteenveto vaikutusten merkittävyydestä suojeltaviin luontotyyppeihin eri hankevaihtoehdoissa sekä erikseen vaihtoehdon VE1a osalta, kun käytössä on erityiset lievennystoimet maanalaisen kaivoksen rakenteiden osalta (Ramboll Finland Oy 2020e). (Merkintä * = priorisoitu luontotyyppi).*

Vaikutuksen merkittävyys							
Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kielteinen	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen	
Luontotyyppi	**VE1a**	**VE1a, erityiset lievennys-**	**VE1b**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3a**	**VE3b**
Humuspitoiset järvet ja lammet	Vähäiset	Merkityksetön	Vähäiset	Vähäiset	Kohtalaiset	Vähäiset	Vähäiset
Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Pikkujoet ja purot	Vähäiset	Ei vaikutuksia	Vähäiset	Vähäiset	Vähäiset	Mahd. merkittävä heikennys, lievennettävissä alle merkittävän heikennyksen	Mahd. merkittävä heikennys, lievennettävissä alle merkittävän heikennyksen
Tulvaniityt	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Keidassuot*	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Vaihettumissuot ja rantasuot	Vähäiset	Merkityksetön	Vähäiset	Vähäiset	Vähäiset	Kohtalaiset, lievennettävissä vähäisiksi	Kohtalaiset, lievennettävissä vähäisiksi
Lähteet ja lähdesuot	Vähäiset	Vähäiset	Vähäiset-kohtalaiset	Vähäiset-kohtalaiset	Vähäiset-kohtalaiset	Mahd. merkittävä heikennys, lievennettävissä alle merkittävän heikennyksen	Mahd. merkittävä heikennys, lievennettävissä alle merkittävän heikennyksen
Huurresammalläht eet *	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Letot	Mahd. merkittävä heikennys	Vähäiset	Mahd. merkittävä heikennys	Mahd. merkittävä heikennys	Mahd. merkittävä heikennys	Mahd. merkittävä heikennys	Mahd. merkittävä heikennys
Aapasuot*	Kohtalaiset	Vähäiset	Kohtalaiset	Kohtalaiset	Kohtalaiset	Kohtalaiset	Kohtalaiset
Luonnonmetsät*	Vähäiset	Vähäiset	Ei vaikutuksia	Vähäiset	Ei vaikutuksia	Vähäiset	Ei vaikutuksia
Harjumetsät	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Puustoiset suot*	Vähäiset	Merkityksetön	Vähäiset	Vähäiset	Vähäiset	Vähäiset	Vähäiset
Tulvametsät [ei suojeluperuste]	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia
Metsäluhdat [ei suojeluperuste]	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia	Ei vaikutuksia

Suojeltavat lajit

Luontodirektiivin liitteen II ja IV-lajeista merkittävin heikentävä vaikutus kohdistuu kaikissa hankevaihtoehdoissa peruslievennystoimenpiteillä lettorikkoon, kiiltosirppisammaleeseen sekä isonuijasammaleeseen (Taulukko 23-7). Erityisillä lievennystoimilla vaikutukset ovat merkittävyydeltään vähäisiä. Lapinleinikin osalta vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b merkittävä heikentyminen on mahdollista. Saukkoon ja lapinsirppisammaleeseen ei missään hankevaihtoehdossa kohdistu merkittävää vaikutusta.

Taulukko 23-7 Yhteenveto vaikutusten merkittävyydestä suojeltaviin lajeihin. (Ramboll Finland Oy 2020e)

Laji	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
Saukko	Vähäisiä vaikutuksia ja lähinnä rakentamisvaiheeseen liittyviä satunnaisia pelästymisreaktioita tai meluisten alueiden välttelyä.					
Isonuijasammal	Erityisten lievennystoimien kanssa ei merkittävää heikennystä.					
Lettorikko	Erityisten lievennystoimien kanssa vähäinen vaikutus.					
Lapinleinikki	Kohtalaisen suuri vaikutus, peruslievennystoimilla. Erityisten lievennystoimien kanssa vaikutus on merkityksetön.	Kohtalaisen suuri vaikutus peruslievennystoimilla.			Merkittävä heikentyminen on mahdollista.	
Lapinsirppisammal	Ei merkittävää heikennystä					
Kiiltosirppisammal	Erityisten lievennystoimien kanssa vaikutukset vähäisiä.					

Vaikutukset ja niiden merkittävyys lintudirektiivin I liitteen lajeihin ja säännöllisesti esiintyviin muuttolintuihin on esitetty taulukossa Taulukko 23-8. Merkittävin linnustoon kohdistuva vaikutus on arvioinnin perusteella meluvaikutus sekä metsojen soidinkeskuksiin kohdistuva heikennys Kuusivaaran alueella. Meluvaikutukset ovat lievennettävissä huomattavasti sekä rakentamisen aikaisen melun että tuotantovaiheen melun osalta, jolloin melun merkitys linnuston kannalta voidaan arvioida vähäiseksi. Metsojen osalta heikennys arvioidaan vähäiseksi-kohtalaiseksi.

Taulukko 23-8 Lintudirektiivin I liitteen lajit ja säännöllisesti esiintyvät muuttolintulajit Viiankiaavan Natura-alueella, lajikohtainen yhteenveto tunnistetuista vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä. (Ramboll Finland Oy 2020e).

Laji/lajiryhmä	Lajiin kohdistuvat vaikutukset ja niiden merkittävyys
jouhisorsa, lapasorsa, uivelo, mustalintu, metsähanhi, laulujoutsen, kuikka, kurki, suopöllö	Mahdollisesti Sakattilampien alueella pesiviä lajeja. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakentamisen aikainen melu saattaa aiheuttaa satunnaisia häiriöitä. Kaikissa vaihtoehdoissa toimintavaiheessa maanalaisen kaivoksen louhinta saattaa aiheuttaa satunnaista häiriötä lajien yksilöihin, mutta tämän häiriön ei arvioida keskeyttävän pesintöjä. Vähäinen vaikutus kohdistuu vain pienelle osalle lajien soveltuvista pesimisalueista. **Vähäinen heikennys.**
lapasotka	Vain satunnaisesti muuttoaikoina tavattava laji. **Ei vaikutuksia.**
mustalintu	Viiankiaavalla muuttoaikoina tavattava laji, pesii myös satunnaisesti alueella, ainakin Iso Moskujärvellä. Tavattu Sakattilampien alueilla levähtävänänä. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakentamisen aikainen melu saattaa aiheuttaa satunnaisia

Laji/lajiryhmä	Lajiin kohdistuvat vaikutukset ja niiden merkittävyys
	häiriöitä lajin levähtäville yksilöille/parville Viiankilampien alueilla. **Vähäinen heikennys (vaihtoehdot VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b rakennusvaiheessa)**
pyy, teeri	Lajien elinympäristöihin Natura-alueen reunoilla kohdistuu melua ja ihmisten liikkumisesta aiheutuvaa visuaalista häiriötä. Meluhaitta on lievennettävissä enintään vähäiseksi vaikutukseksi. Elinympäristöjen muutokset rakentamisalueiden osalta saattavat aiheuttaa lievää heikennystä ainakin teeren populaatiolle. **Vähäinen heikennys.**
metso	**Vähäinen – kohtalainen heikennys** Kuusivaaran alueelta häviävien tai heikkenevien soidinkeskusten vuoksi.
ampuhaukka, tuulihaukka, sinisuohaukka	Lajit eivät ole erityisen herkkiä melulle eikä tärinän arvioida vaikuttavan lajien pesäpaikkoihin heikentävästi. Osa pesäpaikoista saattaa joinain vuosina sijoittua alueille, joihin ihmisten liikkumisesta aiheutuu visuaalista häiriötä. **Vähäinen heikennys.**
jänkäkurppa, jänkäsirriäinen, suokukko, kapustarinta, mustaviklo, liro, vesipääsky	Lähinnä tärinä saattaa aiheuttaa lajeille satunnaisia pelästymisreaktioita Sakattilampien alueilla. Tärinän vaikutusalue on melko suppea verrattuna lajeille soveltuvien elinympäristöjen kokonaisalaan Natura-alueella. **Vähäinen heikennys.**
lapintiira	Pesivänä Moskujärvillä. **Ei vaikutuksia**
helmipöllö, varpuspöllö, hiiripöllö	Maankäytön muutosten vaikutus mahdollisesti rakentamisalueiden läheisyyteen sijoittuvien pesäpaikkojen osalta arvioidaan vähäiseksi heikennykseksi. Lisääntyvän valaistuksen vaikutus arvioidaan aiheuttaa laadullisen heikennyksen lajien elinympäristöihin. **VE1a ja VE1b: vähäinen heikennys** **VE2a, VE2b, VE3a, VE3b: kohtalainen heikennys**
lapinpöllö	Ei ilmoitettu suojeluperusteena. Vuoden 2020 kartoituksen mukaiset soidinpaikat eivät sijoitu rakennettavien alueiden läheisyyteen. Lajin potentiaalisiin pesimisalueisiin saattaa kohdistua vähäisiä meluvaikutuksia tai lisääntyneen valaistuksen vaikutuksia. **Enintään vähäinen heikennys.**
palokärki, pohjantikka	Maankäytön muutokset saattavat heikentää rakentamisalueiden osalta lajien elinympäristöjä. **Vähäinen heikennys.**
keltavästäräkki, pohjansirkku	Lajeja voi pesiä Natura-alueen reunaosissa kaikkien rakennettavien alueiden läheisyydessä. Melu saattaa aiheuttaa vähäistä häiriötä lajien reviireihin, mutta meluvaikutus kohdistuu vain pieneen osaan lajien potentiaalisista elinympäristöistä. Lisäksi melu on lievennettävissä meluntorjuntakeinoin kaikissa hankevaihtoehdoissa enintään vähäiseksi haitaksi. **Enintään vähäinen heikennys.**
sinirinta	Tavataan hankkeen vaikutusalueella Natura-alueella lähinnä vain muuttoaikoina. **Ei vaikutuksia.**

Yhteisvaikutukset

Viiankiaavan Natura-arvioinnissa (Ramboll Finland Oy 2020e) on arvioitu yhteisvaikutuksia seuraavien hankkeiden ja suunnitelmien osalta: Pohjois-Lapin maakuntakaavaehdotuksen Jäämerenradan ohjeellinen linjaus, Kevitsan kaivos ja Pahtavaaran kaivoksen uudelleen avaaminen. Lisäksi Natura-arvioinnissa on arvioitu AASM Oy:n malminetsinnän ja kaivoshankkeen yhteisvaikutuksia. AASM Oy on toteuttanut aikaisemmin malminetsintää Viiankiaavan Natura-alueella, ja suunnittelee jatkavansa malminetsintää myös tulevaisuudessa.

Yhteisvaikutukset:

- Pohjois-Lapin maakuntakaavaehdotuksen mukaisella Jäämerenradan ohjeellisella linjauksella ja Sakatin kaivoshankkeella ei ole Viiankiaavan Natura-alueeseen kohdistuvia yhteisvaikutuksia.
- Kevitsan kaivoksen ainoana yhteisvaikutuksena Sakatin kaivoshankkeen kanssa on liikennemelu, joka on jo otettu huomioon tämän arvioinnin meluvaikutusten osalta. Hankkeista ei synny muita yhteisvaikutuksia Natura-alueen suojeluperusteisiin.
- Pahtavaaran kaivoksen uudelleen avaaminen voisi lisätä vt 4 suunnalta tulevaa melukuormitusta Viiankiaavan länsireunalla. Yhteisvaikutuksena keskiäänitaso nousisi hieman Natura-alueen reunalla, mutta melun lisäys on niin vähäinen, ettei sen arvioida muuttavan tässä arvioinnissa kuvattujen Sakatin hankkeen meluvaikutusten merkittävyyttä minkään suojeluperusteena olevan lajin kannalta.
- Suunnitellun malminetsinnän osalta voidaan poissulkea lähteisiin ja lähdesoihin kohdistuvat yhteisvaikutukset. Vähäisiä vaikutuksia on saattanut syntyä jo tehdystä malminetsinnästä tai suunnitellusta uudesta malminetsinnästä luontotyyppeihin vaihettumis- ja rantasuot, letot, aapasuot, boreaaliset luonnonmetsät, puustoiset suot, humuspitoiset järvet ja -lammet ja pikkujoet ja -purot. Näihin luontotyyppeihin kohdistuu myös Sakatin kaivoshankkeesta eri asteisia vaikutuksia. Suunnitellun malminetsinnän vaikutukset näihin luontotyyppeihin arvioidaan niin vähäiseksi, ettei se muuta Sakatin kaivoshankkeen osalta esitettyä vaikutusten merkittävyyttä minkään luontotyypin osalta.

Vaikutukset Natura-alueen eheyteen

Vaihtoehdon VE1a osalta Natura-arvioinnissa (Ramboll Finland Oy 2020e) todetaan, että erityisten lievennystoimien keinoin Viiankiaavan suojelutavoitteina mainittujen lajien ja luontotyyppien suotuisan suojelutavoitteen saavuttaminen ei vaikeudu, eivätkä Viiankiaavan suotuisia olosuhteita ylläpitävät tekijät heikkene pysyvästi tai hetkellisesti siinä määrin, että alueen ekologinen merkitys heikentyisi. Myöskään suojeluperusteena mainittujen lajien levinneisyyteen tai populaatioiden tiheyteen ei aiheudu merkittäviä muutoksia. Ainoastaan neljän lintulajin osalta on arvioitu, että populaatiotiheys saattaa alentua, mutta tämän muutoksen merkitys on arvioitu asteikolla vähäinen-kohtalainen-merkittävä kohtalaiseksi, eli merkittävää heikennystä vähäisemmäksi.

Johtopäätös

Natura-arvioinnin (Ramboll Finland Oy 2020e) johtopäätös on, että Sakatin kaivoshankkeen vaihtoehto VE1a ei yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa merkittävästi heikennä niitä luonnonarvoja, joiden perusteella Viiankiaapa on sisällytetty osaksi Natura 2000-verkostoa. Tämä edellyttää maanalaisen kaivoksen osalta maapohjaveden aleneman lieventämiseksi tehtäviä erityisiä lievennystoimia (ruhjeiden laaja-alaisempi injektointi ja kaivostäyttö).

Muiden arvioitujen hankevaihtoehtojen osalta laaditut mallinnukset ja muut selvitykset eivät ole riittäviä, jotta voitaisiin riittävällä varmuudella poissulkea merkittävän heikennyksen mahdollisuus.

23.4.4 Muut Natura-alueet ja suojelukohteet

Pomokairan (FI1301712) ja Koitelaisen (FI1301716) Natura-alueet

Pomokairan (FI1301712) ja Koitelaisen (FI1301716) Natura-alueet sijoittuvat siinä määrin etäälle, että kaivoksen rakentamisesta tai sen toiminnasta ei aiheudu välillisiä vaikutuksia luontotyypeille hydrologisten muutosten tai tärinä-, melu- ja pölyhaittojen kautta eikä valosaasteen arvioida aiheuttavan haittaa ko. alueiden eläimistölle. Lisäksi Sakatin kaivokseen liittyvän 110 kV liityntävoimajohtoreitistä laaditun Natura-arvioinnin tarveharkinnan perusteella ei aiheudu Pomokairan Natura-alueen suojeluperusteisiin oleviin luontotyyppeihin tai lajeihin kohdistuvia kielteisiä vaikutuksia (Ramboll Finland Oy 2020c).

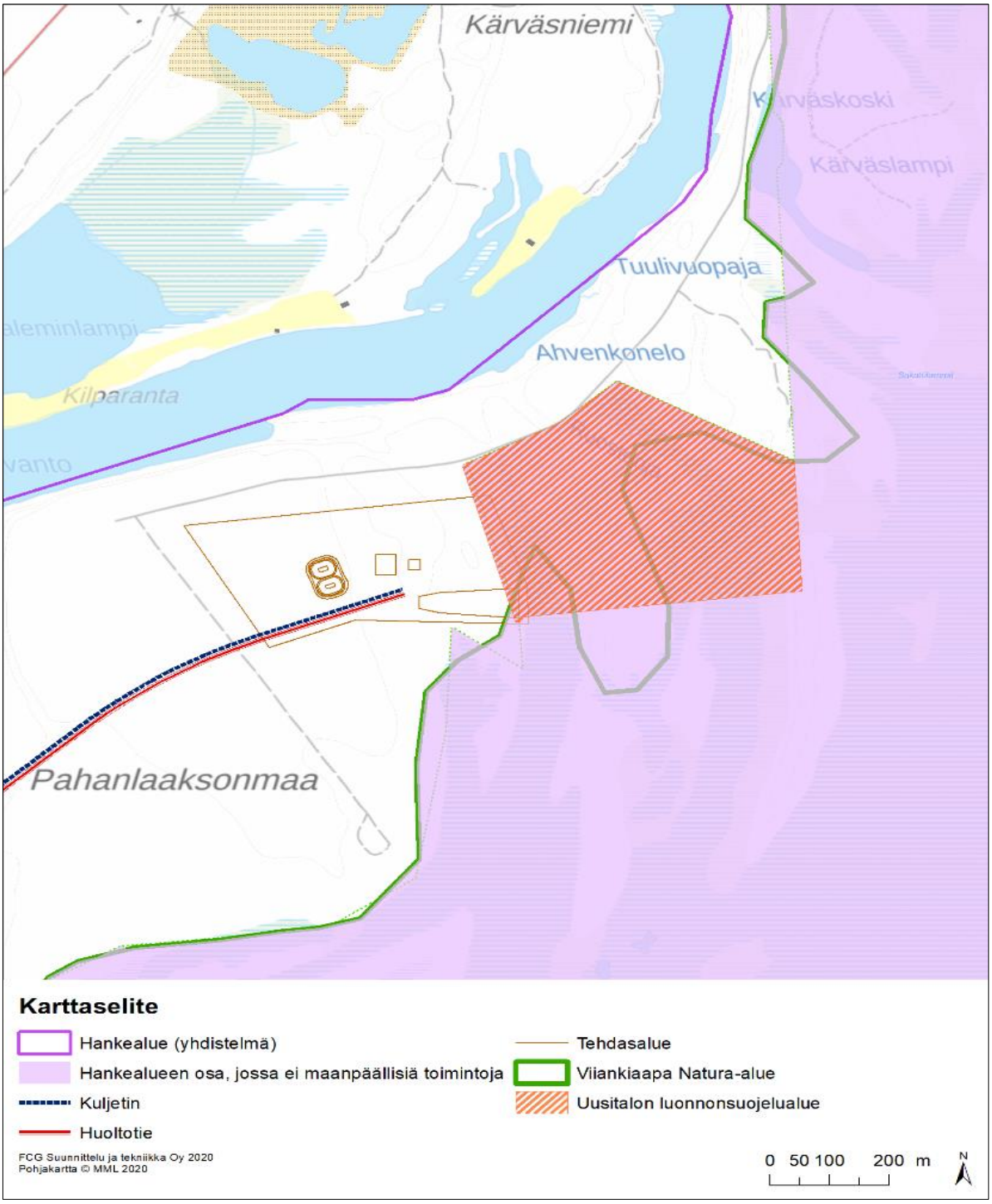
Kevitsan kaivoksen laajennuksen YVA-menettelyyn liittyen laadittiin 2011 Koitelaisen Natura-alueen osalta Natura-arviointi ja Pomokairan Natura-alueen osalta tarvearviointi (Pöyry Finland Oy 2011).

Koitelaisen Natura-alue sijoittuu välittömästi Kevitsan kaivosalueen itä- ja pohjoispuolelle. Arvioinnin mukaan VE1:ssa, missä Kevitsan kaivoksen toiminta sijoittuu nykyisen kaivospiirin alueelle, ei muodostu heikentäviä vaikutuksia Koitelaisen Natura-alueen suojeluarvoille. Vaihtoehto VE2, missä Kevitsan kaivoksen toiminta laajenee, tuottaa merkittävän haitan alueen suojeluarvoille. Pomokairan Natura-alueen suojeluarvot eivät arvioinnin perusteella heikkene kummassakaan vaihtoehdossa. Laajennus sai ympäristöluvan 2014 (Pohjois-Suomen aluehallintovirasto päätös nro 79/2014/1). Lupavaiheessa Lapin ELY-keskus toi lausunnossaan esille riskin siitä, mikäli kaivoksen rikastushiekka-altaan pato murtuu etelään Saiveljärven suuntaan, tulva-aalto ja sen mukana kulkeutuva kiintoaine peittää Viiankiaavan Natura-alueen pohjoisosassa Pikku Moskujärven alueen, jossa esiintyy mm. luontotyyppiä letot. Lisäksi vesi leviää paikoitellen Viiankiaavan itärajalla suojelualueelle. Tämä riski on huomioitu luvassa.

Terra Mining Oy aloitti Pahtavaarassa kaivostoiminnan vuonna 1996. Pahtavaaran kaivokselle ei ole tehty ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. Kaivoksella oli lupa jätevesien johtamisen kaivokselta Koserusojaan ja edelleen Ala-Postojoen kautta Kitiseen. Pahtavaaran kaivoksen toiminta on ollut keskeytettynä vuodesta 2014 lähtien. Sen nykyinen omistaja Rupert Resources Oy tekee alueella malminetsintää. Tulevaisuudessa on mahdollista, että kaivoksen toimina käynnistyy uudelleen. Tässä vaiheessa ei voida arvioida mahdollisen uuden toiminnan luontoon kohdistuvia yhteisvaikutuksia, koska siitä ei ole saatavilla tarkempia suunnitelmia.

Uusitalon yksityinen luonnonsuojelualue

Uusitalon yksityinen luonnonsuojelualue (YSA200649) sijaitsee osittain hankealuerajauksen sisällä. Vaihtoehdossa VE2b hankealue ulottuu suojelualueelle (Kuva 23-1) ja tämän vaihtoehdon toteuttaminen vaatii alueen suojelun osittaista purkamista. Suojelualueelta menetetään kangasmetsää, kangaskorpea ja rämettä. Menetys koskee noin 0,8 ha alaa, joka vastaa suojelualueen kokonaispinta-alasta noin 4 % osuutta. Suojelualueen pinta-ala on 18,8 ha.



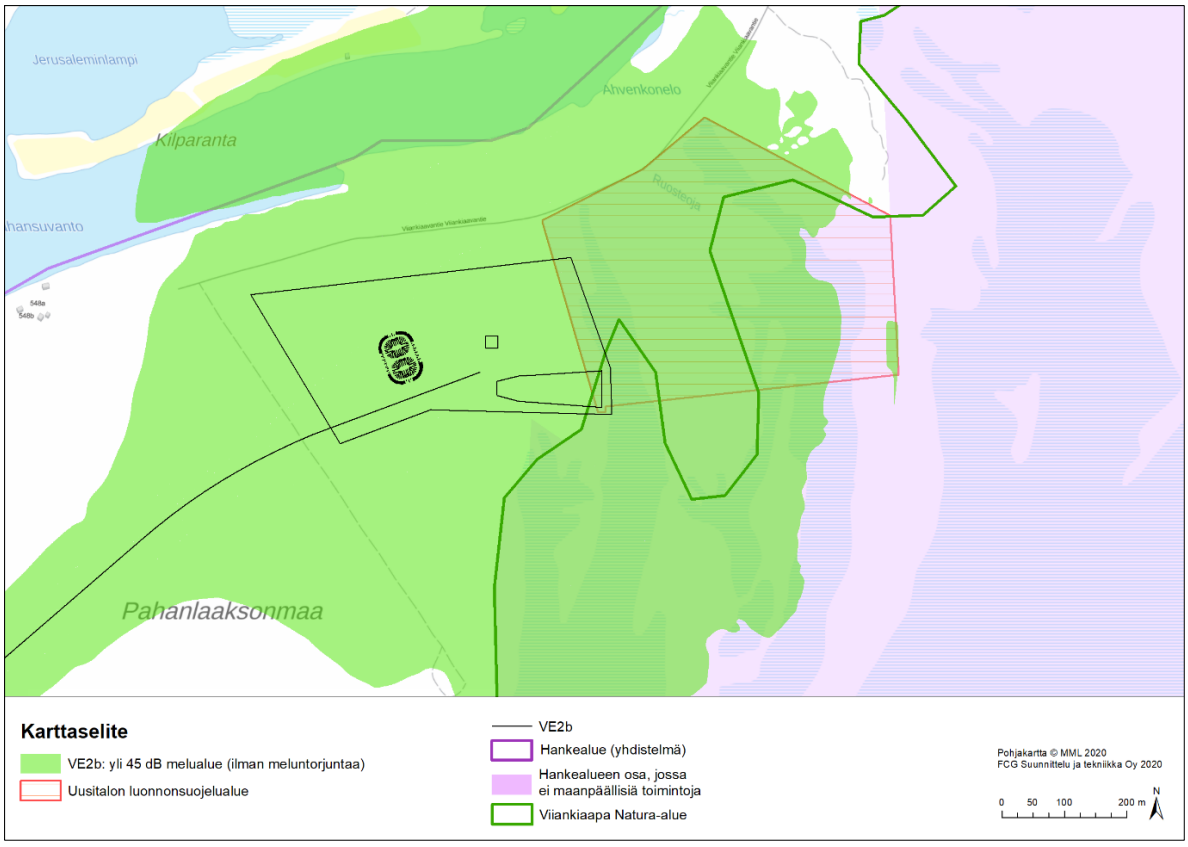
Kuva 23-1 Vaihtoehdolla VE2b tehdasalue sijoittuu osittain Uusitalon luonnonsuojelualueelle (YSA200649).

Vaihtoehdossa VE2a hankealue on noin 140 m etäisyydellä luonnonsuojelualueen rajasta ja vaihtoehdossa VE3a hankealue on noin 40 m etäisyydellä. Uusitalon suojelualueeseen kohdistuu nykyisin Viiankiaavantiestä muodostuva reunavaikutus, sillä suojelualue rajautuu tiehen. Vaihtoehdossa VE3a reunavaikutus hieman lisääntyy, mutta vaihtoehdossa VE2a tätä vaikutusta ei

muodostu. Vaihtoehdossa VE3b huoltotie ja hihnakuljetin sijoittuisivat noin 35 m etäisyydelle suojelualueesta. Huoltotiestä ja hihnakuljetinlinjasta muodostuvan reunavaikutuksen merkitys Uusitalon luonnonsuojelualueen lajistolle on vähäinen.

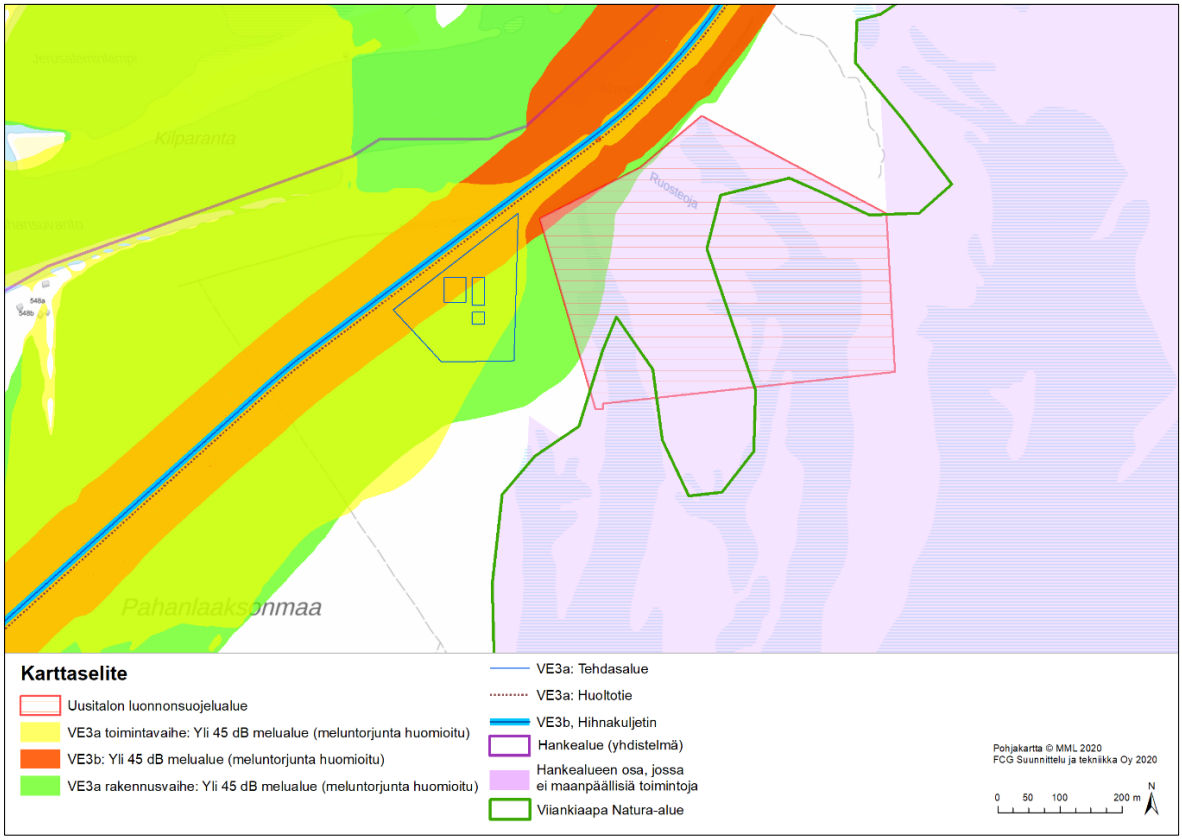
Vaihtoehdossa VE2a saadaan rakennusvaiheen ja toiminnan aikainen melu alennettua melutorjunnalla niin, että yli 45 dB meluhaitta ei ulotu suojelualueelle (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020a). VE2b:lle ei ole tehty erikseen melumallinnusta rakentamisen ajalle. Pahanlaaksonmaan alueella melutilanne on käytännössä sama kuin VE2a:ssa, joka on mallinnettu, mutta vaihtoehdon VE2a periaatteet ovat sovellettavissa myös vaihtoehtoon VE2b (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020a). Ilman meluntorjuntaa toiminnan aikana vaihtoehdossa VE2b yli 45 dB päiväajan keskiäänitaso ulottuu lähes koko Uusitalon luonnonsuojelualueelle (Kuva 23-2). Vaihtoehdolle VE2b ei ole erikseen mallinnettu tilannetta, jossa on meluntorjuntatoimet käytössä. Tässä vaihtoehdossa voidaan kuitenkin soveltaa rakentamis- ja tuotantoajalle samoja meluntorjuntatoimenpiteitä kuten vaihtoehdossa VE2a. Vaihtoehdossa VE3a Uusitalon suojelualueeseen kohdistuu meluhaitta.

Myös rakennus- ja toimintavaiheen tärinä ulottuu luonnonsuojelualueelle, samoin keinovalon vaikutus. Vaihtoehdossa VE3a suojelualueelle kohdistuva meluhaitta on sekä rakennusvaiheessa että toiminnan aikana selvä, koska yli 45 dB päiväajan keskiäänitaso ulottuu suojelualueelle. Melun torjunnalla saadaan haittaa pienemmäksi niin, että melutaso toiminnan aikana suojelualueella jää alle 45 dB, mutta rakennusvaiheessa yli 45 dB päiväajan keskiäänitaso ulottuu hieman suojelualueelle (Kuva 23-3).



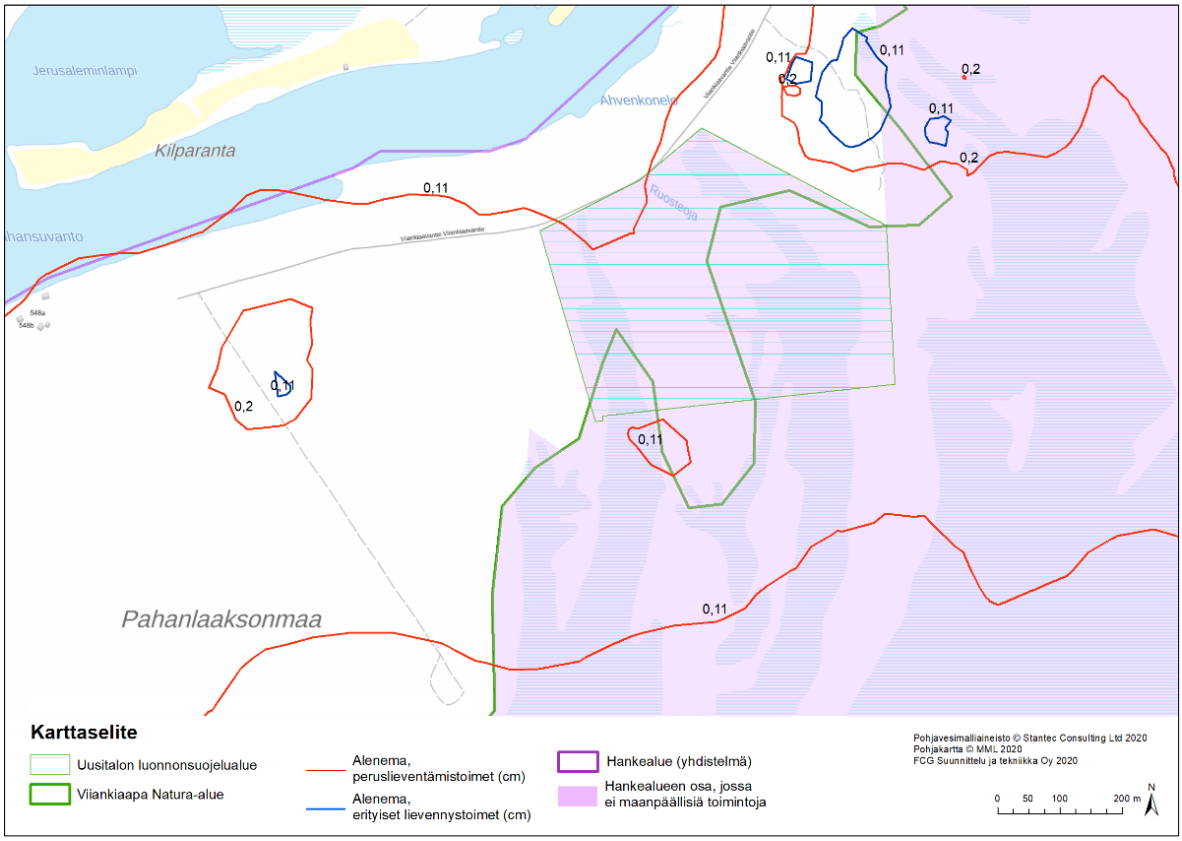
Kuva 23-2 Toiminnan aikana vaihtoehdossa VE2b yli 45 dB päiväajan keskiäänitaso ilman meluntorjuntaa ulottuu lähes koko Uusitalon luonnonsuojelualueelle (YSA200649). Tässä vaihtoehdossa voidaan kuitenkin soveltaa rakentamis- ja tuotantoajalle samoja meluntorjuntatoimenpiteitä kuin vaihtoehdossa VE2a.

Vaihtoehdossa VE3b huoltotiestä ja hihnakuljettimesta aiheutuva melutaso suojelualueella ei ole merkittävä. Melutorjunnalla saadaan haitta pienennettyä niin, että 45 dB päiväajan keskiäänitaso ei ulotu Uusitalon luonnonsuojelualueelle. Uusitalon luonnonsuojelualueeseen ei kohdistu pölyhaittaa missään vaihtoehdossa.

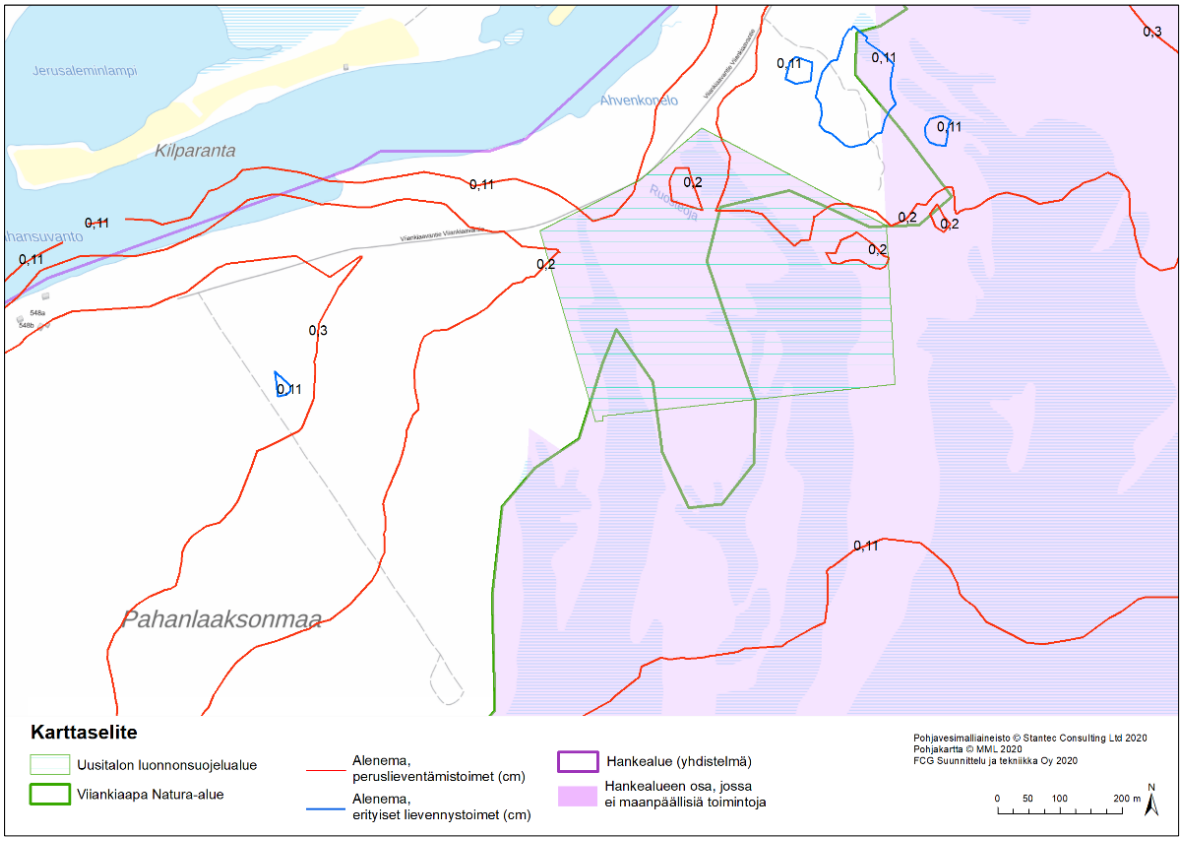


Kuva 23-3 Meluhaitta-alueet vaihtoehdoissa VE3a ja Ve3b Uusitalon luonnonsuojelualueella (YSA200649).

Vaihtoehdossa VE1a kaivoksen toimiessa 15. toimintavuoden jälkeen maanalaisen kaivoksen peruslievennystoimenpiteillä suojelualueen pohjoisosilla talvikaudella maapohjavesi alenisi noin 10 cm (Kuva 23-4). 22. toimintavuoden jälkeen alenema olisi noin 10-20 cm (Kuva 23-5). Peruslievennystoimilla vaikutus luonnonsuojelualueen suojeluarvoille on todennäköisesti vähäinen tai olematon, sillä Uusitalon luonnonsuojelualueella suot ovat suurelta osin luhtia tai kausikosteikkoja, jotka ovat pintavesivaikutteisia suotyyppejä. Lisäksi alueella on rämettä ja kangaskorpea, jotka eivät ole pohjavesivaikutteisia suotyyppejä. Erityisillä lieventämistoimilla maapohjavesi ei alentuisi ollenkaan Uusitalon suojelualueella ja eikä vaikutuksia vesitaseessa ilmene.



Kuva 23-4 Uusitalon luonnonsuojelualueella (YSA200649) pohjaveden alenema 15. toimintavuonna peruslievennys-toimenpiteillä olisi noin 10 cm vaihtoehdossa VE1a.



Kuva 23-5 Uusitalon luonnonsuojelualueella (YSA200649) pohjaveden alenema 22. toimintavuonna peruslievennys-toimenpiteillä olisi noin 10-20 cm vaihtoehdossa VE1a.

Viiankiaavan luonnonsuojelualue

Viiankiaavan Natura-alueeseen kuuluvalle Viiankiaavan luonnonsuojelualueelle (YSA200153) muodostuu myös yli 45 dB:n meluhaitta vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b. Meluntorjunnalla saadaan haitta vähennettyä niin, ettei yli 45 dB:n melualue ulotu suojelualueelle.

Suojelu-Mäkitalo (YSA201644) ja Ylitalon luonnonsuojelualue (YSA200644)

Suojelu-Mäkitalo (YSA201644) ja Ylitalon luonnonsuojelualue (YSA200644) sijoittuvat yli 3 kilometrin etäisyydelle hankealueesta, joten rakentamis- ja toimintavaiheen melu- tai pölyhaittojen ei arvioida ulottuvan suojelualueille ja välillisten hydrologisten vaikutusten ei arvioida ulottuvan alueelle. Kaivoksen valaistus näkyy ko. suojelualueille, mutta sen ei arvioida vaikuttavan suojelualueen eläimistöön.

23.5 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä

Uusitalon luonnonsuojelualueelle (YSA200649) muodostuu kohtalaisen merkittävä haitta vaihtoehdolla VE2b, sillä osa kaivoksen toiminnoista sijoittuu osittain suojelualueelle ja tämän lisäksi alueelle kohdistuu rakennus- ja toimintavaiheessa melu- ja tärinähaittaa. Lievennystoimilla ei saada melu- tai tärinähaittaa täysin lievennettyä. Muihin suojelualueisiin tai Koitelaisen ja Pomokairan Natura-alueille ei vaikutuksia arvioida muodostuvan. Yhteenveto tunnistetuista vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä on esitetty taulukossa Taulukko 23-9.

Taulukko 23-9 Yhteenveto tunnistetuista vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä Natura- ja suojelualueille (lähde: Ramboll Finland Oy 2020e).*

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kielteinen	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen

Natura- ja luonnonsuojelualue	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
Viiankiaavan Natura-alue (sis. Viiankiaapa SSO120565) *	Ei merkittävää heikennystä erityisillä lievennystoimilla.	Koska tässä vaiheessa ei voida selvästi osoittaa, että hankkeella ei ole haitallista vaikutusta alueen eheyteen, vaikutukset ovat **merkittävän kielteiset**.				
Koitelaisen Natura-alue	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Pomokairan Natura-alue	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Ylitalon luonnonsuojelualue	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Viiankiaavan luonnonsuojelualue	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Melu, voidaan lieventää, jolloin vähäinen kielteinen merkitys.	Melu, voidaan lieventää, jolloin vähäinen kielteinen merkitys.
Suojelu-Mäkitalo	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Uusitalon luonnonsuojelualue	Pohjaveden muutoksilla ei ole vaikutusta, koska kasvillisuus ei ole pohjavesivaikutteista. Ei vaikutusta.	Pohjaveden muutoksilla ei ole vaikutusta, koska kasvillisuus ei ole pohjavesivaikutteista. Ei vaikutusta.	Melutorjunnan jälkeen vähäinen kielteinen merkitys. Pohjaveden muutoksilla ei ole vaikutusta.	Kaivoksen toimintoja sijoittuu osittain suojelualueelle. Keinovalovaikutus ja tärinä ulottuvat suojelualueelle. Melutorjunnalla saadaan meluhaitta vähäiseksi. Pohjaveden muutoksilla ei ole vaikutusta. Kohtalainen kielteinen vaikutus.	Reunavaikutus hieman lisääntyy. Rakennusaikainen melu ulottuu suojelualueelle meluntorjunnan jälkeenkin. Toiminnan aikainen melu saadaan torjuttua. Vähäinen kielteinen merkitys.	Melutorjunnan jälkeen ei meluhaittaa. Pohjaveden muutoksilla ei ole vaikutusta. Vähäinen kielteinen merkitys.

23.6 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Sakatin kaivoshankeen suunnittelun aikana on jo päätetty ympäristönsuojelurakenteita, pölyämistä sekä pinta- ja pohjavesivaikutuksia lieventävistä toimista. Niiden toteuttaminen esitetyn kaltaisena on ollut arvioinnin lähtöoletuksena. Lisäksi maanalaisen kaivoksen aiheuttamien pohjavesivaikutusten lieventämiseksi on esitetty erityisiä lievennystoimia vaikutusten edelleen vähentämiseksi.

Suoria luontovaikutuksia, melu- ja tärinävaikutuksia voidaan vähentää esim. vaihtoehdossa VE2b siirtämällä toiminnot ja kaivoksen rakenteet Uusitalon luonnonsuojelualueen ulkopuolelle.

23.7 Arvioinnin epävarmuustekijät

Viiankiaavan Natura-arvioinnissa (Ramboll Finland Oy 2020e) on esitetty useita epävarmuustekijöitä, jotka ovat myös muiden suojelukohteiden osalta asianmukaisia.

Laji- ja luontokartoituksien tarkkuus

Tarkat luontotyyppi- ja lajistokartoitukset ovat painottuneet suunnitellun kaivoshankkeen alueelle Viiankiaavan Natura-alueen länsiosaan, mutta Viiankiaavan itäpuolen inventoinnit ovat yleispiirteisempiä ja luontotyyppien esiintymätiedot perustuvat osittain ilmakuvatulkinnan pohjalta tehtyihin rajauksiin, joita on tarkennettu eri vuosina tehdyillä maastokartoituksilla. Tämä seurauksena lähdevaikutteisia luontotyyppien ja sammal- ja putkilokasvilajien esiintymien lukumäärä saattaa olla aliarvioitu.

Hydrologiset vaikutukset

Pohjaveden virtausmallin luotettavuus ja epävarmuustekijät: pohjaveden virtausmalli on aina yleistys luonnonolosuhteista ja korkeintaan niin tarkka kuin mallin lähtötiedot ovat. Pohjaveden virtausmalli on riittävän luotettava ympäristövaikutusten arviointia varten. Mallinnus on tehty vain vaihtoehdolle VE1a.

Pölyn vaikutukset

Pölyn mallinnuksella ei voida kuvata täysin aukottomasti kaikkia pölyämistilanteita. Pölyn pitkäaikaisvaikutuksia lettosoiden kasvillisuuteen ei tunneta. Arvioinnin mukaan edellä mainituilla seikoilla ei ole merkittävää vaikutusta.

Tärinän vaikutukset

Tärinän vaikutuksia linnustoon ei tunneta hyvin. Lintujen tiedetään aistivan hyvinkin heikkoja maaperän tärinöitä, mutta eri maanpinnan liikenopeuksien (mm/s) parimäärää alentavia kynnysarvoja ei tunneta. Tärinän vaikutus Viiankiaavan linnustoon jää epävarmuuksista huolimatta todennäköisesti vähäiseksi.

Melun vaikutukset

Meluntorjuntakeinojen avulla melu on lievennettävissä sellaiselle tasolle, jonka osalta voidaan suurella todennäköisyydellä sanoa, että merkittäviä vaikutuksia ei ilmene. Melun vaikutuksia linnustoon on tutkittu useissa eri tutkimuksissa ja tutkittuina lajeina on ollut joko Viiankiaavalla pesiviä lajeja tai näiden läheisiä sukulaislajeja. Myös Kevitsan kaivoksen seuranta on tuottanut tietoa, miten kaivostoiminta vaikuttaa Sodankylän alueelle ominaiseen lajistoon. Kevitsan avolouhoksen vaikutukset läheisen Satojärven pesimälajistoon ja parimääriin ovat jääneet vähäisiksi tai

olemattomiksi, eikä kaivostoimintaan liitettävissä olevaa linnuston parimäärien laskua ole havaittu tehdyissä seurannoissa (Eurofins Ahma 2020f, Ramboll Finland Oy 2013 ja Ramboll Finland Oy 2014).

24 IHMISIIN KOHDISTUVAT VAIKUTUKSET

Suurilla hankkeilla on tyypillisesti merkittäviä sosiaalisia vaikutuksia, joilla tarkoitetaan vaikutuksia ihmisten päivittäiseen elämään, elinoloihin ja elinympäristöön, yhteisöihin, hyvinvointiin ja sosiaalisiin suhteisiin. Sosiaalisia vaikutuksia syntyy myös epäsuorasti luontoon, ympäristöön tai yhtä lailla elinkeinoihin, työllisyyteen ja työelämään kohdistuvista vaikutuksista, jotka muuttavat ihmisten olosuhteita ja elämisen ehtoja monin tavoin.

Sosiaalisten vaikutusten arviointi (SVA) on hankkeen suunnitteluvaiheessa eli ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhteydessä tehtävä selvitys siitä, millaisia ovat kaivoksen vaikutukset paikallisten ihmisten ja yhteisöjen elinoloihin, viihtyvyyteen ja elinkeinoihin.

24.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

24.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa käsitellään hankkeen vaikutuksia ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen, virkistyskäyttöön sekä elinkeinoihin ja toimeentuloon. Vaikutuksilla elinoloihin ja viihtyvyyteen tarkoitetaan ihmisiin, yhteisöihin ja yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten päivittäisessä elämässä ja asuinympäristön viihtyisyydessä (ns. sosiaaliset vaikutukset).

Ihmisten elinoloihin kohdistuvia vaikutuksia ovat esimerkiksi vaikutukset asumiseen, virkistykseen, työllisyyteen, palveluihin ja liikkumiseen. Sosiaalisten vaikutusten käsite korostaa vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa. Lisäksi voidaan arvioida vaikutuksia väestörakenteeseen (esim. muuttoliike, väestön määrä) ja työpaikkoihin, kunnan palvelutarpeisiin, elinkeinoihin ja laajemminkin talouteen.

Sosiaalisten vaikutusten erityispiirre verrattuna ympäristövaikutuksiin on, että ne muodostuvat ihmisten välillä ja henkilökohtaisten kokemusten kautta. Kokemukset ovat toisaalta subjektiivisia eli jokaisella on oman elämänhistoriansa kautta erilainen kokemuspohja, toisaalta sosiaalisesti muodostuvia eli ihmiset tulkitsevat koettua keskenään vaikkapa arkisessa työssään tai keskusteluissaan.

Vaikutukset voivat olla välittömiä, esimerkiksi kaivoksesta aiheutuva pakkomuutto tai työpaikan saaminen kaivokselta, tai välillisiä kuten ihmisten toimintatapojen muutokset ympäristön muuttuessa, esimerkiksi kalastuksen tai marjastuksen siirtyessä muualle.

Kaivoshankkeissa etäisyys toiminta-alueeseen määrittää sen, miten erityyppiset sosiaaliset vaikutukset jakautuvat. Koetut haitalliset vaikutukset keskittyvät usein hankkeen ja siihen liittyvien toimintojen, varsinkin liikenneyhteyksien, lähialueille. Lähialueella vaikutukset luontoon, sen virkistyskäyttöön ja arvoihin ovat voimakkaimpia. Laajalla vaikutusalueella korostuu sen sijaan talouselämän vilkastuminen, yritysten mahdollisuudet, työllistyminen ja koulutusta vastaavan työn saaminen. Kaivoksen perustaminen on iso muutos paikkakunnalla ja voi jakaa asukkaat hyötyjiin ja haitan kärsijöihin. Kaivokseen suhtautuminen voi jakaa ihmiset arvojen mukaan eri mielipideryhmiin tai yhdistää kuntalaisia toisiinsa.

Sosiaalisia vaikutuksia muodostuu hankkeen tutkimus- suunnittelu-, rakentamis-, toiminta- ja sulkemisvaiheissa. Hankkeen sosiaaliset vaikutukset voivat olla moniulotteisia kohdistuen suorien ympäristövaikutusten osalta lähialueelle tai laajemmin jopa kuntatasoa laajemmiksi vaikutuksiksi esimerkiksi hankkeen työllistävän ja elinkeino- ja talousvaikutusten osalta.

Vaihtoehdot

Vaihtoehtojen olennaisia eroja sosiaalisten vaikutusten kannalta ovat kaivoksen toimintoihin ja niiden sijaintiin liittyvät erot ja vaihtoehtoihin liittyvien liikenneyhteyksien väliset erot.

Päävaihtoehdossa **VE1**, jossa kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Kuusivaarassa muiden toimintojen yhteydessä, maanalaisesta kaivoksesta rakennetaan hihnakuljetin louhitun malmin siirtämiseksi maan päälle. Hihnakuljetin jatkuu lyhyen matkaa maan pinnalla siirtäen malmin maanalaisen kaivoksen sisäänkäynniltä malmin välivarastoalueelle. Päävaihtoehdoissa **VE2** ja **VE3** kaivoksen sisäänkäynti sijaitsee Pahanlaaksonmaalla, jolloin malmi siirretään hihnakuljettimella Pahanlaaksonmaalta Kuusivaaran tehdasalueelle, jossa sijaitsee malmin välivarasto. Hihnakuljetin on koteloitu ja se rakennetaan Kuusivaaran ja Pahanlaaksonmaan välille rakennettavan huoltotien yhteyteen. Alueen käytön (virkistyskäyttö, ulkoilu jne.) kannalta se merkitsee 5-6 km pituista liikkumisen estettä maastossa.

Alavaihtoehdoissa *a* kaivoksen yhdystie kulkee Kitisen itäpuolella etelään päin ja alavaihtoehdoissa *b* yhdystie liittyy vt 4:ään Sattasen pohjoispuolella. Lisäksi liikenteen osalta nämä jakaantuvat vielä sen mukaan, kuljetetaanko rikaste Rovaniemen kautta vt 4:ää pitkin johonkin Perämeren satamista (PS), Kemijärvelle junalastaukseen vt 5:ttä pitkin (KJ) vai osin kumpaankin (PSKJ). Liian toiston välttämiseksi näitä tarkempia kuljetusvaihtoehtoja koskevat erot on esitetty tarkemmin liikennevaikutusten arvioinnissa (luku 14) ja meluvaikutusten yhteydessä (luku 12) ja tässä arvioinnissa on viitattu kuljetusreitteihin liittyvissä kohdissa ao. lukuihin.

- Nollavaihtoehto eli **VE0** tarkoittaa, että Sakatin kaivoshanketta ei toteuteta ja alue pysyy muuttumattomana.
- Skenaario 1 (SK1): Tarkastellaan tilannetta, jossa Sakatti ja Boliden Kevitsa ovat yhtä aikaa toiminnassa.
- Skenaario 2 (SK2): Tarkastellaan tilannetta, jossa Sakatin kaivos on toiminnassa ja Kevitsan kaivoksella toiminta on jo päättynyt.

Vaikutusten jäsennys

Sosiaaliset vaikutukset muodostavat laajan kokonaisuuden, joka voidaan jäsentää hankekohtaisesti aina hieman eri tavoin. Tässä yhteenvedossa vaikutukset on jäsennetty laajahkoihin teemakokonaisuuksiin seuraavasti. Sosiaalisten vaikutusten arviointi -raportissa (liite 19) on käytetty seikkaperäisempää teemoittelua.

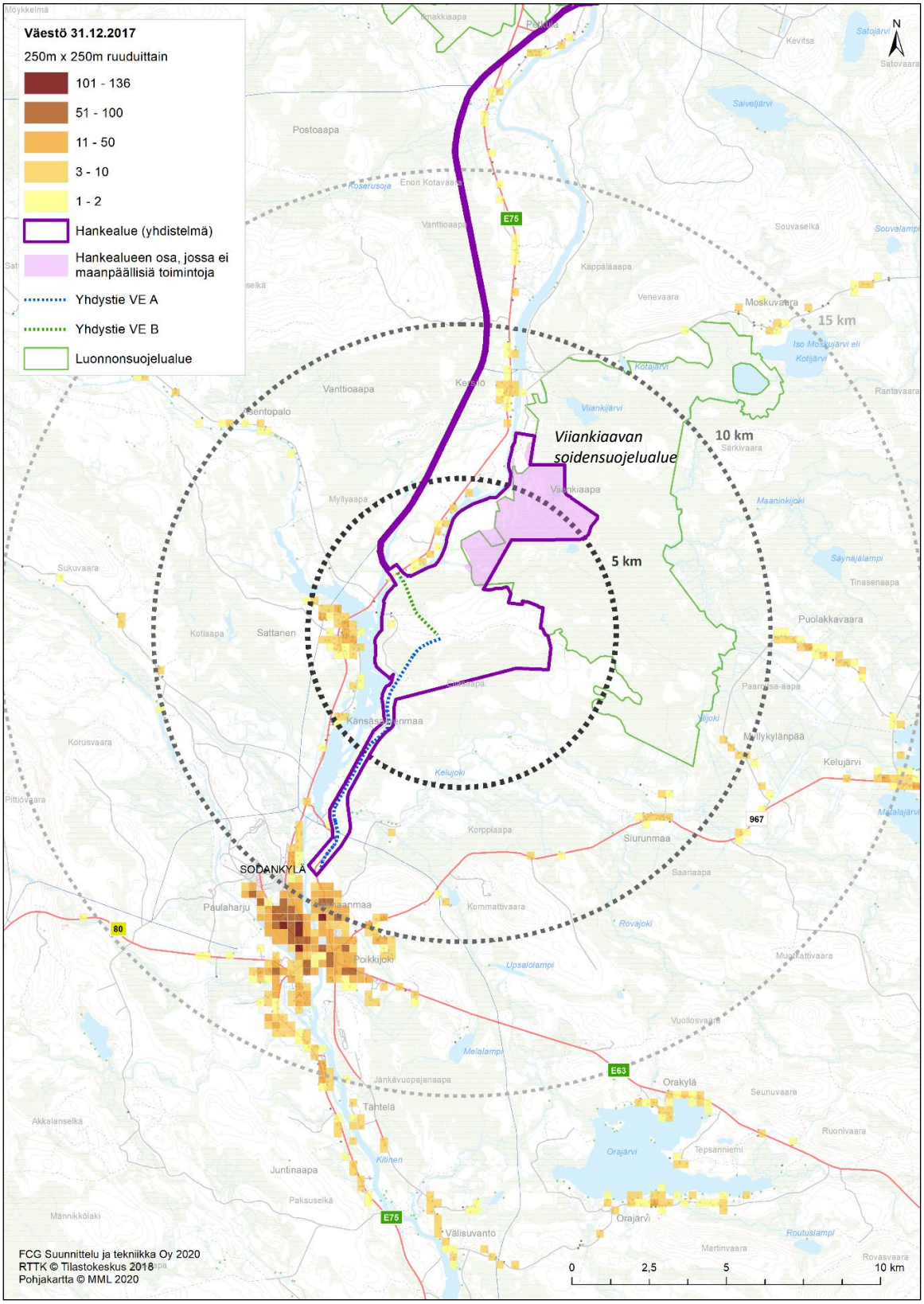
Taulukko 24-1 Sosiaalisten vaikutusten jäsentely vaikutustyypeittäin.

Vaikutustyyppi	Esimerkki vaikutuksista
Väestövaikutukset	Esim. vaikutukset väestön määrään, työikäisen väestön osuuteen, tulevaisuuden näkymiin nuorten kannalta
Vaikutukset maanomistajiin ja metsätalouteen	Esim. vaikutukset metsätalouteen maankäytön muutosten myötä
Poronhoitoon kohdistuvat sosiaaliset vaikutukset	Tässä varsinkin poronhoitoon kohdistuvat sosiokulttuuriset vaikutukset
Ihmisten elinolot ja viihtyvyys	Hyvinvointi, terveys ja turvallisuus, esim. Liikenteen haitat ja liikenneturvallisuus
Kunta ja kunnalliset palvelut	Vaikutukset aluetalouteen ja kunnan palveluihin
Luonnon virkistyskäyttö	Vaikutukset luonnon virkistykseen, ulkoiluun kotitarvekäyttöön; metsästykseen ja kalastukseen
Elinkeinot ja toimeentulo	Vaikutukset työllisyyteen, koulutusmahdollisuuksiin
Hankkeen hyväksyttävyys	Hankkeen hyväksyttävyyteen vaikuttavat tekijät jatkossa

Vaikutusalueet

Hankkeen sosiaalisten vaikutusten vaikutusalueina pidetään tässä arvioinnissa seuraavia (Kuva 24-1):

- välitön vaikutusalue: <5 km kaivoksen maanpäällisistä toiminnoista: kaivosalueen maanomistajat, lähimmät talot, Sattasen ja Kersilön kylät
- lähivaikutusalue: <10 km kaivoksen maanpäällisistä toiminnoista: edellä mainitut sekä Petkula, Siurunmaa ja kuntakeskuksen pohjoisosat
- välivaikutusalue: <15 km, edellä mainitut ja mm. Puolakkavaara, Moskuvaara, Kelujärvi, Sodankylän kuntakeskus
- laaja vaikutusalue: edellä mainitut ja muut Sodankylän kunnan alueet sekä Lappi



Kuva 24-1 Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin vaikutusalueet sekä väestötihentymät. (Lähde: RTTK, Tilastokeskus 2018)

Vaikutusten kohteet

Sosiaalisten vaikutusten kohteet voidaan määritellä väestöryhmittäin sekä heihin kohdistuvien vaikutustyyppien mukaan. Tässä arvioinnissa on lähdetty seuraavanlaisesta jaottelusta:

- Sodankylän asukkaat, eri väestöryhmät
- Lähikylien asukkaat (Sattanen, Kersilö ja ja näiden lähiympäristö)
- Maan- ja metsänomistajat
- Metsästäjät, kalastajat ja näiden järjestöt
- Poronhoitajat ja paliskunnat
- Yritykset, yrittäjät ja työntekijät
- Kunta

Vaikutukset, pääasialliset vaikutusalueet sekä vaikutusten kohteet/vaikutusryhmät/sidosryhmät on esitetty tiiviisti oheisessa taulukossa (Taulukko 24-2).

Taulukko 24-2 Sosiaaliset vaikutukset, pääasialliset vaikutusalueet sekä kohteet.

Vaikutusten jäsennys	Pääasialliset vaikutusalueet	Vaikutusten kohde / sidosryhmä
Väestökehitys ja asuminen, tulevaisuuden näkymät nuorille	Laaja vaikutusalue (kunta)	Kuntalaiset, kunta, työntekijät, kunnan nuoret
Hyvinvointi, terveys ja turvallisuus, esim. liikenteen haitat ja liikenneturvallisuus	Välitön ja lähivaikutusalue, väylien (VT4, VT5) varret	Kaivoskylien asukkaat (Sattanen, Kersilö ja lähialueet)
Maankäytön muutokset, metsätalouden vaikeutuminen	Välitön vaikutusalue, lähialue	Maanomistajat, metsätalouden harjoittajat
Luonnonvarat ja virkistysmahdollisuudet	Välitön ja lähivaikutusalue	Kaivoskylien asukkaat, metsästäjät ja kalastajat
Paikalliset elinkeinot, toimeentulomahdollisuudet	Laaja vaikutusalue (kunta), lähialue	Asukkaat, työntekijät, yritykset; matkailuyrittäjät
Porotalous (sosiaalinen ja kulttuurinen merkitys)	Lähivaikutus- ja välivaikutusalueet	Poronhoitajat: päätoimiset ja sivutoimiset
Kunta ja kunnalliset palvelut	Laaja vaikutusalue (kunta), lähialue	Asukkaat, kunnan ja yksityisten yritysten työntekijät, yritykset

Asukasmäärät ja työpaikat näillä vyöhykkeillä on esitetty alla (Taulukko 24-3) (Tilastokeskus 2018).

Taulukko 24-3 Asukasmäärät vaikutusalueittain. Vyöhykkeet menevät päällekkäin, eli laajempi vyöhyke sisältää aina myös edellisten vyöhykkeiden luvut. (Lähde: Tilastokeskus 2018)

Asukasmäärät ja työpaikat Sakatin vaikutusalueilla	Välitön vaikutus-alue: < 5 km	Lähivaikutusalue: <10 km	Välivaikutusalue: <15 km
Väestö	290	1 282	5 943
Työpaikat	57	233	1 455

Vaikutusulottuvuuksia, vaikutusten muodostumista ja kohdentumista sekä vaikutusten arviointia on tehty aineistolähtöisesti. Lähtöaineistona on käytetty aiempia selvityksiä, hankkeen vuorovaikutusprosessiin liittyneitä tilaisuuksia (kylätilaisuudet ja sidosryhmätilaisuudet) sekä yksilö- ja pienryhmähaastatteluja. Vaikutusten muodostumista on kuvattu tarkemmin liitteenä olevassa sosiaalisten vaikutusten erillisraportissa (Liite 19).

24.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa on käytetty laajasti eri menetelmiä. Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin lähtöaineistona oli AASM Oy:n YVA-ohjelmavaiheen aikana tuotettu aineisto, toteutetun sidosryhmätyön muistiot ja YVA-ohjelmasta saatu palaute. Työn aluksi laadittiin kirjallisuuskatsaus aiemmista selvityksistä Lapin kaivostoiminnasta ja sen sosiaalisista vaikutuksista, Sodankylän kaivoksista ja Sakatin hankkeesta. Keskeisinä lähtötietoina ovat olleet myös asukas- ja sidosryhmätilaisuudet. Päämenetelmäksi valittiin yksilö- ja pienryhmähaastattelut, joita sosiaalisten vaikutusten arvioinnin eri vaiheissa tehtiin kaikkiaan 27 henkilölle.

Päämenetelmät ovat siis olleet:

- Kirjallisuusselvitys
- YVA:n yhteydessä tehdyt kyselyt ja selvitykset
- Pienryhmä- ja sidosryhmätilaisuudet
- Haastattelut, henkilökohtaiset ja ryhmissä
  - 27 henkilöä
  - Kesto 35-70 minuuttia / haastattelu
  - Eri vaikutusryhmät ja vaikutusten kohteet (ks. edellinen sivu) edustettuina
- Muut yhteydenotot ja tietopyynnöt (metsästysseurat, Metsähallitus, kunnan edustajat jne.)

Työssä käytettyjä selvityksiä ja lähteitä ovat:

- REGINA-hankkeen tutkimukset
- Liikenneselvitykset
- Tutkimukset pohjoisesta kaivosteollisuudesta
- YVA:n muiden vaikutustyyppien vaikutusarvioinnit, erityisesti:

- Liikenne
- Maisema
- Melu ja ilmanlaatu
- Poronhoito ja porotalous
- Aluetalous

Menetelmät ja aineistot on kuvattu tarkemmin sosiaalisten vaikutusten arviointiraportissa (Liite 19, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020c). Kokemusperäistä ja paikallistuntemukseen perustuvaa tietoa on suhteutettu hankkeen muiden vaikutusarvioiden tuloksiin. Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin asiantuntijatyö on näin ollen asioiden suhteuttamista ja vertailua, koska sosiaalisille vaikutuksille ei ole olemassa säädeltyjä raja-arvoja.

24.1.3 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu vaikutuskohteiden herkkyyden ja vaikutusten suuruuden perusteella. Vaikutuskohteen herkkyys on tässä vaikutusarviossa luokiteltu kolmeen luokkaan 1) vähäinen, 2) kohtalainen ja 3) suuri (Taulukko 24-4). Arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit on esitetty elinolojen ja viihtyvyyden, virkistyskäytön sekä elinkeinojen ja toimeentulon osalta erikseen.

Taulukko 24-4 Vaikutuskohteen herkkyys; sosiaaliset vaikutukset.

Vähäinen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Yksittäisiä potentiaalisia haitankärsijöitä. Ei ollenkaan tai korkeintaan yksittäisiä häiriintyviä tai herkkiä kohteita, kuten vakituista tai loma-asutusta, päiväkoteja, kouluja tai hoitolaitoksia. Alue tai paikka ei ole kovin tärkeä yhteisöllisyyden tai identiteetin kannalta. Ympäristön muutostila jatkuva. Alueen sopeutumiskyky suuri. Paljon olemassa olevia ympäristöhäiriöitä (melu, liikenne jne.) **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Alueen luonnolla, kulttuurilla tai maisemalla on vähäinen harrastus- tai virkistyskäyttöarvo. Alueen virkistys- ja harrastusmahdollisuuksia käyttää pieni määrä ihmisiä. Virkistyskäyttöaktiviteetit eivät juurikaan ole riippuvaisia hankkeen alueesta ja vaihtoehtoisille alueille on vähän matkaa. Virkistysarvot eivät juurikaan ole herkkiä häiriöille kuten pöly-, melu- tai tärinähaitoille. Alueella on paljon ympäristöhäiriöitä aiheuttavia toimintoja (melu, liikenne jne.) **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Hankealueen muut elinkeinot eivät ole riippuvaisia hankkeen vaatimista maa-alueista. Alueella on vähän elinkeinotoimintaa (esim. maa- ja metsätalous, matkailu) tai yritystoiminnan kehittämishankkeita.
Kohtalainen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Potentiaalisia haitankärsijöitä jonkin verran. Jonkin verran häiriintyviä tai herkkiä kohteita, kuten vakituista tai loma-asutusta, päiväkoteja, kouluja tai hoitolaitoksia. Alue tai paikka on kohtalaisen tärkeä alueen yhteisöllisyyden tai identiteetin kannalta. Jonkin verran ympäristöhäiriöitä (melu, liikenne jne.) aiheuttavia toimintoja alueella. Muutoksia ympäristössä ajoittain. Alueen sopeutumiskyky kohtalainen. **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Osayleiskaavaan tai asemakaavaan merkitty virkistyskohde. Alueen luonnolla, kulttuurilla tai maisemalla on jonkin verran harrastus- tai virkistyskäyttöarvoa. Alueen virkistys- ja harrastusmahdollisuuksia käyttää jonkin verran ihmisiä. Virkistyskäyttöaktiviteetit ovat kohtalaisen riippuvaisia hankkeen alueesta ja vaihtoehtoisille alueille on jonkin verran matkaa. Virkistysarvot ovat kohtalaisen herkkiä häiriöille, kuten pöly-, melu-, tai tärinähaitoille. Alueella on jonkin verran ympäristöhäiriöitä aiheuttavia toimintoja (melu, liikenne jne.)

	ELINKEINOT JA TOIMEENTULO: Hankealueen elinkeinot ovat jonkin verran riippuvaisia hankkeen vaatimista maa-alueista tai jonkin verran herkkiä hankkeen ympäristövaikutuksille (esim. maisema, melu). Alueella on jonkin verran elinkeinotoimintaa (esim. maa- ja metsätalous, matkailu) tai yritystoiminnan kehittämishankkeita
Suuri	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Paljon potentiaalisia haitankärsijöitä. Runsaasti häiriintyviä kohteita, kuten asutusta tai loma-asutusta. Runsaasti herkkiä kohteita, kuten päiväkoteja, kouluja tai hoitolaitoksia. Alue tai paikka on hyvin tärkeä alueen yhteisöllisyyden tai identiteetin kannalta. Alueella ei lainkaan ympäristöhäiriöitä (melu, liikenne jne.) aiheuttavia toimintoja. Rauhallinen, pitkään muuttumattomana säilynyt ympäristö. Alueen sopeutumiskyky erittäin heikko **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Maakuntakaavan virkistyskohde, kansallispuisto, luonnonsuojelualue tai Natura-alue, jota käytetään aktiivisesti virkistykseen. Alueen luonnolla, kulttuurilla tai maisemalla on suuri harrastus- tai virkistyskäyttöarvo. Alueen virkistys- ja harrastusmahdollisuuksia käyttää suuri määrä ihmisiä. Virkistyskäyttöaktiviteetit ovat riippuvaisia alueesta eikä korvaavia alueita ole. Virkistysarvot ovat erittäin herkkiä häiriöille, kuten pöly-, melu- tai tärinähaitoille. Alueella ei ole ympäristöhäiriöitä aiheuttavia toimintoja (melu, liikenne jne.) **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Hankealueen elinkeinot ovat riippuvaisia hankkeen vaatimista maa-alueista tai herkkiä hankkeen ympäristövaikutuksille (esim. maisema, melu). Alueella on runsaasti elinkeinotoimintaa (esim. maa- ja metsätalous, matkailu) tai yritystoiminnan kehittämishankkeita.

Sosiaalisille vaikutuksille ei ole säädöksiä tai raja-arvoja, joten vaikutusten suuruusluokka määräytyy asiantuntija-arviona vaikutuksen voimakkuuden, maantieteellisen laajuuden ja keston perusteella. Arvioinnissa käytetyt vaikutuksen suuruuden kriteerit on esitetty alla (Taulukko 24-5).

Taulukko 24-5 Muutoksen voimakkuus ja suunta; sosiaaliset vaikutukset.

Suuri kielteinen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Hankkeen ympäristövaikutukset aiheuttavat selviä kielteisiä vaikutuksia. Vaikutukset häiritsevät totuttuja tapoja tai toimintoja tai hanke aiheuttaa esim. estevaikutusta. Hankkeesta aiheutuu ympäristön terveellisyyttä ja turvallisuutta jonkin verran heikentäviä päästöjä (esim. ilmansaasteet, melu, tärinä). Hanke heikentää alueen identiteettiä tai yhteisöllisyyttä (esim. naapuruston ristiriidat, konfliktit). **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Hankkeen myötä hyvin suuri osa harrastuspaikoista tai virkistysalueista ja -reiteistä menetetään tai niiden käyttö estyy. Alueelle aiheutuu erittäin selviä kielteisiä melu-, maisema-, ilmanlaatu tai muita ympäristövaikutuksia **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Suuri kielteinen muutos elinkeinojen ja yritysten toimintaedellytyksissä. Seudun vetovoima investointien ja yritysten sijoittumisen kohteena heikkenee selvästi. Suuri vähennys seudun työllisten määrässä. Kunnan saamat verotulot vähenevät tai kunnan taloustilanne heikkenee selvästi.
Keskisuuri kielteinen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Hankkeen ympäristövaikutukset aiheuttavat jonkin verran kielteisiä vaikutuksia. Vaikutukset häiritsevät totuttuja tapoja tai toimintoja jonkin verran tai hanke aiheuttaa esim. kohtalaisesti estevaikutusta. Hankkeesta aiheutuu ympäristön terveellisyyttä ja turvallisuutta kohtalaisesti heikentäviä päästöjä (esim. ilmansaasteet, melu, tärinä) Hanke heikentää alueen identiteettiä tai yhteisöllisyyttä jonkin verran (esim. naapuruston ristiriidat, konfliktit). **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Hankkeen myötä menetetään jonkin verran harrastuspaikkoja tai virkistysalueita ja –reittejä tai niiden käyttö estyy. Alueelle aiheutuu jonkin verran kielteisiä melu-, maisema-, ilmanlaatu tai muita ympäristövaikutuksia. **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Kohtalainen kielteinen muutos elinkeinojen ja yritysten toimintaedellytyksissä. Seudun vetovoima investointien ja yritysten sijoittumisen kohteena heikkenee kohtalaisesti. Kohtalainen vähennys seudun työllisten määrässä. Kunnan saamat verotulot vähenevät tai kunnan taloustilanne heikkenee jonkin verran.
Pieni kielteinen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Hankkeen ympäristövaikutukset aiheuttavat vähäisiä kielteisiä vaikutuksia. Vaikutukset häiritsevät vähäisesti totuttuja tapoja tai toimintoja tai hanke aiheuttaa esim. erittäin lievää estevaikutusta. Hankkeesta aiheutuu ympäristön terveellisyyttä ja turvallisuutta korkeintaan erittäin vähäisesti heikentäviä päästöjä (esim. ilmansaasteet, melu, tärinä). Hanke voi heikentää alueen identiteettiä tai yhteisöllisyyttä (esim. naapuruston ristiriidat, konfliktit) erittäin vähäisesti. **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Hankkeen myötä vähäinen osa harrastuspaikoista tai virkistysalueista ja -reiteistä menetetään tai niiden käyttö estyy. Alueelle aiheutuu vähäisiä kielteisiä melu-, maisema-, ilmanlaatu tai muita ympäristövaikutuksia. **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Vähäinen kielteinen muutos elinkeinojen ja yritysten toimintaedellytyksissä. Seudun vetovoima investointien ja yritysten sijoittumisen kohteena heikkenee vähäisesti. Pieni vähennys seudun työllisten määrässä. Kunnan saamat verotulot vähenevät tai kunnan taloustilanne heikkenee vähäisesti.
Ei vaikutusta	Hanke ei muuta elinoloja ja viihtyvyyttä, harrastus- tai virkistyskäyttöä eikä elinkeinoja ja toimeentuloa.
Pieni myönteinen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Hanke aiheuttaa vähäisiä myönteisiä muutoksia ihmisten elinoloissa ja viihtyvyydessä. **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Hankkeen myötä harrastuspaikkoja ja virkistysalueita ja –reittejä laajennetaan hieman tai niiden käyttö helpottuu hieman. **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Vähäinen myönteinen muutos elinkeinojen ja yritysten toimintaedellytyksissä. Seudun vetovoima investointien ja yritysten sijoittumisen kohteena lisääntyy vähäisesti. Pieni kasvu seudun työllisten määrässä. Kunnan saamat verotulot kasvavat tai kunnan taloustilanne paranee vähäisesti.

Keskisuuri myönteinen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Hanke aiheuttaa kohtalaisia myönteisiä muutoksia ihmisten elinoloissa ja viihtyvyydessä. **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Hankkeen myötä harrastuspaikkoja ja virkistysalueita ja –reittejä laajennetaan tai niiden käyttö helpottuu jonkin verran. **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Kohtalainen myönteinen muutos elinkeinojen ja yritysten toiminta-edellytyksissä. Seudun vetovoima investointien ja yritysten sijoittumisen kohteena lisääntyy jonkin verran. Kohtalainen kasvu seudun työllisten määrässä. Kunnan saamat verotulot kasvavat tai kunnan taloustilanne paranee jonkin verran.
Suuri myönteinen	**ELINOLOT JA VIIHTYVYYS:** Hanke aiheuttaa suuria myönteisiä muutoksia ihmisten elinoloissa ja viihtyvyydessä. **VIRKISTYSKÄYTTÖ:** Hankkeen myötä harrastuspaikkoja tai virkistysalueita ja –reittejä laajennetaan tai niiden käyttö helpottuu selvästi. **ELINKEINOT JA TOIMEENTULO:** Suuri myönteinen muutos elinkeinojen ja yritysten toimintaedellytyksissä. Seudun vetovoima investointien ja yritysten sijoittumisen kohteena lisääntyy paljon. Suuri kasvu seudun työllisten määrässä. Kunnan saamat verotulot kasvavat tai kunnan taloustilanne paranee selvästi.

24.1.4 Arvioinnin epävarmuustekijät

Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset ovat moniulotteisia ja erityisesti koettujen vaikutuksien arviointi on haastavaa, koska vaikutuksien kokeminen on subjektiivista. Eri henkilöt kokevat vaikutukset eri tavoin ja myös hankealueen merkitys asukkaiden elinympäristössä on erilainen. Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa on käytetty useita menetelmiä: haastatteluja, työpajoja ja asukaskyselyjä sekä ympäristövaikutusarviointien tuloksia, jotta näkökulmien erilaisuus tulee esiin. Kuitenkin ihmiset voivat muuttaa käsityksiään esimerkiksi vaikutusarviointien tulosten seurauksena tai hankkeesta riippumattomien uutisten tai tapahtumien perusteella, jolloin ihmisiin kohdistuvat vaikutukset ovat sidoksissa myös arvioinnin ajankohtaan. Elinkeinovaikutusten osalta kuntaan ja yritystoimintaan kohdistuvien hyötyjen epävarmuustekijän muodostaa se, miten alueen yritykset pystyvät tarjoamaan tuotteitaan ja palvelujaan kaivoshankkeen elinkaaren eri vaiheissa.

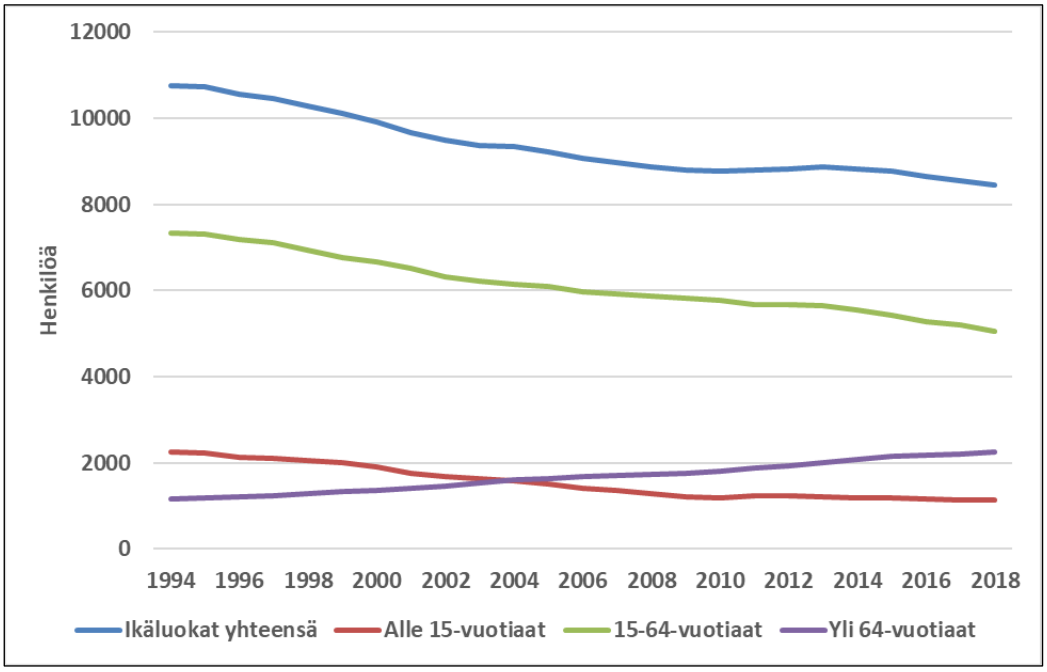
Koska hankkeen ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu osin YVA:n muihin osuuksiin, myös näiden epävarmuustekijät heijastuvat ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin. Näissä arvioinneissa on jouduttu käyttämään oletuksia, joihin liittyy esimerkiksi teknisiä ja taloudellisia epävarmuustekijöitä. Esimerkiksi kaivosmelun arvioinneissa on mallinnettu erilaisia meluntorjuntaratkaisuja, vaikka lopulliset toteutustavat tarkentuvat vielä YVA:n jälkeen. Hankkeen liikenneratkaisut taas riippuvat suurelta osin valtatie 5:n uuden linjauksen jatkosuunnittelusta ja toteutuksesta (liikenteeseen liittyvät epävarmuustekijät on kuvattu luvussa 14, vaikutukset liikenteeseen). Epävarmuustekijänä voidaan pitää myös sitä, jatkuuko Kevitsan kaivoksen toiminta vuoden 2032 jälkeen vai päättyykö se kyseiseen vuoteen. Arvioinneissa on pyritty huomioimaan skenaariot SK1 (Sakatti ja Kevitsa) sekä SK2 (Sakatti) tasapuolisesti. Arvioinnissa ei erikseen luotu skenaariota, jossa kunnassa ei olisi kaivostoimintaa, koska tällaisen nollaskenaarion luominen olisi kunnan kanssa toteutettava, erillinen ja varsin työläs yhteistyöprosessi.

24.2 Nykytila

24.2.1 Väestö

Vuonna 2019 Sodankylän kunnan vakituisten asukkaiden määrä oli 8 303 (1.12.2019). Sodankylän asukasmäärä kasvoi 1980- ja 1990-luvuilla aina vuoteen 1995 saakka (Kaavio 24-1). Tämän jälkeen väestö on vähentynyt, pääasiassa poismuuton vuoksi. Kevitsan kaivoksen avaamiseen liittyen väestömäärä kääntyi pieneen kasvuun vuosina 2009-2013, jonka jälkeen väestökehitys on palannut laskevaan perusuraan. Viimeisten 25 vuoden aikana väestön keski-ikä on noussut noin 36 vuodesta noin 47 vuoteen. Samana ajanjaksona alle 15-vuotiaiden osuus väestöstä on vähentynyt, ja 65 vuotta täyttäneiden osuus kasvanut. Väestöllinen huoltosuhde (eli ei-työikäisten ja toisaalta työikäisten määrän välinen suhde) on näin ollen heikentynyt tasaisesti viime vuosikymmeninä.

Kaavio 24-1 Sodankylän väestömäärän kehitys ikäryhmittäin 1994-2018. (Lähde: Tilastokeskus 2019)



24.2.2 Asutus

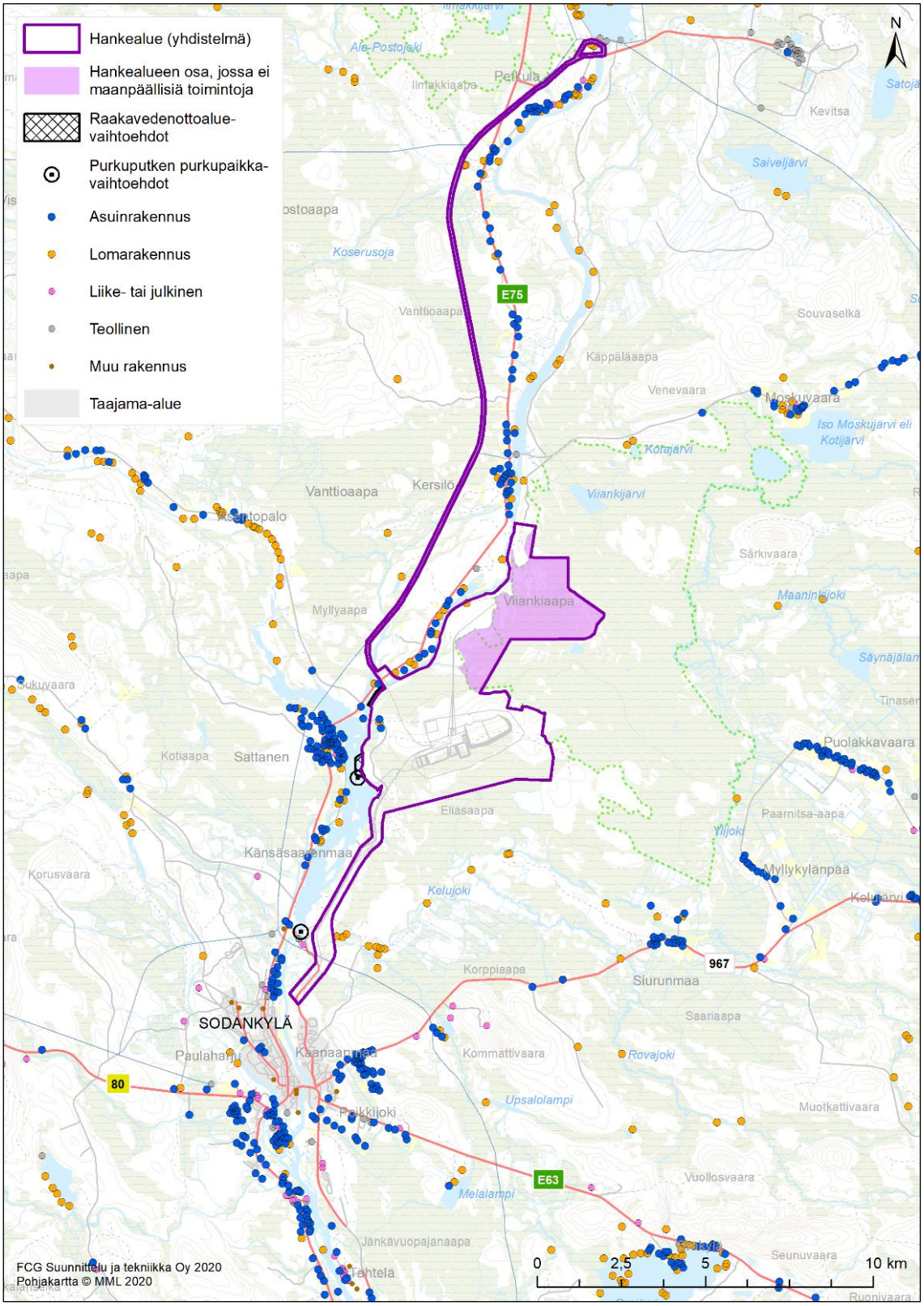
Hankealueen läheisyydessä asutus on keskittynyt pääasiassa Sodankylän taajamaan sekä Kitisen ja vt 4:n varrelle hankealueen länsipuolella (Kuva 24-5Kuva 24-5 Asutuksen, loma-asuntojen ja muussa käytössä olevien rakennusten sijainti Sakatin hankealueella ja sen läheisyydessä.). Asutus Sodankylän kuntakeskuksen ulkopuolella on pääasiassa maaseutuasutusta. Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat Kersilön, Sattasen ja Moskuvaaran kylämäiset asutusalueet, jossa asutus on tiiviimpää. Väestötietokannan mukaan Kersilössä asukasmäärä on n. 60, Sattasessa n. 250 ja Moskuvaarassa n. 35 henkilöä. Loma-asutus on keskittynyt pääasiassa Kitisen sekä Kelujoen varteen. Tämän lisäksi loma-asutusta on alueen isompien järvien (Kotajärvi, Saiveljärvi, Ahvenjärvi ja Mutijärvi) rannoilla. Hankealueen lähistöä on kuvattu kuvissa: Kuva 24-2, Kuva 24-3 ja Kuva 24-4.

Suunnitellulla hankealueella sijaitsee 2 asuinrakennusta ja 11 lomarakennusta. Kilometrin säteellä hankealueesta asuinrakennuksia on 109 ja lomarakennuksia 37. Laajennettaessa tarkastelualuetta 5 km:n etäisyydelle hankealueesta on asuinrakennuksia 218 ja lomarakennuksia 89. Molemmin puolin Kitistä sekä Kelujokivarressa sijaitsee useita lomarakennuksia.

Kuva 24-2 Moskuvaara talvella. (Kuva: FCG)

Kuva 24-3 Sattasen kylän rantaa. (Kuva: FCG)

Kuva 24-4 Veneitä Kitisen rannassa. (Kuva: FCG)



Kuva 24-5 Asutuksen, loma-asuntojen ja muussa käytössä olevien rakennusten sijainti Sakatin hankealueella ja sen läheisyydessä.

24.2.3 Virkistyskäyttö

Sakatin vaikutusalueella sijaitseva Natura 2000-ohjelmaan kuuluva Viiankiaavan suojelualue (*Kuva 24-6*) on retkeilykohde, jossa liikkuminen jokamiehenoikeuksien puitteissa on mahdollista ilman alue-rajauksia. Lisäksi marjastus ja sienestys sekä kalastus ja pilkkiminen ovat sallittuja alueella.

Kuva 24-6 Pitkospuita Viiankiaavan eteläisellä reitillä. (Kuva: FCG)

Viiankiaavalle on rakennettu kaksi retkeilyreittiä vuosina 2002-2003. Reiteistä pidempi (7,1 km) lähtee Kersilön kylän läheisyydestä kiertäen Viiankijärven länsirannan puolelta Särkikoskenmaalle ja sieltä takaisin. Reitin puolivälissä on yhdyspolku, jota käyttäen reitin pituudeksi tulee 4,3 km. Reitin varrella on rakennettuja taukopaikkoja oheisrakenteineen kahdessa paikassa. Viiankijärven rannalla sijaitsee kota oheisrakenteineen, ja Särkikoskenmaassa on laavu sekä siihen liittyviä oheisrakenteita. Lyhyen matkan päässä laavulta on lintutorni. Polun varrelta löytyy yhdeksän luonto-opastetaulua sekä reittiopasteita.

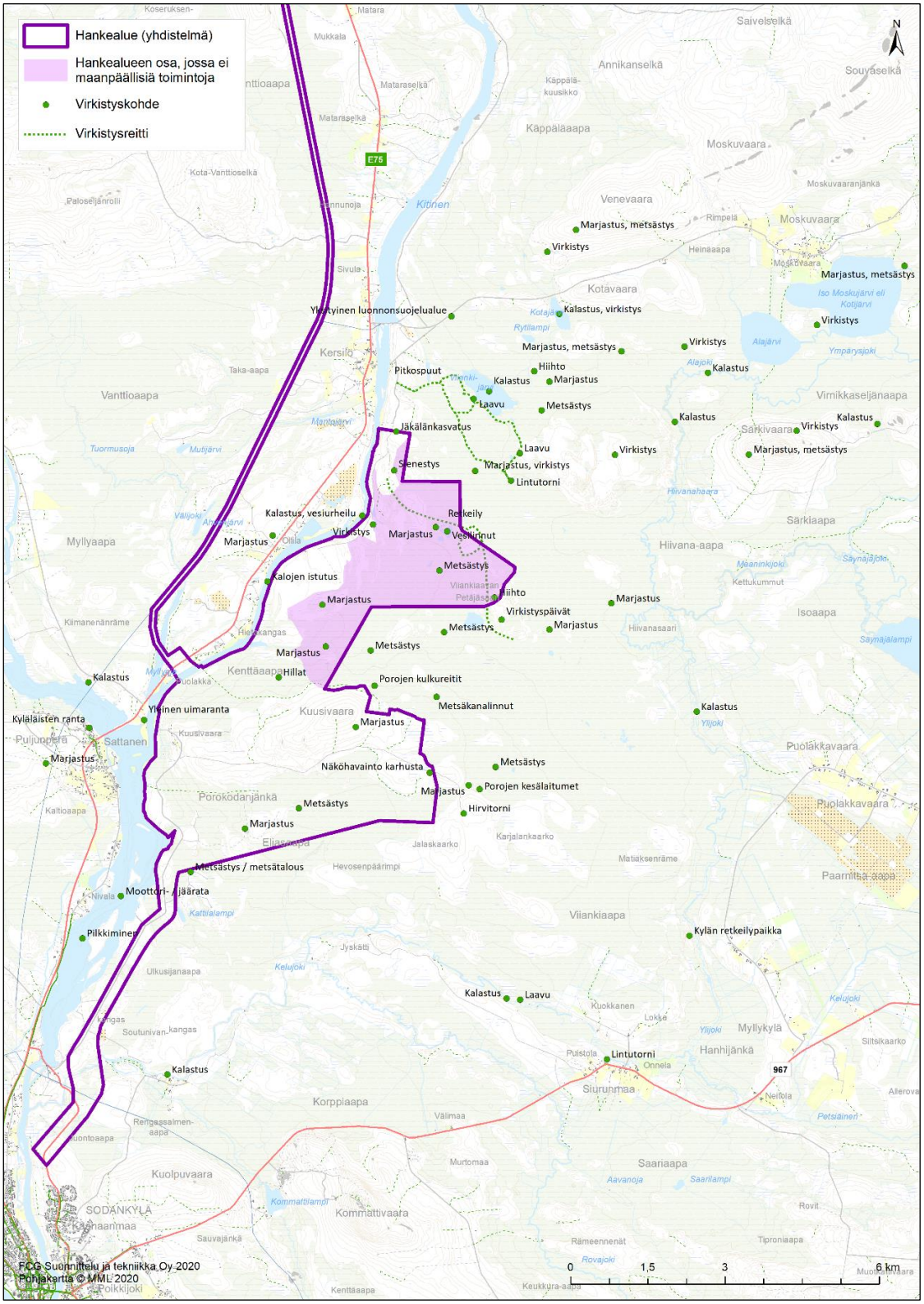
Reiteistä lyhyempi lähtee alueen eteläpuolelta Siurunmaasta ja kulkee 1,7 km:n matkan yksityismaita pitkin Natura-alueen reunaan saakka. Reitin päätepisteessä, aivan Natura-alueen rajalla sijaitsee lintutorni sekä laavu oheisrakenteineen.

Pohjoisemmalle, Kersilöstä lähtevälle luontopolulle on asennettu kävijälaskuri vuonna 2018 ja laskurin tietoihin pohjautuen Metsähallitus arvioi luontopolulla olevan vuositasolla noin 2 500 käyntikertaa. Lähin Metsähallituksen asiakaspalvelupiste sijaitsee Pyhätunturilla. Vuonna 2019 Sompio-lehdessä julkaistujen tietojen mukaan osa Viiankiaavan luontopolusta oli suljettuna rikkoutuneiden pitkospuiden vuoksi eikä Metsähallitukselta ollut tulossa rahoitusta polun korjaamiseen. Kävijämäärien vähäisyyden vuoksi kunnostamisen kustannuksiksi arvioitiin 80 euroa kävijää kohden. Metsähallitus on luopunut pitkospuiden kunnostamisesta ja on aikeissa purkaa ne.

Viiankiaavan halki kulkee pohjois-eteläsuunnassa Sodankylän kunnan ylläpitämä ja huoltama Sodankylä–Saariselkä -moottorikelkkaura. Lisäksi alueella saa liikkua moottoroidulla kulkuneuvolla poronhoidollisissa tehtävissä sekä Metsähallituksen luvalla kaadetun eläimen noutamiseksi.

Asukkaat saavat metsästää metsästyslain puitteissa kotikunnassaan valtion omistamilla alueilla. Viiankiaavalla sijaitsee Koitelaisen hirvieläinten ja pienriistan (kanalinnut, vesilinnut, jänikset ja pienriista) metsästysalueet. Alueen riistakantojen kehitystä seurataan riistanhoitopiirin ja -yhdistysten toimesta.

Asukkaille tärkeitä virkistystoimintoja hankealueella ja sen läheisyydessä on arvioitu YVA-menettelyn aikana ohjelmavaiheessa asukaskyselynä (Pöyry 2015), jolloin lähialueen asukkaat arvioivat Viiankiaavan alueellisesti merkittäväksi virkistäytymiskohteeksi, joka mahdollistaa useita ulkoiluharrastuksia. YVA-selostusvaiheen asukastyöpajoissa touko-kesäkuussa 2018 lähialueen asukkaille tärkeitä virkistyskohteita ja -toimintoja sekä niiden sijoittumista tarkasteltiin tarkemmin (Kuva 24-7).



Kuva 24-7 Hankealueen ja lähiympäristön virkistyskäyttöä sekä luontohavaintoja työpajojen ryhmätöissä tehtyjen merkintöjen mukaan. (Lähde: YVA:n asukas- ja sidosryhmätyöpajat Sattanen, Kersilö, Moskuvaara, Puolakkavaara, Siurunmaa sekä Sodankylän keskusta, 28.5.-8.6.2018.)

Hankealuetta ja sen lähiympäristöä pidetään virkistyskäytölle merkityksellisenä erityisesti ulkoilun ja retkeilyn, luonnonantien keräämisen, luonnontarkkailun ja -havainnoinnin, metsästyksen sekä kalastuksen osalta. Kalastuksen osalta Sattasjoen ja Kitisen haara sekä Kelujoen suu ovat merkityksellisimmät kalastuspaikat. Virkistyskäytön nykytilaa on käsitelty tarkemmin YVA-selostuksen liitteenä 19 olevassa erillisraportissa ”Sosiaalisten vaikutusten arviointi” (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020c).

24.2.4 Liikkuminen ja liikenne

Kuntakeskuksen taajama sijoittuu valtateiden 4 ja 5 sekä kantatien 80 risteyskohtaan. Taajaman sisäinen liikenne tukeutuu valtateihin. Jäämerentie on merkittävä katuyhteys, jonka kautta ajoneuvoliikenne oikaisee valtatieltä toiselle. Valtateiden 4 ja 5 liittymässä sekä vt 4:n ja Jäämerentien liittymässä on kiertoliittymät. (Ramboll Finland Oy 2019.) Valtateillä 4 ja 5 liikennöi sekä pitkän matkan liikennettä että paikallista joukko- ja koululaisliikennettä. (Sitowise 2019.)

Liikenneturvallisuuden kannalta ongelmallisia ovat vt 5 keskustan alueella sekä vt 4 keskustan eteläpuolella, joilla onnettomuustiheys on suurempi kuin Lapin valtateillä keskimäärin. Myös ympäristövaikutusten arvioinnin pienryhmätapaamisissa sekä SVA:n haastatteluissa liikenneturvallisuus pääteiden varsilla koettiin monasti ongelmaksi, samoin kävely- ja pyöräväylien puutteet vt 4:llä. Kevyen liikenteen väylien rakentaminen Kersilöön ja Sattaseen liikenneturvallisuuden parantamiseksi on kirjattu tärkeäksi tavoitteeksi Lapin maakuntakaavaan 2040.

Vaikutusalueen asukkaiden ja työntekijöiden liikkumista ja liikenneturvallisuutta, alueen tieverkkoa, joukkoliikennettä ja kävelyn sekä pyöräilyn kysymyksiä on kuvattu luvussa 14, Vaikutukset liikenteeseen.

24.2.5 Elinkeinoelämä ja palvelut

Sodankylän kunnassa oli vuonna 2017 yhteensä 3 577 työpaikkaa (Taulukko 24-6), joista palvelutyöpaikkojen osuus oli kolmannes (67,1 %), jalostuksen neljäsosa (25,3 %) ja alkutuotannon alle kymmenesosa (6,6 %) kaikista työpaikoista. Jalostustyöpaikoista noin puolet (13 %-yksikköä) oli kaivostoiminnan ja louhinnan toimialoilla ja hieman alle puolet eli (12 %-yksikköä) muun jalostuksen toimialoilla. Kaivostoimintaan suoraan liittyvien työpaikkojen osuus kaikista työpaikoista on ollut kasvusuunnassa kaivoshankkeiden vuoksi. Suurimmat työllistävät toimialat ovat terveys- ja sosiaalipalvelut, kauppa, kuljetus ja varastointi sekä kaivostoiminta ja louhinta. Suurimmat työnantajat alueella ovat kunta, Sodankylän varuskunta sekä Metsähallitus. Uusia työpaikkoja on syntynyt erityisesti kaivostoiminnan ja louhinnan toimialoille, mikä liittyy pääasiassa Kittilän ja Kevitsan kaivosten toimintoihin.

Sodankylän kunnan työllisyyttä ja aluetaloutta on käsitelty tarkemmin luvussa 26 sekä YVA-selostuksen liitteenä 19 olevassa sosiaalisten vaikutusten erillisraportissa. Vaikutuksia poronhoitoon on käsitelty luvussa 25 sekä liitteenä 20 olevassa poroselvitys -raportissa.

Taulukko 24-6 Sodankylän kunnan avainlukuja. (Lähde: Tilastokeskus, kuntien avainluvut)

Sodankylä	
Väkiluku, 2019	8 303
Työllisyysaste, %, 2018	74,6
Asuinkunnassaan työssäkäyvien osuus, %, 2017	84,5
Työttömien osuus työvoimasta, %, 2018	7,9
Alueella olevien työpaikkojen lukumäärä, 2017	3 577
Alkutuotannon työpaikkojen osuus, %, 2017	6,6
Jalostuksen työpaikkojen osuus, %, 2017	25,3
Palvelujen työpaikkojen osuus, %, 2017	67,1

Alkuvuodesta 2020 Sodankylässä toimi 12 malminetsintäyhtiötä (Virtanen 2020). Yksityisen sektorin toimialoista kaivostoimiala on työpaikkojen määrällä mitattuna Sodankylän merkittävin. Boliden Kevitsa Mining Oy tarjoaa suoraan runsaat 530 työpaikkaa ja alihankkijat mukaan lukien yli 800 työpaikkaa. Pahtavaaran kaivos on tarjonnut toiminnassa ollessaan reilut 50 suoraan työpaikkaa. AASM Oy on tarjonnut tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa kolmisenkymmentä työpaikkaa ja kairauskaudella n. 150 työpaikkaa urakoitsijat mukaan lukien. (Sodankylän kunta 2018.)

Matkailuelinkeino on tärkeä Sodankylän kunnalle. Sodankylän kunnan välitön matkailutulo oli vuonna 2017 yhteensä noin 30 miljoonaa euroa ja välitön työllisyysvaikutus 163 henkilötyövuotta. Valtaosa matkailupalveluista keskittyy Luoston matkailukeskuksen alueelle, joka sijaitsee n. 35 km hankealueesta etelään. Aluetalouden nykytilaa on käsitelty tarkemmin luvussa 26.2.1, vaikutukset aluetalouteen.

24.2.6 Vaikutuskohteiden herkkyys

Vaikutuskohteen herkkyystaso, toisin sanoen alueen asukkaiden ja yhteisöjen alttius kokea vaikutukset enemmän tai vähemmän voimakkaina, vaihtelee asuinpaikoittain, elinkeinoittain ja väestöryhmittäin. Herkkyyteen erilaisille vaikutuksille vaikuttaa sosiaalisten vaikutusten kohdalla myös kokemus nykyisen ympäristön tilasta ja laadusta, elämäntavat (esim. luontoarvot, luontoon liittyvät harrastukset virkistyskäyttö), elinkeinot ja kokijan suhde nykyiseen ja tulevaan kaivostoimintaan (esim. työnäkymät, kiinnostus aiheeseen).

Kohteet ja niiden herkkyys on määritetty seuraavasti:

- Väestövaikutukset kohdistuvat koko kuntaan. Herkkyys on **suuri,** sillä kunnan väkiluku on ollut tasaisen laskeva, kaivostoimiala on yksityisen sektorin merkittävin työllistäjä ja kunnan taloustilanne on yleisesti ottaen huomattavan riippuvainen yksittäisistä suurista yrityksistä ja työnantajista.
- Maanomistajat ja metsätalouden harjoittajat kohteena: Suunnitellulla hankealueella sijaitsee 2 asuinrakennusta ja 11 lomarakennusta ja vähintään kymmenisen maanomistajaa. Herkkyys on **kohtalainen**, sillä vaikutukset kohdistuvat välittömästi asukkaisiin, asunnon käyttömahdollisuuksiin, elinkeinonharjoitukseen ja elinpiiriin. Hanke saattaa vaikeuttaa maanomistajien elinkeinonharjoitusta ja aiheuttaa vaivaa jo suunnitteluvaiheessa. Toisaalta maanomistajat voivat odottaa saavansa arvoltaan käyvät korvaukset.

- Asukkaat ja loma-asukkaat kohteena: Suunnitellulla hankealueella sijaitsee 2 asuinrakennusta ja 11 lomarakennusta. Vaikka aivan lähiasukkaita on siten hyvin vähän, herkkyys on **suuri**, sillä lomarakennukset hankealueen pohjoisosassa Kitisen rannalla ovat herkkiä melutason muutoksille.
- Sattanen, Kitisen rannalla ja parin kilometrin etäisyydellä kaivoksesta sijaitseva kylä johon kaivos saattaa vaikuttaa mm. melun, pölyn, maiseman ja liikenteen muutosten kautta: herkkyys mm. koettujen maisemavaikutusten suhteen on **kohtalainen tai suuri**. Sattanen on kunnan runsasväkisimpiä kyliä ja sen väkiluku on viime vuosina ollut hienoisessa nousussa. Kylältä on melko esteetön näkyvyys Kitisen yli hankealueelle. Sattasen asukkaat ovat myös aktiivisia luonnon virkistyskäyttäjiä. Tavallisia luontoharrastuksia ovat metsästys ja kalastus.
- Vaikutukset kuntaan ja palveluihin: kohteet ovat **kohtalaisen herkkiä** vaikutuksille, koska kaivostoiminta on merkittävä elinkeinojen kannalta. Sekä väestökehitys että ostovoima vaikuttavat palvelujen kysyntään ja siten niiden tarjontaan sekä monipuolisuuteen.
- Vaikutukset luonnon virkistyskäyttöön kohdistuvat lähi- ja välivaikutusalueille, noin 10 kilometrin säteellä hankealueesta. Hanke vaikuttaa asukkaisiin ja eri väestöryhmiin mm. virkistys- ja harrastusmahdollisuuksien kautta: herkkyys on **kohtalainen**. Kitisen vesistöä ja hankkeen lähialuetta käytetään virkistykseen ja luonnonantimien kotitarvekäyttöön melko paljon, ja virkistysarvot ovat kohtalaisen herkkiä häiriöille, kuten pölylle, melulle ja mahdolliselle tärinälle. Virkistykseen ja ulkoiluun on kuitenkin vaihtoehtoisia paikkoja Kitisen länsipuolella ja muualla lähialueella.
- Elinkeinot ja toimeentulo: Vaikutukset kohdistuvat laajalti kunnan elinkeinoihin sekä kuntalaisten toimeentulon mahdollisuuksiin ja palveluihin, joten kohteena on tässä mielessä koko Sodankylän kunta yhteisönä, johon kuuluvat kuntaorganisaation lisäksi asukkaat, yritykset, yhdistykset ja toisaalta myös epävirallisemmat verkostot. Kunnan elinkeinoihin ja mainittujen osapuolten toimeentuloon vaikuttavat hankkeet ovat hyvin tärkeitä ja nämä kohteet siten vähintään **kohtalaisen herkkiä** vaikutuksille.
- Poronhoidon sosiaaliset vaikutukset: Poronhoitajat perheineen ovat **kohtalaisen herkkä kohde.** Vaikutukset kohdistuvat perinteiseen luontaiselinkeinoon, jonka jatkuvuus on turvattava. Poromiehille ja heidän perheilleen poronhoito on paitsi elinkeino myös elämäntapa, joka rytmittää elämää vuodenaikojen mukaisesti, ja heidän sosiaaliset verkostonsa perustuvat keskeisesti poronhoitoon. Poroelinkeino ei ole kuitenkaan erityisen vahvasti riippuvaista hankkeen vaatimista maa-alueista, jotka muodostavat pienen osan kohteena olevien paliskuntien porotalousalueista.

24.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

Tässä yhteenvedossa pyritään kiteyttämään pääkohdat sosiaalisten vaikutusten arvioinnin tuloksista.

24.3.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Seuraavassa käsitellään rakentamisaikaisia ja tämän jälkeen toiminnanaikaisia vaikutuksia.

Väestövaikutukset

Kaivos vaikuttaa laajalla vaikutusalueella (pääasiassa Sodankylän kunta, osin muu Lapin maakunta) väestön määrään sekä muuttoliikkeeseen. Väestökehitys (väestön kokonaismäärä ja työvoimaan kuuluvan väestön osuus) vaikuttaa suuresti Sodankylän kunnan veropohjaan sekä palvelutarpeisiin. Työpaikkojen määrällä sekä kuntalaisten työllisyysasteella on laajoja sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia koko kuntaan. Kaivoshanke työllistää jo suunnitteluvaiheessa varsinkin asiantuntijoita. Kaivoksen rakentamisvaiheesta alkaen lisääntyvät myös ammattityövoiman mahdollisuudet työllistyä paikkakunnalla.

Tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa Sakatti työllistää noin 40 henkilöä suoraan.

Sakatin kaivoksen rakennusvaiheessa kaivoksella työskentelee 400-500 henkilöä kaivoksen oma henkilöstö ja urakoitsijat mukaan lukien. Hanke työllistää välillisesti arviolta 2 800 henkilöä henkilötyövuosiksi (htv) laskettuna. Rakennusvaiheen työpaikoista Sodankylään ennakoidaan sijoittuvan 820 työpaikkaa (htv).

Toimintavaiheessa kaivostoiminnassa on töissä noin 450 henkilöä, ja välillinen työllisyysvaikutus on noin 1 100 henkeä henkilötyövuosina (htv). Hankkeen kerrannaisvaikutuksiin liittyvissä tuotannon ja palveluiden työpaikoissa tulee työskentelemään henkilöstöä vaihteleva määrä, joka on kuitenkin jatkuvasti useita satoja. Toiminta-aikaisista työpaikoista ennakoidaan Sodankylään sijoittuvan 700 työpaikkaa (htv).

Työpaikkojen lisäys vaikuttaa väestökehitykseen, mutta vaikutuksen suuruus riippuu monista seikoista, erityisesti siitä kuinka monet työllistyvistä jäävät tai muuttavat asumaan kuntaan. Asumisvalintojen merkitys korostuu, koska useat työntekijöistä ovat perheellisiä, jolloin yksi työpaikan lisäys voikin tuoda koko perheen Sodankylään. Todennäköisesti suurin herkkyys jäädä ja vakiintua paikkakunnalle on paikallisilla nuorilla, jotka ovat kouluttautumassa ammattiin. Hankkeella on arvion mukaan merkittävä vaikutus nuorten mahdollisuuksiin kouluttautua kaivosalaan liittyviin työtehtäviin sekä työllistymiseen valmistumisen jälkeen. Tällöin nuorten mahdollisuudet asua paikkakunnalla lisääntyvät, mikä tasapainottaa osaltaan kunnan väestörakennetta.

Väestövaikutukset liittyvät myös tulevaisuutta koskeviin odotuksiin. Sakatin positiivisen hankepäätöksen myötä tulevaisuuden odotukset nousevat, ja useiden yritysten ja ammattilaisten kiinnostus sijoittua Sodankylään kasvaa. 2020-luvun lopulla tai vuosikymmenen vaihteessa lienee odotettavissa myös lisää tietoa Boliden Kevitsan tulevaisuuden suunnitelmista. Tällöin kahden suuren kaivoksen vaihtoehto **SK1** (Sakatti ja Boliden Kevitsa) alkaa erottua skenaariosta **SK2** (vain Sakatti) enemmän tulevaisuuden odotuksia herättävänä, vaikka molemmat ovat toistaiseksi toiminnassa.

Hanke vaikuttaa väestöön myös asumisen muutosten kautta. Asuntojen kysyntä rakentamisen aikana 2030-luvulla on ainakin ajoittain suurta nostaen hintoja ja vuokria. Kunnan, kaivossektorin ja rakennusalan yhteistyöllä tulisi pyrkiä turvaamaan asuntojen riittävyys tarpeeseen nähden. Tulisi välttää vastaava asuntomarkkinoiden kuumentuminen, joka kunnassa nähtiin asuntojen kysynnän ylittäessä tarjonnan Kevitsan kaivoksen avaamisvaiheessa.

Vaikutukset maanomistajiin ja metsätalouteen

Jo suunnitteluvaiheessa maanomistajille aiheutuu vaivaa maanhankintaprosessiin osallistumisesta. Hankkeen merkittävimmät muutokset maanomistajiin ja maankäyttöön ajoittuvat kuitenkin rakentamisvaiheeseen, jolloin vaikutukset ulottuvat myös hankealueen ulkopuolelle muun muassa teiden ja voimajohdon rakentamisen myötä.

Kaivoshankkeen toteutuminen edellyttää, että kaivosyhtiöllä on hallintaoikeus kaivoksen toimintaan liittyvillä maa-alueilla. Yhtiön ensisijaisena maanhankintakeinona ovat vapaaehtoiset kaupat ja maanomistajien kanssa tehtävät sopimukset. Metsänomistajiin kohdistuvia vaikutuksia ennen rakentamista ovat maa-alueiden menetys ja käytön rajoitukset. Porotalouden ja metsätalouden harjoittaminen kaivoksen alueella estyy. Yhdysteiden rakentamisen myötä vaikutuksia kohdistuu myös asuinkiinteistöihin niiden lähialueella.

Kaikissa vaihtoehdoissa hankealueen maankäyttöön kohdistuu muutoksia, kun rakentamiseen sekä kaivostoiminnan käyttöön osoitettavat osat hankealueesta muuttuvat kaivosteollisuuden alueiksi ja rakennetuksi ympäristöksi. Vaihtoehdoista nollavaihtoehdon jälkeen vähiten haitallisiksi arvioitiin vaihtoehdot **VE1a** ja **VE1b**. Vaihtoehdossa **VE1** ei hankealueen pohjoisosassa aiheudu maankäytölle merkittäviä muutoksia. Vaihtoehdoissa **VE2a**, **VE2b**, **VE3a** ja **VE3b** maanalaisen kaivoksen sisäänkäynti, pastalaitos sekä maanalaisen kaivoksen ilmanvaihtoon liittyvät rakenteet sijoittuvat maan päälle. Vaihtoehdossa **VE2a** ja **VE3a** maan päällä sijaitsee myös kuilunostimen nostotorni. Kyseiset rakenteet aiheuttavat hankealueen pohjoisosassa enemmän rajoituksia maankäytölle, kun kaivostoimintaan liittyviä alueita joudutaan aitaamaan. Rakentaminen vie 381–484 ha pääosin talousmetsänä olevaa maata alueelta, johon tekniset rakenteet sijoittuvat.

Vaikutukset koskevat noin kymmentä maanomistajaa. Vaikutukset myös kasautuvat samoille ihmisille, joista useat harjoittavat metsätaloutta ja/tai poronhoitoa ja ovat samalla alueen virkistyskäyttäjiä, harrastavat metsästystä, muuta ulkoilua ja liikuntaa tai esimerkiksi moottorikelkkailua alueella. Vaikutukset ovat voimakkuudeltaan kohtalaisia tai paikallisesti melko merkittäviä.

Epävarmuustekijänä arvioinnissa on, millaisella prosessilla ja millä aikavälillä kaivoksen maanhankinta toteutetaan.

Ihmisten elinolot ja viihtyvyys

Hankkeella on vaikutuksia hyvinvointiin ja turvallisuuteen esimerkiksi liikenteen lisääntymisen ja liikenneturvallisuuden kautta lähialueella: valtateiden 4 ja 5 varsilla ja lähivaikutusalueella (5 km etäisyydellä) ”kaivoskylissä”, Sattasessa, Kersilössä ja näiden ympäristössä. Voimakkain vaikutus on kunnan keskustaajaman pohjoispuolella sijaitsevissa kylissä, varsinkin Sattasessa, sekä tieyhteyksien perusteella muodostuvilla liikenteen vaikutusalueilla. Liikenteen muutokset vaikuttavat kuitenkin viihtyisyyteen, pölyyn, meluun sekä liikkumisen turvallisuuteen ja liikkumisen sujuvuuteen muuallakin alueen tiestöllä.

Sakatin rakentamisaikana Kevitsan kaivos on molemmissa skenaarioissa SK1 ja SK2 edelleen toiminnassa. **Skenaarioiden 1 ja 2 välillä ei siten ole eroa keskenään vielä rakentamisvaiheessa.**

Kokonaisliikennemäärä eteläisen yhdystien vaihtoehdoissa **VE1a**, **VE2a** ja **VE3a** lisääntyy eniten Sodankylän keskustassa Kitisen länsipuolella, johon on oletettu kaivoksen raskaan liikenteen lisäksi suuntautuvan eniten työmatkaliikennettä ja työmatkalaisten läpikulkuliikennettä. Kokonaisliikennemäärä kasvaa keskusta-alueella tieosuudesta riippuen n. 5−8 % ja raskaan liikenteen määrä n. 8−11 % nykyisestä.

Eteläisen yhdystien vaihtoehdoissa keskustaajaman pohjoisosaan ja vt 4:lle taajamasta pohjoiseen ei kohdistu kaivoksen raskasta liikennettä. Pohjoiseen menevästä työmatkaliikenteestä johtuva kokonaisliikennemäärän lisäys on pieni, keskimäärin n. 2 %.

Eteläisen yhdystien vaihtoehdoissa kuntakeskuksen itäpuolisille alueille ei rakennusvaiheessa kohdistu kaivoksen raskaan liikenteen kuljetuksia. Myös kaivoksen eteläisen yhdystien kautta kulkevan työmatkaliikenteen on oletettu suuntautuvan pääasiassa uutta Kitisen yli rakennettavaa siltaa pitkin joen länsipuolelle. Kitisen itäpuolella kokonaisliikenteen määrän oletetaan hieman kasvavan eteläiseltä yhdystieltä itään päin suuntautuvan työmatkaliikenteen johdosta. Liikenne lisääntyy nykyisin hiljaisilla alueilla vt 5:n uuden linjauksen myötä, mutta kaivoksen liikenne aiheuttaa tästä vain pienen osan. Tehtyjen meluarviointien mukaan liikenteen tuottamat melutasot eivät juurikaan nouse muualla kuin uusien tieyhteyksien ja siltojen läheisyydessä.

Kokonaisliikennemäärä pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa **VE1b**, **VE2b** ja **VE3b** lisääntyy eniten kaivoksen pohjoisen yhdystien ja Sodankylän keskustan välisellä tieosuudella. Kaivoksen pohjoisen yhdystien ja Rajalantien liittymän välillä kokonaisliikenne lisääntyy n. 30 % ja raskas liikenne 14,4 % nykyiseen liikennemäärään verrattuna. Esimerkiksi Sattasen kylän kohdalla lisäys on n. 440 henkilöautoa ja 40 raskasta ajoneuvoa vuorokaudessa. On hyvin mahdollista, että tien lähellä asuvat, esim. Sattasen asukkaat, kokevat raskaan liikenteen häiritsevänä ja liikkumisympäristöä sekä liikenneturvallisuutta heikentävänä. Vaikutuksia voidaan lieventää toteuttamalla uusia alikulkuja ja/tai matalampia nopeusrajoituksia.

Pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa Sakatin kaivoksen raskas liikenne kulkee eteläisen yhdystien vaihtoehtojen tavoin Sodankylän keskustan Kitisen länsipuolisen osan läpi. Pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa kokonaisliikennemäärään lisäys kuntakeskuksessa Kitisen länsipuolella on a-vaihtoehtoihin verrattuna hieman isompi keskustan ja nykyisen vt 5:n sillan kautta itään päin kulkevan työmatkaliikenteen johdosta, n. 12-13 %. Muilla tieosuuksilla kokonaisliikennemäärän lisäykset eivät poikkea eteläisen yhdystien vaihtoehdoista.

Lähialueella merkittävimmät kielteiset vaikutukset syntyvät siten pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa kaivoksen pohjoisen yhdystien ja Sodankylän keskustan välisellä tieosuudella sekä keskusta-alueella. Raskas liikenne keskustassa aiheuttanee asukkaissa huolta liikenne- ja liikkumisturvallisuudesta.

Meluvaikutukset ovat arvioinnin (luku 12) mukaan asutuksen suuntaan kaikissa vaihtoehdoissa enintään kohtuulliset, ja vaihtoehdossa **VE1a** merkityksettömät. Vaikka kaivoksen liikenne ei merkittävästi vaikuta tieliikennemeluun, ovat yhdystien eteläiset vaihtoehdot siinä suhteessa taas hieman pohjoisia vaihtoehtoja parempia, että ne eivät lisää liikennettä vt 4:lle Sodankylän keskustaan tai siitä pohjoiseen.

Asutukselle aiheutuva häiriö on pienin vaihtoehdossa **VE1a**, joka tuottaa hieman vähemmän melua kuin vaihtoehto VE1b yhdystien edullisemman sijainnin takia. VE1b:n uuden sillan läheisyydessä liikenteen melu lienee huomattavissa. Asutukselle vaihtoehdoista **VE2a** ja **VE2b** aiheutuu hieman enemmän melua kuin vaihtoehdoista VE1a ja VE1b. Molemmilla vaihtoehdon **VE2** alavaihtoehdoilla keskiäänitaso jää selvästi alle asuinalueiden ohjearvon, mutta Myllyojan haarasta ylöspäin Kitisen länsirannalla voi loma-asutuksen ohjearvo ylittyä lievästi. Vaihtoehdossa **VE3b** Tihiämaalta melu leviää etenkin suojelualueelle. Laajimmassa vaihtoehdossa **VE3a** meluvaikutukset ovat muita suuremmat laajemman rakentamisalueen vuoksi. Vaikutus on kohtalainen alavaihtoehtoihin b kuuluvien yhdystien ja rakennettavan sillan lähistöllä, kun taas alavaihtoehdoissa a yhdystie kulkee etäällä asutuksesta eikä tätä vaikutusta ole.

Rakentamisen aikana kaivosrakentamisen vaikutukset alueen melutasoon ja asukkaiden melulle altistumiseen jäävät siten vähäisiksi. Rakentamisesta aiheutuu asukkaille vähiten melua vaihtoehdoissa **VE1a** ja **VE1b**. Meluntorjuntatoimin voidaan vähentää melun etenemistä siten, ettei ohjearvo ylity suojelu- tai loma-asutusalueilla. Vaihtoehdoista VE3a ja VE3b aiheutuu asutukseen suuntaan enemmän melua kuin muista vaihtoehdoista. Eniten melu kohdistuu Kitisen rannan loma-asutukseen.

Äänimaiseman ja koetun melun kannalta herkkiä kohteita ovat Sattasen kylä ja Kitisen rannan loma-asutus. Sattasen kylä sijaitsee jokirannan tuntumassa, jossa väliaikainenkin melu saattaa olla huomattavissa, mutta melun ei mallinnusten perusteella kuitenkaan arvioida kantautuvan häiritsevänä Sattaseen yhdessäkään vaihtoehdossa. Melun lisääntymisen vaikutukset vakituiseen asutukseen jäävät siten vähäisiksi.

Paikallisten asukkaiden kannalta tärkeä näkökulma on kylien säilyminen rauhallisina, maaseutumaisina ja idyllisinä. Asumisen kannalta herkimpänä maisemana on tunnistettu Sattasen kylän maisemat, sillä kylä on lähellä hankealuetta ja isoilta osin avointa peltoa ja niittyä, joten kylältä on monin paikoin avoimet näkymät kohti kohdealuetta yli Kitisen. Suurimmat muutokset maisemaan aiheutuvat kaivoksen rakentamis- ja toimintavaiheen aikana. Tarkasteltujen havainnekuvien perusteella kaivostoimintojen näkyvyys kylälle jää kuitenkin keskimäärin vähäiseksi. Sattasen kylän kannalta muutokset ovat hyvin vähäisiä vaihtoehdoissa **VE1a** ja **VE1b** ja kohtalaisia vaihtoehdoissa **VE2a**, **VE2b**, **VE3a** ja **VE3b**. Maiseman muutosten ja kaivoksen valaistuksen vaikutuksen edelleen lieventämiseksi olisi hyvä etukäteen ehkäistä hakkuita eri keinoin ja edistää täyskasvuisen puuston säilymistä Kitisen itärannalla.

Luonnon virkistyskäyttö

Luonnon virkistysmahdollisuuksien kannalta vaikutusalueena ovat lähialueen ja välivaikutusalueen asukkaat, etenkin metsästystä ja kalastusta harjoittavat tai harrastavat. Sakatin kaivos rajoittaa metsästyksen mahdollisuuksia hankealueen läheisyydessä jo rakentamisvaiheessa, mutta tuntuvammin/säännöllisemmin toimintavaiheessa. Metsästystä joudutaan siirtämään kauemmaksi vaaratilanteiden minimoimiseksi kaivostoiminnan muuttaessa riistaeläinten elinpiiriä ja liikkumista. Myös kaivosalueen vesien käsittely ja puhdistus ovat erityisen tärkeitä metsästäjien näkökulmasta.

Vaikutus kohdistuu neljään paikalliseen, merkittävän kokoiseen metsästysseuraan. Kuusivaaran alue ei ole tehtyjen tiedustelujen perusteella minkään metsästysseuran ainoa tai tärkein metsästysalue. Kahdella metsästysseuralla vuokramaiden menetys on suhteessa kaikkiin niiden käytössä oleviin maihin merkittävä (50-70 % seuran omassa käytössä olevista vuokratuista metsästysmaista). Kuusivaaralta pohjoiseen suuntautuvat hihnakuljetin ja huoltotie rajoittavat liikkumista sekä riistan että metsästäjien kannalta laajalla alueella.

Hankkeella on kielteisiä vaikutuksia myös muuhun luonnon virkistyskäyttöön, kuten marjastukseen ja sienestykseen. Erityisesti pinta-alaltaan laajemmilla vaihtoehdoilla on paikallisesti melko merkittäviä vaikutuksia. Vaihtoehdossa **VE2** voidaan puhua paikallisesti kohtalaisista vaikutuksista ja vaihtoehdossa **VE3** paikallisesti suurista vaikutuksista. Metsästyksen, luonnon kotitarvekäytön ja luonnossa liikkumisen suhteen **VE3** on vaikutukseltaan voimakkain.

Hankkeen kalasto- ja kalatalousvaikutusten arvioidaan jäävän kokonaisuutena merkittävyydeltään vähän kielteisiksi kaikissa vaihtoehdoissa. Merkittävyys on sama sekä rakennus- että toimintavaiheessa (ks. kalastovaikutuksista luku 18).

Vaikutukset kalastajiin ja heidän tottumuksiinsa saattavat olla merkittävämmät kuin itse kalastoon. Hanke vähentänee Kitisen varren houkuttelevuutta kalapaikkana rakentamisaikana työmaiden läheisyyden vuoksi. Vaihtoehtojen välille syntyy jonkin verran eroa vaihtoehtojen **VE2** (laajempi kuin VE1) ja **VE3** (kaikkein laajin) estevaikutuksesta maastossa liikkujille ja päävaihtoehdon VE3 muita voimakkaammasta meluvaikutuksesta Kitisen rantaan.

Luontoon kohdistuvilla vaikutuksilla on vaikutuksensa virkistyskäyttäjiin. Melu leviää vaihtoehdossa **VE3** alavaihtoehtoineen selvästi enemmän Viiankiaavan suojelualueelle kuin vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 alavaihtoehtoineen. Enimmillään päiväajan keskiäänitason 45 dB ohjearvo ylittyy runsaan 500 hehtaarin alueella. Ympäristöön etenevää melua voi vähentää tarvekivilouhoksen laskemisella maanpintaa alemmaksi. (Ks. meluvaikutukset luku 12)

Elinkeinot ja toimeentulo

Elinkeinojen ja toimeentulon näkökulmasta Sakatin kaivoshankkeella on pääosin positiivisia vaikutuksia, ja varsinkin työllisyysvaikutukset ovat merkittäviä. Elinkeinoihin kohdistuvien vaikutusten kannalta eri hankevaihtoehtojen välillä ei ole juurikaan eroa, sillä kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen tuotantomäärä ja toiminnan laajuus ovat samat. Lieviä eroja syntyy lähinnä tulotievaihtoehtojen osalta, joilla on vaikutus elinkeino- ja yhdyskuntarakenteeseen ja toimintojen välisiin synergioihin. Alavaihtoehdoissa a (**VE1a**, **VE2a**, **VE3a**) hyödyt ovat suuremmat. Tarvitaan Sodankylän kunnan ennakointia ja yhteistyötä elinkeinojen kanssa, jotta hankkeesta suoraan ja epäsuoraan työllistyvät sijoittuisivat paikkakunnalle, uusia yrityksiä sijoittuisi Sodankylään ja paikkakunnalla jo toimivien yritysten liiketoiminta vahvistuisi. Kunnan tulisi myös pyrkiä ennakoimaan tulevia tarpeita ja sovittaa koulutustarjontaansa niihin, jotta osaavaa henkilöstöä löytyisi tulevaisuudessa paikallisesti.

Kunta- ja aluetalouden näkökulmasta Sakatin kaivoshankkeella on pääosin positiivisia vaikutuksia, jotka arvioitiin työllisyys- ja verotulovaikutusten osalta vähintään kohtalaisen merkittäviksi. Eri hankevaihtoehtojen välillä ei tästä näkökulmasta ole merkittäviä eroja, sillä kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen tuotantomäärä ja toiminnan laajuus ovat samat.

Poronhoitoon kohdistuvat sosiaaliset vaikutukset

Poronhoitoon kohdistuvat sosiaaliset vaikutukset korostuvat erityisesti silloin, jos poronomistaja joutuu luopumaan osin tai kokonaan elinkeinostaan esimerkiksi maankäyttöhankkeesta johtuvien laidunmenetysten takia. Poromiehille ja heidän perheilleen poronhoito on elinkeinon ohella elämäntapa, joka rytmittää elämää vuodenaikojen mukaisesti ja esimerkiksi sosiaaliset verkostot voivat perustua keskeisesti poronhoitoon. On huomattava, että poronhoidon taloudellinen merkitys on pienempi kuin esim. sukupolvi sitten, mutta kulttuurinen ja elämäntavallinen merkitys on edelleen suuri. Hyvin moni hoitaa poroja sivuelinkeinonaan. Siten vaikka kaivostoiminnalla elinkeinona on negatiivinen vaikutus päätoimiseen poronhoitoon ja sen kannattavuuteen, niin yksilön ja hänen toimeentulonsa tasolla työskentely kaivoksella saattaakin päinvastoin tukea poronhoitoperinteen jatkumista.

Sakatin vaikutukset porotalouteen ovat erilaiset alueen kahden paliskunnan suhteen, mutta jäävät yleisesti ottaen melko vähäisiksi. Porojen kuljetusreittejä joudutaan muuttamaan jo kaivoksen rakentamisen aikana. Esimerkiksi Kersilön erotusaidan eteläinen, Kuusivaaran alueelta kohti pohjoista lähtevä porojen kuljetusreitti sijoittuu arvioidulle kaivoksen voimakkaan häiriövaikutuksen alueelle. Rakentamisaikaisia vaikutuksia voidaan lieventää varmistamalla, että poronhoitoon vaikuttavat rakenteet ovat valmiita jo ennen rakentamisen aloittamista. Erityisesti esteaitojen rakentaminen mm. Kuusivaaran tehdasalueen ympärille tulee ajoittaa siten, että porojen pääsy kaivoksen alueelle sekä kaivokselle johtaville, työmaa- ja kaivosliikenteen hyödyntämille tieosuuksille voidaan estää jo hankkeen

rakentamisaikana. Näin voidaan minimoida porovahingot sekä poronhoitajille aiheutuva lisätyö porojen paimentamisesta pois kielletyiltä alueilta.

Porotalousvaikutuksia käsitellään tarkemmin toiminnan aikaisissa vaikutuksissa, porotaloutta koskevassa luvussa 25 sekä erillisraportissa.

Kunta ja kunnalliset palvelut

Kuntatalouden ja taloudellisen aktiivisuuden kautta kaivostoiminnalla on vaikutuksensa koko kunnan elinvoimaisuuteen, työpaikkojen ja yritysten määrään ja monipuolisuuteen. Vaikutuksen kohteena on laaja vaikutusalue (Sodankylän kunta ja Lappi), jossa sekä asukkaat että yritykset toimivat eri rooleissa palveluiden tuottajina ja käyttäjinä. Kuntaan muuttavien työntekijöiden arvioidaan olevan suurelta osin elämänvaiheessa, jossa heillä on päiväkoti- ja kouluikäisiä lapsia, mikä vaikuttaa julkisten palveluiden (päivähoito-, koulutus-, sosiaali- ja terveyspalvelut, vieraskieliset palvelut) kysynnän kasvuun. Tämä lisää tarvetta julkisiin palveluinvestointeihin ja yleisesti esimerkiksi kunnallistekniikan kehittämiseen, joita tässä yhteydessä voi pitää positiivisena kehityksenä. Sodankylän peruskouluihin tulee uusia oppilaita sekä kaivos- ja muiden alojen ammatilliseen koulutukseen opiskelijoita. Jo toteutuneen kaivostoiminnan on koettu vaikuttaneen myönteisesti paikkakunnan koulutusmahdollisuuksiin ja parantaneen mahdollisuuksia elää Lapissa ja Sodankylässä.

Kunta- ja aluetalouden näkökulmasta Sakatin kaivoshankkeella on pääosin positiivisia vaikutuksia, ja niitä voidaan pitää erittäin merkittävinä (ks. luku 26, vaikutukset aluetalouteen). Julkisen sektorin talouden vaihtelut tapahtuvat toisaalta hitaammin kuin muutokset yksityisellä sektorilla. Syy hitaampaan muutokseen on riippuvuus verotulojen vakaasta ja tasapainotetusta luonteesta. Rakentamisvaiheen aikana julkinen talous ei muutu samanaikaisesti rakentamisen edetessä. Rakentamisvaiheessa osa rakennustyöntekijöistä työskentelee urakoitsijoille, edelleen asuen muissa kunnissa, joihin verohyödyt (varsinkin tulovero) tällöin enimmäkseen kohdistuvat.

24.3.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Väestövaikutukset

Toiminnan aikaiset vaikutukset väestökehitykseen koskevat pääosin Sodankylän kuntaa. Sodankylän vetovoima asuinpaikkana kasvaa hankkeen toteutumisen lähestyessä. Arvioinnissa haastatellut toivoivat hankkeen työllistävän ensi sijassa paikallisia ihmisiä ja pohtivat tämän edellytyksiä, kuten koulutetun työvoiman riittävyyttä. Kuntalaisille tehdyssä kyselyssä yli 90 % vastaajista katsoi kunnassa tähänastisen kaivostoiminnan työllistäneen paikallista väkeä. Työvoiman kysyntä on usein ylittänyt tarjonnan ja vain runsas puolet kyselyyn vastanneista katsoi paikallisen osaamisen riittäneen kaivostoimialan tarpeisiin.

Työvoiman suuri kysyntä voi vaikuttaa kahdella tavalla väestön sosiaaliseen rakenteeseen: se nostaa paikallisten nuorten motivaatiota kouluttautua kaivos- ja mineraalialalle ja toisaalta tuo ulkopuolelta korkeasti koulutettua tai erikoistunutta työvoimaa. Hanke vaikuttaa sekä ikärakenteeseen että sosiaaliseen rakenteeseen. Se lisää työikäisten ja lapsiperheiden määrää ja toisaalta nostaa koulutetun väestön osuutta.

Väestötasolla vaihtoehtojen väliset erot ovat hyvin pienet. Kaivoksen maineen ja hyväksyttävyyden sekä lähialueen muutosten kautta saattaa kuitenkin toteutua pieniä eroja vaihtoehtojen välille. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b häiriöt lähiasutukselle sekä luonnon (varsinkin Viiankiaavan) virkistyskäyttöön jäävät pienemmiksi ja ovat paremmin hallittavissa kuin muissa vaihtoehdoissa. Sijoittamalla kaivoksen toiminnot mahdollisimman suppealle alueelle voidaan vähentää negatiivisten ympäristövaikutusten riskiä ja maineriskiä. Toimintojen sijoittumisen sekä tilankäytön näkökulmasta vaihtoehdot

VE1a ja **VE1b** ovat kompakteimmat muihin vaihtoehtoihin verrattuna, koska maanpäälliset rakenteet rajoittuvat Kuusivaaran alueelle.

Vaikutukset maanomistajiin ja metsätalouteen

Toimintavaiheessa hanke sulkee pois alueen useimmat nykyiset ja vaihtoehtoiset käyttötavat, kuten metsätalouden harjoittamisen. Muiden maankäyttötapojen sijoittuminen ja mahdollisuudet osoittaa niitä hankealueelle tutkitaan yleiskaavoituksen yhteydessä ja annetaan tarvittaessa määräyksiä, joilla voidaan joko sallia tai rajoittaa kaivostoiminnalle rinnakkaisia toimintoja. Maanalaisen kaivoksen päällä suo säilyy edelleen virkistyskäytössä, joskin kaivostoiminnalla on meluvaikutusta osaan aluetta. Kuusivaaran aidatun tehdasalueen, hihnakuljetinten ja muiden maanpäällisten rakenteiden estevaikutus heikentää mahdollisuuksia alueen virkistyskäyttöön kuten metsässä samoiluun, metsästykseen, marjastukseen. Esimerkiksi moottorikelkkaura tulee yleiskaavamuutoksen yhteydessä linjata uudelleen Kuusivaaran kaivosteollisuusalueen kohdalla, jotta sen käyttö voi jatkua.

Vaikutukset ovat lievimpiä vaihtoehdossa **VE1b**, laajimpia (työmaiden laajuus, rakentamisen ala) vaihtoehdoissa **VE3a** ja **VE3b**.

Ihmisten elinolot ja viihtyvyys

Kaivostoiminta vaikuttaa elinoloihin ja viihtyvyyteen ympäristömuutosten kautta, kuten liikenteen, melun ja pölyn määrään ja jakautumiseen alueella. Kaivoksen liikenne voi vaikuttaa liikenneturvallisuuteen ja liikkumiseen alueella niin autolla, jalan kuin polkupyörällä. Maiseman muutosten kokeminen voidaan myös käsittää sosiaalisena vaikutuksena, kun se kohdistuu tuttuihin ja itselle tai yhteisölle tärkeisiin paikkoihin ja niiden rauhallisuuteen tai luonnonmukaisuuteen, kuten Sattasessa kaivosalueen vastarannalla. Myös odotukset ja pelot sekä henkilökohtainen suhde kaivostoimintaan (onko siitä henkilökohtaisesti tai läheisille haittaa, hyötyä vai molempia) voivat voimistaa koettuja vaikutuksia.

Kokonaisuuden kannalta liikenteen muutokset ovat se muutos ympäristössä, joka näkyy tai tuntuu asukkaiden näkökulmasta laajimmalla alueella Sodankylässä. Sosiaalisten vaikutusten kannalta on tärkeä huomata, että **kaivostoimintaan liittyvä liikenne kasvaa nykyisestä skenaariossa SK1 mutta ei skenaariossa SK2.**

Eteläisen yhdystien vaihtoehdossa kokonaisliikennemäärä kasvaa keskusta-alueella rikastekuljetusten alavaihtoehdosta riippuen 5,5−9,4 % ja raskas liikenne 3,8−14% vuoden 2040 ennusteesta.

Toimintavaiheessa suurimmat muutokset liikennemäärissä tapahtuvat pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa (**VEb**) vt 4:llä kaivoksen yhdystien liittymän ja keskustaajaman pohjoisosan välisillä tieosuuksilla. Kaivoksen tuoma arvioitu kokonaisliikennemäärän lisäys vuoden 2040 ennusteeseen verrattuna on pohjoisen yhdystien ja Rajalantien liittymän välisellä osuudella 32,6 % ja raskaan liikenteen lisäys 15,3 %. Rajalantien liittymästä kuntakeskuksen pohjoisosaan vastaavat lisäykset ovat 20,2 % ja 13,9 %. Jälkimmäiset luvut tarkoittavat esim. Sattasen kylän kohdalla 500 henkilöauton ja 50 raskaan ajoneuvon lisäystä vuorokaudessa. (Tarkemmin luvussa 14, vaikutukset liikenteeseen.)

Pohjoisen yhdystien vaihtoehdoissa kaivoksen kaikki raskas liikenne kulkee Sodankylän keskustan Kitisen länsipuolisen osan läpi. Rikastekuljetusten alavaihtoehdosta riippuen kaivoksen raskasta liikennettä kohdistuu myös vt 5:n nykyiselle Kitisen sillalle, jonka läheiset risteykset ja tienylityspaikat on Sodankylän liikenneturvallisuusselvitykseen annetuissa vastauksissa koettu turvattomiksi jo nykyisin.

Vaihtoehdoissa **VE1a**, **VE2a** ja **VE3a** kaivoksen yhdystie linjataan Kitisen itäpuolelta enimmäkseen asumattomalla alueella ja etäällä suojelualueesta. Näin ollen nämä vaihtoehdot ovat toiminnan aikaisen liikennemelun suhteen hieman parempia kuin vaihtoehdot **VE1b**, **VE2b** ja **VE3b**.

Vaikka liikenne lisääntyy arvioinnin mukaan varsin maltillisesti, se vaikuttaa uuden kaivoksen tilanteessa eri asukkaisiin kuin nykyään. Paikallista kokemusta ja huolia lisääntyvän liikenteen haitoista voidaan osaltaan lieventää pitämällä hyvää huolta liikenneturvallisuudesta hankkeen kaikissa vaiheissa.

Vaihtoehdoissa **VE1a, VE2a** ja **VE3a** yhdystie sijaitsee kokonaan Kitisen itäpuolella asumattomalla alueella ja etäällä suojelualueesta. Näin ollen nämä vaihtoehdot ovat toiminnan aiheuttaman liikennemelun suhteen hieman parempia kuin vaihtoehdot **VE1b**, **VE2b** ja **VE3b**, joissa yhdystie liittyy vt 4:ään Sattasen kylän pohjoispuolella. Alavaihtoehdoissa a Kitisen ylittävä silta tulee myös osaksi vt 5:n uutta linjausta, joten siitä ei tule yksin kaivoksesta johtuvaa uutta tieliikennemelun lähdettä. Vaihtoehdon **VE1a** vaikutukset melulle altistumiseen ovat kokonaisuudessaan asukkaiden kannalta lievimmät. Päävaihtoehdoissa **VE2** ja **VE3** Sahankankaan kohdalla Kitisen rannalla oleville asuinkiinteistöille kohdistuu keskiäänitasoltaan 40-45 dB melua. Asumiseen käytettävien alueiden päiväajan ohjearvo on 55 dB ja yöajan 45-50 dB. (Melun ohjearvot, vaikutukset meluun sekä meluntorjunta on kuvattu tarkemmin luvussa 12.)

Kaivoksella on eri toimintoja, jotka aiheuttavat pölyämistä. Hankkeelle on laadittu pölypäästöjen leviämislaskelmat (AONA Environmental 2020). Ilmanlaatuarvioinnit on esitetty luvussa 15, vaikutukset ilmastoon ja ilmanlaatuun. Merkittävimmät pölypäästöt muodostuvat läjitysalueille ja rikastushiekka-alueelle. Merkittävimmin pölylle altistuvat kohteet (asutus, Natura-alue ja luonnonsuojelualueet sekä virkistyskohteet) sijaitsevat kaivoksen toiminta-alueen länsi- ja pohjoispuolella, jossa raja-arvoon verrattavat vuosipitoisuudet sekä vuorokausipitoisuudet ovat korkeimmat mutta kuitenkin arviolta alle 20 % raja-arvojen tasosta. Vuorokausipitoisuuden raja-arvoon verrattava pitoisuusalue rajoittuu leviämislaskelmien perusteella läjitysalueille ja rikastushiekka-alueelle tai niiden välittömään läheisyyteen. Vaikutukset asutukseen on arvioitu vähäisiksi.

Ilmanlaatuarvioinnin mukaan vaikutus lähimpiin asuin- ja lomarakennuksiin kilometrin etäisyydellä hankealueesta vaikutus on mitätön (esim. kilometrin säteellä hankealueista vaihtoehdoissa **VE1a, VE1b, VE2b**) tai pieni kielteinen (esim. kilometrin säteellä hankealueista vaihtoehdoissa **VE2a, VE3a, VE3b**). Ilmanlaadun raja-arvojen ylittymiset (PM10) rajoittuvat kaivoksen toiminta-alueelle tai sen välittömään läheisyyteen, ja ovat epätodennäköisiä lähimmissäkin kohteissa. Ilmanlaatuasetus sallii vuorokausipitoisuuden ylityksiä kalenterivuoden aikana 35 kpl. Herkkien kohteiden kohdalla vuorokausipitoisuuden ylitysten määrä ei ylity. (Vaikutuksia ilmanlaatuun on kuvattu tarkemmin luvussa 15.)

Maisemamuutoksia tarkasteltiin tehdyn maisemavaikutusarvioinnin pohjalta siltä osin, miten maisema muuttuu herkimmän kohteen eli Sattasen kylän suunnasta katsottuna. Arvion mukaan muutokset jäävät suhteellisen vähäisiksi eikä niiden uskota merkittävästi heikentävän viihtyvyyttä.

Virkistyskäyttö

Sakatin toiminnanaikainen vaikutus luonnon virkistyskäyttöön on paikallisesti merkitykseltään suuri, vaikka Kuusivaara lähialueineen ei sinänsä ole poikkeuksellisen arvokas alue. Vaikutusten merkittävyyttä nostaa se, että monet asukkaat ovat aktiivisia luonnon virkistyskäyttäjiä metsästäjinä ja kalastajina. Sosiaalisten vaikutusten kannalta näiden vaikutusten painoarvoa (vaikutuskohteen herkkyys) lisää hankealueen sijainti suhteellisen lähellä asutusta, pari kilometriä Sattasen kylästä. Toiseksi painoarvoa lisää eri vaikutusten kumuloituminen: samat ihmiset voivat kärsiä virkistys- ja ulkoiluolosuhteiden heikentymisen lisäksi esimerkiksi metsätalouden mahdollisuuksien menettämisestä. Herkkyyttä vähentää puolestaan se, että Sodankylässä on runsaasti muitakin virkistykseen sopivia metsiä,

soita ja vesistöjä. Siten Kuusivaaran ja Viiankiaavan alueilla ulkoilulle ja esimerkiksi metsästykselle on vaihtoehtoja.

Jo rakentamisaikana metsästykseen kohdistuneet rajoitukset muuttuvat pysyviksi kaivoksen toiminta-aikana. Kaivoksen alue suljetaan ulkopuolisilta käyttäjiltä, jolloin metsästäjienkin liikkuminen alueella tulee mahdottomaksi. Vaikutukset luonnon virkistyskäyttöön, kuten marjastukseen ja sienestykseen, ovat samat kuin rakentamisvaiheessa. Erityisesti pinta-alaltaan laajemmilla vaihtoehdoilla on paikallisesti melko merkittäviä vaikutuksia. Vaihtoehdossa **VE2** voidaan puhua paikallisesti kohtalaisista vaikutuksista ja vaihtoehdossa **VE3** paikallisesti suurista vaikutuksista. Metsästyksen, luonnon kotitarvekäytön ja luonnossa liikkumisen suhteen **VE3** on vaikutukseltaan voimakkain.

Hankkeen kalasto- ja kalatalousvaikutusten arvioidaan jäävän kokonaisuutena merkittävyydeltään vähän kielteisiksi kaikissa vaihtoehdoissa. Merkittävyys on sama sekä rakennus- että toimintavaiheessa (ks. kalastovaikutuksista luku 18).

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin haastatteluissa korostui kalastuksen merkitys vapaa-ajan vietossa Kitisellä ja läheisissä vesistöissä. Niissä tuli esiin huolia kalaston vähenemisestä tai puhtaudesta Sakatin hankkeen myötä. Kuitenkin kalastovaikutusten on arvioitu jäävän kokonaisuutena suuruudeltaan vähäisiksi. Hanke vähentää silti Kitisen varren houkuttelevuutta virkistyskäyttöön toiminnan aikana kaivostoimintojen läheisyyden vuoksi. On mahdollista, että myös luottamus esimerkiksi kalojen turvallisuuteen ravintona vähenee, vaikka kaivostoimintaan onkin totuttu jo Kevitsan myötä. Hankkeen kalasto- ja kalatalousvaikutusten arvioidaan jäävän kokonaisuutena merkittävyydeltään vähän kielteisiksi kaikissa vaihtoehdoissa. Merkittävyys on sama sekä rakennus- että toimintavaiheessa. (Vaikutuksia kalastoon on kuvattu YVA-selostuksen luvussa 18.)

Elinkeinot ja toimeentulo

Toiminnan aikana skenaariot **SK1** (Sakatti ja Boliden Kevitsa) ja **SK2** (Sakatti) vaikuttavat eri tavoin elinkeinoihin ja toimeentuloon. Skenaariossa **SK1**, jossa Boliden Kevitsan tuotanto jatkuu vuoteen 2040, tarvitaan 2030-luvun alussa suuri määrä uusia ammattitaitoisia työntekijöitä Sodankylään. Työllisyys kasvaa sekä kaivostoiminnassa että esimerkiksi kuljetus-, rakennus- ja palvelualoilla. Kaivostoiminnasta hyötyvät eniten matkailu, kaupan ala, majoitustoiminta ja kiinteistötoiminta, kun taas ravitsemustoiminnassa hyöty jää huomattavasti pienemmäksi. Teollisuus, rakentaminen ja liikenne -toimialalla suurin hyöty saavutetaan rakentamisessa ja teollisuudessa. Sen sijaan poronhoitajien arvion mukaan kaivoksilla on negatiivinen heijastevaikutus poronhoitoon ja sen kannattavuuteen. Poronhoidolla on myös välillisiä vaikutuksia muihin elinkeinoihin, kuten matkailun ohjelmapalveluihin, lihanjalostukseen ja ravintolatoimintaan. (Ks. vaikutuksista tarkemmin luvusta 26, Vaikutukset aluetalouteen.)

Skenaariossa **SK2**, jossa Boliden Kevitsa lopettaa toimintansa 2032, aluetalous Sodankylässä kasvaa hitaasti kaivossektoria lukuun ottamatta. Kuntatalous ei juurikaan kasva, sillä tuloverot putoavat Kevitsan toiminnan päättyessä, ja väestömäärän pienentyessä myös kunnan saamat valtionosuudet vähenevät. Samalla ikärakenteesta johtuen kunnan sosiaali- ja terveysmenot kasvavat, mikä johtaa kunnan velkaantumiseen pitkällä aikavälillä. Kevitsan nykyisin työllistämistä kaivosalan työntekijöitä osa työllistyy todennäköisesti Sakatin hankkeeseen. Skenaario **SK2** merkitsee Sodankylän kunnalle tasaisempaa, vähitellen laskusuuntaan kääntyvää kehitystä. Monet voivat hakeutua uuteen työpaikkaan jo tutulla paikkakunnalla. Siten väestön vaihtuvuus jää selvästi pienemmäksi kuin skenaariossa **SK1** ja Sodankylässä asutaan keskimäärin pidempään. Väestömäärä jatkanee vähittäistä laskuaan.

Poronhoitoon kohdistuvat sosiaaliset vaikutukset

Poronomistajille ja heidän perheilleen poronhoito on elinkeinon ohella elämäntapa, joka rytmittää elämää vuodenaikojen mukaisesti ja jonka ympärille sosiaalinen yhteisö usein rakentuu. Vaikutukset kohdistuvat lähinnä Oraniemen paliskuntaan, jonka toiminta perustuu nykytilassa työnjohdollisiin ja tokkakunnittain rajautuneisiin alueisiin. Kaivoshankkeen aiheuttamat sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset koskevat erityisesti Viiankiaavan tokkakuntaa, joka käsittää noin 4–5 poromiestä ja 350-450 poroa. Sosiaaliset vaikutukset korostuvat erityisesti silloin, jos poronhoito vaikeutuu tai estyy niin, että poronomistaja joutuu siirtämään porokarjan toiselle alueelle tai luopumaan elinkeinostaan esimerkiksi maankäyttöhankkeesta johtuvien laidunmenetysten takia.

Kaivostoiminnan voidaan ajatella olevan vaikutuksiltaan väliaikainen haitta, sillä kaivoksen elinkaari on rajallinen. Kulttuurillisten vaikutusten merkittävyyden arvioinnin osalta on kuitenkin huomioitava, että poronhoidon toimintamahdollisuuksia heikentävien maankäyttöhankkeiden ja maankäytön muutosten alueellinen kumuloituminen yhden sukupolven kattavan ajanjakson aikana voi johtaa poronhoidon päättymiseen suvussa tai laajemmin tietyllä alueella. Porotalousselvityksen mukaan elinkeinon säilymistä alueella voi edistää osaltaan myös yksilöiden mahdollisuus sovittaa tulonlähteitään yhteen, jolloin poronhoidon harjoittamista voi jatkaa esimerkiksi sivutoimisena elinkeinona, vaikka pääosa tuloista koostuisikin eri alan töistä.

Päävaihtoehdot **VE2 ja VE3** vaikeuttavat poronhoitoa enemmän kuin päävaihtoehto **VE1**. Kaikien päävaihtoehtojen nähtiin porotalousselvityksessä vaikuttavan poronhoitojärjestelmään ja -alueisiin, turvallisuusriskeihin ja työn kuormittavuuteen Viiankiaavan tokkakunnan, joskaan ei koko paliskunnan, tasolla. Skenaariossa SK1 poronhoitoon kohdistuu kahden kaivoksen yhteisvaikutus, kun Viiankiaavan tokkakunta menettää lisää laitumiaan Sakatin toiminnan alkaessa. Nämä yhteisvaikutukset voivat näkyä poronhoitoelinkeinon eri tasoilla muun muassa laajoina laidunalueiden menetyksinä, elinkeinon kannattavuuden laskuna, poronhoitotöiden vaikeutumisena sekä elinkeinonharjoittajien vähentymisenä. (Tarkemmin vaikutuksia on tarkasteltu palis- ja tokkakunnittain luvussa 25.)

Kunta ja kunnalliset palvelut

Kaivoksen tuottama paikallinen talouskasvu tuo työtä ja nostaa elintasoa vähintään sadoille kotitalouksille. Aluetalouden kasvu on suurinta skenaariossa **SK1**, jossa Sakatin ja Kevitsan kaivosten samanaikaisen toiminnan vaikutus näkyy kasvun piikkinä ja ajoittuu pääosin vuosille 2030-2040 (laajemmin aluetalousvaikutusten arvioinnissa, luku 26). Skenaariossa **SK1** aluetalous kasvaa kaivostoiminnan vetoavulla yhteisöveron tuoton, tuloverojen ja kiinteistöverotulojen kasvaessa. Kasvu mahdollistaa kunnan nettovelan takaisinmaksun ja parantaa sen valmiuksia palvelujen parantamiseen.

Hyvin todennäköisesti paikalliset koulutusmahdollisuudet Sodankylän kunnassa monipuolistuvat. Koulutustarpeisiin tulisi varautua ajoissa, sillä riittävän osaajamäärän koulutus kestää useita vuosia. Asuntojen lisääntyvään kysyntään on samaten syytä varautua hyvissä ajoissa riittävällä asuntotuotannolla. Kunnassa on jo nykyisin pulaa pienistä asunnoista ja vuokra-asunnoista, ja näiden tarve kasvaa Sakatin kaivoksen myötä. (Ks. vaikutuksista tarkemmin luvusta 26, Vaikutukset aluetalouteen.)

24.3.3 Sulkemisen vaikutukset

Kaivoksen sulkemisvaihe kestää noin vuoden. Sulkemisen tavoitteena on palauttaa käytöstä poistuvat alueet luonnonympäristöksi tai muuhun myöhempään maankäyttöön. Tämä maankäyttö pyritään tarkemmassa suunnittelussa sovittamaan ympäristöön ja alueen asukkaiden tarpeisiin.

Sulkemisen kerrannaisvaikutukset taloudelliseen toimeliaisuuteen kunnassa ovat samaa luokkaa kuin tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa.

Rakentaminen ja maansiirto työllistää suoraan noin 270 henkilöä (htv), ja hankkeen kerrannaisvaikutukset Sodankylässä ovat noin 220 henkilöä.

24.3.4 Vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyys

Vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu tässä alaluvussa vaihtoehdoittain ja osittain myös skenaarioittain (SK1 ja SK2), mikäli näiden välillä on tunnistettu eroja. Arviot on koostettu yhteenvedonomaisesti kattamaan vaikutusten merkittävyys sekä rakentamisen että toiminnan ajalta.

Vaikutukset väestöön

Yleisesti ottaen Sakatin hanke lisää työpaikkoja, työntekijöiden uramahdollisuuksia ja siten laajemmalla tasolla kunnan elinvoimaa. Vaikutukset aiheutuvat ennen kaikkea työpaikkojen lisääntymisestä. Rakennusva”iheen työpaikoista Sodankylään ennakoidaan sijoittuvan 820 työpaikkaa (htv). Toiminta-aikaisista työpaikoista ennakoidaan Sodankylään sijoittuvan 700 työpaikkaa (htv).

Nuorten ja työikäisten kokonaismäärä sekä osuus kunnassa lisääntyvät. Nuorilla on enemmän mahdollisuuksia jäädä/palata Sodankylään työ- ja koulutusmahdollisuuksien parantuessa.

Hankkeella on myös epäsuoria positiivisia vaikutuksia väestökehitykseen. Näitä voi ennakoida tulevan aluetalouden kautta. Kaivostoiminta tuo kuntaan resursseja, joilla voidaan kohentaa esimerkiksi kuntakeskuksen taajamakuvaa ja palveluita koko kunnassa sekä monipuolistaa asukkaiden toimintamahdollisuuksia. Se tuo aluetalouteen rahavirtoja, jotka parantavat mahdollisuuksia pitää yllä kunnan palvelutasoa.

Sakatin kaivoshankkeen myötä väestökehityksen voi ennakoida tasaantuvan muutamiksi vuosiksi, joskaan yksin se ei riitä väestömäärän kääntämiseksi kasvuun. Suurimmat vaikutukset aluetalouteen vuositasolla syntyvät rakennusvaiheessa ja toimintavaiheessa. Rakennusvaiheessa ja toimintavaiheessa myös Sodankylään ja Lappiin kohdistuvat vaikutukset ovat vuositasolla suurimmat.

Selvityksen perusteella hankkeen väestövaikutuksia voi pitää selkeästi myönteisinä. Koska työllisyysnäkymät ovat kunnan väestökehityksen kannalta erittäin tärkeitä, väestön herkkyys hankkeen vaikutuksille on suuri. Muutos myönteiseen suuntaan on melko suuri, koska kaivoshanke suurena investointina vaikuttaa monen mekanismin kautta samaan suuntaan. Myönteistä vaikutusta kokonaisuudessaan voi siten pitää merkittävänä (Taulukko 24-7).

Nollavaihtoehdossa (VE0, ei kaivosta) on nähtävissä, että väestön väheneminen jatkuu ja samalla väestörakenne ikääntyy. Huoltosuhteen heikkeneminen aiheuttanee kunnalle ajan oloon talousvaikeuksia.

Hankevaihtoehtojen välillä ei ole väestövaikutusten suhteen merkittäviä eroja. Vaihtoehto VE1, jonka vaikutukset maankäyttöön on arvioitu pienimmiksi, on kuitenkin arvioitu vähiten häiritseväksi lähiasutuksen kannalta, joten se koetaan todennäköisesti muita vaihtoehtoja parempana. Vaikutukset ovat erilaiset kunnan kaivostoimintaa koskevissa skenaarioissa SK1 (Sakatti ja Boliden Kevitsa) ja SK2 (Sakatti). Sakatin vaikutusten merkittävyyden suhteen niillä ei ole kuitenkaan eroa.

Taulukko 24-7 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset väestöön.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys			VE0			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	

Vaikutukset maanomistajiin ja metsätalouteen

Suunnitellulla hankealueella sijaitsee 2 asuinrakennusta ja 11 lomarakennusta, jotka kuuluvat runsaalle kymmenelle eri maanomistajalle. Herkkyys on kohtalainen, sillä vaikutukset kohdistuvat muutamalla asukkaalla välittömästi asumiseen ja usealla elinkeinonharjoitukseen ja elinpiiriin. Herkkyyttä lisää, että maanomistajiin kohdistuvat vaikutukset osuvat samalla alueella metsätaloutta ja/tai poronhoitoa harjoittaviin henkilöihin, jotka usein harrastavat myös metsästystä, muuta ulkoilua ja esimerkiksi moottorikelkkailua alueella.

Kaikissa vaihtoehdoissa laaja alue muuttuu kaivosteollisuuden alueiksi ja rakennetuksi ympäristöksi. Vaihtoehdoista nollavaihtoehdon jälkeen vähiten haitallisiksi arvioitiin vaihtoehdot VE1a ja VE1b, joissa rakennettavan alueen pinta-ala sekä haitat alueen maankäytölle jäävät selvästi pienemmiksi kuin muissa vaihtoehdoissa. Vaikutukset ovat merkittävyydeltään kohtalaisen kielteisiä. Vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b suuremmat maanpäälliset rakenteet aiheuttavat hankealueen pohjoisosassa enemmän rajoituksia maankäytölle ja vaikutukset ovat merkittävyydeltään suuria kielteisiä. (Taulukko 24-8)

Nollavaihtoehdossa (VE0) maanomistajiin kohdistuvia vaikutuksia ei suunnitteluvaiheen ja mahdollisen lupavaiheen jälkeen aiheudu.

Taulukko 24-8 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset maanomistajiin ja metsätalouteen.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys	VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE1a, VE1b		VE0			
Suuri herkkyys							

Vaikutukset elinoloihin ja viihtyvyyteen

Taulukko 24-9 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset elinoloihin ja viihtyvyyteen skenaariossa SK1.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys		VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE1a	VE0			

Taulukko 24-10 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset elinoloihin ja viihtyvyyteen skenaariossa SK2.

		Vaikutuksen merkittävyys						
		Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +
		Suuruus						
Herkkyys		Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
	Vähäinen herkkyys							
	Kohtalainen herkkyys							
	Suuri herkkyys			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0			

Vaikutukset luonnon virkistyskäyttöön

Vaikutuksia luonnon virkistyskäyttöön arvioitiin lähikylien asukkaiden, metsästäjien ja metsästysseurojen, kalastajien sekä koko kunnan asukkaiden kannalta. Virkistyskäyttäjien ja metsästäjien herkkyys on **kohtalainen**. Vaikutusalueella on neljän metsästysseuran käytössä olevia metsästysmaita, joista kahdelle seuralle hankealue edustaa hyvin merkittävää osaa käytössä olevasta metsästysalueesta. Toisaalta vaihtoehtoisia metsästykseen, luonnon kotitarvekäyttöön sekä virkistykseen sopivia alueita on lähistöllä runsaasti.

Vaikutukset ovat vaihtoehdoissa **VE1a** ja **VE1b** kaivoksen maanpäällisten toimintojen suppean alan takia ***vähäisiä kielteisiä.*** Olennainen etu näissä vaihtoehdoissa on se, että muulta käytöltä aidattava alue on mahdollista rajata suppeammaksi kuin muissa hankevaihtoehdoissa.

Vaikutukset ovat ***kohtalaisia kielteisiä*** päävaihtoehdoissa **VE2** ja **VE3**. Virkistyskäyttöön vaikuttavat varsinkin fyysiset liikkumisen esteet, joista itse hankealueen jälkeen merkittävin on vaihtoehtojen **VE2** ja **VE3** maanpäällisen hihnakuljettimen, sähkölinjan ja tieyhteyden muodostama kokonaisuus. Vaihtoehtojen **VE3a** ja **VE3b** kielteiset vaikutukset virkistyskäyttöön korostuvat lisäksi niissä kaivoksen rakentamisvaiheissa, joissa Viiankiaavan suuntaan kantautuu melua. Melun kantautuminen herkille alueille on voimakkainta vaihtoehdoissa **VE3a** ja **VE3b**. (Taulukko 24-11)

Sekä liikkumisen esteisiin että meluvaikutuksiin perustuen luonnon virkistyskäytön kannalta parhaat kaivosvaihtoehdot ovat **VE1a** ja **VE1b**. Nollavaihtoehto (VE0) on luonnon virkistyskäytön kannalta kuitenkin paras.

Taulukko 24-11 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset luonnon virkistyskäyttöön.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys	Suuruus: Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys		VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE1a, VE1b	VE0			
Suuri herkkyys							

Vaikutukset elinkeinoihin ja toimeentuloon

Kaivostoiminnalla on suoria ja välillisiä talousvaikutuksia paikallisesti, alueellisesti, valtakunnallisesti ja kansainvälisesti. Sakatin kaivoksen aikaansaamia suoria vaikutuksia ovat kaivostoiminnan myötä lisääntyvä työllisyys, palkansaajakorvaukset, kokonaistuotos, arvonlisäys, investoinnit ja maksettavat verot. Suorien vaikutusten lisäksi Sakatin kaivoshanke lisää kerrannaisvaikutuksia eli kysyntää lukuisilla muilla toimialoilla. Paikallistalous ja elinkeinot ovat vähintään kohtalaisen herkkiä Sakatin kaltaisen ison teollisen investoinnin vaikutuksille.

Elinkeinojen ja toimeentulon näkökulmasta Sakatin kaivoshankkeella on pääosin positiivisia vaikutuksia ja varsinkin työllisyysvaikutukset ovat merkittäviä. Kokonaisvaikutukset ovat suurimmat toimintavaiheessa, toiseksi suurimmat rakentamisvaiheessa, kolmanneksi suurimmat tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa ja pienimmät sulkemisvaiheessa. Vaikutukset ovat rakentamisvaiheessa keskisuuria ja toimintavaiheessa suuria. (ks. tarkemmin luku 26, vaikutukset aluetalouteen.)

Elinkeinoihin kohdistuvien vaikutusten kannalta eri hankevaihtoehtojen välillä ei ole juurikaan eroa, sillä kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen tuotantomäärä ja toiminnan laajuus ovat samat. Lieviä eroja syntyy lähinnä yhdystievaihtoehtojen osalta, joilla on vaikutus elinkeino- ja yhdyskuntarakenteeseen ja toimintojen välisiin synergioihin. Alavaihtoehdoissa a (VE1a, VE2a, VE3a) hyödyt ovat b-vaihtoehtoja hieman suuremmat, ero ei kuitenkaan vaikuta kokonaisarvioon.

Nollavaihtoehdossa kuntaan tarvitaan elinkeinojen ja toimeentulon kannalta uusia visioita, jopa uusia toimialoja, joilla voidaan taata työpaikkojen riittävyys. Huoltosuhteen heikkeneminen aiheuttanee kunnalle ajan oloon talousvaikeuksia.

Skenaariossa SK1 eli tilanteessa, jossa kaivokset ovat toiminnassa samanaikaisesti, vaikutukset aluetalouteen ja työllisyyteen ovat kohtalaisia myönteisiä (Taulukko 24-12) eli suuremmat kuin skenaariossa SK2, jossa ne ovat vähäisiä myönteisiä (Taulukko 24-13).

Taulukko 24-12 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset elinkeinoihin ja toimeentuloon skenaariossa SK1 (esimerkkinä rakentamisvaihe).

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE0			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	
Suuri herkkyys							

Taulukko 24-13 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset elinkeinoihin ja toimeentuloon skenaariossa 2 (esimerkkinä rakentamisvaihe).

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE0		VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b		
Suuri herkkyys							

Poronhoidon sosiaaliset vaikutukset

Poronhoitajien ja heidän perheidensä herkkyys on **kohtalainen.** Vaikutukset kohdistuvat perinteiseen luontaiselinkeinoon, jonka jatkuvuus on turvattava. Poroelinkeino ei ole kuitenkaan erityisen vahvasti riippuvaista hankkeen vaatimista maa-alueista, jotka muodostavat pienen osan kohteena olevien paliskuntien porotalousalueista.

Kaivoshankkeen aiheuttamat sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset koskevat erityisesti Viiankiaavan tokkakuntaa, joka käsittää noin 4–5 poromiestä ja 350-450 poroa.

Vaihtoehdot **VE2a, VE2b**, **VE3a ja VE3b** vaikeuttavat poronhoitoa enemmän kuin vaihtoehdot **VE1a** ja **VE1b**. (Taulukko 24-14)

Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien poronhoidon kannalta toimivin Sakatin kaivoshankkeen vaihtoehdoista olisi nollavaihtoehto **VE0** eli tilanne, jossa kaivoshanketta ei toteuteta. Tällöin poronhoitoon ei kohdistuisi haittavaikutuksia kyseisen kaivoshankkeen osalta. Hankevaihtoehdoista **VE1b** on poronhoidon kannalta toimivin. Siinä poronhoitoon kohdistuvat vaikutukset ovat porotalousarvioinnin mukaan kokonaisuudessaan vähäisimmät Viiankiaavan tokkakunnan poronhoidon kannalta, sillä kaivosinfrastruktuuri sijoitetaan mahdollisimman pienialaiselle alueelle Kuusivaaraan ja Kitisen varteen ja pinta-alalliset laidunmenetykset ovat pienet. Yhdystie kaivokselle kulkee mahdollisimman lyhyen matkan Oraniemen paliskunnan puolella vähentäen porojen laidunalueisiin ja kulkureitteihin kohdistuvia vaikutuksia. Sen sijaan poronhoidon kannalta epäedullisimmaksi hankevaihtoehdoksi arvioitiin vaihtoehto **VE3a**, jossa kaivoksen sisäänkäynti sijoittuu pääesiintymän pohjoispuolelle Kersilön erotusaidan läheisyyteen.

Skenaariossa **SK1** poronhoitoon kohdistuu kumuloituva vaikutus, kun Viiankiaavan tokkakunta menettää lisää laitumiaan Sakatin toiminnan alkaessa. (Tarkemmin vaikutuksia on tarkasteltu palis- ja tokkakunnittain luvussa 25, vaikutukset poronhoitoon.)

Taulukko 24-14 Sakatin kaivoshankkeen poronhoitoon kohdistuvat vaikutukset.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys	Suuruus: Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys		VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE1a, VE1b	VE0			
Suuri herkkyys							

Vaikutukset kuntaan ja palveluihin

Kunta- ja aluetalouden näkökulmasta Sakatin kaivoshankkeella on pääosin positiivisia vaikutuksia, jotka arvioitiin työllisyys- ja verotulovaikutusten osalta vähintään **kohtalaisen myönteisiksi** (Taulukko 24-15). Eri hankevaihtoehtojen välillä ei tästä näkökulmasta ole merkittäviä eroja, sillä kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen tuotantomäärä ja toiminnan laajuus ovat samat.

Nollavaihtoehdossa väestön väheneminen jatkuu nopeampana kuin kaivosvaihtoehdoissa ja työssä käyvän aktiiviväestön suhteellinen väheneminen heikentää ajan oloon veropohjaa sekä kunnan yksityisten ja julkisten palveluiden tarjontaa. Huoltosuhteen heikkeneminen aiheuttanee kunnalle ajan oloon talousvaikeuksia.

Taulukko 24-15 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset kuntaan ja palveluihin.

	Vaikutuksen merkittävyys						
	Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys			VE0			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	
Suuri herkkyys							

24.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Maanomistajien ja metsätalouden kannalta tärkeänä tavoitteena jatkosuunnittelussa tulisi olla kaivostoiminnan maankäytön minimointi. Arviointiin osallistuneiden eri sidosryhmien yhteinen tavoite on pitää kaivostoimintaan käytettävä alue mahdollisimman suppeana. Tämä toteutuu paremmin vaihtoehdoissa **VE1a** ja **VE1b** kuin muissa vaihtoehdoissa. Toiminnot tulisi pitää mahdollisimman tiiviillä alalla ja etäällä Kitisen rannasta sekä toisaalta Viiankiaavan soidensuojelualueesta. Toisaalta kyse on maanalaisesta kaivoksesta ja maanpäällisiltä toiminnoiltaan alue on lähtökohtaisesti kohtuullisen suppea.

Vaikka liikenne lisääntyy arvioinnin mukaan varsin maltillisesti, muutokset voidaan kokea häiritsevinä. Paikallista kokemusta lisääntyvän liikenteen haitoista voidaan lieventää osaltaan pitämällä hyvää huolta liikenneturvallisuudesta hankkeen kaikissa vaiheissa. Tämä edellyttää mahdollisesti kävely- ja pyöräteiden rakentamista, uusia alikulkuja ja/tai matalampia nopeusrajoituksia.

Elinolojen ja viihtyvyyden kannalta keskeistä on luottamus hankkeen ympäristövaikutusten hallintaan ja luotettava sekä oikea-aikainen viestintä toiminnan vaikutuksista ja tehdyistä toimenpiteistä. Esimerkiksi vesiensuojeluun ja riskien hallintaan sekä näistä toimenpiteistä viestimiseen tulee osoittaa parasta osaamista ja riittävät resurssit koko rakentamisen ja toiminnan ajan. Ajantasainen seurantatieto on tässä suhteessa välttämätöntä.

Virkistykseen kohdistuvia vaikutuksia voidaan myös seurata yhteydenpidolla asukkaisiin ja yhdistyksiin (esimerkiksi vuosittaisessa kaivosfoorumissa). Vaikutuksia on pyrittävä tehokkaasti lieventämään kaivoksen ja sen toimintojen suunnittelussa sekä hankkimaan tämän tueksi parasta saatavissa olevaa tietoa ja osaamista.

Elinkeinojen kannalta tarvitaan Sodankylän kunnan ennakointia ja yhteistyötä toimijoiden kanssa, jotta mahdollisimman monet kaivoksen työntekijät ja arvoketjujen kautta työllistyvät sijoittuisivat paikkakunnalle, uusia yrityksiä sijoittuisi Sodankylään ja paikkakunnalla jo toimivien yritysten liiketoiminta vahvistuisi.

25 VAIKUTUKSET PORONHOITOON

25.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

25.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Poronhoitoa koskeva selvitystyö on tehty mukaillen Paliskuntain yhdistyksen tuottaman *Opas poronhoidon tarkasteluun maankäyttöhankkeissa* (2014) -opaskirjan ohjeistusta ja rakennetta. Poronhoitoon kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa selvitettiin poronhoidon perustila kaivoshankkeen alueella ja sen välittömässä läheisyydessä sijaitsevissa Oraniemen ja Sattasniemen paliskunnissa sekä kaivoshankkeen vaikutukset alueen poronhoitoelinkeinolle. Vaikutusten arviointi perustuu perustilaselvityksen kautta saatuihin tuloksiin ja tavoitteena on selvittää muutos, jonka hanke arvioiden mukaan aiheuttaa suhteessa perustilaan.

Hankkeesta aiheutuvia suoria ja välillisiä vaikutuksia poronhoitoon on arvioitu sekä kaivosalueella toimivan tokkakunnan että paliskuntien tasolla. Maankäyttöhankkeesta poronhoitoon mahdollisesti kohdistuvia vaikutuksia on esitetty kootusti taulukossa Taulukko 25-1. Lisäksi vaikutusten arvioimisessa on huomioitu kumulatiiviset vaikutukset muiden alueella toimivien maankäyttäjien suhteen.

Taulukko 25-1 Maankäyttöä muuttavien hankkeiden mahdollisia vaikutuksia poronhoitoon (mukaillen Paliskuntain yhdistys 2014).

Porolaitumet	• Laidunalueiden poistuminen käytöstä osittain tai kokonaan, alueiden käytön vaikeutuminen tai alueen välttäminen • Laidunten maanpeitteen muuttuminen • Laidunten pirstaloituminen • Laidunten epätasainen kuluminen • Haitallisten aineiden jäämät porojen käyttämässä luonnonravinnossa
Porojen laidunten käyttö	• Levottomuutta aiheuttava häiriötekijä (laiduntamisen häiriintyminen) • Porojen kulkureittien muuttuminen ja laidunten saavutettavuuden heikkeneminen • Vaikutus porojen hyvinvointiin (esim. ravinnon saatavuuden muuttuminen, haitta-aineet)
Poronhoitotyö	• Poronhoitoon liittyvän infrastruktuurin käytön vaikeutuminen tai poistuminen käytöstä sekä uudelleenjärjestely • Muutokset porojen kuljetusreiteissä tai kuljetusten häiriintyminen
Porovahingot	• Liikenteen aiheuttamat vahingot (porokolarit) • Porovahingot kaivosalueella
Poronhoitoelinkeinon kannattavuus	• Vasaprosentin mahdollinen laskeminen • Teuraspainojen mahdollinen putoaminen • Lisäruokinta • Poronhoitoon liittyvän infrastruktuurin rakentaminen • Porojen siirtyminen vieropaliskuntiin • Suurimman sallitun eloporomäärän laskeminen
Vaikutukset poronhoitoon liittyviin sosiaalisiin ja kulttuurisiin tekijöihin	• Elinkeinon ja elämäntavan menettäminen • Poronhoitajien turvallisuus • Kulttuurimaiseman muutokset • Kulttuuriperinnön häviäminen • Muutokset paikallisyhteisön sosiaalisissa rakenteissa

25.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Lähtötiedot

Kaivoshankkeen vaikutusalueella toimivien Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien poronhoidon perustila on selvitetty ja poronhoitoon kohdistuvia vaikutuksia arvioitu erillisessä Sakatin kaivoshankkeen poroselvityksessä, joka on tehty FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:n ja Itä-Suomen yliopiston yhteistyönä syyskuussa 2018–lokakuussa 2020. Selvitysraportti on YVA-selostuksen liitteenä 20. Poronhoitoa koskeva ympäristövaikutusten arviointi pohjautuu poronhoidon erillisraportin selvityksiin sekä kaivoshankkeen melu- ja pölyselvityksiin.

Porotalousraportin Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntia koskeva poronhoidon perustilan kartoitus on tehty hyödyntämällä tutkimuksessa GPS-poropaikantimien seurantatietoja vuosilta 2016–2018. Lisäksi paikkatietoanalyyseissa on hyödynnetty paliskuntien laidunalueita, poronhoidon infrastruktuuria ja häiriöalueita kuvaavia Paliskuntain yhdistyksen vuonna 2014 tuottamia paikkatietoaineistoja sekä Luonnonvarakeskuksen vuosina 2016–2018 tuottamia laidunluokitusaineistoja. Paliskuntien poronhoidosta ja poronhoitotavoista on kerätty lisäksi tietoa sidosryhmätapaamisissa käytyjen keskusteluiden sekä maastokäynnin kautta. Paliskuntien kanssa on käyty keskustelua hankkeesta sidosryhmätapaamisissa kaksi kertaa kaivoshankkeen valmisteluvaiheessa sekä erillisessä poromiestapaamisessa syksyn 2018 maastokäynnin yhteydessä.

Arviointimenetelmät

Perustilaselvityksen jälkeen on arvioitu kaivoshankkeesta aiheutuvat vaikutukset ja niiden merkittävyys alueen paliskuntien poronhoidolle. Vaikutusten arviointi perustuu perustilaselvityksen kautta saatuihin tuloksiin ja tavoitteena on ollut arvioida muutos, jonka hanke aiheuttaa suhteessa perustilaan.

Porojen elinpiirien tutkimiseksi ja niiden hyödyntämien elinalueiden määrittämiseksi on käytetty eläinten elinpiirimallinnukseen soveltuvia analyysimenetelmiä. Lisäksi poropannoista on muodostettu porojen liikkumista kuvaavat kulkureitit sekä tehty eri laidunluokkien suosimista kuvaavat tilastolliset analyysit. Erilaisten menetelmien tavoitteena on ollut pystyä määrittämään GPS-aineistoon perustuva eläimen elinpiiri sekä eläimen hyödyntämät elinalueet ja kulkureitit mahdollisimman tarkasti ja todenmukaisesti. Tutkimusmenetelmät sekä käytetyt ohjelmistot on kuvattu poronhoidon erillisraportissa.

Poronhoidon infrastruktuuria ja laidunalueita kuvaavia paikkatietoaineistoja sekä elinpiirimallinnusten tuloksia on verrattu kaivoshankkeen vaihtoehtoja kuvaaviin paikkatietoaineistoihin ja siten arvioitu niiden poronhoitokäytössä olevien alueiden laajuutta, jotka sijoittuvat suoraan kaivoksen infrastruktuurin alle ja jäävät kokonaan pois poronhoitokäytöstä. Poronhoitoa koskevien häiriövaikutusalueiden kuvaamiseksi on puolestaan hyödynnetty kaivokselle sekä tiestölle tehtyjä melu- ja pölymallinnuksia.

25.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Vaikutusten arvioimisen suhteen epävarmuutta liittyy erityisesti moniulotteisten mekanismien kautta muodostuviin haittoihin. Esimerkiksi häiriöalueiden osalta epävarmuutta liittyy niiden maantieteelliseen laajuuteen, sillä häiriövaikutusalueet perustuvat olemassa olevan tiedon pohjalta muodostettuihin ennusteisiin. Todellisuudessa häiriöalueiden laajuus riippuu kaivoshankkeen myötä muodostuvan melun, visuaalisten häiriöiden ja pölykulkeuman laajuudesta sekä siitä, miten

paikallisen tokkakunnan porot tottuvat hyödyntämään muuttuneita laidunalueita ja sietämään häiriötekijöitä.

Ennustettavuudeltaan epävarmoja vaikutuksia ovat myös esimerkiksi vasa- ja teurasporomäärien muutokset, porojen laidunkierron muutosten myötä aiheutuvat vahingot muun muassa pihoilla tai liikenteessä sekä poronhoitoon liittyvät sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset.

25.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Poronhoitoa koskevien vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu vaihtoehdoittain siten, että merkittävyys muodostuu vaikutuskohteen herkkyydestä ja vaikutusten suuruudesta. Herkkyystarkastelussa on painotettu erityisesti sitä, kuinka olennainen tekijä kukin vaikutuskohde on poronhoidon kannalta sekä kuinka todennäköisesti kaivoshanke aiheuttaa muutoksia kyseisessä vaikutuskohteessa. Tämän jälkeen on arvioitu kunkin vaikutuskohteen ja siinä tapahtuvien muutosten suuruutta vaikutusten voimakkuuden ja suunnan kannalta.

Vaikutuskohteen herkkyys on tässä vaikutusarviossa luokiteltu kolmeen luokkaan: vähäinen, kohtalainen ja suuri (Taulukko 25-2Taulukko 26-1). Arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit on esitetty porojen laidunalueiden, porojen laidunten käytön, poronhoitotyön ja elinkeinon kannattavuuden sekä sosiaalisten ja kulttuuristen vaikutusten osalta erikseen.

Taulukko 25-2 Vaikutuskohteen herkkyys; vaikutukset poronhoitoon.

Vähäinen	**POROJEN LAIDUNALUEET:** Porojen keskeisten laidunalueiden laajuus on suuri, ne ovat laadultaan hyviä ja tasaisesti jakaantuneita paliskunnan alueella. **POROJEN LAIDUNTEN KÄYTTÖ:** Häiriötekijöille alttiita laidunalueita (mm. vasomisalueet) tai porojen keskeisiä kulkureittejä ei sijoitu vaikutusalueelle. **PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS**: Väliaikainen porotalouden rakenteiden menetys (rakentamisvaihe) tai ei muutoksia. Muutokset porojen käyttäytymisessä ja poronhoidossa eivät aiheuta ylimääräisiä kustannuksia poronomistajille. Paliskunnan porojen määrässä ei tapahdu muutoksia. **SOSIAALISET JA KULTTUURISET VAIKUTUKSET:** Hankkeella on vähäisiä vaikutuksia elinkeinon säilymiseen.
Kohtalainen	**POROJEN LAIDUNALUEET:** Porojen keskeisten laidunalueiden laajuus on kohtalainen, ne ovat laadultaan hyviä ja melko tasaisesti jakaantuneita paliskunnan alueella. **POROJEN LAIDUNTEN KÄYTTÖ:** Häiriötekijöille alttiita laidunalueita (mm. vasomisalueet) tai porojen keskeisiä kulkureittejä sijoittuu hankkeen lähiympäristöön. **PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS**: Väliaikainen porotalouden rakenteiden menetys (kaivoksen koko elinkaari). Talviaikaisesta lisäruokinnasta aiheutuvia ylimääräisiä kustannuksia. Lisätyövoimasta koituvia kustannuksia. Paliskunnan porojen määrässä ei tapahdu muutoksia. **SOSIAALISET JA KULTTUURISET VAIKUTUKSET:** Hankkeella on kohtalaisia vaikutuksia elinkeinon säilymiseen.

Suuri	**POROJEN LAIDUNALUEET:** Porojen keskeisten laidunalueiden laajuus on rajallinen, ne ovat ylikuormitettuja tai epätasaisesti jakaantuneita paliskunnan alueella. **POROJEN LAIDUNTEN KÄYTTÖ:** Häiriötekijöille alttiita laidunalueita (mm. vasomisalueet) tai porojen keskeisiä kulkureittejä sijoittuu kaivosalueelle tai sen välittömään läheisyyteen. **PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS**: Pysyvä porotalouden rakenteiden menetys. Merkittävä porotalouden tulojen väheneminen. Paliskunnan mahdollinen porojen määrän menetys. **SOSIAALISET JA KULTTUURISET VAIKUTUKSET:** Hankkeella on suuria vaikutuksia paliskunnan elinkeinon säilymiseen. Sukupolvien välisen yhteyden menetyksen mahdollisuus poronhoidossa.

Poronhoitoon kohdistuville vaikutuksille ei ole säädöksiä tai raja-arvoja, joten vaikutusten suuruusluokka määräytyy asiantuntija-arviona vaikutuksen voimakkuuden, maantieteellisen laajuuden ja keston perusteella. Arvioinnissa käytetyt vaikutusten suuruuden kriteerit on esitetty alla (*Taulukko 25-3*).

Taulukko 25-3 Muutoksen voimakkuus ja suunta; vaikutukset poronhoitoon.

Suuri kielteinen	**POROJEN LAIDUNALUEET:** Kaivostoiminnan myötä menetetään runsaasti paliskunnan toiminnan kannalta keskeisiä ja määrältään rajallisia laidunalueita. **POROJEN LAIDUNTEN KÄYTTÖ:** Hankkeen ympäristövaikutukset aiheuttavat selviä kielteisiä vaikutuksia laidunten laatuun ja porojen viihtyvyyteen. Paliskunnan merkittävimpiin laidunkiertoreitteihin aiheutuu muutoksia. **PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS:** Pysyvä erotusaidan menettäminen. Vaikutukset häiritsevät totuttuja työtapoja tai toimintoja tai hanke aiheuttaa esim. estevaikutusta. Suuri kielteinen muutos elinkeinon toimintaedellytyksissä. Mahdollinen myytyjen porojen määrän väheneminen, mikä alentaa porotalouden tuloja ratkaisevasti. **SOSIAALISET JA KULTTUURISET VAIKUTUKSET:** Hankkeella on vaikutuksia paliskunnan elinkeinon säilymiseen. Sukupolvien välisen yhteyden menetyksen mahdollisuus poronhoidossa.
Keskisuuri kielteinen	**POROJEN LAIDUNALUEET:** Kaivostoiminnan myötä menetetään kohtalaisesti paliskunnan toiminnan kannalta keskeisiä ja määrältään rajallisia laidunalueita. **POROJEN LAIDUNTEN KÄYTTÖ:** Hankkeen ympäristövaikutukset aiheuttavat kielteisiä vaikutuksia laidunten laatuun ja porojen viihtyvyyteen. Paliskunnan laidunkiertoreitteihin aiheutuu kohtalaisia muutoksia. **PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS:** Väliaikainen porojen erotusaidan menettäminen (kaivoksen elinkaaren aikana). Vaikutukset muuttavat totuttuja työtapoja tai toimintoja. Kohtalainen kielteinen muutos elinkeinon toimintaedellytyksissä. Mahdollinen myytyjen porojen määrän väheneminen, mikä alentaa porotalouden tuloja. **SOSIAALISET JA KULTTUURISET VAIKUTUKSET:** Hankkeella vaikutuksia yksittäisten poronhoitajien tai tokkakuntien elinkeinon säilymiseen.

Pieni kielteinen	**POROJEN LAIDUNALUEET:** Kaivostoiminnan myötä menetetään vähän paliskunnan toiminnan kannalta keskeisiä ja määrältään rajallisia laidunalueita. **POROJEN LAIDUNTEN KÄYTTÖ:** Hankkeen ympäristövaikutukset aiheuttavat vähäisiä kielteisiä vaikutuksia laidunten laatuun ja porojen viihtyvyyteen. Paliskunnan porojen laidunkiertoa ei olennaisesti muuteta. **PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS:** Väliaikainen porojen erotusaidan menettäminen (rakentamisvaiheessa). Vaikutukset totuttuihin työtapoihin tai toimintoihin ovat vähäisiä. Vähäinen kielteinen muutos elinkeinon toimintaedellytyksissä. Myytyjen porojen määrä ei muutu. **SOSIAALISET JA KULTTUURISET VAIKUTUKSET:** Hankkeella ei ole vaikutuksia yksittäisten poronhoitajien, tokkakuntien tai paliskunnan elinkeinon säilymiseen.
Ei vaikutusta	Hanke ei muuta poronhoidon toimintaedellytyksiä.
Pieni myönteinen	**PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS:** Vähäinen myönteinen muutos sivutoimisten poronhoitajien työllisyydessä.
Keskisuuri myönteinen	**PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS:** Kohtalainen myönteinen muutos sivutoimisten poronhoitajien työllisyydessä.
Suuri myönteinen	**PORONHOITOTYÖ JA ELINKEINON KANNATTAVUUS:** Suuri myönteinen muutos sivutoimisten poronhoitajien työllisyydessä.

25.2 Nykytila

25.2.1 Poronhoito Suomessa

Poronhoitojärjestelmä ja poronhoitolaki

Poronhoito tapahtuu Suomessa poronhoitolain (848/1990, PHL) mukaisesti lain osoittamalla poronhoitoalueella. Suomen poronhoitoalue käsittää Lapin maakunnan alueen, lukuun ottamatta Kemin, Tornion ja Keminmaan alueita, sekä alueita Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakuntien pohjoisosista (HE 194/2014 vp, 30.12.2014/1428).

Poronhoitoalue on jaettu 54 paliskuntaan, joiden kautta poronhoitoa harjoitetaan. Paliskunnat ovat PHL 6 §:n mukaisia hallinnollisia yksiköitä, jotka vastaavat poronhoidosta alueellaan. Paliskunnan muodostavat osakkaat, joita ovat paliskunnan alueella porojaan hoitavat poronomistajat. Paliskunnilla on oma poroisäntien johtama hallintojärjestelmä. Paliskunnan hallinnossa toimivat poroisäntien lisäksi varaporoisäntä, rahastonhoitaja ja nelijäseninen hallitus. Kaikki paliskunnat kuuluvat Paliskuntain yhdistykseen jäseninä, ja ne käyttävät poroisännän välityksellä porolukunsa mukaista äänivaltaa yhdistyksen kokouksessa (Paliskuntain yhdistys 2015).

Suomessa poroja saavat PHL:n 4.1 §:n nojalla omistaa vain poronhoitoalueella pysyvästi asuvat Euroopan talousalueeseen kuuluvat kansalaiset sekä paliskunnat. Tilanteessa, jossa poronhoitoalueen ulkopuolella asuva saa omistukseensa poroja tai jos poronhoitaja muuttaa toiseen kuntaan pystymättä viemään porojaan hoidettavaksi toisen paliskunnan alueelle, on hänellä oikeus saada poronsa

hoidetuksi entisen paliskunnan alueella kolme vuotta muutosta lukien (PHL 4.2 §, 9.2 §). Poronomistajia oli Suomessa poronhoitovuonna 2016–2017 yhteensä 4 430 kappaletta. Määrä on vähentynyt huomattavasti vuodesta 1990–1991, jolloin poronomistajia oli 7 556 kappaletta, mutta viimeisen kymmenen vuoden aikana poronomistajien määrän väheneminen on hidastunut huomattavasti. Poronhoito on pohjoisen Suomen vanhin edelleen elinvoimainen elinkeino ja varsin kulttuurisidonnainen ammatti, joka osaltaan mahdollistaa perinteisen pohjoisen kyläasumisen. Poronhoitoa harjoittaa nykyisellään Suomessa pääelinkeinonaan noin 1 000 henkilöä ja tämän lisäksi noin tuhannelle poronhoito tarjoaa merkittävän sivuelinkeinon (Paliskuntain yhdistys 2018).

PHL:n (848/1990) 3 § turvaa poroelinkeinolle maankäytön oikeutuksen eli vapaan laiduntamisoikeuden tietyin rajoituksin. PHL:n 53 § velvoittaa neuvotteluihin paliskuntien kanssa valtion maita koskevien hankkeiden yhteydessä, mikäli ne vaikuttavat olennaisesti poronhoidon harjoittamiseen. Sakatin kaivosalue sekä Oraniemen ja Sattasniemen paliskunnat sijaitsevat erityisesti poronhoitoa varten tarkoitetulla alueella (Kuva 25-1), jossa PHL (848/1990) 2 §:n 2 momentin mukaan maata ei saa käyttää siten, että se aiheuttaa huomattavaa haittaa poronhoidolle. Erityisellä poronhoitoalueella poronhoitoon kohdistuva huomattava haitta on myös kaivoslain (621/2011) 50.1 §:n mukaisesti este kaivosluvan myöntämiselle. Lupa on kuitenkin myönnettävissä, jos huomattava haitta on poistettavissa lupamääräyksin (kaivoslaki 50.2 §).

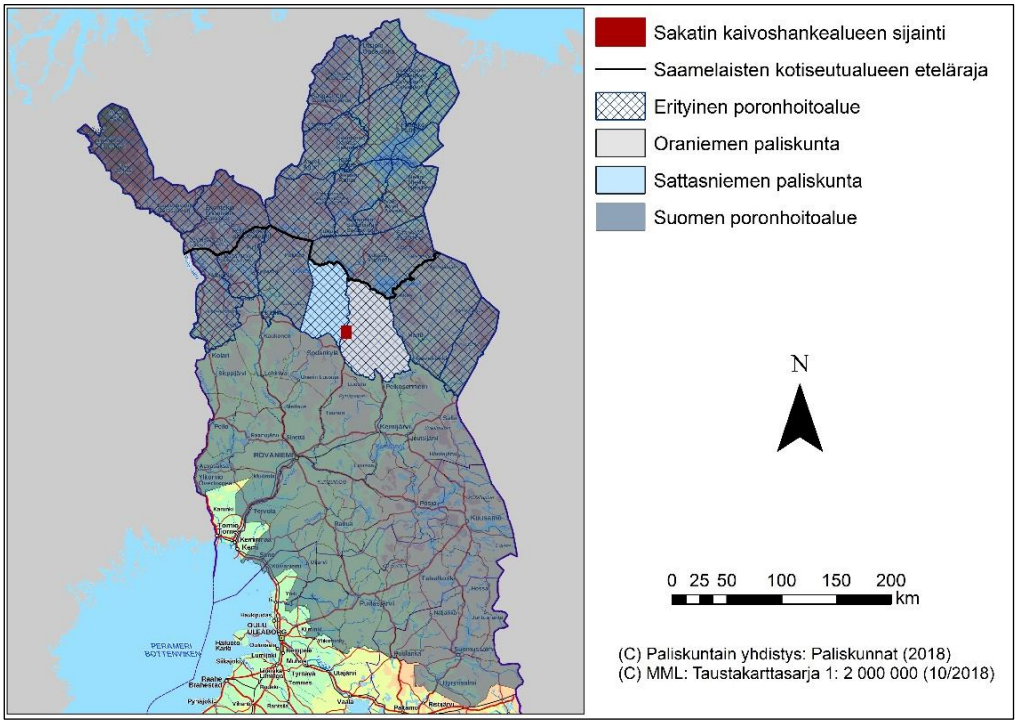
Porolaitumet ja laidunten käyttö

Paliskunnalle kuuluvat porot laiduntavat rajatulla alueella. Laidunalueet vaihtelevat vuodenaikojen mukaisesti, ja poronhoitoon liittyvät työt rytmittyvät porojen luontaisen vuodenkierron mukaan. Laidunkierto voi olla kymmenien – satojen kilometrien pituinen ja sitä ohjaa ravinto ja sen saatavuus. Ravinnonkäyttö vaihtelee vuodenajan mukaan. Keväällä toukokuiseen vasoma-aikaan porot laiduntavat alueilla, joilta lumet sulavat nopeimmin (eteläiset rinteet, suoalueilla korkeammat mätäspinnat) ja joissa uudet versot tulevat esiin ensimmäisinä. Kesälaidunalueina toimivat rehevämmät suot, hakkuuaukeat ja purovarsien niityt, joilta porot syksyn tullen siirtyvät metsiin ja tunturikankaille. Rykimä eli porojen kiima-aika ajoittuu syys-marraskuulle ja porot jatkavat tuolloin laidunnustaan kangasmailla. Talven tultua porot käyttävät ravintonaan lumen alta löytyviä jäkäliä. Jäkälä- ja luppolaidunten pinta-alojen kapenemisen aiheuttamaa talvikauden ravinnon määrän vähenemistä paikataan kuitenkin nykyisin lähes jokaisessa paliskunnassa lisäruokinnalla.

Porojen luontainen vuodenkierto erityyppisten laidunalueiden välillä perustuu siihen, että vasat oppivat pienestä lähtien käyttämään elinpiirinsä laidunalueita seuraamalla emäänsä. Tämän takia eläimet voivat pyrkiä etsimään ravintoa totunnaisilta laidunalueiltaan silloinkin, kun laitumet ovat syystä tai toisesta huonontuneet ravinnon määrän ja laadun suhteen.

25.2.2 Hankkeen vaikutusalueen paliskunnat

Kaivoshankkeen välittömällä vaikutusalueella sijaitsevat Oraniemen ja Sattasniemen paliskunnat (Kuva 25-1). Suunniteltu kaivos ja sen infrastruktuuri tehdasalueineen sijaitsevat Oraniemen paliskunnan alueella. Kitisen länsipuolelle sijoittuvat hankkeen tieyhteydet ovat Sattasniemen paliskunnan alueella, mistä voi aiheutua kaivokselta leviävän pölyn ja melun ohella liikenteeseen liittyviä välillisiä vaikutuksia kyseisen paliskunnan toimintaan.

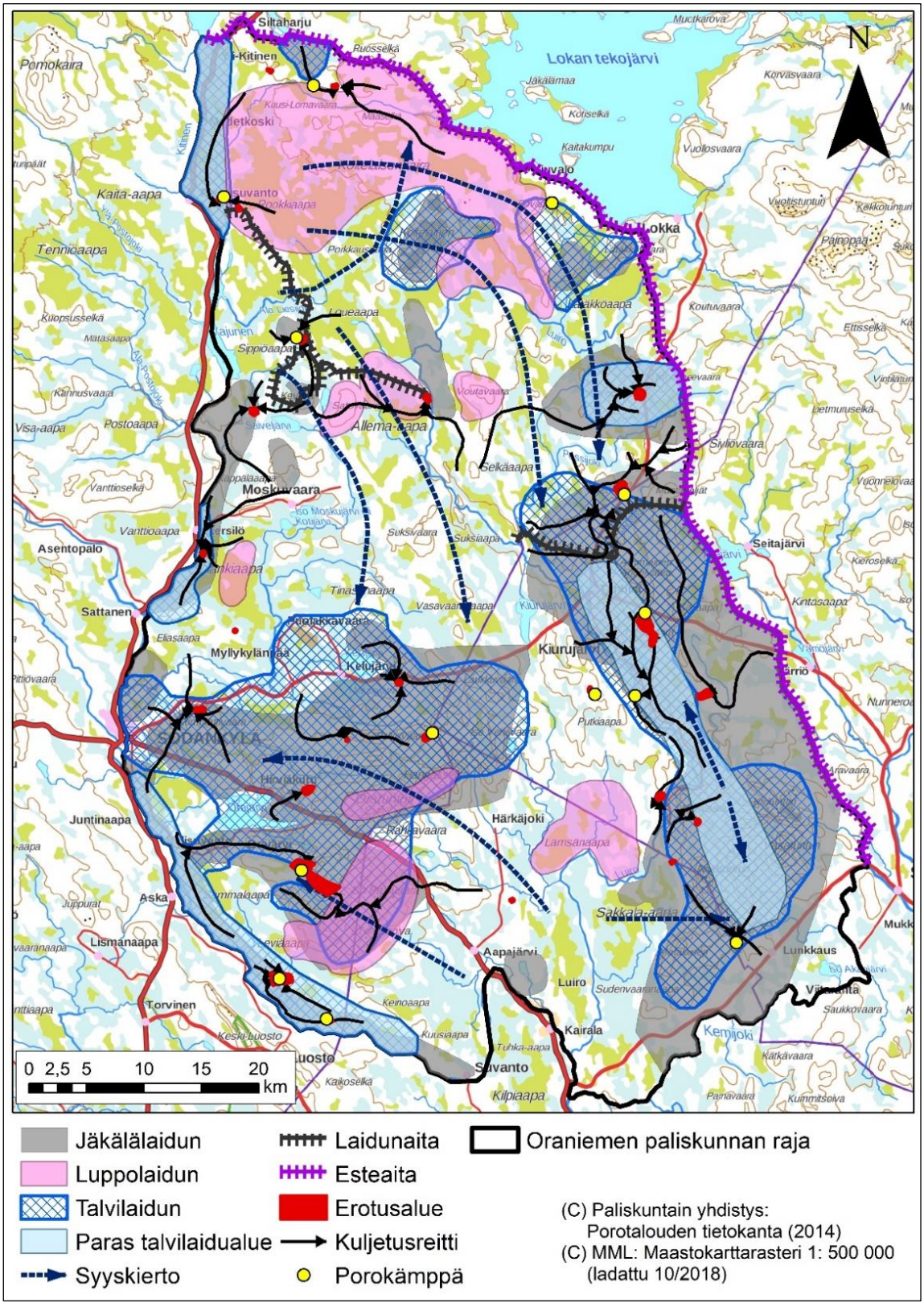


Kuva 25-1 Suomen poronhoitoalue sekä Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien sijainti. Sakatin kaivosalueen sijainti on merkitty karttaan punaisella.

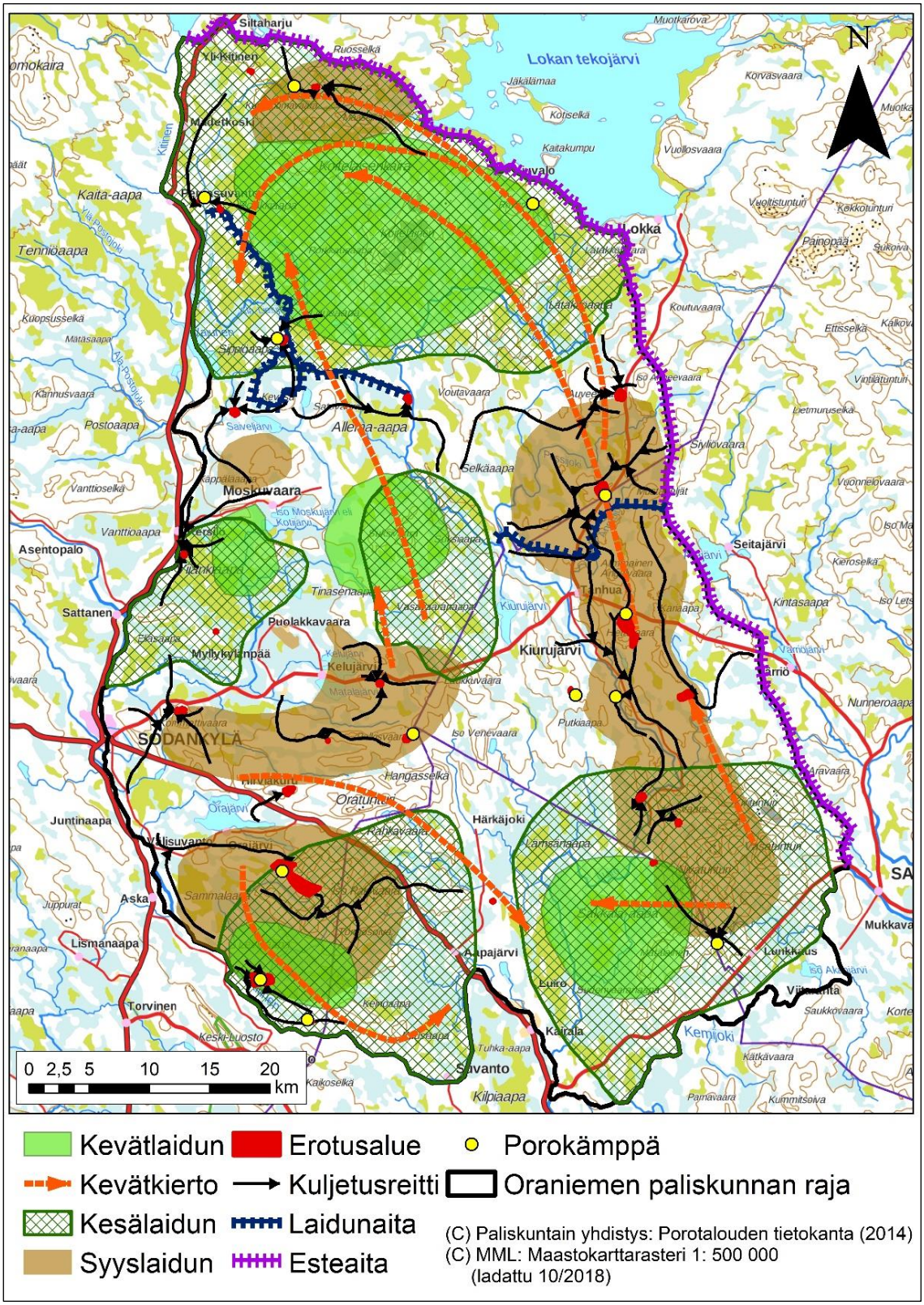
Oraniemen paliskunta

Oraniemen paliskunnan 4 085 km² laajuinen alue sijaitsee Sodankylän ja Savukosken kuntien alueella rajautuen etelässä Kemijokeen ja Kitiseen, lännessä Kitiseen, pohjoisessa Porttipahdan patoon ja Lokan altaan eteläpuolelle. Itäraja kulkee Lokan, Seitajärven, Värriön ja Savukosken kylien kautta. Pinta-alasta 75 % on valtion maita. Paliskunnassa sijaitsevat Natura-alueet ovat merkittäviä porojen laidunalueita. Paliskunnan alueella on toiminut vuodesta 2012 lähtien Kevitsan monimetallikaivos sekä Puolakkavaarassa sijaitseva Turveruukin Paarnitsa-aavan turvetuotantoalue.

Paliskunnassa oli osakkaina poronhoitovuonna 2017–2018 yhteensä 130 poronomistajaa. Kooltaan Oraniemen paliskunta on Suomessa merkittävä: suurin sallittu eloporoluku on 6 000, mikä on yli Suomen paliskuntien keskitason (3 574 eloporoa). Todellinen poroluku paliskunnassa on vaihdellut 5 500 yksilön molemmin puolin viimeisten 15 poronhoitovuoden aikana. Oraniemen paliskunta jakautuu toiminta-alueen jokien ja kylien sekä Koitelaistunturin rajaamana kuuteen tokkakuntaan, joista jokaisella on työnjohtaja sekä viidestä kymmeneen aktiivia poromiestä. Oraniemessä ei ole koko paliskunnan tasolla selkeää vuodenaikojen mukaista laidunkiertoa, vaan paliskunnan eri osien tokilla on omat laidunkiertonsa elinalueellaan, minkä takia talvi- ja kesäkauden laitumet sijoittuvat yleisesti tarkasteltuna osittain samoille alueille. Paliskunnan jakautuminen osa-alueisiin on havaittavissa myös porojen laidunalueita sekä syys- ja kevätkiertoa kuvaavissa karttakuvissa, joissa laidunalueet ja poronhoidon infrastruktuuri on esitetty erillisinä karttoina talvikauden (Kuva 25-2) sekä kesä- ja syyskauden osalta (Kuva 25-3). Molemmissa kartoissa on esitetty myös poronhoidon keskeisten rakenteiden, kuten laidunaitojen, erotusalueiden ja porokämppien sijoittuminen sekä reitit, joita pitkin poroja kuljetetaan erotusaitoihin.

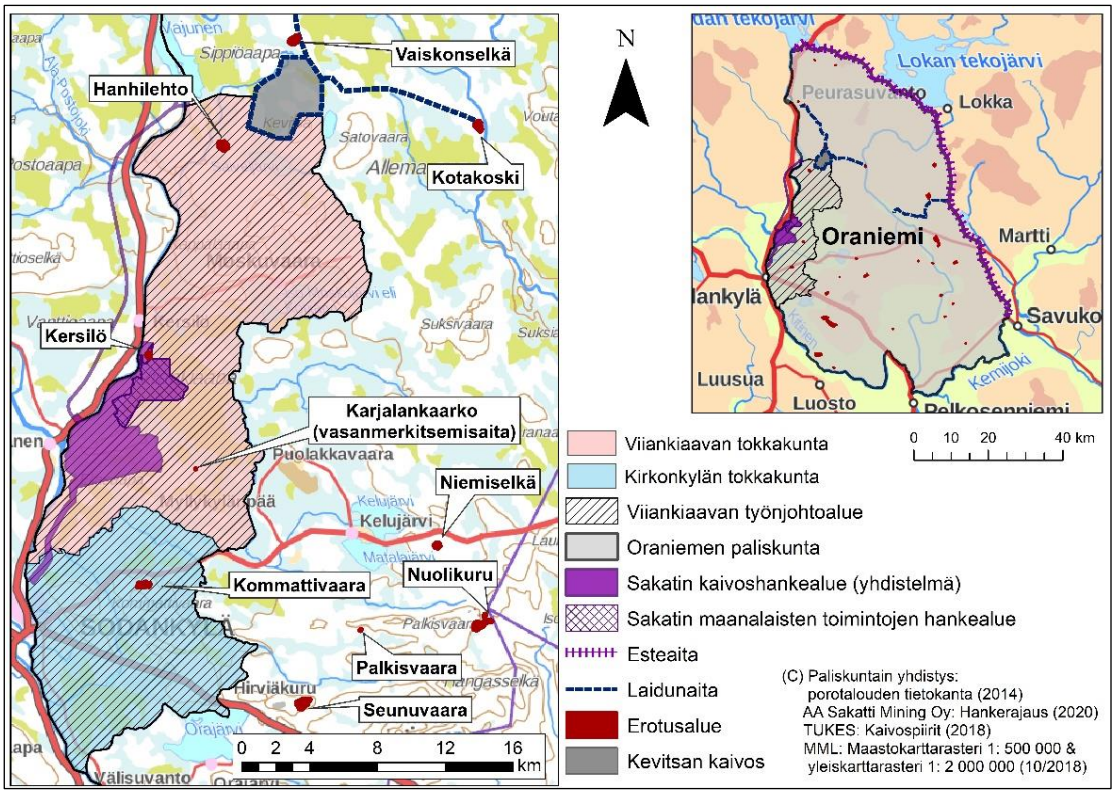


Kuva 25-2 Oraniemen paliskunnan porolaitumet ja poronhoidon rakenteet talvikaudella.



Kuva 25-3 Oraniemen paliskunnan kevään, kesän ja syyskauden laidunalueet, kevätkierto sekä poronhoidon infrastruktuuri.

Oraniemen paliskunta jakautuu kuuteen pienempään työnjohdolliseen alueeseen: paliskunnan pohjoisosassa sijaitsee yksi laaja alue, keskisessä paliskunnassa kolme aluetta ja eteläisen palkisen alueella kaksi aluetta. Alueilla on omat työnjohtajansa ja kullakin alueella on omat poronhoitomallinsa ja toimintatavat. Sakatin kaivosalue sijoittuu Oraniemen paliskunnassa Viiankiaavan työnjohdolliselle alueelle, mikä koskee kaikkiaan noin 4–5 poronhoitajaa ja 350–450 poroa. Viiankiaavan työnjohdollinen alue on jakautunut kahden tokkakunnan, kirkonkylän ja Viiankiaavan, kesken (Kuva 25-4). Viiankiaavan työnjohdollisella alueella kaivoksesta kohdistuu eniten haittoja Viiankiaavan tokkakunnan poronomistajille. Kesälaituminaan Viiankiaavan tokkakunnan porot suosivat erityisesti laajan Viiankiaavan ja muiden pienempien aapasoiden alueita, sillä ne tarjoavat eläimille runsaasti ravintoa. Sakatin kaivosalue jää kokonaan Viiankiaapaa ympäröivän kesälaidunalueen sisälle sekä sijoittuu myös paikallisen tokan kevätlaidunalueen läheisyyteen.



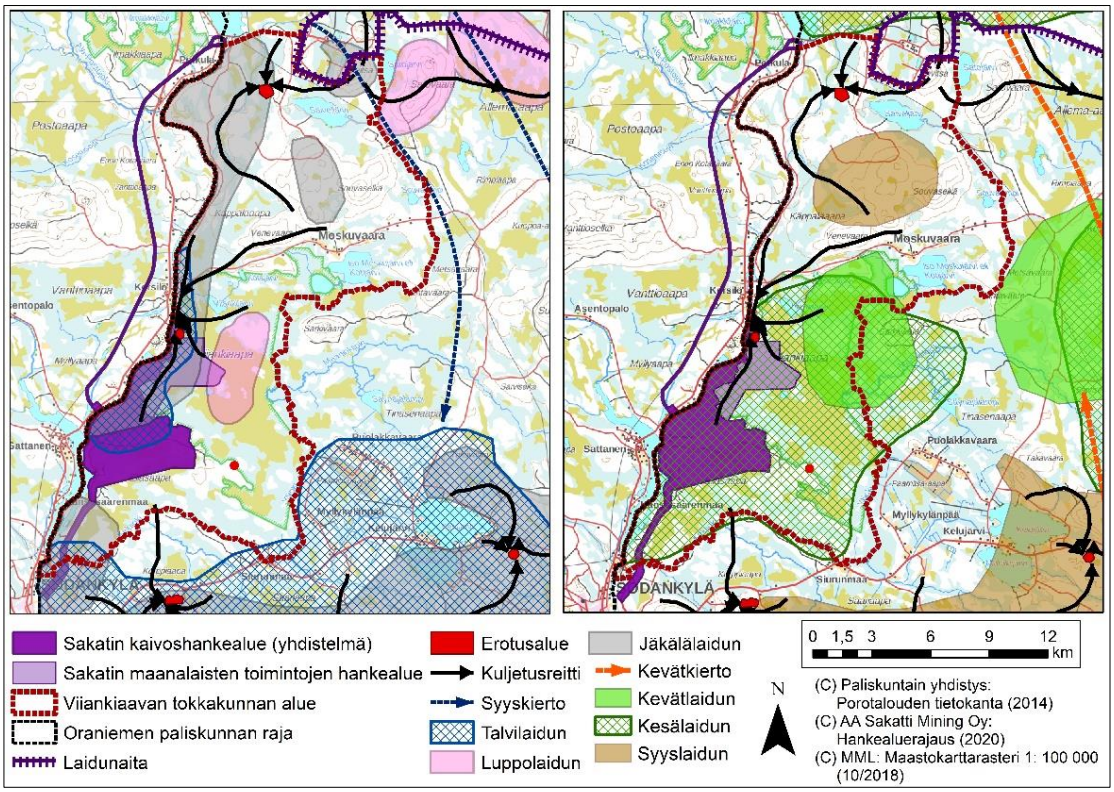
Kuva 25-4 Viiankiaavan työnjohdollinen alue sekä alueen tokkakunnat ja erotusalueet.

Syksyllä rykimäaikana porot tokkaantuvat ja siirtyvät vähitellen kohti talvisia laidunalueitaan. Oraniemessä poroerotukset hoidetaan pääosin työnjohdollisilla alueilla ja ne ajoittuvat yleensä syys-marraskuulle siten, että suurin osa erotuksista on tehty viimeistään ennen joulua. Kitisen itärannoilla, laajojen aapasoiden ja Kitisenjoen välissä sijaitsevat kuivat, jäkälää ja sieniä tarjoavat kangasmaat ovat erittäin tärkeitä syys- ja talvilaidunalueita Oraniemen länsiosien porotokille. Lisäksi kyseiset alueet ovat tärkeitä porojen kulkureittejä kesä- ja talvilaidunalueiden välillä, sillä porot eivät mielellään kulje märällä, upottavalla aapasuolla ennen kuin soiden pinta jäätyy poroja kantavaksi loppusyksyllä.

Talvikaudella lähes kaikki Oraniemen paliskunnan porot ovat joko tarha- tai maastoruokinnassa. Maastoruokinnassa oleville metsäporoille kuljetetaan rehua päivittäin maastoon ruokinta-alueille,

jotka pyritään valitsemaan siten, että niiltä löytyisi myös kaivettavaa ravintoa poroille. Luonnonlaitumien käyttöön perustuvassa poronhoitotavassa liiallista ruokkimista halutaan kuitenkin välttää, jotta porot eivät oppisi liian helppoon ravinnon saantiin ja menettäisi luontaista kykyään etsiä ravintoa itsenäisesti lumen alta kaivamalla. Osa Oraniemen paliskunnan poroista myös tarhataan erityisesti ankarimpien talvikuukausien ajaksi tammi-helmikuussa, jolloin ruokkiminen ja tokan vahtiminen on helpompaa porojen pysyessä rajatulla alueella.

Sakatin kaivosalueen läheisyyteen sijoittuvat kausittaiset laidunalueet ja poronhoidon infrastruktuuri on esitetty alla yksityiskohteisempana karttana (Kuva 25-5). Paikalliselle tokkakunnalle tärkeitä syys- ja talvikauden laidunalueita sijoittuu Moskuvaaraan sekä talvilaidunten osalta erityisesti Kitisen rantamaille ja Kuusivaaran alueelle. Alueet ovat tärkeitä paikalliselle poronhoidolle paitsi luonnonlaitumina, myös kevättalven maastoruokinta-alueina. Kevätkaudella tärkeät luppolaitumet ja kevätlaidunalueet sijoittuvat puolestaan Viiankiaavan keski- ja koillisosiin. Laaja ja kasvillisuudeltaan rehevä Viiankiaapa on puolestaan erittäin tärkeä kesälaidunalue paikallisen tokkakunnan poroille.



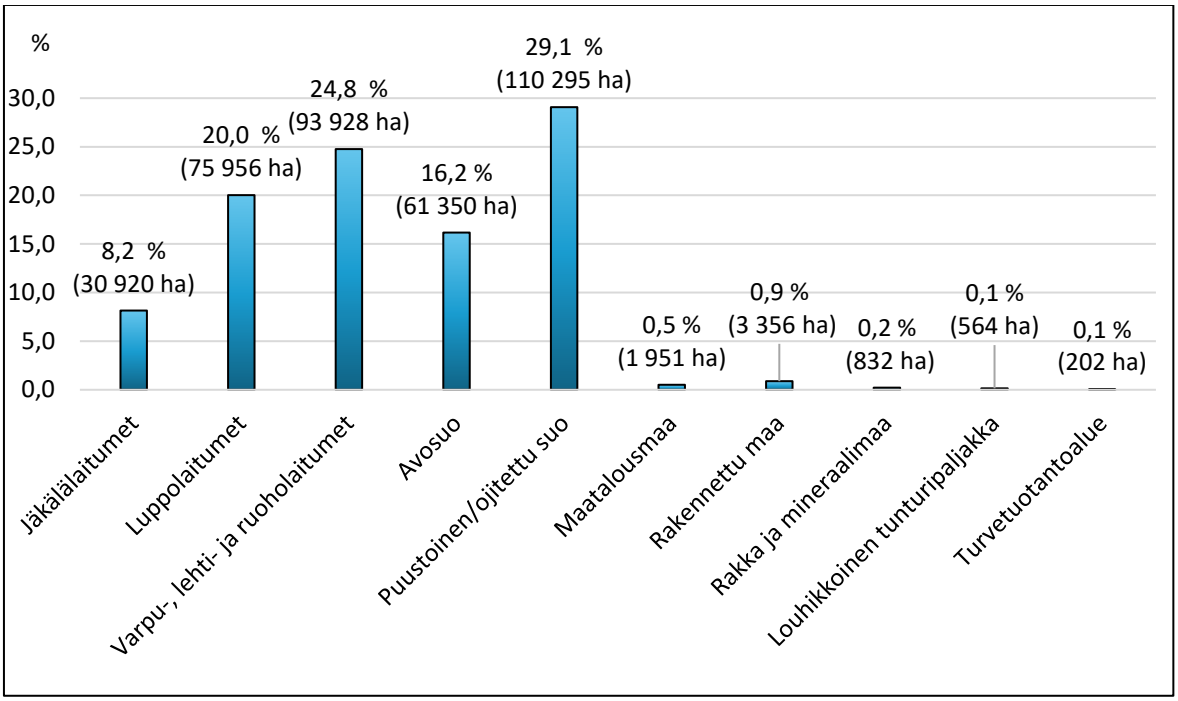
Kuva 25-5 Porojen laidunalueet ja poronhoidon rakenteet Sakatin kaivosalueella.

Paliskuntain yhdistyksen vuonna 2014 tuottaman porotalouden tietokanta-aineistoon perusteella Oraniemen paliskunnassa on pinta-alallisesti tarkasteltuna eniten kesälaitumia (n. 206 975 ha). Jäkälälaitumia on n. 156 625 ha ja talvilaitumia on n. 130 467 ha. Talvilaidunalueet sijoittuvat osittain päällekkäin jäkälä- ja luppolaidunten kanssa. Vähiten Oraniemen paliskunnassa on puolestaan luppolaitumia, joiden ala on vain n. 55 045 hehtaaria.

Luonnonvarakeskuksen tuottaman laidunalueluokituksen mukaisten laidunaluetyyppien pinta-alat ja suhteelliset osuudet koko maapinta-alasta Oraniemen paliskunnassa on esitetty alla (Kaavio 25-1). Pinta-alaltaan suurin laidunluokka Oraniemen paliskunnassa on puustoinen tai ojitettu suo, joka

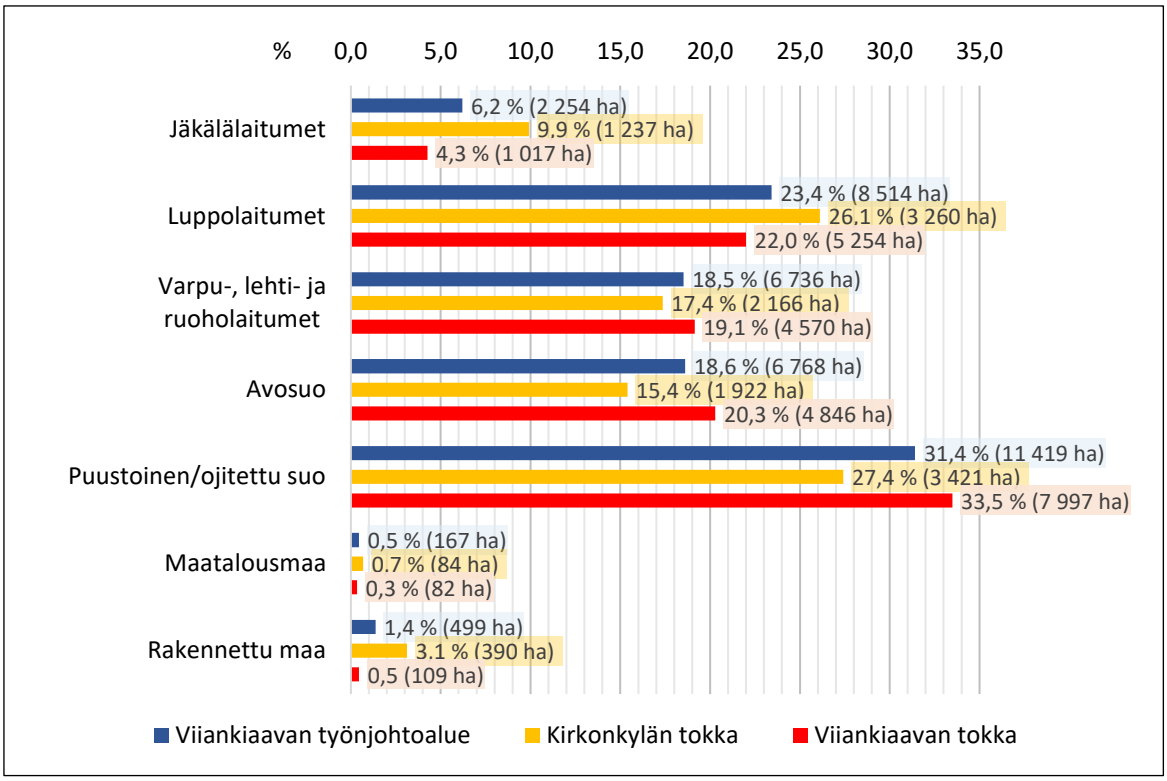
kattaa n. 30 % paliskunnan maapinta-alasta. Seuraavaksi eniten maapinta-alasta on varpu-, lehti- ja ruoholaitumia n. 25 %:n ja luppolaitumia n. 20 %:n osuuksilla.

Kaavio 25-1 LUKE:n laidunluokkien osuus maa-alasta (%) sekä suluissa laidunluokkien pinta-alat (ha) Oraniemen paliskunnassa.



Sakatin kaivoshanke sijoittuu Viiankiaavan työnjohdolliselle alueelle, jolle sijoittuvien laidunalueiden pinta-alat sekä suhteelliset osuudet koko maapinta-alasta on esitetty alla (Kaavio 25-2). Pinta-alallisesti merkittävimmät laidunluokat kaikilla aluejaoilla tarkasteltuna ovat puustoiset ja ojitetut suot (27–34 % maa-alasta), avosuot (15–20 % maa-alasta), luppolaitumet (22–26 % maa-alasta) sekä varpu-, lehti- ja ruoholaitumet (17–19 % maa-alasta). Jäkälälaitumet kattavat kaikilla aluejaoilla alle 10 %:a alueiden maapinta-alasta.

Kaavio 25-2 Viiankiaavan työnjohdollisen alueen sekä kirkonkylän ja Viiankiaavan tokkakuntien alueella sijaitsevien laidunluokkien suhteelliset osuudet (%) alueiden maapinta-alasta sekä suluissa laidunluokkien pinta-alat hehtaareina (ha) (LUKE (2016–2018): Oraniemen paliskunnan laidunluokitus).



Sattasniemen paliskunta

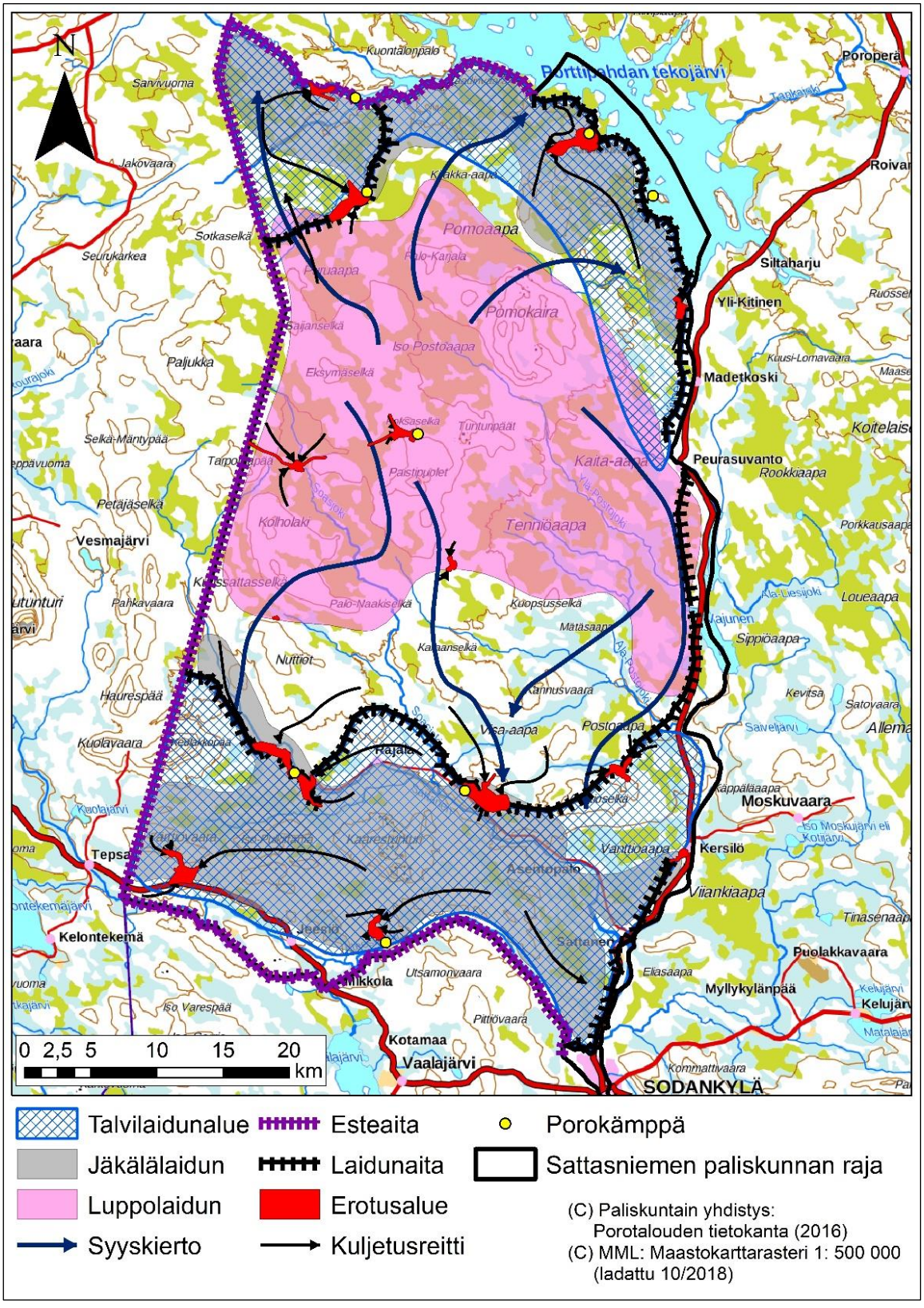
Sattasniemen paliskunta harjoittaa porotaloutta 2 413 km² alueella, joka rajautuu pohjoisessa Porttipahdan altaaseen ja itäreunalta Kitiseen. Paliskunnan alueesta n. 94 % on valtion maita ja loput yksityismaita. Paliskunnan alueella sijaitsevat Pomokairan ja Kaarestunturin suojelualueet, jotka käsittävät yli 35 % paliskunnan pinta-alasta. Poronomistajia paliskunnassa oli 162 kappaletta poronhoitovuonna 2017–2018. Paliskunnan suurin sallittu eloporoluku on 5 300. Todellinen poroluku paliskunnassa on vaihdellut 5 000–5 500 yksilön välillä viimeisten 15 poronhoitovuoden aikana. (Paliskuntain yhdistys 2017).

Sattasniemen paliskunnassa poronhoitohistoria on pitkä, ja poronhoitokulttuurin sosiaalinen merkitys suuri. Paikallisten osuus paliskunnan toiminnassa on korkea ja poronomistajien yhteistyö hoitotyössä ja poroerotusten yhteydessä koetaan hyväksi. Paliskunnassa vallitsee kokonaisuudessaan positiivinen tulevaisuudenkuva. Nuorten osuus ja halukkuus toimia poromiehen ammatissa on merkittävää. Poronhoito koetaan ammatin lisäksi tietyllä tavalla kotiseudulle uskollisena elämäntapana. Siirtymistä toiseen paliskuntaan jatkamaan poromiehen työtä ei koeta todennäköisenä vaihtoehtona tulevaisuuden kannalta tilanteessa, jossa poronhoito nykyisillä alueilla pitäisi jostain syystä lopettaa kokonaan.

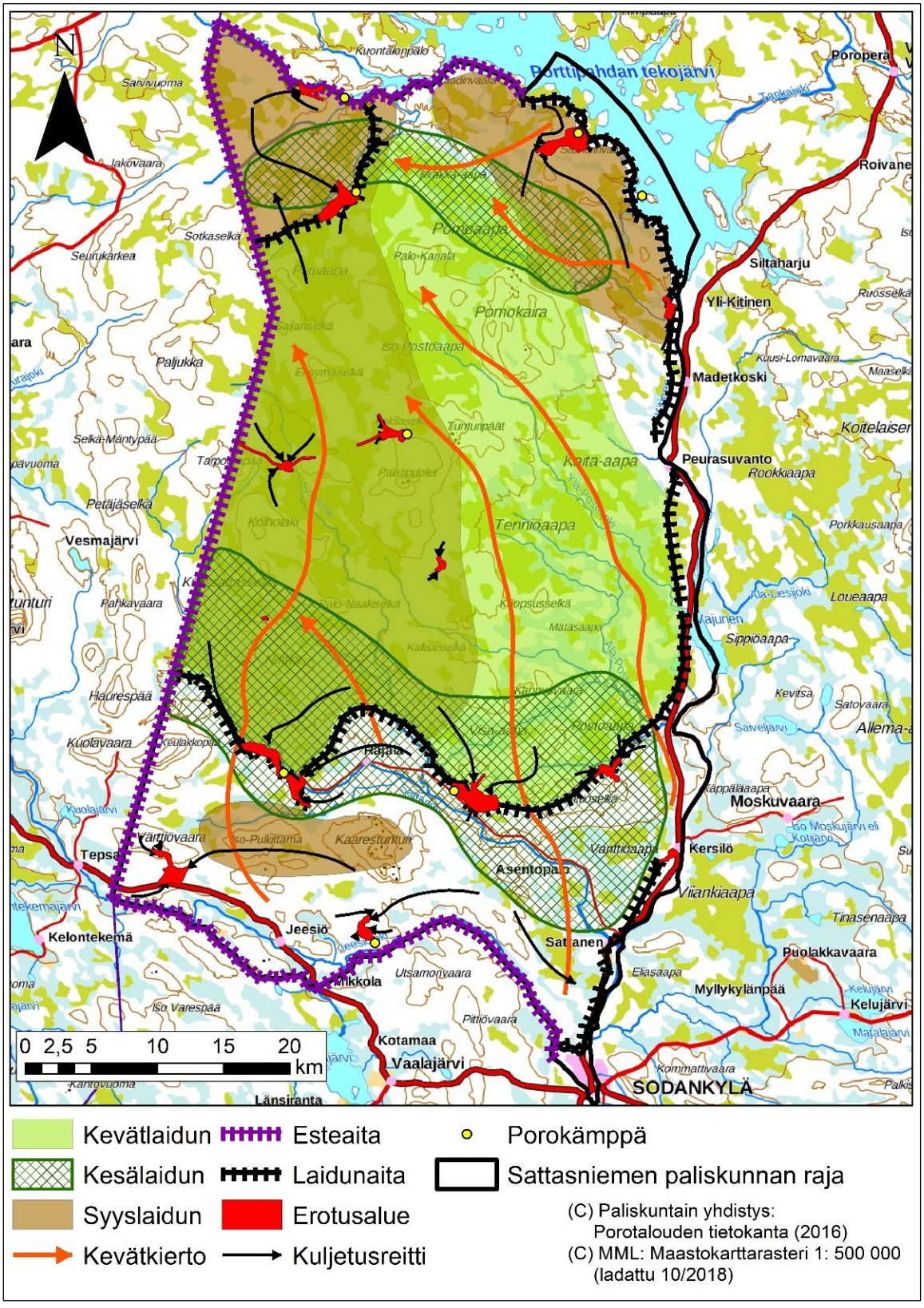
Sattasniemen paliskunnan laidunalueet ja poronhoidon infrastruktuuri on esitetty erillisinä karttoina talvikauden osalta (Kuva 25-6) ja kesä-syyskauden osalta (Kuva 25-7). Laidunalueita kuvaavista kar-

toista on havaittavissa, että Sattasniemen paliskunnassa on selkeä, koko paliskunnan kattava laidunkierto kesä- ja talvikauden laidunten välillä, sillä porojen kausittaiset laitumet suuntautuvat samoille alueille koko paliskunnan tasolla. Merkittävä kesälaidunalue on paliskunnan keskiosissa sijaitseva Pomokairan suojelualue. Syksyllä rykimäajan alkaessa porot tokkautuvat ja lähtevät siirtymään kohti luontaisia talvilaidunalueitaan, jotka sijoittuvat paliskunnan etelä- ja pohjoisosiin kuiville, jäkälää kasvaville kangasmaille. Porotokat kuljetetaan syksyn ja alkutalven poroerotuksia varten laidunkiertoaitojen läheisyydessä sijaitseviin erotusaitoihin ennen kuin ne vapautetaan talvilaidunalueille laidunkiertoaitojen etelä- tai pohjoispuolelle. Suurin osa paliskunnan poroista viettää talvensa paliskunnan eteläosien talvilaitumien alueella. Talvikuukausien ajaksi huomattava osa Sattasniemen paliskunnan poroista tarhataan, jolloin eläinten ruokkiminen tapahtuu selvästi rajatulla alueella. Sattasniemen paliskunnan osakkaiden heinän- ja rehuntuotantoon hyödyntämiä peltoalueita sijoittuu Sakatin hankealueen läheisyyteen Sattasniemen paliskunnan puolella Sattasen kylän, Sattasen jokivarren, Kersilön kylän ja Kitisen jokivarren viljelysalueille.

Kaivoksen tehdasalueesta ei aiheudu suoria laidunalueiden menetyksiä tai vaikutuksia porojen kulkureitteihin Sattasniemen paliskunnalle, koska kaivos sijoittuu naapuripaliskunnan, Oraniemen, puolelle eräitä tieyhteyksiä lukuun ottamatta. Kaivoshankkeen 110 kV:n voimajohto on suunniteltu rakennettavaksi Kuusivaaraan sijoittuvalta tehdasalueelta Kitisen yli Sattasniemen paliskunnan puolelle, jossa voimajohto kulkisi pääosin olemassa olevien voimajohtojen rinnalla kohti pohjoista. Sattasniemen paliskunnan poroja ei käsitellä kaivosalueella tai kuljeteta sen läpi eikä kaivosalueella sijaitse paliskunnan siirto- tai erotusaitoja. Suurin poroerotus tapahtuu normaalisti loka-marraskuussa Pomokairan eteläreunalla sijaitsevan laidunkiertoaidan varressa, Kautoselän ja Sattasvaaran aidoilla.



Kuva 25-6 Sattasniemen paliskunnan porolaitumet ja poronhoidon rakenteet talvikaudella.



Kuva 25-7 Sattasniemen paliskunnan kesä-syyskauden laidunalueet ja poronhoidon rakenteet.

25.2.3 Poronhoidon häiriöalueet

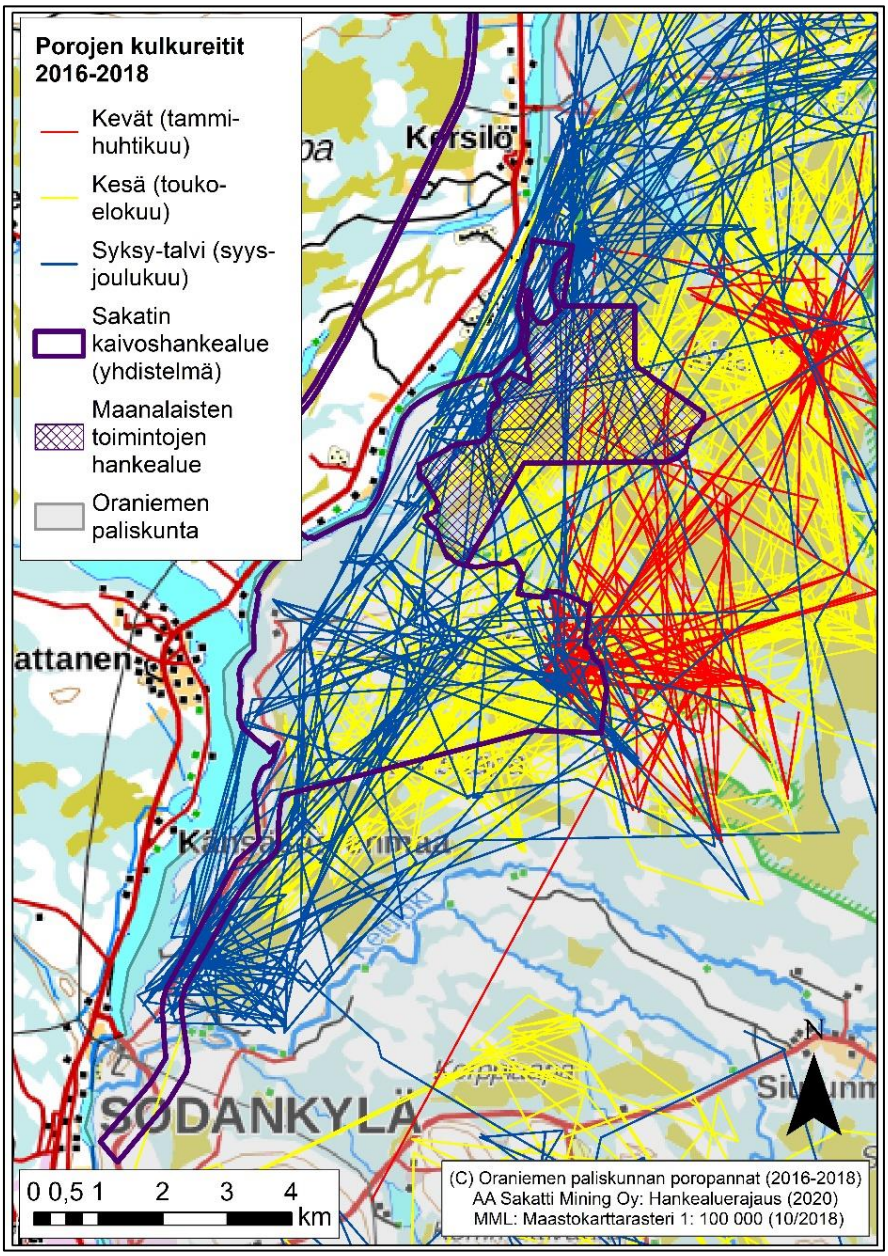
Oraniemen ja Sattasniemen paliskunnissa sijaitsee poronhoidon häiriöalueita, jotka painottuvat erityisesti Sodankylän kuntakeskuksen ja vilkasliikenteisten teiden läheisyyteen. Lisäksi molempien paliskuntien alueelle sijoittuu myös olennaisesti poronhoitoon vaikuttavaa metsätaloutta, useita malminetsintäalueita sekä tulevaisuuden hankkeita koskevia suunnitelmia, kuten Jäämerenrata. Oraniemen paliskunnassa häiriöalueita sijaitsee tällä hetkellä suhteellisesti enemmän kuin Sattasniemen paliskunnassa. Häiriöalueet verkottuvat lähes koko Oraniemen paliskunnan alueelle. Laajempi yhtenäinen, häiriöalueista etäämpänä sijaitseva alue Oraniemen paliskunnassa on Koitelaistunturin ja Koitelaiskairan alue palkisen pohjoisosassa. Koitelaiskairan ohella myös Viiankiaavan alue sijaitsee kesä-syyskaudella rauhallisemmalla alueella, mutta kevättalvella aluetta halkoo moottorikelkkaura.

25.2.4 Porojen elinpiirit ja kulkureitit tutkimuspaliskunnissa

Tutkimusalueen paliskuntien porojen elinpiirien ja kulkureittien määritys perustuu paliskuntien poropannoista saatuihin sijaintitietoihin vuosilta 2016–2018. Tutkimuspannoista saatujen tietojen perusteella muodostetut yksittäisten tutkimusporojen elinpiirit ja kulkureitit on kuvattu tarkemmin erillisessä poroselvityksessä. Kaivosaluetta kuvaavassa kartassa (Kuva 25-8) yksittäisten pantojen kulkureitit on yhdistetty laajemmiksi porojen vuodenkiertoa mukaileviksi tasoiksi (kevät, kesä, syksy-talvi), jotka kuvaavat kaikkien pantaporojen liikkumista kaivosalueen läheisyydessä.

Sakatin kaivoshankealueella Oraniemen paliskunnan porojen kevätkauden kulkureitit painottuvat suoalueiden laidoilla sijaitseville kuiville kangasalueille, kun taas kesäkauden reitit sijoittuvat suurelta osin erityisesti Viiankiaavalle ja pienialaisemmille aapasoille. Syys-talvikauden reitit painottuvat puolestaan selkeästi Kitisen rantojen kangasmaille, Kuusivaaraan sekä pohjoisempana Moskuvaaran pohjoispuoleisille kankaille. Talvikaudella porojen liikkumista ohjaa hyvien laidunmaiden sijainnin ohella myös maastoruokintapaikkojen sijoittuminen.

Poroselvityksessä porojen kulkureittejä tarkasteltiin Sakatin kaivoshankealueen lisäksi Kevitsan kaivosalueen ympäristössä. Tarkastelun perusteella Kevitsan kaivosalue erottuu suhteessa lähialueisiin, sillä kaivosalueen ympärillä on n. 3–6 kilometrin vyöhyke, jossa tässä tutkimuksessa hyödynnetyt pantaporot eivät ole juurikaan liikkuneet yhtenäkään tutkimuksessa tarkasteltuna vuotena. Häiriöalueen laajempi ulottuvuus kaivoksen pohjois-, koillis- ja itäpuolella mukailee alueen vallitsevia tuulensuuntia. Kevitsan kaivos poikkeaa pöly- ja meluvaikutusten osalta merkittävästi Sakatin kaivoshankkeesta, koska kyseessä on avolouhos. Sakatin kaivoshanke toteutetaan puolestaan maanalaisena kaivoksena, joten kaivostoiminnasta aiheutuvat melu- ja pölyvaikutukset ovat pienemmät ja kytkeytyvät ainoastaan kaivoksen maanpäällisen tehdasalueen toimintaan Kuusivaaraan.



Kuva 25-8 Porojen kausittaiset kulkureitit Viiankiaavan alueella vuosina 2016-2018.

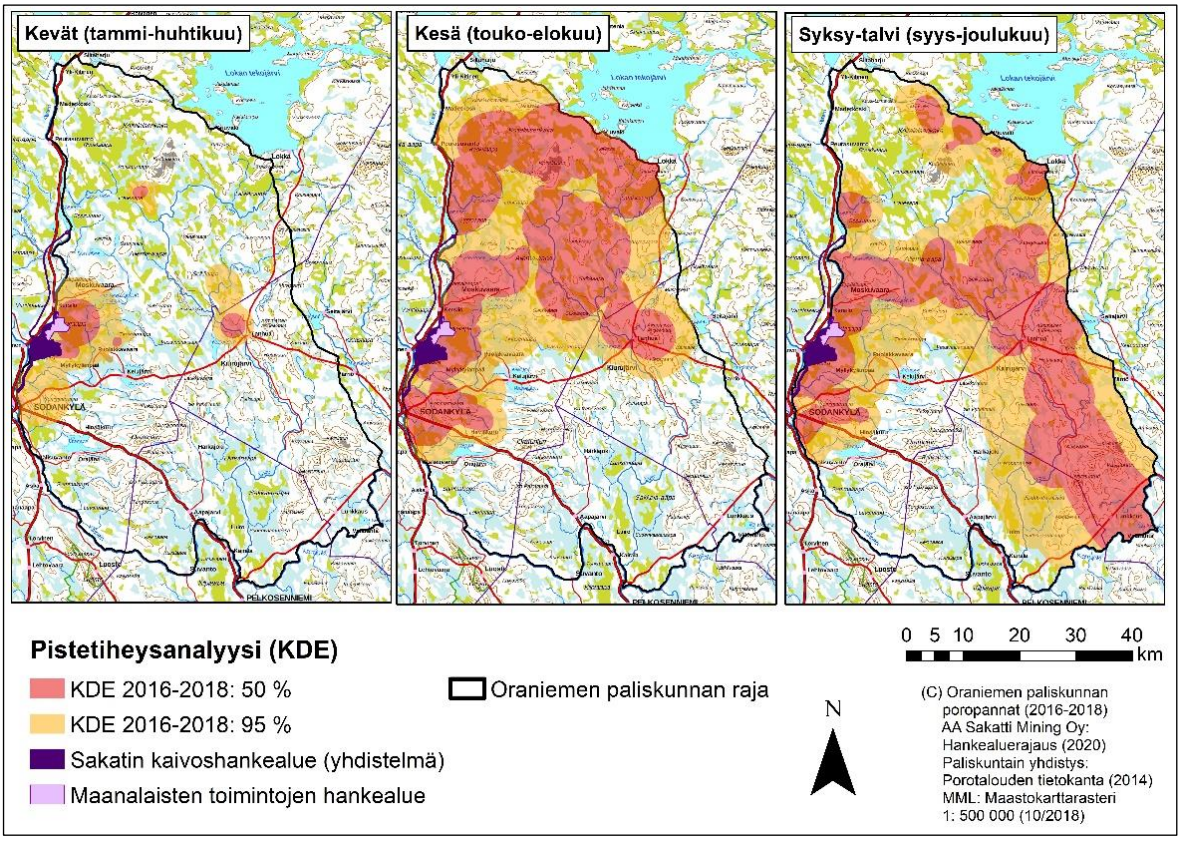
25.2.5 Porojen elinalueet tutkimuspaliskunnissa

Porojen suosimia alueita sekä niiden kausittaista vaihtelua tutkittiin tilastollisten elinpiirianalyysien avulla. Analyysi luo ennustepinnan, joka kuvaa eläimen hyödyntämiä alueita sekä antaa suuntaa antavan yleiskuvan siitä, mitkä alueet ovat olleet merkittäviä elinalueita tässä tutkimuksessa hyödynnetyille pantaporoille.

Poroselvityksessä Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien elinpiirianalyysin tuloksia kuvaavissa kartoissa on yhdistetty vuosien 2016–2018 kahden kuukauden ajanjaksoille tehdyt analyysitulokset ja yhdistetty ne porojen vuodenkiertoa mukaileviksi kausiksi kevääseen, kesään ja syksy-talvikauteen

(Kuva 25-9 ja Kuva 25-10). Analyysin tuloksia kuvataan kartoissa aluerajauksina, jotka kuvaavat aineiston perusteella eläimen todennäköisyyttä esiintyä alueella. Aluerajausten muodot perustuvat toisiaan lähekkäin sijaitseviin GPS-pisteisiin. 50 %:n rajaus kuvaa porojen elinalueen ydinaluetta, jossa sijaitsee paljon pisteitä lähekkäin. Pisteiden sijoittuminen lähelle toisiaan ilmentää kyseisen alueen olevan tärkeä laidunalue. Koko elinalueen laajuutta kuvataan puolestaan 95 %:n aluerajauksella.

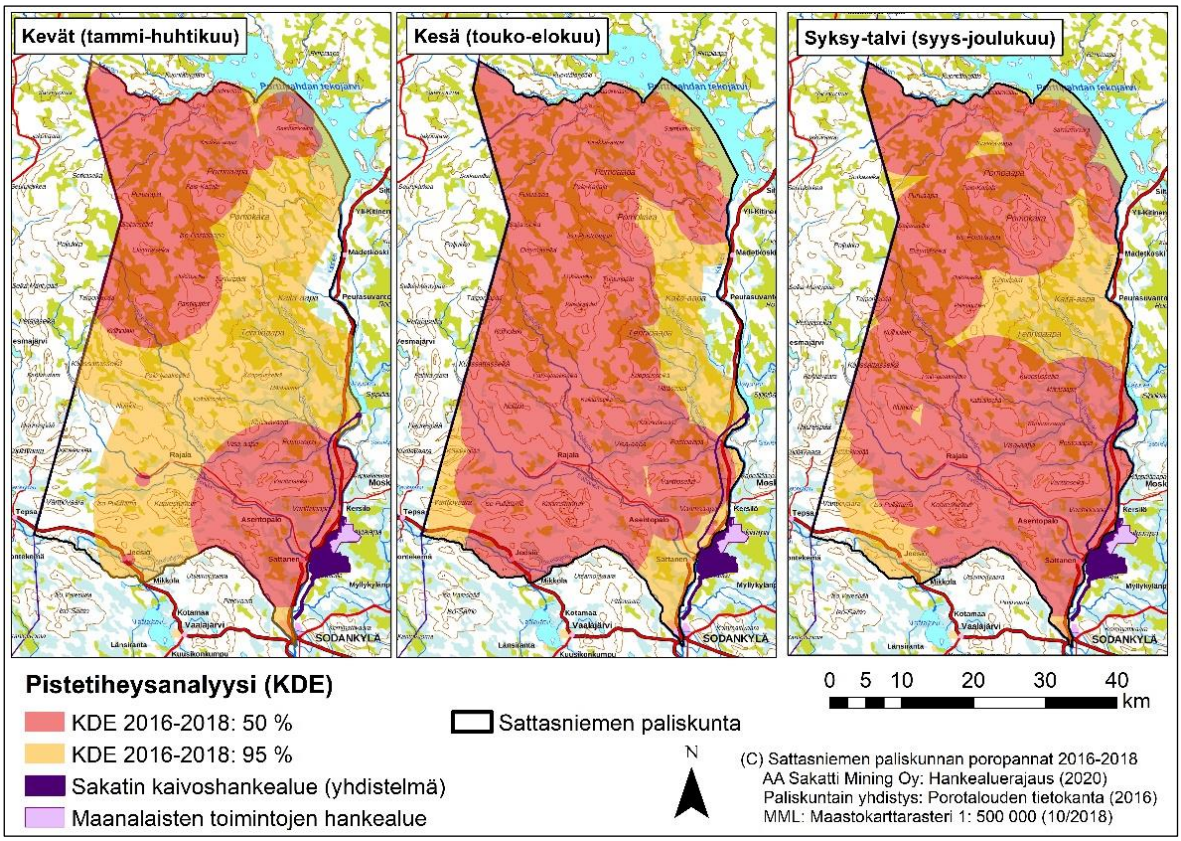
Keväällä Oraniemen paliskunnan porojen elinpiirien ydinalueet ovat pienialaisia ja sijoittuvat alueilla, joilla sijaitsee luppolaitumia, suota sekä varpu-, lehti- ja ruoholaitumia. Kesällä elinalueet ovat selkeästi laajempia ja porojen elinpiirien ydinaluetta kuvaava aluerajaus osoittaa erityisesti paliskunnan läntisten ja pohjoisten osien suoalueiden olevan tärkeitä laidunalueita. Syksyllä ja talvella porojen elinpiirien ydinalueet sijoittuvat puolestaan paliskunnan itä- ja keskiosiin sekä Viiankiaavan ja Kitisen rantamaiden alueelle. Kyseisillä alueilla sijaitsee erityisesti kuivia kangasmaita (varpu-, lehti- ja ruoholaitumia sekä jäkälä- ja luppolaitumia). Lisäksi maastoruokintapaikat ohjaavat porojen elinpiirien sijoittumista talvikaudella. Syyskaudella erityisesti Oraniemen paliskunnan itäiset alueet, jonne palkisen laajimmat jäkälälaitumet sijoittuvat, erottuvat porojen suosimina seutuina suhteessa kevät- ja kesäkausiin. Kartoista on havaittavissa, että Sakatin kaivoshankealue sijoittuu paikallisen tokkakunnan keskeisille laidunalueille kaikkina vuodenaikoina.



Kuva 25-9 Elinpiirianalyysi Oraniemen paliskunnan alueelta. Tummanpunaiset alueet kuvaavat porojen elinpiirien kausittaisia ydinalueita, joissa GPS-sijaintipisteitä on ollut paljon lähekkäin. Oranssit alueet puolestaan kuvaavat porojen elinalueiden kokonaiskattavuutta ja sijoittumista.

Kartassa Oraniemen paliskunnan eteläinen osa erottuu elinpiirien ulkopuolisena alueena, mutta todellisuudessa alue on kuitenkin poronhoidon käytössä. Tutkimuksessa hyödynnettyjä poropantoja ei vain sijoitu kyseiselle alueelle, sillä pantoja valittaessa on pyritty valikoimaan sellaisia pantoja, jotka mahdollistavat erityisesti kaivosalueen ja sen lähiympäristöjen tarkastelemisen.

Sattasniemen paliskunnassa porojen elinpiirit (95 %:n rajaus) kattavat lähes koko paliskunnan kaikkina kausina. Elinpiirien ydinalueissa (50 %:n rajaus) on havaittavissa niiden painottuminen paliskunnan läntiselle laidalle.



Kuva 25-10 KDE-analyysi Sattasniemen paliskunnan alueelta. Tummanpunaiset alueet kuvaavat porojen elinpiirien kausittaisia ydinalueita, joissa GPS-sijaintipisteitä on ollut paljon lähekkäin. Oranssit alueet puolestaan kuvaavat porojen elinalueiden kokonaiskattavuutta ja sijoittumista.

25.2.6 Vaikutuskohteiden herkkyys

Poronhoitoa koskevien vaikutuskohteiden herkkyystaso määräytyy tarkasteltavan paliskunnan tai muun tarkastelualueen porolaidunten laadun, määrän ja alueellisen jakautumisen, poronhoitotapojen ominaispiirteiden sekä poroelinkeinon taloudellisen merkittävyyden mukaan. Herkkyystasoon vaikuttavat myös paliskuntien poronhoitoon aiemmin kohdistuneiden muutosvaikutusten määrä.

Tarkasteltavien paliskuntien poronhoito perustuu nykytilassaan mahdollisimman laajaan luonnonlaidunten käyttöön sekä vuodenkierron mukaisesti suunniteltuun poronhoitotyöhön, -tapoihin ja -rakenteisiin, joita porojen luontainen laidunkierto ohjaa. Molemmissa paliskunnissa erityisesti kesä-

kauden laidunluokkien alueet ovat laajoja ja tarjoavat riittävästi ravintoa poroille. Talvikauden laitumista puolestaan erityisesti jäkälälaitumet ovat pienialaisia ja epäyhtenäisiä, minkä takia lisäruokinta on nykyisin tärkeässä asemassa molemmissa paliskunnissa.

Kaivoshankkeen myötä ympäristössä aiheutuville muutoksille alttiiden poronhoitotyön keskeisten osa-alueiden herkkyys on määritetty seuraavassa:

- Herkkyys porojen laidunalueiden määrän vähenemiselle tai heikkenemiselle määritellään Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien osalta kohtalaiseksi. Kaivosalueen ympäristössä toimivan Viiankiaavan tokkakunnan osalta herkkyys määritellään suureksi.
- Laidunten käytön osalta, porojen herkkyys ympäristössä tapahtuville muutoksille ja häiriöille on määritelty suureksi Oraniemen ja Sattasniemen paliskunnissa.
- Poronhoitotyön ja siihen liittyvien rakenteiden sekä elinkeinon kannattavuuden herkkyys muutoksille on määritelty kohtalaiseksi Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien tasolla. Viiankiaavan tokkakunnan osalta herkkyys määritellään suureksi, erityisesti erotusaitojen käyttöön sekä elinkeinon kustannuksiin liittyvien muutoksien osalta.
- Sosiaalisten ja kulttuuristen muutosten osalta Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien poronhoitoelinkeino määritellään herkkyydeltään kohtalaiseksi ja Viiankiaavan tokkakunnan herkkyys suureksi.

25.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

Kaivoshankkeen vaikutuksia Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien poronhoidolle tarkastellaan vaikutusten arvioinnissa sanallisesti sekä kaivoksen rakentamisen aikaisten että kaivoksen toiminnanaikaisten vaikutusten osalta. Poronhoidon kannalta kaivoshankkeen rakentamisen ja toiminnan aikaiset vaikutukset limittyvät vahvasti toisiinsa ja ovat pitkälti saman kaltaisia, joten vaikutusten merkittävyyden arviointi on laadittu yhtenä kokonaisuutena koko elinkaaren ajalle rakentamisesta sulkemiseen saakka.

Kaivoksen vaihtoehtojen VE1a-b, VE2a-b ja VE3a-b vaikutukset ja vaikutusten merkittävyys Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntiin sekä Viiankiaavan tokkakunnan poronhoitoon on kuvattu ja arvioitu yksityiskohtaisemmin poronhoidon erillisraportissa. Seuraavissa kappaleissa on esitetty em. selvityksen perusteella keskeisimmiksi arvioidut vaikutukset ja vaikutusmekanismit, joiden yhteisvaikutuksena muodostuu kaivoshankkeen poronhoidolle aiheuttama kokonaisvaikutus.

Sakatin kaivoshankkeen voimajohdon toteuttamisen vaikutuksia alueen poronhoitoon on tarkasteltu erillisessä selvitysraportissa (Ramboll 2020c). Kaivoshankkeen 110 kV:n voimajohto on suunniteltu rakennettavaksi Kuusivaaraan sijoittuvalta tehdasalueelta Kitisen yli Sattasniemen paliskunnan puolelle, jossa sijaitsee olemassa oleva voimajohto. Olemassa olevaa johtoaukeaa levennettäisiin, ja uusi voimajohto kulkisi pääosin olemassa olevien voimajohtojen rinnalla kohti pohjoista. Selvityksessä on todettu, että voimajohdosta aiheutuu vaikutuksia alueen porohoidolle sekä rakentamisen aikana että pysyväisluontoisesti myös sen jälkeen. Voimajohdosta aiheutuvat haitat kohdistuvat pääasiassa Sattasniemen paliskuntaan. Merkittävimmäksi poronhoitoon kohdistuvaksi vaikutukseksi on arvioitu uuden johtoaukean raivaamisesta sekä olemassa olevan johtoaukean leventämisestä johtuva puuston kaataminen, mikä vähentää porojen laidunalueilla saatavissa olevaa luppoa ja naavaa.

25.3.1 Laidunmenetykset ja häiriöalueet

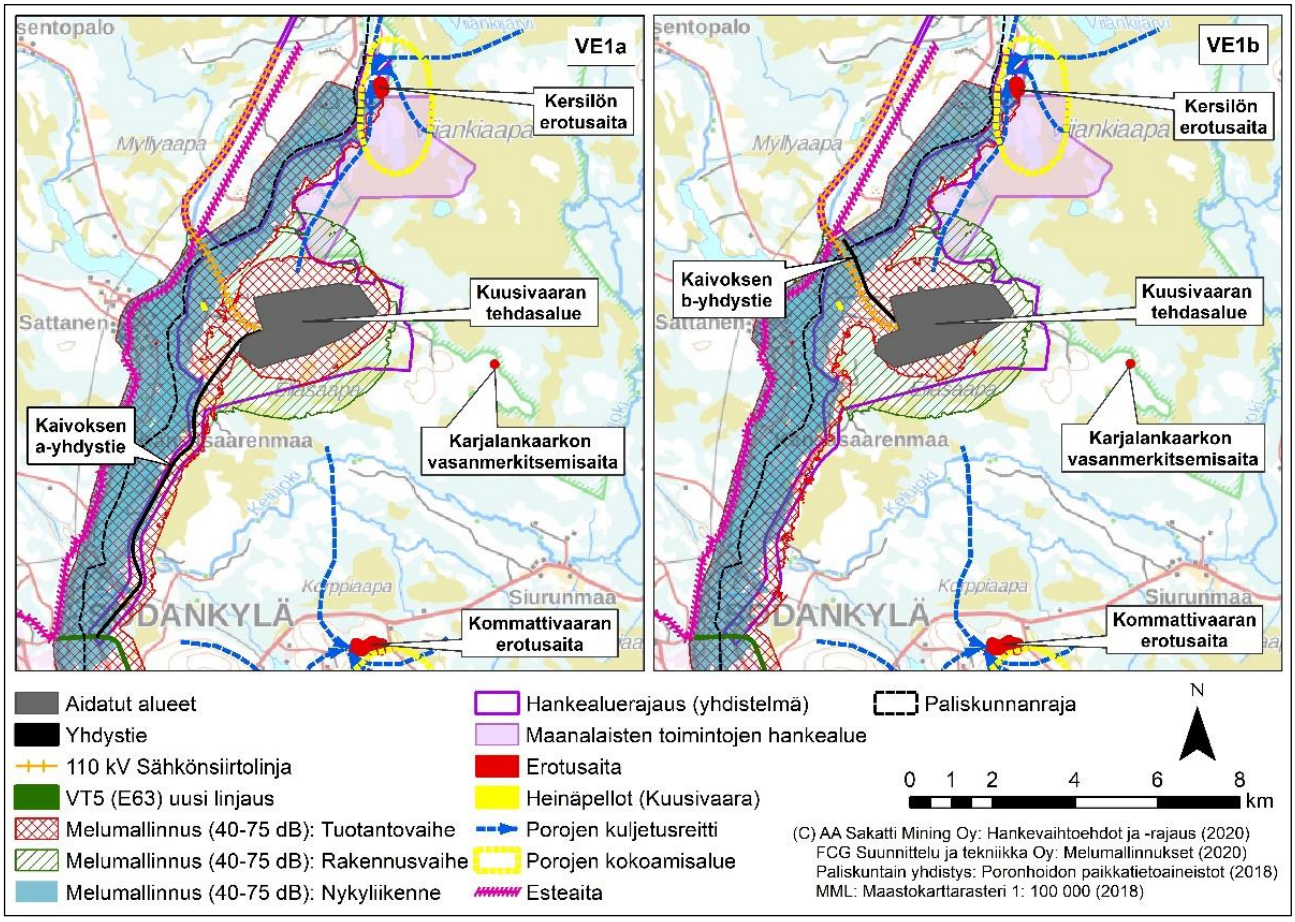
Sakatin kaivoshankkeen aiheuttamien laidunmenetysten ja häiriöalueiden arvioimisessa hyödynnettiin Paliskuntain yhdistyksen tuottamia poronhoidon paikkatietoaineistoja, Luonnonvarakeskuksen tuottamaa laidunluokitusta sekä kaivoshankkeen vaihtoehtoja VE1a-b, VE2a-b ja VE3a-b koskevia paikkatietoaineistoja sekä hankkeesta laadittujen pöly- ja melumallinnuksien perusteella arvioituja häiriöalueita. Laidunmenetysten ja häiriöalueiden tarkastelu on kohdennettu lähinnä Oraniemen paliskunnan maa-alueisiin, sillä Sattasniemen paliskunnan poronhoidon osalta häiriöalueiden on arvioitu jäävän pienialaisiksi saarekkeiksi Kitisen länsirannan puolella.

Sakatin kaivoshankkeen vaikutusalueita kuvaavissa karttakuvissa (Kuva 25-11, Kuva 25-12, Kuva 25-13) poroaitojen rajaamat alueet, kuljetin- ja tieyhteydet (kaivoksen yhdys- ja huoltotielinjaukset sekä vt 5:n uusi linjaus) kuvaavat alueita, jotka sijoittuvat suoraan kaivoksen infrastruktuurin alle siten, että kyseiset alueet jäävät kokonaan pois poronhoitokäytöstä. Kaivoksen toiminnot sijoittuvat maantieteellisesti kapeimmalle alueelle päävaihtoehdossa VE1, jossa ei ole tarvetta rakentaa erillistä kaivoksen sisäänkäyntialuetta sekä siihen liittyviä kuljetin- ja huoltotieyhteyksiä tehdasalueen pohjoispuolelle, kuten päävaihtoehdoissa VE2 ja VE3. Päävaihtojen sisällä keskeiset eroavaisuudet liittyvät puolestaan kaivoksen yhdystien sijoittamiseen. Yhdystielinjauksia a ja b ei ole suunniteltu aidattavaksi ainakaan tässä suunnitteluvaiheessa, mutta molempien tielinjausten osalta on otettava huomioon, että suorien vaikutusten lisäksi kaivosliikenteestä johtuvat visuaaliset häiriöt ja äänet voivat häiritä porojen laiduntamista alueella.

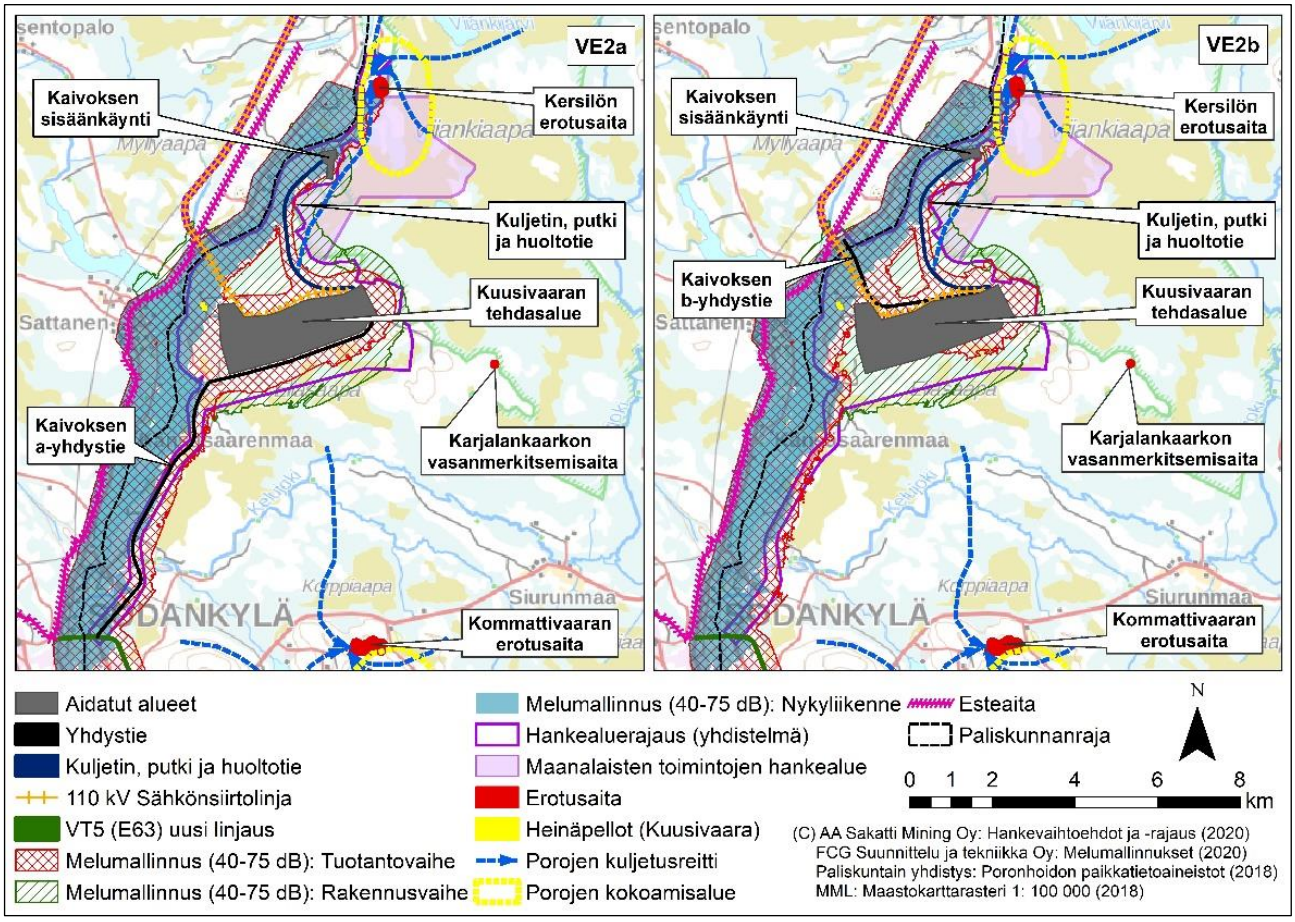
Poronhoitoon kohdistuvien meluvaikutusten tarkastelemiseksi ei ole olemassa yleisiä tutkimuksiin perustuvia raja-arvoja. Huomioon ottaen varovaisuusperiaatteen sekä porojen ja erityisesti vaadinten luontaisen tarpeen mahdollisimman rauhallisille laidun- ja vasomisalueille, on tässä selvityksessä tarkasteluun valittu melumallinnusten alueet, jotka kattavat yli 40 desibelin (dB) melutasot. Melumallin kattama alue on suuntaa antava rajaus sille alueelle, johon voi aiheutua meluun perustuvia vaikutuksia poronhoidolle. Meluvaikutusten osalta on huomioitava myös, että erityisesti tiestön ja kaivoksen tehdasalueen osalta niihin yhdistyy myös visuaaliset häiriötekijät lähellä kyseisiä rakenteita, mikä voi vahvistaa porojen välttämiskäyttäytymistä, sillä saaliseläimenä ja laajan näkökenttänsä ansiosta poro havaitsee näkökentässään hyvin liikkuvat kohteet.

Poronhoitoa koskevien mahdollisten häiriövaikutusalueiden kuvaamiseksi on hyödynnetty kaivoksen vaihtoehdoille VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b sekä tiestölle luotuja melumallinnuksia, joihin sisältyvät suunnitellut meluntorjuntatoimet, kuten meluesteet. Rakennusajan meluvaikutukset on mallinnettu vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 ainoastaan kaivoshankkeen a-vaihtoehdoille ja ne kuvaavat laajimpia mahdollisia meluvaikutuksia, joten vaihtoehtojen VE1b ja VE2b rakennusaikaisia meluvaikutuksia tarkasteltaessa on käytetty a-vaihtoehdoille tuotettuja mallinnuksia. Vaihtoehto VE3b on mallinnettu myös rakennusajalle a-vaihtoehdon ohella.

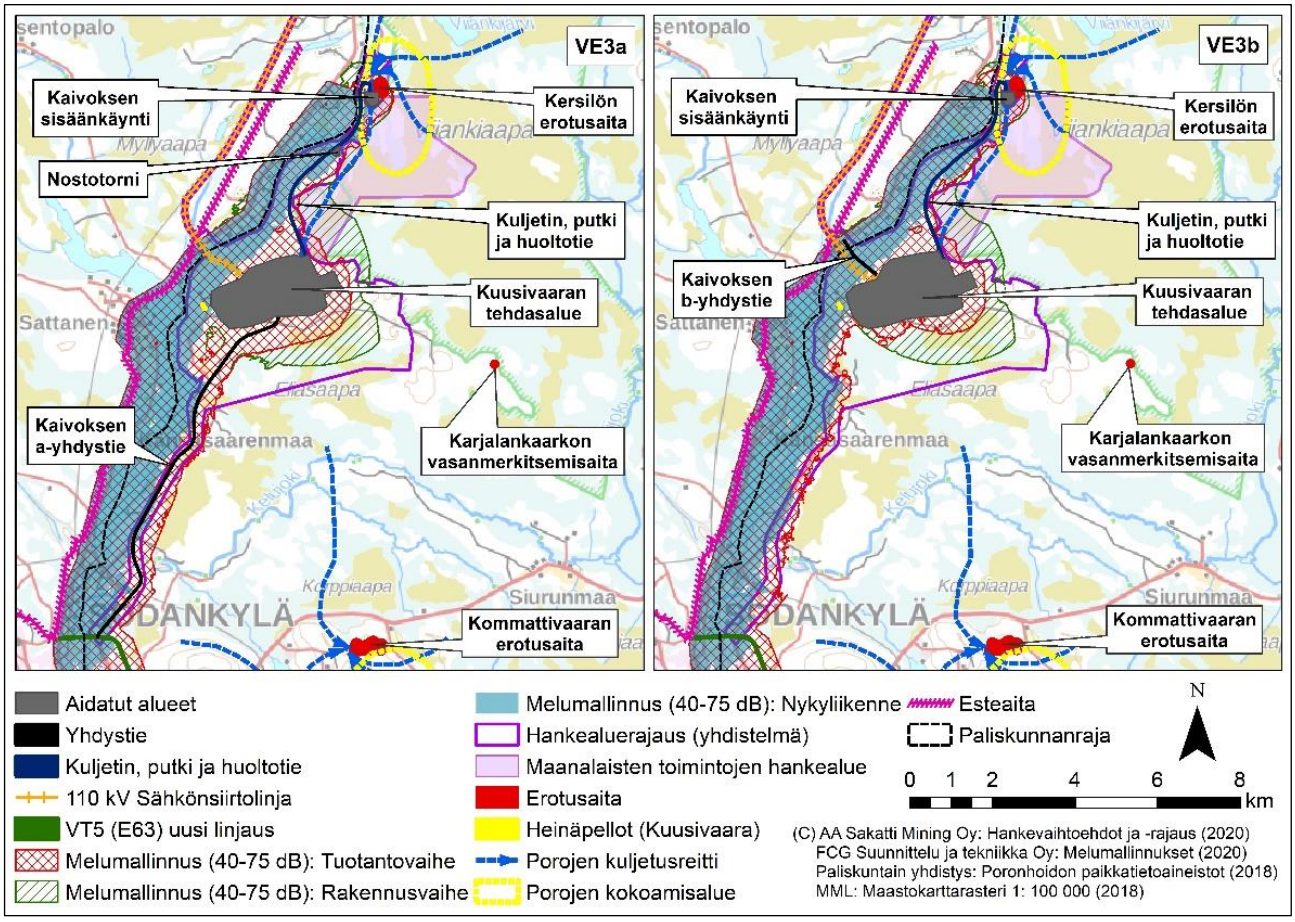
Kaivoksen toiminta-ajan osalta melumallinnukset meluntorjuntatoimineen on laadittu vaihtoehdoille VE1a, VE2a, VE3a ja VE3b. Vaihtoehdossa VE1b ei ole tarvetta erillisille meluntorjuntatoimille. Vaihtoehdossa VE2b toiminta-aikaa kuvaamaan on käytetty ilman meluntorjuntatoimia laadittua mallinnusta, joka on rajattu Viiankiaavan Natura-alueen rajaan, mikä kuvaa tilannetta, jossa on käytössä VE2a mallinnuksen mukaiset meluntorjuntaratkaisut. Kaivoksen tehdasalueen melumallinnuksiin on yhdistetty yhdystielinjauksia a (vaihtoehdot VE1a, VE2a, ja VE3a) ja b (vaihtoehdot VE1b, VE2b ja VE3b) sekä vt 4:ä ja vt 5:ttä kuvaavat melumallinnukset.



Kuva 25-11 Sakatin kaivoksen vaihtoehdot VE1a-VE1b. Kartoissa on esitetty kaivoksen rakennus- ja tuotantovaiheiden sekä nykyliikenteen melumallinnukset, jotka kattavat yli 40 dB:n melukäyrien alueet.



Kuva 25-12 Sakatin kaivoksen vaihtoehdot VE2a-VE2b. Kartoissa on esitetty kaivoksen rakennus- ja tuotantovaiheiden sekä nykyliikenteen melumallinnukset, jotka kattavat yli 40 dB:n melukäyrien alueet.



Kuva 25-13 Sakatin kaivoksen vaihtoehdot VE3a-VE3b. Kartoissa on esitetty kaivoksen rakennus- ja tuotantovaiheiden sekä nykyliikenteen melumallinnukset, jotka kattavat yli 40 dB:n melukäyrien alueet.

Kaivoksen vaihtoehdoille on tuotettu kaivosalueelta lähtöisin olevan pölyn leviämistä kuvaavat mallinnukset. Pölyn mallinnettu leviämisalue on yleispiirteittäin laajempi kuivaläjityksenä toteutettavissa a-hankevaihtoehdoissa kuin märkäläjityksenä toteutettavissa b-hankevaihtoehdoissa. Pölymallinnuksen perusteella pölyn arvioidaan laskeutuvan suurelta osin Kuusivaaran tehdasalueelle ja sen lähialueelle, joka ei kaivoksen rakentumisen myötä kuuluisi poronhoitokäytössä oleviin alueisiin. Esimerkiksi 40 µg/m^3 tai suuremmat hiukkaspäästöt rajoittuvat Kuusivaaran tehdasalueen sisälle. Mallinnus osoittaa kuitenkin lisäksi, että hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) osalta pölypäästöjä voi vuositasolla levitä Kuusivaaran tehdasalueen lähialueille 5–20 µg/m^3. Tarkasteltaessa maanpinnalle laskeutuvan pölyn määrää, voidaan todeta, että mallinnettu vuotuisen pölylaskeuman arvokäyrä 25 g/m^2 ulottuu a-hankevaihtoehdoissa enimmillään noin kolmen kilometrin ja b-hankevaihtoehdoissa enimmillään noin kahden kilometrin etäisyydelle tehdasalueesta. Vuotuisen pölylaskeuman arvokäyrä 25 g/m^2 ulottuu Kitisen länsipuolelle Sattasniemen paliskunnan alueelle a-hankevaihtoehdoissa sekä hankevaihtoehdossa VE3b. Pölyn leviämisalue painottuu vallitsevien tuulensuuntien mukaisesti kaivoksen tehdasalueelta pääosin pohjoiseen, luoteeseen ja koilliseen. Pölymallinnusraportissa kaivoshankkeen pölypäästöjen aiheuttamien ekologisten vaikutusten ei ole arvioitu olevan merkittäviä kaivoksen tehdasalueen vieressä sijaitsevien suojelualueiden kannalta missään vaihtoehdossa. (AONA Environmental 2020) Pölymallinnusraportin tulosten perusteella kaivokselta lähtöisin olevasta pölystä aiheutuvien poronhoidollisten vaikutusten arvioidaan jäävän merkitykseltään vähäisiksi, koska pölypäästöjen

on arvioitu laskeutuvan suurelta osin Kuusivaaran tehdasalueelle. Kuusivaaran tehdasalueen ulkopuolelle leviävän pölyn osalta määrien ja pitoisuuksien on puolestaan arvioitu jäävän suhteellisen alhaisiksi. Poroselvityksen laatimisen hetkellä ei ole saatavissa tutkimustietoa, millaiset pölypitoisuudet haittaavat esimerkiksi porojen laiduntamista pölylaskeuman alueella tai aiheuttavat haitallisia vaikutuksia poronlihan laatuun, joten pölystä aiheutuvien vaikutusten mahdollisuus on hyvä tiedostaa ja seurata mahdollisia muutoksia porojen käyttäytymisessä kaivosalueen ympäristössä.

Kaivoksen vaihtoehtojen aiheuttamat suorat laidunmenetykset Luonnonvarakeskuksen tekemään laidunluokitukseen verrattuna on esitetty Oraniemen paliskunnan ja Viiankiaavan tokkakunnan tasoilla (Taulukko 25-4). Lisäksi taulukossa on esitetty vaihtoehtokohtaisten melumallinnusten aiheuttamat häiriöalueet pinta-aloina ja suhteellisina osuuksina Oraniemen ja Sattasniemen paliskunnan sekä Viiankiaavan tokkakunnan maa-alueista. Taulukossa on esitetty erikseen melualueet, jotka sisältävät nykyiset melualueet (liikenne) sekä erikseen kaivoksen toteutusvaihtoehtojen aiheuttamat lisäykset melualueisiin. Taulukossa esitettyihin kaivoksen infrastruktuurin alueisiin ei sisälly vt 5:n uutta linjausta eikä kaivoksen sähkönsiirtolinjausta. Vt 5:n uuden linjauksen aiheuttamat suorat laidunmenetykset ovat kuitenkin vähäiset (noin 5,3 ha).

Poronhoidon kannalta eniten haittaa aiheutuu infrastruktuurin peittoalueilla, koska kyseiset alueet jäävät kokonaan pois poronhoitokäytöstä (aidan rajaamat alueet sekä tiestön ja muiden rakenteiden alle jäävät alueet). Oraniemen paliskunnan tasolla kokonaan poronhoitokäytöstä pois jäävät infrastruktuurin peittoalueet kattavat toteutusvaihtoehdon mukaan n. 0,1 % (n. 393–488 ha) paliskunnan maapinta-alasta. Viiankiaavan tokkakunnan tasolla suorat laidunmenetykset kattavat puolestaan suhteellisesti 1,6–2,0 % tokkakunnan alueen maapinta-alasta.

Oraniemen paliskunnassa niukasti tarjolla olevien jäkälä- ja luppolaidunten suorat laidunmenetykset ovat kaikissa toteutusvaihtoehdoissa jäkälälaitumilla n. 0,1 % ja luppolaitumilla n. 0,2 % laidunluokan kokonaispinta-alasta. Viiankiaavan tokkakunnan osalta suorat laidunmenetykset ovat toteutusvaihtoehdon mukaan jäkälälaitumilla n. 2,8–4,1 % ja luppolaitumilla n. 2,2–2,9 % laidunluokan kokonaispinta-alasta. Kaikki laidunluokittain tarkastellut laidunaluemenetykset on esitetty poronhoidon erillisraportissa.

Koko Oraniemen paliskunnan tasolla tarkasteltuna suorat laidunaluemenetykset ovat pinta-alojen perusteella vähäiset, mutta suuremmat Viiankiaavan tokkakunnan näkökulmasta. Laidunaluemenetysten osalta pinta-alaltaan pienialaisimmat vaihtoehdot ovat VE3a-b ja suurin puolestaan VE2a. Pinta-alojen tarkastelun yhteydessä on kuitenkin erittäin tärkeää huomioida, että pienialaisimmat vaihtoehdot eivät kuitenkaan ole toimivimpia poronhoidon toiminnallisesta näkökulmasta tarkasteltuna, sillä vaihtoehdoissa VE3a-b kaivoksen toiminnot sijoittuvat maantieteellisesti hajanaisimmin.

Kaivoksen vaihtoehdoille tuotettujen melumallinnusten perusteella rakennusvaiheen yli 40 dB:n melualueet kattavat Oraniemen paliskunnan maa-alasta n. 0,6–0,8 % ja melualueen lisäys nykytilanteeseen olisi n. 0,4–0,5 %:a maa-alasta. Viiankiaavan tokkakunnan osalta rakennusvaiheen aikaiset uudet melualueet kattavat puolestaan n. 4,1–6,4 %. Sattasniemen paliskunnan puolella yli 40 dB:n melualueet eivät rakennusvaiheen aikana käytännössä juurikaan laajenisi siitä, mitä ne ovat tällä hetkellä nykyliikenteen meluvaikutusten perusteella mallinnettuna.

Tuotantovaiheessa laajimmat melualueet muodostuvat vaihtoehdon VE1a:n tilanteessa, jossa kaivoshankkeesta aiheutuvat uudet yli 40 dB:n melualueet kattaisivat n. 0,3 % Oraniemen paliskunnan maa-alasta ja n. 3,6 % Viiankiaavan tokkakunnan maa-alasta. Pinta-alaltaan pienimmät meluvaikutukset muodostuvat puolestaan vaihtoehdon VE3b tilanteessa.

Taulukko 25-4 Kaivoksen vaihtoehtojen aiheuttamat suorat ja epäsuorat aluemenetykset pinta-aloina (ha) ja suhteellisina osuuksina maa-alasta (%) Oraniemen paliskunnalle (PK), Viiankiaavan tokkakunnalle (TK) ja Sattasniemen paliskunnalle.

Kohde	Kaivoksen infrastruktuurin peittoalueet				Melumallinnus (yli 40 dB)				Kaivoksen tuottamat uudet melualueet (yli 40 dB)			
Pinta-ala (ha) / Suhteellinen osuus maa-alasta (%)	ha		%		ha		%		ha		%	
Oraniemen plk / Viiankiaavan tokkakunta	PK	TK	PK	TK	PK	TK	PK	TK	PK	TK	PK	TK
VE1a Rakennusvaihe	435	432	0,1	1,8	2819	2154	0,8	9,0	1919	1532	0,5	6,4
VE1b Rakennusvaihe	426	426	0,1	1,8	2735	2091	0,7	8,8	1836	1469	0,5	6,2
VE2a Rakennusvaihe	488	485	0,1	2,0	2813	2148	0,7	9,0	1913	1526	0,5	6,4
VE2b Rakennusvaihe	472	472	0,1	2,0	2735	2091	0,7	8,8	1835	1469	0,5	6,2
VE3a Rakennusvaihe	393	389	0,1	1,6	2516	1851	0,7	7,7	1616	1229	0,4	5,1
VE3b Rakennusvaihe	394	394	0,1	1,6	2249	1605	0,6	6,7	1349	983	0,4	4,1
VE1a Tuotantovaihe	435	432	0,1	1,8	2141	1476	0,6	6,2	1241	855	0,3	3,6
VE1b Tuotantovaihe	426	426	0,1	1,8	1827	1182	0,5	5,0	927	561	0,2	2,3
VE2a Tuotantovaihe	488	485	0,1	2,0	2102	1437	0,6	6,0	1202	815	0,3	3,4
VE2b Tuotantovaihe	472	472	0,1	2,0	1894	1250	0,5	5,2	994	628	0,3	2,6
VE3a Tuotantovaihe	393	389	0,1	1,6	2043	1378	0,5	5,8	1143	757	0,3	3,2
VE3b Tuotantovaihe	394	394	0,1	1,6	1736	1091	0,5	4,6	836	470	0,2	2,0
Sattasniemen plk	ha		%		ha		%		ha		%	
VE1a Rakennusvaihe					920		0,4		14		0,0	
VE2a Rakennusvaihe					952		0,4		45		0,0	
VE3a Rakennusvaihe					944		0,4		38		0,0	
VE3b Rakennusvaihe					940		0,4		33		0,0	
VE1-3ab Tuotantovaihe					919		0,4		12		0,0	

25.3.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisaikana on poronhoitoon kohdistuvien vaikutusten kannalta tärkeää, että porohoitoa koskevat rakenteet kaivoshankkeen osalta olisivat mahdollisimman valmiita ennen kuin kaivoksen rakentaminen alkaa. Erityisesti esteaitojen rakentaminen kaivosalueen ympärille tulee ajoittaa siten, että porojen pääsy kaivosalueelle sekä kaivokselle johtaville, työmaa- ja kaivoksen sisäisille tieosuuksille voidaan estää jo hankkeen rakentamisaikana, ja minimoida siten porovahingot sekä poronhoitajille aiheutuva lisätyö porojen paimentamisesta pois kielletyiltä alueilta.

Sakatin kaivosalueelle ja sen läheisyyteen sijoittuu Viiankiaavan tokkakunnalle tärkeitä porojen kuljetusreittejä, Kersilön erotusaita sekä Karjalankaarkon vasanmerkitsemisaita. Oraniemen paliskunnan kaivosalueen läheisyyteen sijoittuva poronhoidon infrastruktuuri on esitetty edellä (ks. Kuva 25-11, Kuva 25-12, Kuva 25-13). Kaikkien vaihtoehtojen osalta Kersilön erotusaidan eteläinen, Kuusivaaran alueelta kohti pohjoista lähtevä porojen kuljetusreitti sijoittuu arvioidulle kaivoksen voimakkaan häiriövaikutuksen alueelle. Kersilön erotusaita sijaitsee kaivosalueen pohjoisosassa. Kersilön erotusaita on purettava ja siirrettävä toisaalle ainakin siinä tilanteessa, jossa VE3 valittaisiin toteutettavaksi vaihtoehdoksi. Myös vaihtoehdon VE2 tilanteessa erotusaidan käyttö voi vaikeutua, mikäli kyseisen vaihtoehdon kaivoksen sisäänkäynnin läheisyys häiritsee porojen kuljettamista erotusaidan yhteydessä sijaitsevalle kokoamisalueelle ja varsinaiseen erotusaitaan.

Kaivosalueen kaakkoispuolella sijaitsevan Karjalankaarkon vasanmerkitsemisaidan ei arvioida jäävän kaivoksen voimakkaan tai lievän häiriövaikutuksen alueelle missään vaihtoehdossa, mutta kyseisen aidan käyttö voi vaikeutua rakentamisen myötä ja aidan siirtäminen voi tulla kyseeseen, mikäli porot häiriintyvät kaivosalueen läheisyydestä siinä määrin, että porojen kokoaminen ja siten myös aidan käyttö vaikeutuu merkittävästi.

Sakatin kaivoshankkeen rakentamisvaiheen aikaiset vaikutukset porotalouteen kohdistuvat suurelta osin samoihin tekijöihin kuin kaivoksen ollessa toiminnassa, minkä takia poronhoidollisia vaikutuksia käsitellään laajemmin kaivoksen seuraavassa toimintavaiheen aikaisten vaikutusten arvioinnissa.

25.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Sakatin kaivoshankkeen aiheuttamat poronhoitoon kohdistuvat vaikutukset kohdistuvat pääasiallisesti Oraniemen paliskuntaan ja erityisesti Viiankiaavan tokkakunnan alueeseen. Koko Oraniemen paliskunnan tasolla tarkasteltuna Sakatin kaivoshankkeen aiheuttamat vaikutukset ovat merkitykseltään tokkakunnan tasoa vähäisemmät, mutta epäsuorat vaikutukset voivat kuitenkin heijastua myös laajemmalle ja vaikuttaa koko paliskunnan poronhoidon kannattavuuteen mm. porotiheyden kasvaessa.

Sattasniemen paliskunnan osalta Sakatin kaivoksen aiheuttamien vaikutusten voidaan todeta olevan vähäisempiä, sillä esimerkiksi suoria laidunmenetyksiä ei paliskunnalle aiheudu kaivoksen sähkönsiirtolinjan vaatimia johtoalueiden laajentamisia lukuun ottamatta. Kaivoshankkeesta Sattasniemen poronhoitoon aiheutuvat haitat liittyvät lähinnä kaivokselta mahdollisesti paliskunnan puolelle kulkeutuvaan meluun ja pölyyn sekä lisääntyvään liikenteeseen, mikäli yhdystie (b-vaihtoehto) kaivokselle ohjataan vt 4:n kautta.

Vaikutukset porolaitumiin ja laidunten käyttöön

Kaivoshankkeen myötä poronhoidon häiriöalueiden osuus Oraniemen paliskunnan laidunalueista laajenee. Porolaidunten osalta huomattavinta haittaa kohdistuu erityisesti Viiankiaavan tokkakunnan syys- ja talvilaitumille, sillä Kuusivaaran ja Kitisen itärannoille sijoittuvat kuivat kangasmaat jäävät pois käytöstä tai joutuvat alttiiksi kaivostoimintojen aiheuttamille häiriövaikutuksille. Erityisesti kuivahkojen kangasmaiden alueille sijoittuvat syys- ja talvilaidunalueet ovat jo nykytilassaan suhteellisen vähäisiä kyseisen tokkakunnan ja laajemmin myös koko paliskunnan alueella, mikä tekee kyseisistä alueista kokonaisuudessaan alttiita haitallisille muutoksille.

Viiankiaavan tokkakunnan porojen elinpiirit sijoittuvat kevät- ja kesäkaudella Viiankiaavalle sekä suoaltaan reunamille, mikä voi Kuusivaaran lähialueella vaikuttaa erityisesti vasomiskaudella vaadinten häiriintyvyyteen. Kesälaidunten pinta-alallisten menetysten osalta kaivoshankkeen aiheuttamat suorat vaikutukset ovat kuitenkin vähäisiä, sillä laaja Viiankiaapa tarjoaa riittävästi kesäkauden ravintoa kaivostoiminnasta huolimatta.

Suorien laidunmenetysten ohella Viiankiaavan alueen porojen laidunten käyttö vaikeutuu tai estyy kokonaan kaivosinfrastruktuurin rakentamisen ja kaivoksen aiheuttamien mahdollisten häiriövaikutusten myötä. Poronhoidon laidunmenetysten ja laidunten käytön kannalta keskeiset erot hankevaihtojen välillä liittyvät kaivoksen sisäänkäynnin sijoittamiseen sekä silta- ja tielinjausvaihtoehtoihin. Kaikissa kaivoksen sisäänkäynnin ja yhdystien sijoittamista koskevissa vaihtoehdoissa erityisesti Viiankiaavan tokkakunnan poronhoitoon kohdistuvat vaikutukset ovat huomattavia. Yhdystien linjausten ja kaivoksen sisäänkäynnin sijoittamisvaihtoehtojen suhteen poronhoidolle kohdistuvat toiminnalliset haitat ovat sitä suuremmat, mitä laajemmalle alueelle kaivosinfrastruktuuri levittäytyy. Pelkästään pinta-alojen vertailun perusteella tapahtuva arviointi ei ole riittävä näkökulma poronhoitoon kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi, vaan arvioinnissa on otettava huomioon myös elinkeinon toimintamalli. Poronhoidon kannalta toimivin lähtökohta on kaivoksen rakenteiden sijoittaminen tiiviisti lähelle toisiaan, jotta laidunalueita ja kulkureittejä säilyisi mahdollisimman paljon eheinä ja laajoina kokonaisuuksina poronhoidon käytössä sekä alueet olisivat häiriötekijöiltään vähäisiä.

Vaikutukset poronhoitotyöhön ja elinkeinon taloudelliseen kannattavuuteen

Porohoitotyöhön kohdistuvat vaikutukset liittyvät erityisesti muutoksiin porotalouden kannattavuudessa lisäruokintatarpeen ja työmäärän lisääntymisen myötä sekä rakentamisen aikaisissa vaikutuksissa kuvattuihin porojen kuljetusreittien muuttumiseen Kuusivaaran alueella ja erotusaitojen käytön vaikeutumiseen.

Kaivoshanke voi aiheuttaa muutoksia poronhoidon kannattavuuteen erityisesti Viiankiaavan alueen poronhoidon osalta. Vaikutukset voivat näkyä myös paliskunnan tasolla, mikäli paikalliset vaikutukset heijastuvat laajemmalle alueelle esimerkiksi laidunpaineen siirtyessä Viiankiaavan alueelta muualle paliskuntaan tai työnjohdollisten ja tokkakuntien toiminnallisten aluerajojen muuttuessa. Kaivoshankkeen myötä Viiankiaavan tokkakunnalle aiheutuu porojen suosimien keskeisten loppukevään laitumien, vasomisalueiden sekä syys- ja talvilaidunalueiden suoria menetyksiä sekä muutoksia porojen laidunten käytössä, mikä voi vaikuttaa heikentävästi alueen tokkakunnan vasaprosenttiin sekä porojen teuraspainoihin, heikentäen poronhoidon taloudellista kannattavuutta.

Talvikauden laidunalueiden riittävyys ja jäkäläkankaiden saavutettavuus ovat elintärkeitä luonnonlaidunten käyttöön perustuvalle poronhoidolle. Talvilaidunalueiden kaventuminen ja pirstaloituminen johtavat jäljelle jäävien laidunten kulumiseen, jolloin porojen talviravintoa on tuettava lisäruokinnalla. Talvilaidunresurssien ja riittävän rauhallisten laidunmaiden väheneminen on keskeinen uhka

paikallisen tokkakunnan toiminnalle nykyisessä mittakaavassaan. Paikalliselle tokkakunnalle muodostuu lisäkustannuksia porojen talviruokintatarpeen kasvamisesta Kitisen jokivarren ja Kuusivaaran alueiden tärkeiden talvilaidunalueiden jäädessä osin tai kokonaan pois käytöstä sekä joutuessa alttiiksi kaivoksen häiriövaikutuksille. Riittämättömiksi arvioidut talvilaidunalueet voivat johtaa myös Oraniemen paliskunnan suurimman sallitun eloporomäärän pienentämiseen, jolloin kaivoshankkeen aiheuttamat paikalliset vaikutukset heijastuvat koko paliskunnan poronhoitoon ja voivat vaikuttaa poronhoidon kannattavuuteen myös paliskunnan tasolla.

Lisätyötä poronhoitajille voi aiheutua Kuusivaaran tehdasalueen rajaavan esteaidan rakentamisesta ja ylläpitämisestä, vaikka kaivosyhtiö huolehtii aidan rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvistä kustannuksista.

Pölyn kulkeutuminen Sattasniemen paliskunnan puolelle on hankkeesta laadittujen pölymallinnusten (AONA Environmental 2020) perusteella mahdollista, mutta pitoisuustasot ovat vuositasolla melko matalia. Kuivaläjitystekniikalla toteutettavissa kaivoksen a-vaihtoehdoissa sekä vaihtoehdossa VE3b (märkäläjitys) pölylaskeuma voi ulottua Kitisen länsirannalle Myllymaan-Hietakankaan alueelle, jossa sijaitsee Sattasniemen paliskunnan osakkaiden heinän- ja rehuntuotantoon hyödyntämiä peltoalueita. Pölylaskeumalla voi olla lieviä kielteisiä vaikutuksia esimerkiksi peltoalueilla tuotettavan ravinnon laadun tai maittavuuden osalta.

Keskeinen poronhoidon kannattavuuteen vaikuttava tekijä on myös porokolarit, jotka verottavat poronhoidosta saatavaa tuottoa ja jotka voivat lisääntyä kaivoksen myötä kasvavien liikennemäärien vuoksi. Kasvavan porokolaririskialueen muodostumiseen vaikuttaa hankkeen yhdystien vaihtoehto. Yhdystien a-vaihtoehdossa vaikutus kohdistuisi lähinnä Oraniemen paliskuntaan, kun taas b-vaihtoehdossa liikenteestä muodostuvia vaikutuksia kohdistuisi myös Sattasniemen paliskuntaan vt 4:n liikennemäärien lisääntyessä.

Vaikutukset poronhoidon sosiaalisiin ja kulttuurisiin tekijöihin

Poromiehille ja heidän perheilleen poronhoito on elinkeinon ohella elämäntapa, joka rytmittää elämää vuodenaikojen mukaisesti ja jonka ympärille sosiaalinen yhteisö usein rakentuu. Oraniemen paliskunnan toiminta perustuu nykytilassa työnjohdollisiin ja tokkakunnittain rajautuneisiin alueisiin. Kaivoshankkeen aiheuttamat sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset koskevat erityisesti Viiankiaavan alueella porojaan hoitavaa tokkakuntaa, joka käsittää noin 4–5 poromiestä ja 350-450 poroa. Sosiaaliset vaikutukset korostuvat erityisesti silloin, jos poronhoito vaikeutuu tai estyy niin, että poronomistaja joutuu siirtämään porokarjan kokonaan tai osittain toiselle alueelle tai luopumaan elinkeinostaan esimerkiksi maankäyttöhankkeesta johtuvien laidunmenetysten takia. Poronhoitajien väheneminen paliskunnassa voi aiheuttaa vuodenaikoihin sidottujen poronhoitotöiden, kuten syksyisten poroerotusten, viivästymistä, mikäli työvoimaa ei ole saatavilla tarpeeksi sekä lisätä työn kuormittavuutta heikentäen elinkeinon parissa työskentelevien hyvinvointia.

Sakatin kaivoksen elinkaaren on mineraalivarantojen määrän perusteella arvioitu olevan yli 20 vuotta. Laajemmasta perspektiivistä tarkasteltuna kaivostoiminnan voidaan ajatella olevan vaikutuksiltaan väliaikainen haitta, sillä kaivoksen elinkaari on rajallinen. Kulttuurillisten vaikutusten merkittävyyden arvioinnin osalta on kuitenkin huomioitava, että poronhoidon toimintamahdollisuuksia heikentävien maankäyttöhankkeiden ja maankäytön muutosten alueellinen kumuloituminen yhden sukupolven kattavan ajanjakson aikana voi johtaa poronhoidon päättymiseen suvussa tai laajemmin tietyllä alueella. Historiallisen jatkumon katkeamisen seurauksena poronhoitoon liittyvien tietojen, taitojen ja perinteiden herättäminen takaisin henkiin voi olla vaikeaa, mikä tukahduttaa luontaiselinkeinojen elinvoimaisuutta ja jatkuvuutta.

25.3.4 Sulkemisen vaikutukset

Kaivostoiminnan päättymisen jälkeen porojen käyttämissä reiteissä voi tapahtua muutoksia. Kaivosalueen kasvillisuuden palautuminen kestää vuosia ja ennen sitä poroille on alueella heikosti ravintoa tarjolla. Kaivostoiminnan päättyessä porot ja poronhoito ovat tottuneet kaivoksen rakentamisen myötä muuttuneisiin elin- ja toimintaympäristöihin. Kaivostoimintaa edeltäneen laidunkierron ja poronhoidon rakenteiden palauttaminen on alueella sulkemisen jälkeen vähitellen mahdollista, mutta onnistuakseen se vaatii aikaa, seurantaa ja mahdollisia sopeuttamistoimenpiteitä poronhoidon käytäntöihin.

25.3.5 Muusta maankäytöstä aiheutuvat kumulatiiviset vaikutukset

Keskeisin Sakatin kaivoshankkeen kanssa yhteisvaikutuksia aiheuttava maankäytön tekijä Oraniemen paliskunnan alueella on Kevitsan kaivos. Kevitsan häiriöalueen peittoalue (kaivosalue ja yhdystie Kitisen itärantaan saakka) kokonaisuudessaan (ml. kaivoksen yhdystie) on Luonnonvarakeskuksen tuottaman poronhoidon häiriöalueaineiston perusteella noin 1 425 hehtaaria. Voimakkaan häiriövaikutuksen alue kaivoksen ja yhdystien ympärillä on puolestaan 902 hehtaaria ja samat alueet rajaavan lievän häiriövaikutuksen alue 2 211 hehtaaria. Sakatin kaivoksen ollessa toiminnassa samanaikaisesti Kevitsan kaivoksen kanssa, tulevat kaivosten aiheuttamat vaikutukset kumuloitumaan, kun paikallinen tokkakunta menettää lisää laitumiaan ja muita poronhoidon kannalta tärkeitä alueitaan Sakatin kaivoksen rakentamisen alkaessa. Viiankiaavan tokkakunnan hyödyntämien alueiden toiminnallinen laajuus on kaventunut jo aiemmin työnjohtoalueen pohjoisosissa 2010-luvun alussa Kevitsan kaivoksen aloitettua toimintansa. Kevitsan kaivoksen sulkeutuminen vaikuttaisi positiivisesti Oraniemen paliskunnan ja erityisesti alueella toimivan Viiankiaavan tokkakunnan poronhoitoon, koska aikanaan sulkeutuminen palauttanee vähintään Luonnonvarakeskuksen luokituksen mukaisen voimakkaan ja lievän häiriövaikutuksen kattamat alueet poronhoidon käyttöön.

Sattasniemen paliskunnan kannalta Sakatin kaivoshankkeen ja Kevitsan kaivoksen yhteisvaikutukset liittyvät keskeisesti vt 4:n liikennemääriin, jotka lisääntyvät, mikäli kaivoksen yhdystien b-vaihtoehto toteutuisi. Liikennemäärien lisääntymisen myötä vt 4:n aiheuttama häiriövaikutus ja porokolaririski kasvaisivat.

Muita keskeisiä poronhoitoon vaikuttavia maankäyttöä muuttavia tekijöitä Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien alueella ovat metsätalous, infrastruktuurin rakentaminen (esim. tuulivoimapuistot, merkittävät liikenneyhteydet) ja matkailutoimintojen laajentuminen, jotka voivat aiheuttaa merkittäviä yhteisvaikutuksia poronhoidolle paikallisella ja alueellisella tasolla mm. pirstomalla ja kaventamalla porojen laidunalueita.

25.3.6 Vaikutusten merkittävyys

Edellä kuvattujen kaivoshankkeen aiheuttamien vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu kolmiportaisella asteikolla Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien sekä Viiankiaavan tokkakunnan tasoilla kussakin toteutusvaihtoehdossa. Arviointitaulukoissa merkintä (TK) kuvaa Viiankiaavan tokkakuntaa ja ilman TK-merkintää arvio käsittää koko Oraniemen paliskunnan.

Vaikutusten merkittävyyden arviointi on esitetty porojen laidunalueiden, porojen laidunten käytön, poronhoitotyön ja elinkeinon kannattavuuden sekä sosiaalisten ja kulttuuristen vaikutusten osalta erikseen.

Sattasniemen paliskunnan osalta vaikutusten merkittävyyttä ei ole kuvattu arviointitaulukoissa, koska porojen laidunalueiden, porojen laidunten käytön sekä sosiaalisten ja kulttuuristen vaikutusten osalta

tunnistettuja merkittäviä vaikutuksia ei arvioinnissa todettu. Poronhoitotyön ja elinkeinon kannattavuuden osalta kaivoshankkeen vaikutukset Sattasniemen paliskunnassa on arvioitu suuruudeltaan pieniksi vaihtoehdoissa VE1-3a ja kohtalaiseksi vaihtoehdoissa VE1-3b. Merkittävyydeltään kielteiset vaikutukset poronhoitotyön ja elinkeinon kannattavuuteen ovat tällöin vaihtoehdoissa ***VE1-3a vähäisiä*** ja vaihtoehdoissa ***VE1-3b kohtalaisia***.

Kaivoshankkeen voimajohdon vaikutukset poronhoidolle on tarkasteltu voimajohtoa koskevassa erillisselvityksessä, eikä sen vaikutuksia (mm. laidunalueiden muutokset) ole huomioitu kaivoksen vaikutuksien merkittävyyden arvioinnissa.

Sakatin kaivoshankkeen aiheuttamat poronhoidolliset vaikutukset ovat suunnaltaan kielteisiä, lukuun ottamatta sivutoimisten poronhoitajien mahdollista myönteistä työllistyvyysvaikutusta kaivoshankkeen myötä. Kestoltaan vaikutusten voidaan arvioida olevan Viiankiaavan tokkakunnan poronhoidon näkökulmasta pääsääntöisesti suhteellisen pitkäaikaisia, sillä kaivoksen arvioitu elinkaari käsittää yhden sukupolven ja esimerkiksi jäkäläkankaiden palautuminen luonnontilaan on hidas prosessi. Poronhoitoelinkeinon historialliseen jatkumoon peilattuna haitallisten vaikutusten kesto on puolestaan nähtävä väliaikaisena haittana, joka sijoittuu maantieteellisesti pienelle alueelle suhteessa koko paliskuntaan ja poronhoitoalueeseen.

Taulukko 25-5 Vaikutukset porojen laidunalueisiin. Merkintä (TK) kuvaa Viiankiaavan tokkakunnan tasolla tehtyä vaikutusarviointia ja ilman TK-merkintää arvio käsittää koko paliskunnan.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys	VE3a, VE3b	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b		VE0			
Suuri herkkyys	VE1a (TK), VE1b (TK), VE2a (TK), VE2b (TK), VE3a (TK), VE3b (TK)						

Taulukko 25-6 Vaikutukset porojen laidunten käyttöön. Merkintä (TK) kuvaa Viiankiaavan tokkakunnan tasolla tehtyä vaikutusarviointia.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys							
Suuri herkkyys		VE1a (TK), VE1b (TK), VE2a (TK), VE2b (TK), VE3a (TK), VE3b (TK)	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0			

Taulukko 25-7 Vaikutukset poronhoitotyöhön ja elinkeinon kannattavuuteen. Merkintä (TK) kuvaa Viiankiaavan tokkakunnan tasolla tehtyä vaikutusarviointia.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys	VE3a	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b		VE0			
Suuri herkkyys	VE1a (TK), VE1b (TK), VE2a (TK), VE2b (TK), VE3a (TK), VE3b (TK)			VE0			

Taulukko 25-8 Vaikutukset poronhoidon sosiaalisiin ja kulttuurisiin tekijöihin. Merkintä (TK) kuvaa Viiankiaavan tokkakunnan tasolla tehtyä vaikutusarviointia.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

		Suuruus						
		Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Herkkyys	Vähäinen herkkyys							
	Kohtalainen herkkyys			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	VE0			
	Suuri herkkyys		VE1a (TK), VE2a (TK), VE2b (TK), VE3a (TK), VE3b (TK)	VE1b (TK)	VE0			

25.4 Yhteenveto vaikutuksista ja niiden merkittävyydestä

Selvityksen perusteella Sakatin kaivoshankkeen aiheuttamat vaikutukset alueen paliskuntien poronhoitoon ovat kielteisiä ja niiden merkittävyys vaihtelee eri tarkastelutasoilla (paliskunta, tokkakunta). Poronhoidollisten vaikutusten arvioiminen etukäteen on haastavaa, sillä ympäristössä ja porojen käyttäytymisessä tapahtuvia muutoksia ei voida arvioida kattavasti ja täysin varmasti etukäteen, vaan todelliset vaikutukset ovat nähtävissä vasta kaivostoiminnan käynnistyttyä.

Oraniemen paliskunnan poronhoidon osalta kaivoshankkeen vaikutukset ovat merkittävät ja kohdistuvat kaikkiin poronhoidon ulottuvuuksiin. Kaivoshankkeen toteutuminen aiheuttaisi Oraniemen paliskunnalle suoria laidunalueiden menetyksiä kaikissa toteutusvaihtoehdoissa noin 0,1 % paliskunnan maa-alasta sekä epäsuoria laidunaluemenetyksiä häiriöalueiden myötä. Rakentamisen aikana alkava työkoneiden ja muun liikenteen aiheuttama kaivosalueen välttäminen jää Kuusivaaran tehdasalueen osalta pysyväksi ja porojen on kaivoksen myötä totuttava käyttämään muita alueita Kuusivaaran tehdasalueen ulkopuolella. Kaivosalueen lisääntyvä liikenne aiheuttaa häiriötä porojen laidunnukselle myös varsinaista tehdasaluetta laajemmalla alueella. Kaivoshankkeen aiheuttamat kielteiset poronhoidolliset vaikutukset kohdistuisivat erityisesti Viiankiaavan tokkakuntaan, jonka porojen laidunalueelle kaivoshanke sijoittuu. Koko paliskunnan tasolla vaikutusten arvioidaan puolestaan olevan vähäisempiä, sillä kaivosalue kattaa vain pienen osan (noin 0,1 %) paliskunnan pinta-alasta.

Viiankiaavan tokkakunnan kannalta eri kohteisiin liittyvien vaikutusten on arvioitu olevan suuria ja näkyvän poronhoitoelinkeinon eri tasoilla muun muassa laajoina laidunalueiden menetyksinä, elinkeinon kannattavuuden laskuna, poronhoitotöiden vaikeutumisena sekä mahdollisesti elinkeinonharjoittajien vähentymisenä. Talvilaidunresurssien ja riittävän rauhallisten laidunmaiden väheneminen

on keskeinen riski paikallisen tokkakunnan toiminnalle nykyisessä mittakaavassaan. Vaikutus korostuu, jos Sakatin kaivoksen rakentaminen käynnistyy yhtä aikaa Kevitsan ollessa toiminnassa, sillä molemmat kaivokset sijoittuisivat tokkakunnan tärkeille syys- ja talvilaidunkankaille.

Voimakkuudeltaan suurten ja myös kohtalaisten vaikutusten osalta on huomioitava, että ne voivat aiheuttaa vaikutuskohteen mukaan, joko yksinään tai yhdessä muiden vaikutusmekanismien kanssa, PHL (848/1990) 2.2 §:ssä tarkoitetun huomattavuuskynnyksen ylittymisen. Huomattavuuskynnyksen ylittyminen voi tulla kyseeseen myös muiden maankäytönmuotojen aiheuttamien kumulatiivisten vaikutusten takia. Poronhoitoa on tarkasteltava toiminnallisena kokonaisuutena, jossa yksittäiset osatekijät vaikuttavat elinkeinon toimintamahdollisuuksiin ja elinvoimaisuuteen. Todennäköisten haittavaikutusten lieventämiseksi haittakynnyksen alapuolelle kaivoksen toteuttamisessa olisi ensisijaisesti valittava poronhoidolle vähiten haittaa aiheuttava vaihtoehto ja häiriöitä aiheuttavat kaivoksen rakennustyöt olisi ajoitettava poronhoitovuoden mukaisesti sopiviin ajankohtiin. Kaivoshankkeen toteutuksessa haitallisten vaikutusten lieventämiskeinoja tulisi toteuttaa suunnitelmallisesti ja poronhoitajien asiantuntemusta hyödyntäen, jolloin poronhoitoon kohdistuvia vaikutuksia voidaan ehkäistä riittävästi paikallisen poronhoitotoiminnan turvaamiseksi. Lievennystoimien suunnittelu ja toteutus on hyvä tehdä ajoissa, jotta porot ehtivät tottua muutoksiin ennen kaivoksen rakentamista. Osana lievennystoimien suunnittelua tulee järjestää PHL 53 §:n mukaisia neuvotteluja hankkeen suunnittelun eri vaiheissa yhteisten toimintatapojen sopimiseksi ja käyttöönottamiseksi. Neuvottelut on hyvä ajoittaa suunnitteluvaiheen aikatauluun verrattuna mahdollisimman varhaiseen vaiheeseen, jotta siinä esiin nousevat asiat voidaan huomioida jatkosuunnittelussa.

Oraniemen ja Sattasniemen paliskuntien poronhoidon kannalta toimivin Sakatin kaivoshankkeen vaihtoehdoista olisi nollavaihtoehto (VE0) eli tilanne, jossa kaivoshanketta ei toteuteta. Tällöin poronhoitoon ei kohdistuisi haittavaikutuksia kyseisen kaivoshankkeen osalta. Kaikki muut vaihtoehdot VE1, VE2 ja VE3 aiheuttavat alueen porotaloudelle merkittäviä laidunmenetyksiä sekä muita taloudellisia ja toiminnallisia haittavaikutuksia.

Oraniemen paliskunnan ja Viiankiaavan tokkakunnan poronhoidon kannalta toimivin toteutettava olisi vaihtoehto VE1b. Kyseisessä vaihtoehdossa poronhoitoon kohdistuvat vaikutukset olisivat kokonaisuudessaan vähäisimmät Viiankiaavan tokkakunnan poronhoidon kannalta, sillä kaivosinfrastruktuuri sijoitettaisiin mahdollisimman pienialaiselle alueelle Kuusivaaraan ja Kitisen varteen sekä sen aiheuttamat pinta-alalliset laidunmenetykset olisivat toiseksi pienimmät. Tokkakunnan nykyiset syys- ja talvilaidunalueet sekä kulkureitit Kitisen rantamailla jäisivät siis mahdollisimman laajasti poronhoidon käyttöön ja häiriövaikutusalueiltaan vähäisimmiksi.

Oraniemen paliskunnan poronhoidon kannalta epäedullisin olisi vaihtoehto VE3a, sillä kaivoksen pääsisäänkäynnin kaukaisen sijoittumisen takia suorat laidunmenetykset sekä häiriövaikutusalueet ulottuvat laajimmalle kyseisessä vaihtoehdossa sekä lisäksi Kersilön erotusaita olisi purettava tai ainakin siirrettävä toisaalle, koska kaivoksen sisäänkäynti sijoitettaisiin sen läheisyyteen.

Sattasniemen paliskunnan poronhoidon osalta vaihtoehtojen väliset eroavaisuudet ovat tehdasalueen sijoittelun osalta vähäiset, koska mikään vaihtoehdoista ei aiheuta suoria laidunaluemenetyksiä tai muutoksia poronhoitotyöhön kyseisen paliskunnan alueella lukuun ottamatta kaivoksen voimajohdon rakentamisesta johtuvaa voimalinja-alueen leventämistä, mikä voi kaventaa luppolaidunalueita. Kaivoksen yhdystien osalta toimivin olisi a-vaihtoehto, koska tällöin Sakatin kaivosliikenne ei kulkisi vt 4:ää pitkin Sattasniemen paliskunnan puolella, mikä vähentäisi porokolarien ja muiden liikenneonnettomuuksien todennäköisyyttä. Rikastushiekan läjityksen osalta parempi ratkaisu olisi kuitenkin b-vaihtoehdon mukainen märkäläjitystekniikka, jolloin pölykulkeuma Sattasniemen paliskunnan puolelle olisi mahdollisimman vähäinen.

25.5 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Vaikutusten lieventämisessä keskeisessä asemassa on todennäköisten vaikutusten ja niiden merkittävyyden ennakointi, lieventäminen, vaikutusten seuranta sekä oikeudenmukaisten periaatteiden noudattaminen haittoja kompensoitaessa. Olennaista poronhoitoon kohdistuvien vaikutusten lieventämisessä on valita jo lähtökohtaisesti kaivoshankkeen toteutustavaksi sellainen vaihtoehto, jonka arvioidaan aiheuttavan vähiten haittaa elinkeinon harjoittamiselle toiminnalliselta kannalta. Kaivoksen rakentamisvaiheessa rakentamistoimet olisi yleisesti pyrittävä ajoittamaan siten, että melua ja visuaalista häiriötä poroille aiheuttavat toimenpiteet suoritettaisiin etenkin vasomiskauden ulkopuolella ja muulloin kuin aikoina, jolloin poroja kootaan kesän vasanleikkoa tai syyskauden erotuksia varten rakentamisalueen läheisyydessä.

Tärkein yksittäinen lievennyskeino on kaivosyhtiön ja paliskuntien välinen avoin vuoropuhelu sekä asioista sopiminen koko kaivoksen elinkaaren ajan. Taulukossa Taulukko 25-9on esitetty yhteenveto lievennyskeinoista, joilla vaikutusarviossa tunnistettuja kaivoshankkeen mahdollisia haittavaikutuksia voidaan lieventää.

Taulukko 25-9 Yhteenveto Sakatin kaivoshankkeen poronhoidolle aiheuttamien haittavaikutusten lieventämiskeinoista vaikutustyypin mukaisesti luokiteltuna.

Vaikutusten kohde	Keinoja haitan lieventämiseksi
Porojen laidunalueet	• Talvikauden ruokinnan lisääminen, uudelleenjärjestely ja näistä aiheutuvien kustannusten kompensointi • Kulkureittien järjestely (mm. ohjausaidat, riistasillat) • Porojen määrän vähentäminen laidunalojen kaventuessa • Melu- ja näköesteet sekä suojakasvillisuuden jättäminen kaivosinfran/ laidunten välille
Porojen laidunten käyttö	• Kulkureittien järjestely (mm. ohjausaidat, riistasillat) • Korvaavat alueet (esim. Kevitsan sulkeutuminen) • Melu- ja näköesteet sekä suojakasvillisuuden jättäminen kaivosinfran/ laidunten välille • Pölyn hallinta ja vähiten pölyämistä aiheuttavien toimintatapojen valinta
Poronhoitotyö ja elinkeinon kannattavuus	• Talvikauden ruokinnan lisääminen, uudelleenjärjestely ja näistä aiheutuvien kustannusten kompensointi • Vähiten haittaavan VE1b:n valinta • Erotusaitojen ja muun poronhoidon infrastruktuurin rakenteiden siirtäminen, kompensaatiot • Kuljetusreittien suunnittelu uudelleen • Kattavat este- ja laidunaidat kaivosalueen ympärille, aitojen kunnossapito ja veräjien kiinni pitäminen yhteisvastuullisesti. Kustannusten kompensointi • Tiivis yhteistyö paliskuntien ja kaivosyhtiön välillä
Sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset	• Vähiten haittaavan VE1b:n valinta • Haittojen kompensointi • Kattavat este- ja laidunaidat kaivosalueen ympärille, aitojen kunnossapito ja veräjien kiinni pitäminen yhteisvastuullisesti. Kustannusten kompensointi • Porovahinkojen ja lisääntyneen poronhoitotyön korvaaminen • Turvallisuuden parantaminen hyvällä liikennesuunnittelulla (nopeusrajoitukset ja -valvonta, näkemäalueet) • Tiivis yhteistyö paliskuntien ja kaivosyhtiön välillä. Yhteydenpito ja turvallisuusperehdytys

26 VAIKUTUKSET ALUETALOUTEEN

26.1 Vaikutusten arvioinnin toteutus

26.1.1 Vaikutusten muodostuminen ja tarkastelualue

Kaivostoiminnalla on suoria ja välillisiä talousvaikutuksia paikallisesti, alueellisesti, valtakunnallisesti ja kansainvälisesti. Sakatin kaivoksen aikaansaamia suoria vaikutuksia ovat kaivostoiminnan myötä lisääntyvä työllisyys, palkansaajakorvaukset, kokonaistuotos, arvonlisäys, investoinnit ja maksettavat verot.

Suorien vaikutusten lisäksi Sakatin kaivoshanke lisää kerrannaisvaikutuksia eli kysyntää lukuisilla muilla toimialoilla. Tuotannon kerrannaisvaikutuksia ovat vaikutukset, jotka ovat seurausta Sakatin kaivoksen toiminnasta. Kaivostoiminta tarvitsee muilta toimialoilta tuotteita ja palveluita kuten esimerkiksi kemikaaleja, polttoaineita, sähköä, huolto- ja korjauspalveluja, koneita ja laitteita jne.

Suorien ja tuotannon kerrannaisvaikutusten lisäksi aluetaloudellisia vaikutuksia ovat suorien työllisyysvaikutusten ja palkansaajakorvausten lisääntymisen kautta syntyvä uusi kulutus ja sen edellyttämän tuotannon ja palveluiden kerrannaisvaikutukset.

Aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu Sakatin kaivoksen suoria aluetaloudellisia vaikutuksia, tuotannon kerrannaisvaikutuksia ja suunnitelluista toiminnoista syntyvän kulutuksen kerrannaisvaikutuksia Sodankylässä, muualla Lapin maakunnan alueella ja muualla Suomessa. Vaikutuksia syntyy hankkeen elinkaaren eri vaiheissa (tutkimus- ja suunnitteluvaihe, rakentamisvaihe, toimintavaihe ja sulkemisvaihe).

26.1.2 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vaikutukset aluetalouteen on esitetty keväällä 2019 valmistuneiden selvitysten tulosten pohjalta. Sakatin kaivoshankkeen vaikutuksia aluetalouteen on tarkasteltu kolmessa erillisessä selvityksessä:

- Gaia Consulting Oy 2019. Aluetalousvaikutusten arviointi. Raportti 29.1.2019.
- Ramboll Finland Oy 2020a. Sakatin aluetalousvaikutukset paikallisesti, alueellisesti ja kansallisesti. Aluetalousvaikutusten arviointi - raportti 23.10.2020
- Ramboll Finland Oy 2019e. Sakatin kaivoksen synnyttämä cleantech. Cleantech - vaikutukset 15.3.2019

Gaia Consulting Oy:n (2019) selvityksen tavoitteena on ollut havainnollistaa AASM:n kaivoshankkeen toteuttamisen tai toteuttamatta jättämisen vaikutuksia Sodankylän aluetalouteen sekä tuottaa vertailtavia arvioita kaivostoiminnan, matkailun, poronhoidon ja muiden olennaisten elinkeinojen aluetaloudellisista vaikutuksista Sodankylässä nyt ja lähitulevaisuudessa.

Arvioinnissa on käsitelty kolme vaihtoehtoista skenaariota, jotka sisältävät oletuksen AASM:n kaivoshankkeen toteuttamisesta ja Boliden Kevitsan toiminnan jatkumisesta seuraavasti:

- Skenaario A: Oletetaan, että Sakatin kaivoshanketta ei toteuteta, vaan suunnittelu- ja luvitusvaihe päättyy vuonna 2023. Samaan aikaan oletetaan, että Boliden Kevitsan tuotanto päättyy vuonna 2032.
- Skenaario B: Oletetaan, että Sakatin kaivoksen rakentamistyöt alkavat vuonna 2030 ja kestävät kolme vuotta. Sen jälkeen kaivos on toiminnassa vuodet 2033–2052, minkä jälkeen

on yhden vuoden kestävä sulkemisvaihe. Oletetaan myös, että Boliden Kevitsan tuotanto päättyy vuonna 2040.

- Skenaario C: Oletetaan, että Sakatin kaivoksen rakentamistyöt alkavat vuonna 2030 ja kestävät kolme vuotta. Sen jälkeen kaivos on toiminnassa vuodet 2033–2052, minkä jälkeen on yhden vuoden kestävä sulkemisvaihe. Samaan aikaan oletetaan, että Boliden Kevitsan tuotanto päättyy vuonna 2032.

Yksinkertaistetuilla skenaarioilla on kuvattu Sodankylän aluetalouden kehityksen mahdollisia ääripäitä Sakatin ja Kevitsan kaivosten suunnitelmien ja toiminnan vaikutusten osalta. Skenaariot antavat raamit pitkälle tulevaisuuteen ulottuvien arvioiden tekemiselle. Arvioinnissa ei ole otettu kantaa skenaarioiden todennäköisyyteen.

Arvioinnissa on tarkasteltu Sodankylän aluetaloudellisia vaikutuksia vuosina 2018-2053. Työssä käytetty arviointimenetelmä perustuu elinkeinonharjoittajien näkemykseen oman liiketoimintansa kehittymisestä. Elinkeinonharjoittajien arviot liikevaihdon, työvoiman ja investointien kehityksestä vuosina 2018–2053 skenaarioissa A ja B on koottu avoimella internet-kyselyllä. Aineistoa on täydennetty yrityshaastatteluin sekä toimialakohtaisten keskustelujen ja tapaamisten avulla. Vuodelta 2017 koottuja tietoja toteutuneesta kuntataloudesta ja liiketoiminnasta on käytetty tulevaisuuden arvioinnin lähtötasona. Vuosien 2018-2053 kehitystä on mallinnettu sodankyläläisiltä elinkeinonharjoittajilta ja kunnalta kerätyn aineiston perusteella.

Arviointiin on sisältynyt herkkyystarkastelu, jolla on tunnistettu ja tarkasteltu skenaarioihin liittyvien riskien realisoitumisen vaikutuksia. Herkkyystarkastelussa on arvioitu kaivosten sodankyläläisten työntekijöiden määrän, kaivosten työntekijöiden määrän ja kaivosten maksamien yhteisöverojen määrän muutoksen vaikutuksia aluetalouteen.

Ramboll Finland Oy:n (2020a) aluetalousvaikutusselvityksessä on arvioitu Sakatin kaivoksen suorat aluetaloudelliset vaikutukset, tuotannon kerrannaisvaikutukset ja suunnitelluista toiminnoista syntyvän kulutuksen kerrannaisvaikutukset Sodankylässä, muualla Lapin maakunnan alueella ja muualla Suomessa.

- *Suorat vaikutukset* ovat Sakatin kaivostoiminnan aikaansaamia vaikutuksia. Suorilla aluetaloudellisilla vaikutuksilla tarkoitetaan Sakatin kaivoksella ja rikastamolla syntyvää kokonaistuotosta, työllisyyttä, arvonlisäystä, palkansaajakorvauksia, investointeja, maksettavia veroja sekä bruttokansantuotetta.
- *Tuotannon kerrannaisvaikutukset* ovat vaikutuksia, jotka ovat seurausta Sakatin kaivoksen toiminnasta. Kaivostoiminta tarvitsee lukuisilta muilta toimialoilta tuotteita, palveluita ja raaka-aineita, jolloin muille toimialoille syntyy uutta kysyntää Sakatin kaivoksen seurauksena.
- *Kulutuksen kerrannaisvaikutukset* ovat Sakatin kaivostoiminnan seurauksena lisääntyvän työllisyyden ja palkansaajakorvausten myötä syntyvää uutta kulutusta ja sen edellyttämän tuotannon ja palveluiden edellyttämää uutta taloudellista toimintaa. Kulutuksen kerrannaisvaikutuksissa huomioidaan ihmisten kulutus paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla.

Taloudellisten vaikutusten arviointi on jaettu neljään Sakatin kaivoksen elinkaaren vaiheeseen: 1) tutkimus- ja suunnitteluvaihe, 2) rakentamisvaihe, 3) operointivaihe ja 4) sulkemisvaihe.

Aluetaloudelliset vaikutukset on mallinnettu resurssivirtamallilla, joka kuvaa toimialan tarkkuudella aluetaloutta kuvaavat muuttujat (kokonaistuotos, arvonlisäys, työllisyys, investoinnit, verot,

välituotekäyttö ja bruttokansantuote) nykytilanteessa ja ennustetilanteessa. Resurssivirtamalli on kehitetty panos-tuotos ajattelun perustalle ja se ilmaisee, miten raha- ja materiaalimääräiset resurssivirrat ohjautuvat alueen tuotantoon, toimialojen välillä välituotekäyttöön ja kulutukseen (yksityinen ja julkinen) sekä vientinä alueelta pois.

Sakatin kaivoksen aluetaloudellisten vaikutusten mallinnusta varten tarkastelualueelle on luotu alueellinen panos-tuotostaulukko 57 toimialan tarkkuudella. Työn lähtöaineisto on koottu tilastokeskuksen tilastoista, joita on täydennetty mm. Tullin, Elinkeinoelämän keskusliiton, Finnveran, Suomen Yrittäjät ry:n, Suomen Asiakastieto Oy:n, työ- ja elinkeinoministeriön, valtiovarainministeriön, Luonnonvarakeskuksen ja VAHTI-tietokannan tilastoista saaduilla aineistoilla. Lisäksi aineistoa on täydennetty ympäristöluvista, yritysten tilinpäätöstiedoista, tehdyistä energia- ja materiaalikatselmuksista, ympäristövastuuraporteista sekä muiden aikaisemmin tehtyjen tutkimusten, selvitysten ja asiantuntija-arvioiden tiedoilla.

Aluetaloudelliset vaikutukset on jaksotettu vuosittain ja elinkaaren eri vaiheittain. Kaikki euromääräiset mallinnukset ja laskennat on tehty käypiin hintoihin ja diskonttaamalla 3,5 %:n korkokannalla, mikä on yleisesti käytetty korkokanta mm. infrahankkeiden vaikutusten arvioinnissa. Ramboll Finland Oy:n selvityksessä on mallinnettu omana kokonaisuutena kaikki Sakatin kaivoksen elinkaaren vaiheet, jotka on jaksotettu vuoden 2019 alussa olleen tiedon mukaisesti seuraavasti:

- Nykytilanne,
- Tutkimus- ja suunnitteluvaihe 13 vuotta (2017-2029),
- Rakentamisvaihe 3 vuotta (2030-2032),
- Toimintavaihe 20 vuotta (2033-2052) ja
- Sulkemisvaihe 1 vuosi (2053).

Ramboll Finland Oy (2019e) on arvioinut myös Sakatin kaivoksen vaikutukset cleantech -liiketoiminnan liikevaihtoon, arvonlisäykseen ja työpaikkojen määrään Lapin maakunnassa ja koko Suomessa. Menetelmällisesti työ on jaettu kolmeen vaiheeseen: 1) Sakatin kaivoksen välittömät sekä välilliset alueelliset ja kansantaloudelliset vaikutukset resurssivirtamallin avulla, 2) Välillisten vaikutusten kohdentaminen Cleantech -liiketoimintaan tilastokeskuksen luokituksen mukaisesti ja 3) Cleantech -tunnusluvun laskenta.

26.1.3 Arvioinnin epävarmuustekijät

Sakatin kaivoshankkeen aluetaloudellisten kerrannaisvaikutusten suuruuteen vaikuttaa oleellisesti se, miten alueen yritykset pystyvät tarjoamaan tuotteitaan ja palvelujaan kaivoshankkeen elinkaaren eri vaiheissa. Yritystoiminnan kehittyminen on sidoksissa moniin yhteiskunnallisiin ja aluetalouden muutostekijöihin, joiden arviointi pitkällä tähtäimellä on vaikeaa.

Arviointimenetelmän ja käytetyn lähtöaineiston eroista johtuen Ramboll Finland Oy:n (2020a) ja Gaia Consulting Oy:n (2019) tekemät selvitykset eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia. Ramboll Finland Oy:n selvityksessä aluetaloudelliset vaikutukset on mallinnettu resurssivirtamallilla, jonka lähtöaineistona on käytetty pääosin Tilastokeskuksen tilastoja. Gaia Consulting Oy:n selvityksessä käytetty arviointimenetelmä perustuu elinkeinonharjoittajien näkemykseen oman liiketoimintansa kehittymisestä ja sen pohjalta tehtyyn kassavirtapohjaiseen mallinnukseen. Ramboll Finland Oy:n arvioissa on tarkasteltu ainoastaan Sakatin kaivoshankkeen vaikutuksia, kun taas Gaia Consulting Oy on arvioinut vaikutuksia kolmen skenaarion kautta, joissa on otettu huomioon myös Boliden Kevitsan kaivoksen vaikutukset aluetalouteen.

26.1.4 Vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruusluokan arviointi

Vaikutusten merkittävyyttä on arvioitu vaikutuskohteiden herkkyyden ja vaikutusten suuruuden perusteella.

Aluetalouden herkkyys on tässä vaikutusarviossa luokiteltu kolmeen luokkaan 1) vähäinen, 2) kohtalainen ja 3) suuri. Arvioinnissa käytetyt herkkyyskriteerit on esitetty Taulukko 26-1.

Taulukko 26-1 Vaikutuskohteen herkkyys; aluetalous.

Vähäinen	Alueella on mm. monipuolinen talousrakenne, alhainen työttömyys, kuntien tulot kasvussa, kasvava väestökehitys, monipuoliset julkiset ja yksityiset palvelut, uusien yritysten määrä kasvaa.
Kohtalainen	Alueella on mm. vakaa kuntatalous, tasapainoinen väestörakenne, vakaa työllisyystilanne ja riittävä palvelutarjonta.
Suuri	Alueella on mm. yksipuolinen talousrakenne, korkea työttömyys, kuntien tulot selvästi laskusuunnassa, väestömäärä vähenemässä nopeasti, rajallinen palvelutarjonta.

Muutoksen suuruus on määritelty voimakkuuden, maantieteellisen laajuuden ja keston perusteella. Muutos voi olla maantieteelliseltä laajuudeltaan paikallinen, alueellinen, valtakunnallinen tai kansainvälinen. Ajalliselta kestoltaan muutos voi olla lyhytaikainen, pitkäaikainen tai pysyvä. Muutos voi olla suuruudeltaan pieni, keskisuuri tai suuri ja suunnaltaan kielteinen tai myönteinen. Arvioinnissa käytetyt vaikutuksen suuruuden kriteerit on esitetty Taulukko 26-2.

Aluetaloudellisten vaikutusten suuruutta on arvioitu vertaamalla muutosta nykytilaan ja arvioimalla muutoksen vaikutusta erityisesti Sodankylän ja Lapin aluetaloutta kuvaaviin muuttujiin (kokonaistuotos, arvonlisäys, työllisyys, investoinnit ja verot) hankkeen eri vaiheissa (tutkimus- ja suunnitteluvaihe, rakentamisvaihe, toimintavaihe ja sulkemisvaihe). Aluetaloudellisten vaikutusten suuruuden määrittely perustuu Gaia Consulting Oy:n ja Ramboll Finland Oy:n laatimiin selvityksiin.

Taulukko 26-2 Muutoksen voimakkuus ja suunta; aluetalous.

Suuri kielteinen	Erittäin suuri vähennys alueen kokonaistuotoksessa, arvonlisäyksessä, työllisyydessä, investointeissa ja verotuloissa. Muutokset ovat erittäin pitkäaikaisia (yli 20 vuotta) tai pysyviä. Muutokset voivat olla myös lyhytaikaisia (alle 5 vuotta), mutta vuositasolla erittäin suuria.
Keskisuuri kielteinen	Suuri vähennys alueen kokonaistuotoksessa, arvonlisäyksessä, työllisyydessä, investointeissa ja verotuloissa. Muutokset ovat pitkäaikaisia (yli 10 vuotta), mutta eivät pysyviä. Muutokset voivat olla myös lyhytaikaisia (alle 5 vuotta), mutta vuositasolla suuria.
Pieni kielteinen	Pieni vähennys alueen kokonaistuotoksessa, arvonlisäyksessä, työllisyydessä, investointeissa ja verotuloissa. Muutokset ovat lyhytaikaisia (alle 5 vuotta). Muutokset voivat olla myös pitkäaikaisia (yli 10 vuotta), mutta vuositasolla pieniä.
Ei vaikutusta	Ei juurikaan muutoksia aluetaloutta kuvaavissa muuttujissa (kokonaistuotos, arvonlisäys, työllisyys, investoinnit ja verot)

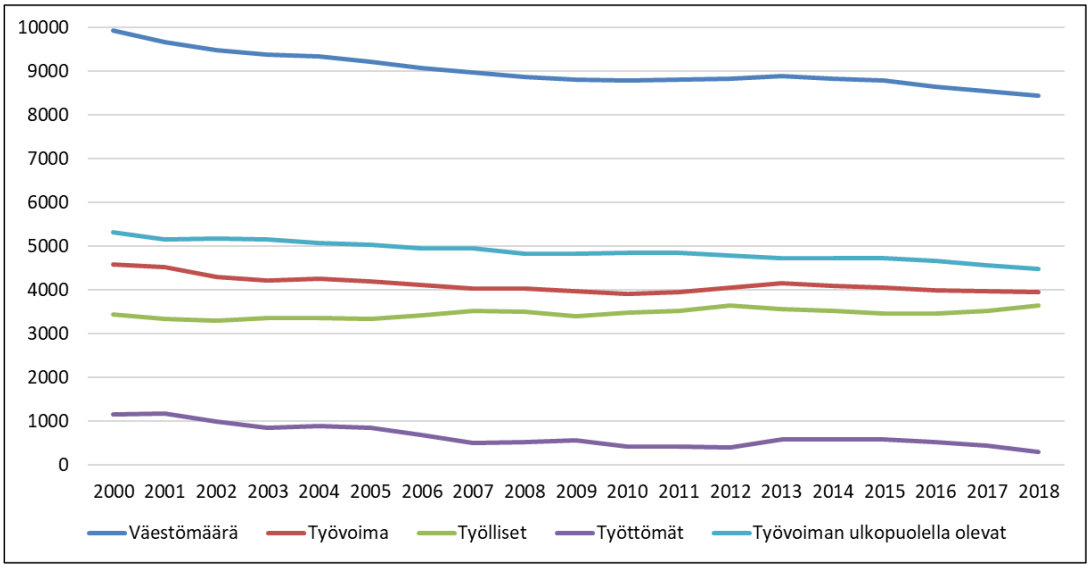
Pieni myönteinen	Pieni lisäys alueen kokonaistuotoksessa, arvonlisäyksessä, työllisyydessä, investointeissa ja verotuloissa. Muutokset ovat lyhytaikaisia (alle 5 vuotta). Muutokset voivat olla myös pitkäaikaisia (yli 10 vuotta), mutta vuositasolla pieniä.
Keskisuuri myönteinen	Suuri lisäys alueen kokonaistuotoksessa, arvonlisäyksessä, työllisyydessä, investointeissa ja verotuloissa. Muutokset ovat pitkäaikaisia (yli 10 vuotta), mutta eivät pysyviä. Muutokset voivat olla myös lyhytaikaisia (alle 5 vuotta), mutta vuositasolla suuria.
Suuri myönteinen	Erittäin suuri lisäys alueen kokonaistuotoksessa, arvonlisäyksessä, työllisyydessä, investointeissa ja verotuloissa. Muutokset ovat erittäin pitkäaikaisia (yli 20 vuotta) tai pysyviä. Muutokset voivat olla myös lyhytaikaisia (alle 5 vuotta), mutta vuositasolla erittäin suuria.

26.2 Nykytila

26.2.1 Väestö ja työvoima

Sodankylän väestömäärä oli vuoden 2018 lopussa 8 444 asukasta. Vuosina 2000-2018 väestömäärä väheni 1 478 asukasta (-14,9 %). Samalla ajanjaksolla myös työvoiman määrä väheni 642 henkilöä (-14,0 %). Vuodesta 2007 lähtien työvoiman määrä on kuitenkin pysynyt vakaana ja ollut keskimäärin 4 000 henkilöä. Sodankylän työllisten määrä oli vuoden 2018 lopussa 3 641 henkilöä. Vuosina 2000-2018 työllisten määrä lisääntyi 198 henkilöä (+6 %). Samalla ajanjaksolla työttömien määrä väheni 840 henkilöä (-73 %). Työvoimarakennetta on havainnollistettu alla (Kaavio 26-1). (Tilastokeskus 2020a.)

Kaavio 26-1 Sodankylän työvoimarakenne aikavälillä 2000-2018. (Tilastokeskus 2020a)

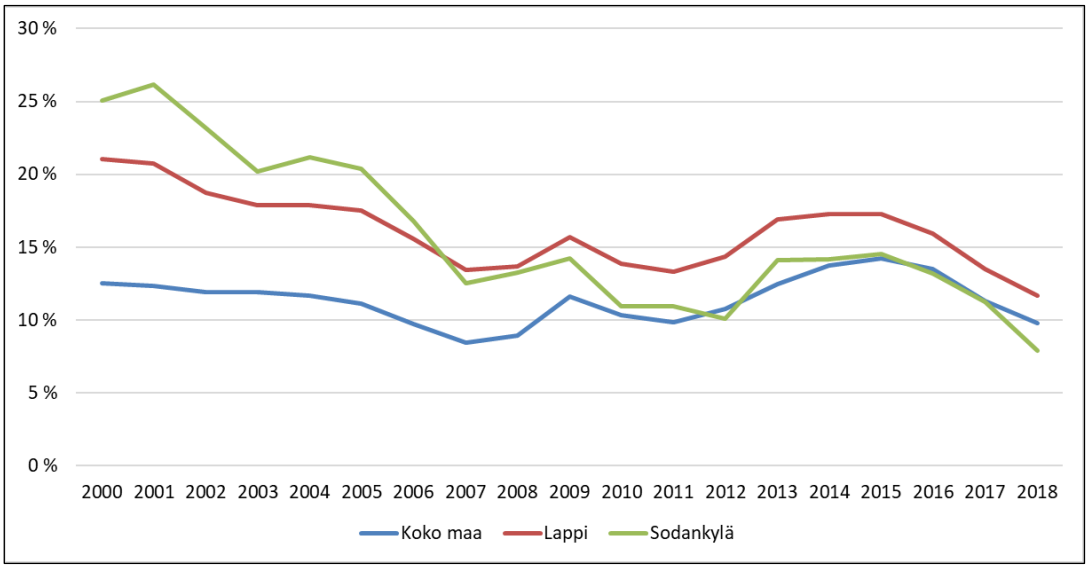


26.2.2 Työllisyys

Työttömien osuus työvoimasta laski Sodankylässä 25 prosentista 10 prosenttiin vuosina 2000-2012. Vuoden 2012 jälkeen työttömien osuus työvoimasta kohosi vuoteen 2015, jolloin työttömien osuus

työvoimasta oli 15 %. Sen jälkeen työttömien osuus on laskenut niin, että osuus oli vuonna 2016 noin 13 %, vuonna 2017 noin 11 % ja vuonna 2018 noin 8 %. Työttömien osuuden kehitys on noudattanut vastaavaa trendiä kuin muualla Lapin maakunnassa sekä valtakunnallisella tasolla. Vuonna 2018 työttömien osuus työvoimasta oli Sodankylässä alhaisempi (8 %) kuin koko maassa (10 %) ja Lapin maakunnassa keskimäärin (12 %). Kaavio 26-2 on havainnollistettu työttömien osuutta työvoimasta kuvaajien avulla. (Tilastokeskus 2020a.)

Kaavio 26-2 Työttömien osuus työvoimasta Sodankylässä (vihreä), Lapissa (punainen) ja koko maassa (sininen) vuosina 2000-2018. (Tilastokeskus 2020a)

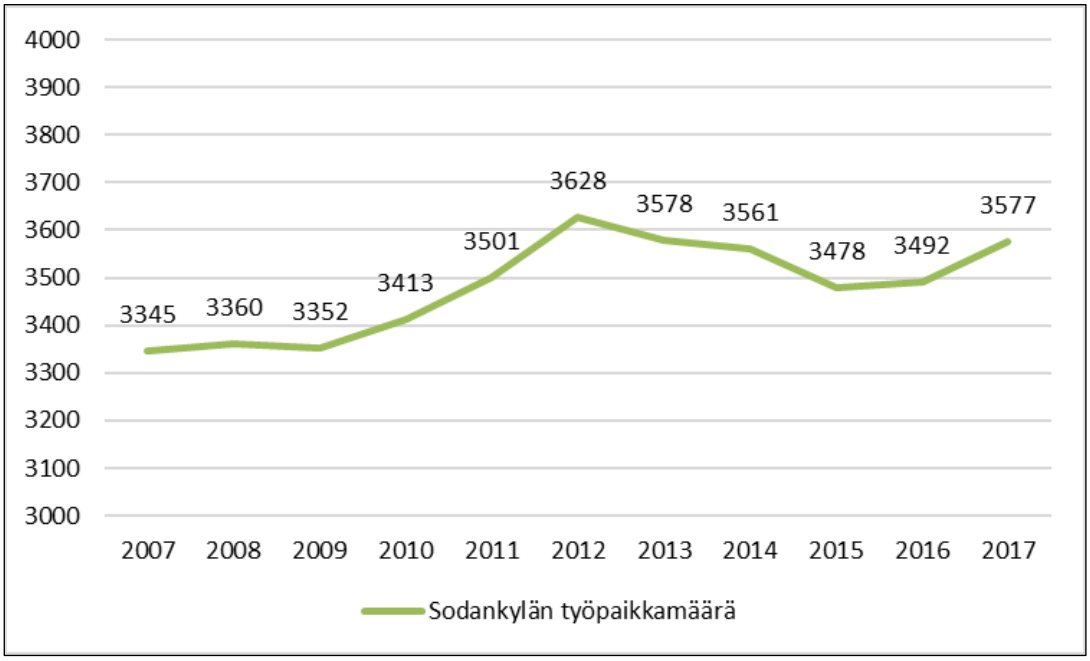


26.2.3 Työpaikat ja aluetalous

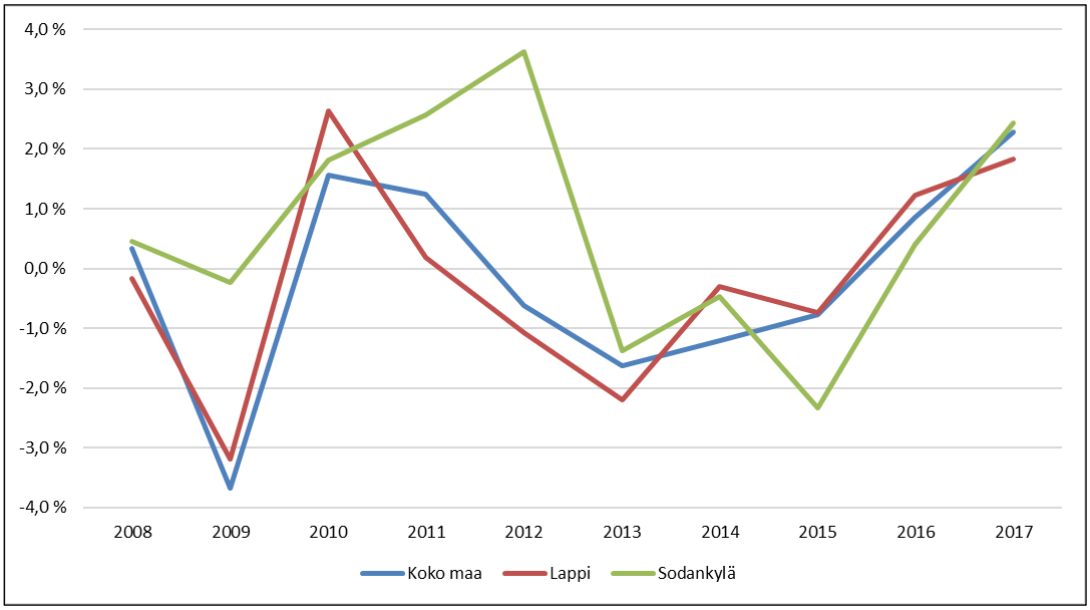
Lapin maakunnan kokonaistuotos oli vuonna 2017 noin 13,6 miljardia euroa vuodessa, josta arvonlisäystä oli noin 6,0 miljardia euroa. Alkutuotannon osuus Lapin maakunnan yritysten vuoden 2017 kokonaistuotoksesta oli 960 miljoonaa euroa (7 %), jalostuksen osuus 6 280 miljoonaa euroa (46 %) ja palveluiden 6 360 miljoonaa euroa (47 %). Työpaikkoja oli Lapissa vuoden 2017 lopussa noin 70 200 henkilötyövuotta. Palvelujen osuus työpaikoista oli noin 74 % (koko maassa noin 75 %), jalostuksen osuus noin 20 % (koko maassa noin 21 %) ja alkutuotannon osuus noin 4 % (koko maassa noin 3 %). (Tilastokeskus 2020b.)

Sodankylässä oli vuoden 2017 lopussa yhteensä 3 577 työpaikkaa. Työpaikkamäärä lisääntyi Sodankylässä vuosina 2007-2017 noin 230 työpaikkaa (+6,9 %), (Kaavio 26-3). Samalla ajanjaksolla työpaikkojen määrä väheni Lapissa (-1,9 %) ja koko maassa (-1,7 %) (Kaavio 26-4).

Kaavio 26-3 Sodankylän työpaikkamäärän kehitys vuosina 2007-2017. (Tilastokeskus 2020b)



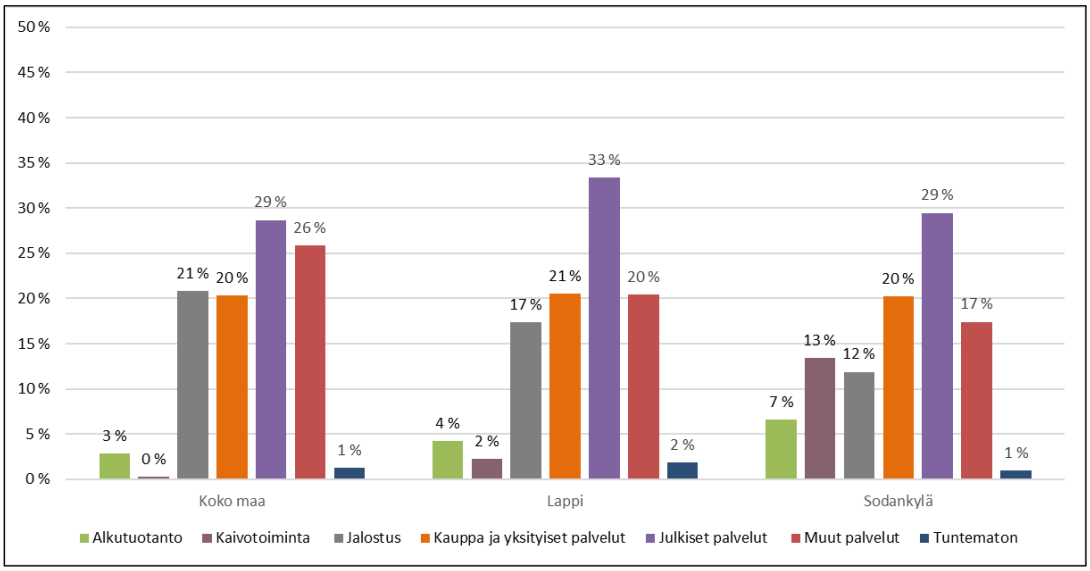
Kaavio 26-4 Työpaikkamäärän muutos vuosittain (%) Sodankylässä (vihreä), Lapissa (punainen) ja koko maassa (sininen) vuosina 2008-2017. (Tilastokeskus 2020b)



Sodankylän työpaikoista oli noin 7 % alkutuotannon toimialoilla (maa-, metsä- ja kalatalous, mukaan lukien poronhoito), noin 25 % jalostuksen toimialoilla ja noin 67 % palvelujen toimialoilla. Jalostustyöpaikoista noin puolet eli 13 %-yksikköä oli kaivostoiminnan ja louhinnan toimialoilla ja hieman alle puolet (noin 12 %-yksikköä) muun jalostuksen toimialoilla. Palvelujen osuus oli Sodankylässä pienempi kuin Lapissa ja koko maassa keskimäärin. Sen sijaan alkutuotannon sekä

kaivostoiminnan ja louhinnan osuudet olivat Sodankylässä suuremmat kuin Lapissa ja koko maassa keskimäärin. Kaavio 26-5 on esitetty työpaikkarakenne Sodankylässä, Lapissa ja koko maassa. (Tilastokeskus 2020b.)

Kaavio 26-5 Työpaikkarakenne Sodankylässä, Lapissa ja koko maassa vuoden 2017 lopussa. (Tilastokeskus 2020b)



Suurimmat työnantajat Sodankylässä ovat Sodankylän kunta, Sodankylän varuskunta ja Metsähallitus. Uusia työpaikkoja on syntynyt erityisesti kaivostoiminnan ja louhinnan toimialoille, mikä liittyy pääasiassa Suurikuusikon ja Kevitsan kaivosten toimintojen käynnistymiseen (mm. Laukkonen & Törmä 2014). Kaivostoiminta on alueellisesti merkittävä työllistäjä. Vuoden 2018 lopussa Sodankylässä toimi yhteensä seitsemän yritystä kaivostoiminnan ja louhinnan toimialalla (Tilastokeskus 2020c). Suurin yksityinen työnantaja Sodankylässä on Boliden Kevitsa Mining Oy, joka työllisti 428 henkilöä vuonna 2017. Kevitsan kaivoksen avaaminen näkyy myönteisenä kehityksenä sekä väestömäärässä (Kaavio 26-1) että työpaikkamäärässä (Kaavio 26-3) vuosina 2009 - 2012/2013. Kevitsan vaikutuksia Sodankylän väestökehitykseen on käsitelty Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa (liite 19).

26.3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys

Seuraavassa esitetyt aluetaloudelliset vaikutukset perustuvat Ramboll Finland Oy:n (2019e ja 2020a) ja Gaia Consulting Oy:n (2019) selvityksiin.

26.3.1 Tutkimus- ja suunnitteluvaiheen vaikutukset

Tutkimus- ja suunnitteluvaiheen (13 vuotta) työllisyysvaikutus on yhteensä noin 2 250 henkilötyövuotta, josta noin 510 henkilötyövuotta on Sakatin suoria työllisyysvaikutuksia ja noin 1 740 henkilötyövuotta kerrannaisvaikutuksia muilla toimialoilla. Välillisistä työllisyysvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 9 %, muualle Lappiin noin 20 % ja muualle Suomeen noin 72 %.

Tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa hanke työllistää välillisesti eniten alkutuotannon, kaupan, teknisten ja liikkeenjohdon palvelujen sekä tieteellisen tutkimuksen ja kehityksen toimialojen työntekijöitä. Lapissa ja Sodankylässä työllisyysvaikutuksia kohdistuu eniten teknisten palvelujen,

vähittäiskaupan, autojen ym. kaupan, korjauksen ja huollon sekä kiinteistöalan palvelujen toimialoille.

Sakatin aikaansaamat kerrannaisvaikutukset kokonaistuotokseen ovat käyvällä arvolla noin 284 miljoonaa euroa, arvonlisäykseen noin 124 miljoonaa euroa ja investointeihin noin 40 miljoonaa euroa. Kerrannaisvaikutuksista kohdistuu Sodankylään hieman alle 10 %, muualle Lappiin noin viidennes ja muualle Suomeen hieman yli 70 %.

Välilliset verotulovaikutukset tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa ovat noin 49 miljoonaa euroa, joista kohdistuu Sodankylään noin 9 %, muualle Lappiin noin 22 % ja muualle Suomeen noin 69 %.

26.3.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisvaiheen (3 vuotta) työllisyysvaikutus on yhteensä noin 9 260 henkilötyövuotta, josta noin 870 henkilötyövuotta on Sakatin suoria työllisyysvaikutuksia ja noin 8 390 henkilötyövuotta kerrannaisvaikutuksia muilla toimialoilla. Välillisistä työllisyysvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 21 %, muualle Lappiin noin 12 % ja muualle Suomeen noin 67 %.

Rakentamisvaiheessa hanke työllistää välillisesti eniten teknisten, liikkeenjohdon ja muiden tukipalvelujen, rakentamisen, kaupan, metalliteollisuuden sekä koneiden ja laitteiden valmistuksen toimialojen työntekijöitä. Lapissa ja Sodankylässä työllisyysvaikutuksia kohdistuu eniten rakentamisen, kiinteistöalan palvelujen, muiden tukipalvelujen, teknisten palvelujen, vähittäiskaupan sekä autojen ym. kaupan, korjauksen ja huollon toimialoille.

Sakatin aikaansaamat kerrannaisvaikutukset kokonaistuotokseen ovat käyvällä arvolla noin 1 228 miljoonaa euroa, arvonlisäykseen noin 549 miljoonaa euroa ja investointeihin noin 127 miljoonaa euroa. Kokonaistuotoksen ja arvonlisäyksen kerrannaisvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 20 %, muualle Lappiin noin 10 % ja muualle Suomeen noin 70 %. Kerrannaisvaikutuksina syntyvistä investoinneista kohdistuu Sodankylään noin 28 %, muualle Lappiin noin 16 % ja muualle Suomeen noin 56 %.

Välilliset verotulovaikutukset rakentamisvaiheessa ovat käyvällä arvolla noin 211 miljoonaa euroa, joista kohdistuu Sodankylään noin 21 %, muualle Lappiin noin 12 % ja muualle Suomeen noin 67 %.

26.3.3 Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toiminnan aikainen (20 vuotta) työllisyysvaikutus on yhteensä noin 31 160 henkilötyövuotta, josta noin 8 960 henkilötyövuotta on Sakatin suoria työllisyysvaikutuksia ja noin 22 200 henkilötyövuotta kerrannaisvaikutuksia muilla toimialoilla. Välillisistä työllisyysvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 30 %, muualle Lappiin noin 11 % ja muualle Suomeen noin 60 %.

Toimintavaiheessa hanke työllistää välillisesti eniten kaupan, teknisten, liikkeenjohdon ja muiden tukipalvelujen, metalliteollisuuden sekä koneiden ja laitteiden valmistuksen toimialojen työntekijöitä. Lapissa ja Sodankylässä työllisyysvaikutuksia kohdistuu eniten autojen ym. kaupan, korjauksen ja huollon, vähittäiskaupan, muiden tukipalvelujen, muiden koneiden ja laitteiden valmistuksen, kiinteistöalan palvelujen, metallituotteiden valmistuksen, koneiden ja laitteiden korjauksen, huollon ja asennuksen, maatalouden sekä energiahuollon toimialoille.

Sakatin aikaansaamat kerrannaisvaikutukset kokonaistuotokseen ovat käyvällä arvolla noin 3 522 miljoonaa euroa, arvonlisäykseen noin 1 547 miljoonaa euroa ja investointeihin noin 394 miljoonaa euroa. Kokonaistuotoksen ja arvonlisäyksen kerrannaisvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 27 %, muualle Lappiin noin 10 % ja muualle Suomeen noin 63 %. Kerrannaisvaikutuksina syntyvistä

investoinneista kohdistuu Sodankylään noin 31 %, muualle Lappiin noin 11 % ja muualle Suomeen noin 57 %.

Välilliset verotulovaikutukset toimintavaiheessa ovat käyvällä arvolla noin 588 miljoonaa euroa, joista kohdistuu Sodankylään noin 29 %, muualle Lappiin noin 10 % ja muualle Suomeen noin 61 %.

26.3.4 Sulkemisen vaikutukset

Sulkemisvaiheen (1 vuosi) työllisyysvaikutus on yhteensä noin 1 000 henkilötyövuotta, josta noin 270 henkilötyövuotta on Sakatin suoria työllisyysvaikutuksia ja noin 730 henkilötyövuotta kerrannaisvaikutuksia muilla toimialoilla. Välillisistä työllisyysvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 30 %, muualle Lappiin noin 12 % ja muualle Suomeen noin 58 %.

Sulkemisvaiheessa hanke työllistää välillisesti eniten teknisten palvelujen, rakentamisen ja kaupan toimialojen työntekijöitä. Lapissa ja Sodankylässä työllisyysvaikutuksia kohdistuu eniten teknisten palvelujen, rakentamisen, vähittäiskaupan, muiden tukipalvelujen sekä autojen ym. kaupan, korjauksen ja huollon toimialoille.

Sakatin aikaansaamat kerrannaisvaikutukset kokonaistuotokseen ovat käyvällä arvolla noin 98 miljoonaa euroa, arvonlisäykseen noin 46 miljoonaa euroa ja investointeihin noin 8 miljoonaa euroa. Kokonaistuotoksen ja arvonlisäyksen kerrannaisvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 26 %, muualle Lappiin noin 10 % ja muualle Suomeen noin 64 %. Kerrannaisvaikutuksina syntyvistä investoinneista kohdistuu Sodankylään noin 28 %, muualle Lappiin noin 11 % ja muualle Suomeen noin 60 %.

Välilliset verotulovaikutukset sulkemisvaiheessa ovat käyvällä arvolla noin 18 miljoonaa euroa, joista kohdistuu Sodankylään noin 29 %, muualle Lappiin noin 11 % ja muualle Suomeen noin 63 %.

Sulkemisen jälkeen kaivos työllistää 1-2 henkilöä, jotka muun muassa hoitavat aktiivista/passiivista vesienkäsittelyä, ottavat näytteitä ja huoltavat pakollisia laitteita. Aluetaloudelliset vaikutukset ovat kuitenkin pieniä verrattuna hankkeen elinkaaren muihin vaiheisiin.

Yhteenveto vaikutuksista hankkeen koko elinkaaren ajalta

Vaikutukset työllisyyteen

Ramboll Finland Oy:n selvityksen (2020a) mukaan Sakatin oma suora työvoimatarve tulee olemaan hankkeen koko elinkaaren aikana (2018-2053) noin 10 600 henkilötyövuotta. Tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutusten kautta tuleva työvoimatarve on noin 33 060 henkilötyövuotta, josta kohdistuu Sodankylään noin 8 680 henkilötyövuotta, muualle Lappiin noin 3 840 henkilötyövuotta ja muualle Suomeen noin 20 540 henkilötyövuotta (Taulukko 26-3). Työllisyysvaikutuksista (suorat ja kerrannaisvaikutukset) noin 5 % syntyy tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa, noin 21 % rakentamisvaiheessa, noin 71 % toimintavaiheessa ja noin 2 % sulkemisvaiheessa.

Taulukko 26-3 Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset työllisyyteen, HTV = henkilötyövuotta. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020a)

TYÖLLISYYSVAIKUTUS, HTV	Sakatin suora vaikutus	Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)				Suora ja kerrannaisvaikutus yhteensä
		Sodankylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä	
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	510	150	340	1 250	1 740	2 250
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	870	1 730	1 010	5 650	8 390	9 260
Toimintavaihe, 20 vuotta	8 960	6 580	2 400	13 220	22 200	31 160
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	270	220	90	420	730	1 000
Hankkeen koko elinkaari	**10 610**	**8 680**	**3 840**	**20 540**	**33 060**	**43 670**

Ramboll Finland Oy:n (2020a) selvityksen mukaan hanke työllistää välillisesti koko elinkaaren aikana eniten teollisuuden ja rakentamisen toimialoilla, kaupan toimialoilla sekä teknisten, liikkeenjohdon ja muiden tukipalvelujen toimialoilla. Gaia Consulting Oy:n (2019) selvityksen mukaan kaivostoiminnan heijastevaikutuksista hyötyvät eniten matkailu, kaupan ala sekä teollisuuden, rakentamisen ja liikenteen toimialat. Hyötyjiin eivät näytä kuuluvan palvelusektori eivätkä luontaiselinkeinot, kuten esimerkiksi poronhoito.

Vaikutukset kokonaistuotokseen

Sakatin kaivoksen suora vaikutus kokonaistuotokseen koko elinkaaren ajalta on noin 8 000 miljoonaa euroa. Kerrannaisvaikutukset (tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutus) ovat yhteensä noin 5 131 miljoonaa euroa, josta kohdistuu Sodankylään noin 1 130 miljoonaa euroa, muualle Lappiin noin 493 miljoonaa euroa ja muualle Suomeen noin 3 508 miljoonaa euroa (Taulukko 26-4). Diskontattuna vuoden 2017 hintoihin 3,5 %:n korkokannalla suora vaikutus kokonaistuotokseen on noin 18 900 miljoonaa euroa ja kerrannaisvaikutus yhteensä noin 11 078 miljoonaa euroa.

Taulukko 26-4 Sakatin kaivoshankkeen kerrannaisvaikutukset kokonaistuotokseen käyvällä arvolla (ylempi taulukko) ja diskontattuna (alempi taulukko). (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020a)

KOKONAISTUOTOS, MILJ.€ (käypä arvo)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodan -kylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	18	43	223	284
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	222	128	878	1 228
Toimintavaihe, 20 vuotta	865	312	2 345	3 522
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	25	10	62	97
Hankkeen koko elinkaari	**1 130**	**493**	**3 508**	**5 131**

KOKONAISTUOTOS, MILJ.€ (diskontattu 3,5 %:n korkokannalla)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodan -kylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	20	47	269	336
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	370	210	1 436	2 016
Toimintavaihe, 20 vuotta	2 060	743	5 592	8 395
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	80	37	214	331
Hankkeen koko elinkaari	**2 530**	**1 037**	**7 511**	**11 078**

Vaikutukset arvonlisäykseen

Sakatin kaivoksen aikaansaama suora arvonlisäys koko elinkaaren ajalta on noin 5 600 miljoonaa euroa. Kerrannaisvaikutukset (tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutus) arvonlisäykseen ovat yhteensä noin 2 266 miljoonaa euroa, josta kohdistuu Sodankylään noin 556 miljoonaa euroa, muualle Lappiin noin 244 miljoonaa euroa ja muualle Suomeen noin 1 465 miljoonaa euroa (Taulukko 26-5). Diskontattuna vuoden 2017 hintoihin 3,5 %:n korkokannalla suora vaikutus arvonlisäykseen on noin 13 670 miljoonaa euroa ja kerrannaisvaikutus yhteensä noin 4 894 miljoonaa euroa.

Taulukko 26-5 Sakatin kaivoshankkeen kerrannaisvaikutukset arvonlisäykseen käyvällä arvolla (ylempi taulukko) ja diskontattuna (alempi taulukko). (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020a)

ARVONLISÄYS, MILJ.€ (käypä arvo)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodankylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	9	22	92	124
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	110	64	375	549
Toimintavaihe, 20 vuotta	424	153	970	1 547
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	13	5	28	46
Hankkeen koko elinkaari	**556**	**244**	**1 465**	**2 266**

ARVONLISÄYS, MILJ.€ (diskontattu 3,5 %:n korkokannalla)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodankylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	11	25	111	147
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	180	104	614	897
Toimintavaihe, 20 vuotta	1 012	365	2 316	3 693
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	43	18	96	158
Hankkeen koko elinkaari	**1 245**	**512**	**3 137**	**4 894**

Vaikutukset investointeihin

Sakatin kaivoksen suorat investoinnit koko elinkaaren ajalta ovat noin 980 miljoonaa euroa. Kerrannaisvaikutukset (tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutus) ovat yhteensä noin 569 miljoonaa euroa, josta kohdistuu Sodankylään noin 164 miljoonaa euroa, muualle Lappiin noin 74 miljoonaa euroa ja muualle Suomeen noin 331 miljoonaa euroa (Taulukko 26-6). Diskontattuna vuoden 2017 hintoihin 3,5 %:n korkokannalla suora vaikutus investointeihin on noin 1 770 miljoonaa euroa ja kerrannaisvaikutus yhteensä noin 1 228 miljoonaa euroa.

Taulukko 26-6 Sakatin kaivoshankkeen kerrannaisvaikutukset investointeihin käyvällä arvolla (ylempi taulukko) ja diskontattuna (alempi taulukko). (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020a)

INVESTOINNIT, MILJ.€ (käypä arvo)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodan-kylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	3	8	28	40
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	35	21	71	127
Toimintavaihe, 20 vuotta	123	45	226	394
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	2	1	5	8
Hankkeen koko elinkaari	**164**	**74**	**331**	**569**

INVESTOINNIT, MILJ.€ (diskontattu 3,5 %:n korkokannalla)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodan-kylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	4	9	34	47
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	58	34	116	208
Toimintavaihe, 20 vuotta	296	107	542	944
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	8	3	17	28
Hankkeen koko elinkaari	**366**	**153**	**709**	**1 228**

Vaikutukset verotuloihin

Sakatin kaivoksen suorat verotulovaikutukset ovat koko elinkaaren ajalta noin 2 450 miljoonaa euroa. Kerrannaisvaikutukset (tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutus) ovat yhteensä noin 865 miljoonaa euroa, josta kohdistuu Sodankylään noin 222 miljoonaa euroa, muualle Lappiin noin 99 miljoonaa euroa ja muualla Suomeen noin 544 miljoonaa euroa (Taulukko 26-7). Diskontattuna vuoden 2017 hintoihin 3,5 %:n korkokannalla suora verotulovaikutus on noin 6 000 miljoonaa euroa ja kerrannaisvaikutus yhteensä noin 1 866 miljoonaa euroa.

Taulukko 26-7 Sakatin kaivoshankkeen kerrannaisvaikutukset verotuloihin käyvällä arvolla (ylempi taulukko) ja diskontattuna (alempi taulukko). (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020a)

VEROTULOT, MILJ.€ (käypä arvo)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodan-kylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	5	11	34	49
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	44	26	141	211
Toimintavaihe, 20 vuotta	168	61	360	588
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	5	2	11	18
Hankkeen koko elinkaari	**222**	**99**	**544**	**865**

VEROTULOT, MILJ.€ (diskontattu 3,5 %:n korkokannalla)	**Kerrannaisvaikutus (tuotannon ja kulutuksen)**			
	Sodan-kylässä	Muualla Lapissa	Muualla Suomessa	Kerrannaisvaikutus yhteensä
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe (13 vuotta)	5	12	40	57
Rakentamisvaihe, 3 vuotta	73	42	230	345
Toimintavaihe, 20 vuotta	400	144	859	1 404
Sulkemisvaihe, 1 vuosi	18	7	36	61
Hankkeen koko elinkaari	**495**	**205**	**1 166**	**1 866**

Vaikutukset cleantech - liiketoimintaan

Sakatin kaivoksen vaikutukset koko elinkaaren aikana liikevaihtoon ovat Suomessa noin 13,1 miljardia euroa käyvällä arvolla. Tästä uutta cleantech -liikevaihtoa kerrannaisvaikutuksineen (ml. kulutuksen kerrannaisvaikutukset) on noin 520 miljoonaa euroa. Cleantech -liikevaihto on noin 4 % hankkeen aikaansaamasta kokonaisliikevaihdon kasvusta ja noin 60 % hankkeen Suomeen kohdistuvista investoinneista. Kaivoshankkeen aikaansaamasta arvonlisäyksestä noin 3 % syntyy cleantech -toiminnassa. (Ramboll Finland Oy 2019e.)

Sakatin työllisyysvaikutuksista noin 5 % (noin 1 990 henkilötyövuotta) syntyy cleantech -liiketoiminnassa. Koko elinkaaren aikana keskimäärin 5,3 työpaikkaa Sakatin kaivoksella synnyttää yhden uuden työpaikan cleantech -toimialoilla Suomessa. (Ramboll Finland Oy 2019e.)

Cleantechiä kuvaavien tunnuslukujen osalta Sakatin kaivoshanketta voidaan pitää merkittävänä cleantechiä edistävänä hankkeena Suomessa, kun lähtökohtana pidetään Tilastokeskuksen määritelmää ympäristöliiketoiminnasta. Suhteellisesti suurimmat cleantech -vaikutukset kohdistuvat erityisesti tutkimus- ja suunnitteluvaiheeseen sekä rakentamisvaiheeseen, jolloin tehdään päätöksiä ja hankintoja kaivoksessa käytettävistä laitteista sekä teknologioista. Toimintavaiheen cleantech -vaikutukset ovat määrällisesti suurimmat, mutta myös tarkastelujakso on pisin, 20 vuotta. (Ramboll Finland Oy 2019e.)

Vaikutukset suhteutettuna Lapin ja koko Suomen aluetalouteen

Aluetaloudellisten vaikutusten suuruutta on arvioitu vertaamalla muutosta nykytilaan ja arvioimalla muutoksen vaikutusta erityisesti Pohjois-Lapin seutukunnan ja Lapin maakunnan aluetaloutta kuvaaviin muuttujiin (kokonaistuotos, arvonlisäys, työllisyys ja investoinnit) hankkeen eri vaiheissa (tutkimus- ja suunnitteluvaihe, rakentamisvaihe, toimintavaihe ja sulkemisvaihe).

Hankkeen aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys on sekä paikallisella tasolla (Pohjois-Lapin seutukunta eli Inari, Sodankylä ja Utsjoki), alueellisella tasolla (Lapin maakunta) ja kansallisella tasolla (koko Suomi) suurin rakentamisvaiheessa ja toimintavaiheessa. Koska toimintavaihe on kestoltaan pitempi kuin rakennusvaihe, myös vaikutusten merkittävyys on toimintavaiheessa suurempi. (Taulukko 26-8, Taulukko 26-9)

Taulukko 26-8 Sakatin kaivoksen aluetaloudellisten vaikutusten osuus prosentteina Pohjois-Lapin seutukunnan kokonaisvaikutuksista (vaikutuksen osuus vuositasolla hankkeen eri vaiheissa, vertailukohtana nykytila = vuosi 2017)

Vaikutuksen osuus keskimäärin vuositasolla suhteessa Pohjois-Lapin seutukuntaan	Kokonais-tuotos	Arvon-lisäys	Työllisyys	Investoinnit
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe	1,01 %	0,49 %	0,57 %	0,13 %
Rakentamisvaihe	26,80 %	8,00 %	9,80 %	124,10 %
Toimintavaihe	35,56 %	42,66 %	8,79 %	9,51 %
Sulkemisvaihe	6,40 %	2,40 %	5,40 %	1,10 %

Taulukko 26-9 Sakatin kaivoksen aluetaloudellisten vaikutusten osuus prosentteina Lapin maakunnan kokonaisvaikutuksista (vaikutuksen osuus vuositasolla hankkeen eri vaiheissa, vertailukohtana nykytila = vuosi 2017)

Vaikutuksen osuus keskimäärin vuositasolla suhteessa Lapin maakuntaa	Kokonais-tuotos	Arvon-lisäys	Työllisyys	Investoinnit
Tutkimus- ja suunnitteluvaihe	0,11 %	0,09 %	0,10 %	0,06 %
Rakentamisvaihe	2,70 %	1,30 %	1,50 %	17,70 %
Toimintavaihe	3,21 %	5,07 %	1,14 %	1,47 %
Sulkemisvaihe	0,60 %	0,40 %	0,70 %	0,20 %

26.3.5 Vaikutusten merkittävyys

Aluetalouden näkökulmasta Sakatin kaivoshankkeen vaikutukset ovat positiivisia ja niitä voidaan pitää erittäin merkittävinä. Kokonaisvaikutukset ovat suurimmat toimintavaiheessa, toiseksi suurimmat rakentamisvaiheessa, kolmanneksi suurimmat tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa ja pienimmät sulkemisvaiheessa. Mikäli vaikutuksia tarkastellaan vuositasolla suurimmat vaikutukset syntyvät rakennusvaiheessa ja toimintavaiheessa. Rakennusvaiheessa ja toimintavaiheessa myös Sodankylään ja Lappiin kohdistuvat vaikutukset ovat vuositasolla suurimmat. Rakennusvaiheen vaikutusten ajallinen kesto on kuitenkin lyhyt (3 vuotta), joten vaikutusten merkittävyys on pienempi kuin toimintavaiheessa, jonka kesto on pitempi (20 vuotta). Myös sulkemisvaiheessa Sodankylään ja Lappiin kohdistuvat vaikutukset ovat kohtuulliset, mutta ajallinen kesto on lyhyt, joten vaikutusten

merkittävyys on vähäisempi kuin toimintavaiheessa. (Taulukko 26-10, Taulukko 26-11, Taulukko 26-12 ja Taulukko 26-13).

Hankkeen koko elinkaaren aikana Sakatin oma työvoimatarve Suomessa on noin 10 600 henkilötyövuotta ja kerrannaisvaikutusten kautta tuleva työvoimatarve noin 33 000 henkilötyövuotta eli yhteensä noin 43 600 henkilötyövuotta. Suomeen kohdistuvista kerrannaisvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 26 %, muualle Lappiin noin 12 % ja muualle Suomeen noin 62 %. Sakatin vaikutus kokonaistuotokseen Suomessa koko elinkaaren aikana on käyvällä arvolla yhteensä noin 13 130 miljoonaa euroa, arvonlisäykseen noin 7 860 miljoonaa euroa, investointeihin noin 1 540 miljoonaa euroa ja verotuloihin noin 3 310 miljoonaa euroa. (Ramboll Finland Oy 2020a.)

Toimialoittain tarkasteltuna suurimmat taloudelliset vaikutukset kohdistuvat kaivostoiminnan ja louhinnan toimialalle sekä kerrannaisvaikutusten kautta teollisuuden ja rakentamisen toimialoille, kaupan toimialoille (vähittäiskauppa, tukkukauppa ja autojen ym. kauppa), teknisten, liikkeenjohdon ja muiden palvelujen toimialoille, alkutuotantoon, varastoinnin ja liikenteen toimialoille, koneiden ja laitteiden korjaustoimintaan, majoitus- ja ravitsemispalveluihin sekä energia- ja jätehuoltoon. (Ramboll Finland Oy 2020a.)

Sakatin kaivoshanke on merkittävä cleantechiä edistävä hanke Suomessa. Hankkeen työllisyysvaikutuksista noin 5 % syntyy cleantech - liiketoiminnassa. Uutta cleantech - liikevaihtoa kerrannaisvaikutuksineen (ml. kulutuksen kerrannaisvaikutukset) syntyy hankkeen myötä noin 520 miljoonaa euroa, joka on noin 4 % hankkeen kokonaisliikevaihdon kasvusta. Hankkeen aikaansaamasta arvonlisäyksestä noin 3 % syntyy cleantech - liiketoiminnassa. (Ramboll Finland Oy 2019e.)

Poislukien vaihtoehto VE0, Sakatin eri vaihtoehtojen VE1-VE3 välillä ei ole aluetalouden näkökulmasta merkittäviä eroja, sillä kaikissa vaihtoehdoissa kaivoksen tuotantomäärä ja toiminnan laajuus ovat samalla tasolla. Gaia Consulting Oy:n selvityksessä aluetaloudellisia vaikutuksia on arvioitu myös tilanteessa, jossa Kevitsan kaivos on toiminnassa samanaikaisesti Sakatin kaivoksen kanssa. Tilanteessa, jossa kaivokset ovat toiminnassa samanaikaisesti, vaikutukset aluetalouteen ja työllisyyteen ovat suuremmat kuin tilanteessa, jossa Kevitsa on suljettu.

Taulukko 26-10 Tutkimus- ja suunnitteluvaihe: aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys				VE0	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b		
Suuri herkkyys							

Taulukko 26-11 Rakentamisvaihe: aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys				VE0		VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b	
Suuri herkkyys							

Taulukko 26-12 Toimintavaihe: aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys				VE0			VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b
Suuri herkkyys							

Taulukko 26-13 Sulkemisvaihe: aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Herkkyys \ Suuruus	Suuri muutos -	Keskisuuri muutos -	Pieni muutos -	Ei vaikutuksia	Pieni muutos +	Keskisuuri muutos +	Suuri muutos +
Vähäinen herkkyys							
Kohtalainen herkkyys				VE0	VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a, VE3b		
Suuri herkkyys							

26.4 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Sakatin kaivos on aluetalouden kannalta merkittävä hanke. Paikallisella tasolla hanke tuo mukanaan paitsi taloudellisia hyötyjä myös riskejä ja haitallisia vaikutuksia, joita ovat esimerkiksi asuntojen ja asuinkiinteistöjen hintojen nousu, kunnallisten palvelujen kysynnän kasvu ja sen seurauksena kunnan menojen kasvu sekä työvoimapula ja työvoimakustannusten nousu. Tilanteessa, jossa vain toinen Sakatin ja Kevitsan kaivoksista on toiminnassa, on riskejä ja haitallisia vaikutuksia todennäköisesti vähemmän kuin tilanteessa, jossa molemmat kaivokset ovat toiminnassa samanaikaisesti.

Sakatin kaivoshankkeen aikaansaama työvoimakysynnän kasvu vaikeuttaa työvoiman saatavuutta ja voi nostaa työvoimakustannuksia myös muilla aloilla ja muissa yrityksissä. Tähän voidaan varautua ammatillisia koulutuspalveluja kehittämällä niin, että ne vastaavat yritysten kysyntää. Myös työvoimakoulutuksella on tärkeä merkitys. Koulutuksen lisäksi työvoiman kysynnän ja tarjonnan kohtaamista voidaan edistää tehokkaalla työnvälityksellä, työntekijän ja hänen koko perheensä muuttoa tukevilla taloudellisilla kannustimilla sekä asuntomarkkinoita kehittämällä.

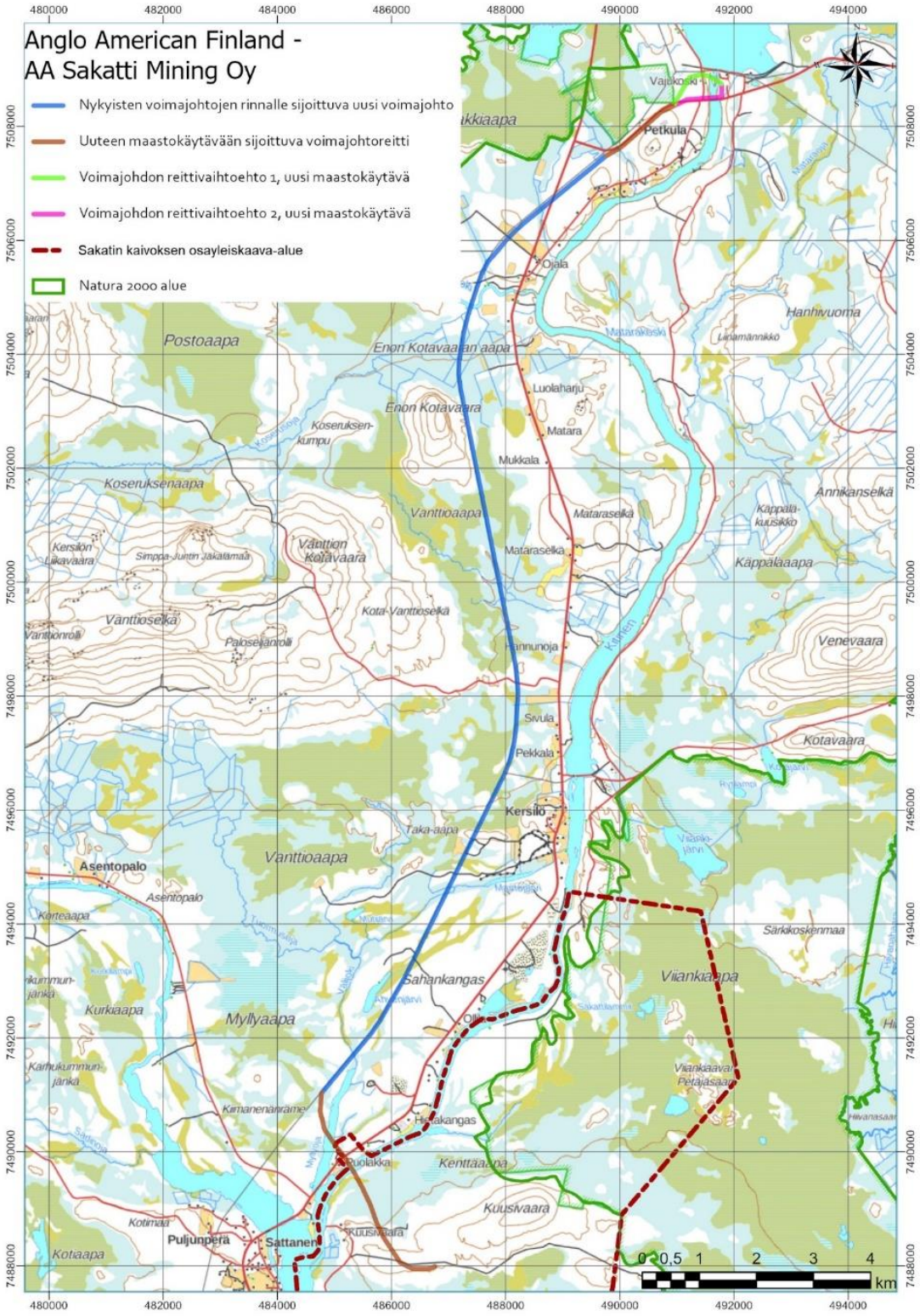
Kaivoksen työntekijöiden tulomuutto lisää alkuvaiheessa erityisesti vuokra-asuntojen kysyntää ja myöhemmässä vaiheessa myös omistusasuntojen ja rakentamattomien asuintonttien kysyntää. Kysynnän kasvaessa asuntojen ja tonttien hinnat todennäköisesti nousevat. Kunta voi lieventää sekä vanhaan asuntokantaan että rakentamattomaan tonttimaahan kohdistuvaa hintapainetta hankkimalla riittävästi maata asuntotuotantoa varten. Myös riittävä vuokra-asuntokanta voi toimia hintavaikutuksia lieventävänä puskurina.

Uudet asukkaat aiheuttavat paineita kunnallisten palvelujen lisäämiseen ja lisäävät sitä kautta kuntien menoja. Muuttajat ovat yleensä nuoria aikuisia, joten palvelukysyntä kohdistuu erityisesti päivähoito- ja koulupalveluihin. Monipuoliset ja kysyntää vastaavat palvelut ovat tärkeä viihtyvyystekijä, joten palvelutarjontaa kehittämällä ja lisäämällä voidaan monia ongelmia lieventää.

Sakatin kaivoksen mukanaan tuomiin vaikutuksiin voidaan varautua etukäteen. Huolellisella etukäteissuunnittelulla voidaan minimoida hankkeen aiheuttamia kielteisiä vaikutuksia, mutta myös vahvistaa hankkeen aikaansaamia hyötyjä niin, että talous kasvaa kestävästi.

27 VOIMAJOHDON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Sakatin kaivoksen tarvitsemaa sähköä varten alueelle rakennetaan uusi 110 kV:n Vajukoski-Sakatti -voimajohto. Voimajohto alkaa Fingrid Oyj:n Vajukosken sähköasemalta ja päättyy Kuusivaaran tehdasalueelle rakennettavalle uudelle sähköasemalle (*Kuva 27-1*). Uuden voimajohdon kokonaispituus on noin 25 km ja se sijoittuu kokonaisuudessaan Sodankylän kunnan alueelle. Osa voimajohdosta toteutetaan olemassa olevia maastokäytäviä hyödyntäen, osa johtoreitistä vaatii uusien maastokäytäväosuuksien perustamista. Luvussa 27.2.1 on kuvattu tarkemmin voimajohtoreittiä ja voimajohdon rakenteita.



Kuva 27-1 Vajukoski-Sakatti –voimajohdon reitti Vajukosken sähköasemalta kaivoksen tehdasalueelle Kuusivaaraan. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Sakatin kaivoksen 110 kV:n voimajohdolle on tehty ympäristöselvitys, jonka yhteydessä on arvioitu voimajohdon vaikutukset maankäyttöön, maisemaan ja rakennettuun kulttuuriympäristöön, muinaisjäännöksiin, Pomokairan Natura 2000-alueeseen, Ilmakkiaavan soidensuojelualueeseen, pohjavesialueisiin sekä muihin arvokkaisiin luontokohteisiin. Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu väestön sähkö- ja magneettikentille altistumisen, asumisviihtyvyyden, virkistyskäytön, poronhoidon ja muiden elinkeinojen näkökulmasta. YVA-selostuksen liitteenä 24 (Ramboll Finland Oy 2020c) on voimajohdon ympäristöselvitys, jonka liitteenä on luontoselvitys sekä arkeologinen inventointi. Arkeologisen inventoinnin voimajohtoreitille on suorittanut Mikroliitti Oy (2019). Voimajohtoreitin suunnittelusta on vastannut TLT-Building Oy AASM Oy:n toimeksiannosta.

Tämä luku 27 Sakatin kaivoksen 110 kV:n voimajohdosta ja sen ympäristövaikutuksista perustuu kokonaisuudessaan Ramboll Finland Oy:n (2020X) laatimaan ympäristö- ja luontoselvitykseen sekä Mikroliitti Oy:n (2019c) laatimaan arkeologiseen inventointiin.

27.1 Voimajohtosuunnittelun kehittyminen hankkeen aikana

YVA-ohjelmavaiheessa reittivaihtoehtoja voimajohdolle oli useampia. Sakatin kaivoksen sähköverkkoon liittämisen vaihtoehtoina olivat Kelukosken tai Matarakosken voimalaitosten sähköasemat. Kelukosken voimalaitokselta voimajohdon reitti Kuusivaaran tehdasalueelle oli suunniteltu linjattavaksi YVA-ohjelman eteläisen yhdystien myötäisesti, ja Matarakosken voimalaitokselta Kitisen jokivarren myötäisesti. Kumpikin YVA-ohjelmavaiheen reittivaihtoehto voimajohdolle sijaitsi Kitisen itäpuolella.

Fingrid on ehdottanut YVA-ohjelmassa antamassaan lausunnossa kantaverkon liityntäpisteeksi Vajukosken kytkinlaitosta. YVA-ohjelmavaiheen jälkeen voimajohdon reittisuunnittelua on tehty uudelleen siitä lähtökohdasta, että sähköliityntä kantaverkkoon tapahtuisi Vajukosken voimalaitoksen läheisyydessä sijaitsevalla 110 kV:n sähköasemalla (Petkulan kylän pohjoispuolella kuvassa 27-1). Voimajohtoreitin suunnittelua ohjaavat myös kaivoksen turvallisuus, joissa yksi keskeisin on varmistaa jatkuva sähkönsaanti etenkin suunniteltaessa sähköistä kaivosta. Toisaalta sijoittelua on myös ohjannut olemassa oleva voimajohtoverkosto sekä jo tiedossa olevat luontoarvot (luonnonsuojelualueet).

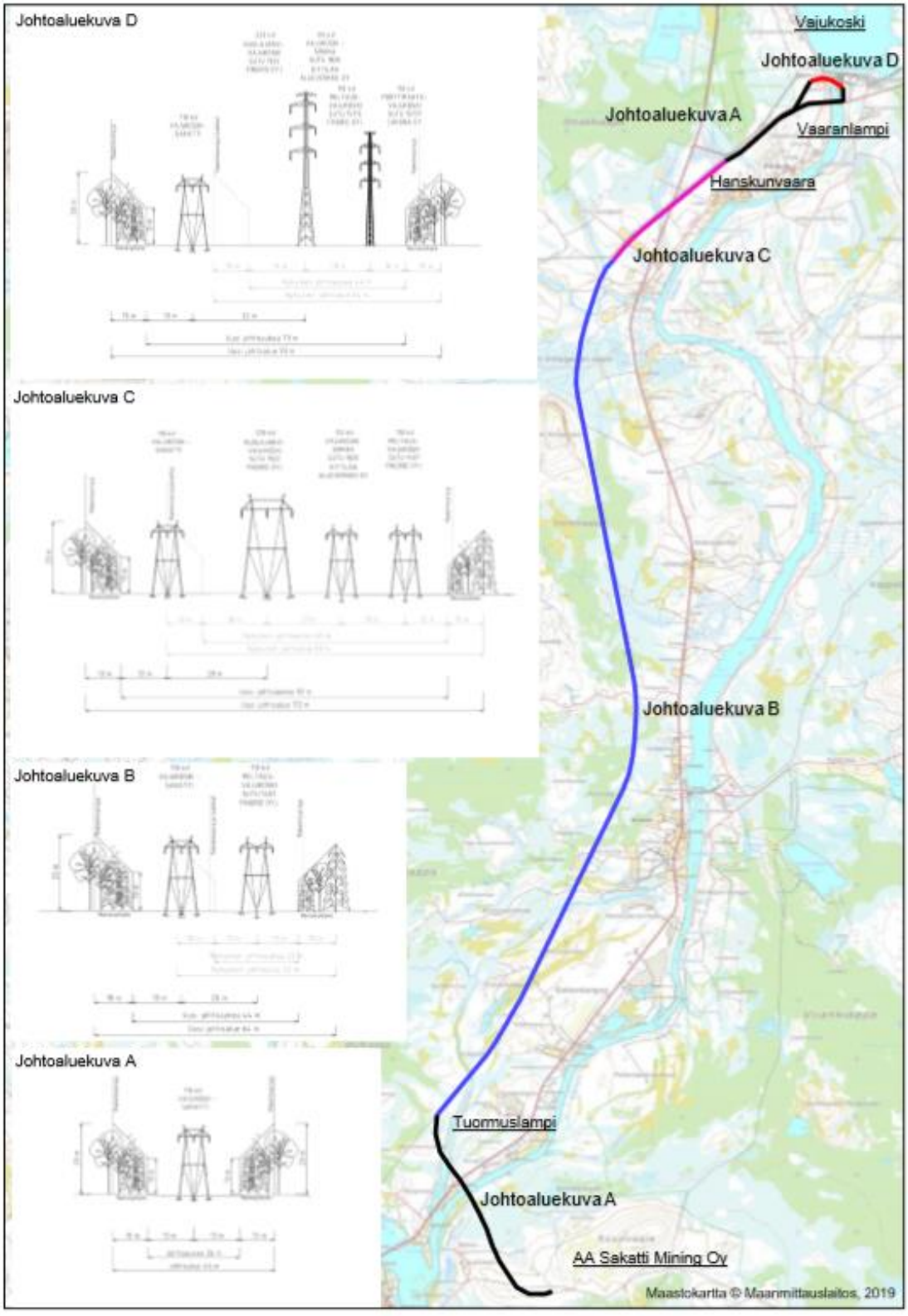
YVA-ohjelman jälkeen voimajohtoreittiä on siis tarkistettu, ja uusi reitti sijoittuu valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaisesti olemassa olevien voimajohtojen rinnalle Hanskunvaaran ja Tuormuslammen välillä Kitisen länsipuolelle (*Kuva 27-1*, Kuva 27-2). Olemassa olevien johtokäytävien hyödyntämisellä pystytään vähentämään voimajohdosta aiheutuvia ympäristövaikutuksia.

27.2 Voimajohdon rakenteet ja rakentaminen

27.2.1 Voimajohdon reitti ja 110 kV:n voimajohdon rakenteet

Voimajohtosuunnittelu on jaettu neljään johtoalueeseen (A, B, C ja D), jotka kattavat voimajohdon rakenteet ja johtoalueen Vajukoskelta Kuusivaaraan. Johtoalue A sijoittuu kokonaan uuteen maastokäytävään sekä Sakatin päässä että lähempänä Vajukosken voimalaitosta (mustalla kuvassa 27-2). Johtoalueilla B ja C (Kuva 27-2) voimajohto sijoittuu olemassa olevien voimajohtojen yhteyteen siten, että jo olevaa voimajohtoaluetta levennetään. Johtoalue D sijoittuu uuteen maastokäytävään, joka sijoittuu olemassa olevien voimajohtojen yhteyteen (Kuva 27-2). 110 kV:n voimajohdon perusrakenne on ns. yhden virtapiirin harustettu pylväsrakenne (Kuva 27-2). Harustetun voimajohtopylvään rakenteen korkeus vaihtelee n. 16–24 m:n välillä, rakenteen kokonaiskorkeuden maksimikorkeus voi yltää n. 28 m korkeuteen. Pylväiden välinen etäisyys vaihtelee n. 200–330 m:n välillä. Maaston muodot ja sähköturvallisuusvaatimukset vaikuttavat rakenneratkaisuihin sekä pylväiden sijoitteluun ja etäisyyksiin.

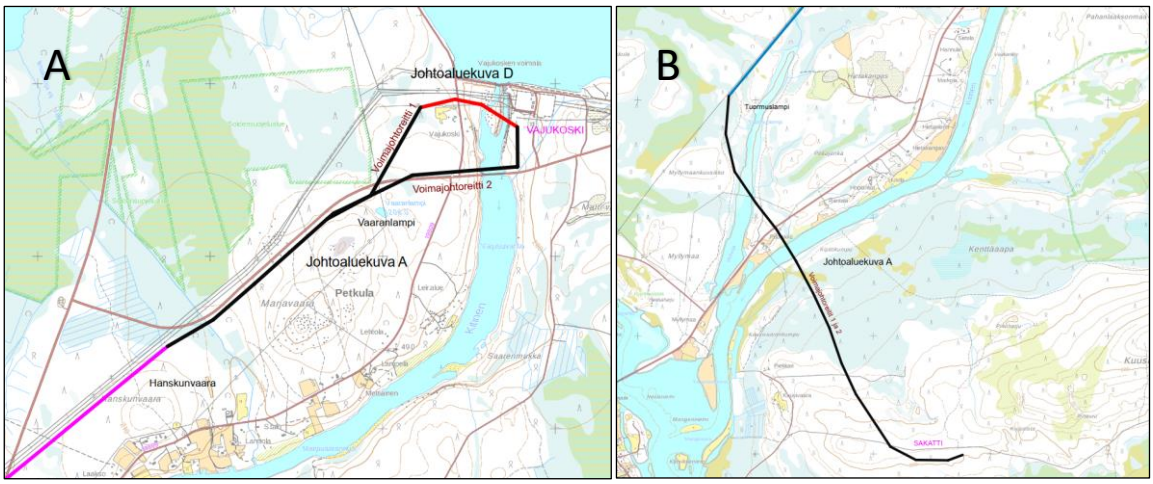
Johtoalue mitoitetaan niin leveäksi, ettei reunavyöhykkeellä kasvava puusto pääse aiheuttamaan häiriötä sähkönsiirrolle. Voimajohdon alle jätetään puuton johtoaukea ja aukean molemmilla puolilla sijaitsevat 10 m:n reunavyöhykkeet, joilla puuston pituutta on rajoitettu.



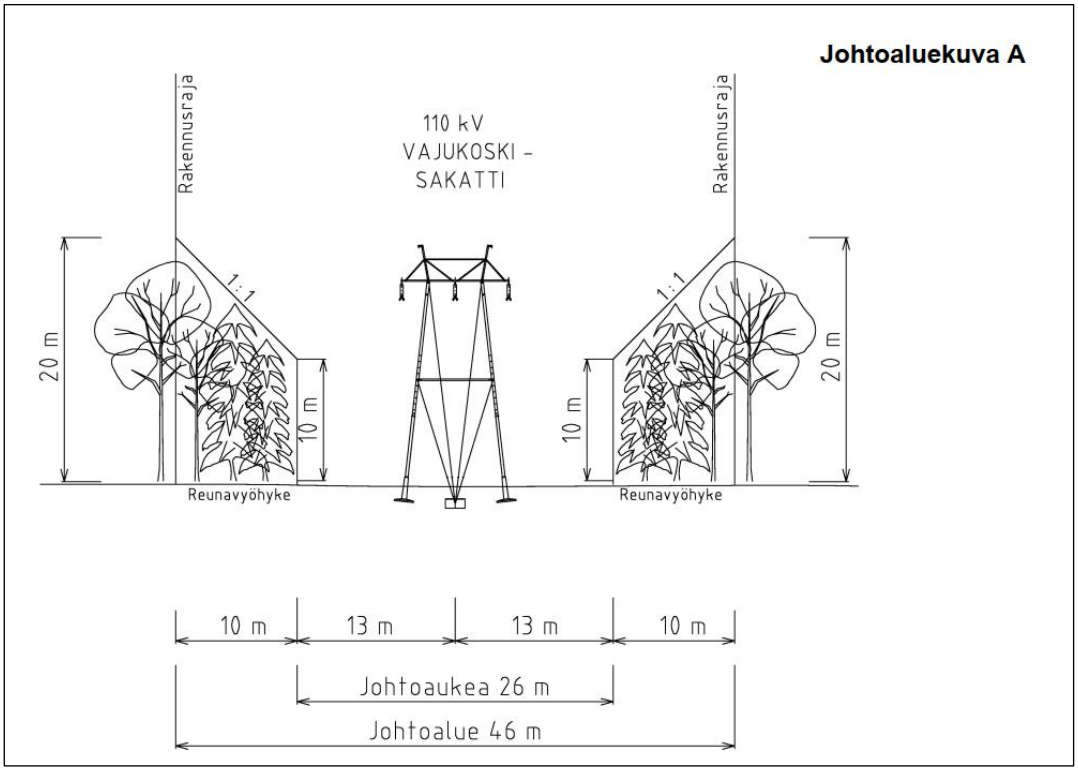
Kuva 27-2 Johtoaluekuva. Tarkastelusuunta kuvassa on Vajukosken sähköasemalta etelän suuntaan, uusi voimajohto sijoittuu olemassa olevien voimajohtojen itäpuolelle. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Johtoalue A

Johtoalueen A mukaiset osuudet sijaitsevat Vajukosken voimalaitokselta Hanskunvaaraan sekä Myllymaankuusikosta Kuusivaaraan (Kuva 27-2 ja Kuva 27-3). Vajukosken päädyssä välillä Vaaranlampi–Vajukoski voimajohtoreitille on kaksi vaihtoehtoista reittiä (Kuva 27-3). Johtoalueen A mukaiset osuudet eivät sijoitu olemassa olevien johtokäytävien yhteyteen, vaan osuuksia varten tullaan toteuttamaan uudet maastokäytävät Kuva 27-4 esitetyn periaatteen mukaisesti. Uuden johtoaukean leveydeksi tulee 26 m ja johtoalueen leveydeksi 46 m.



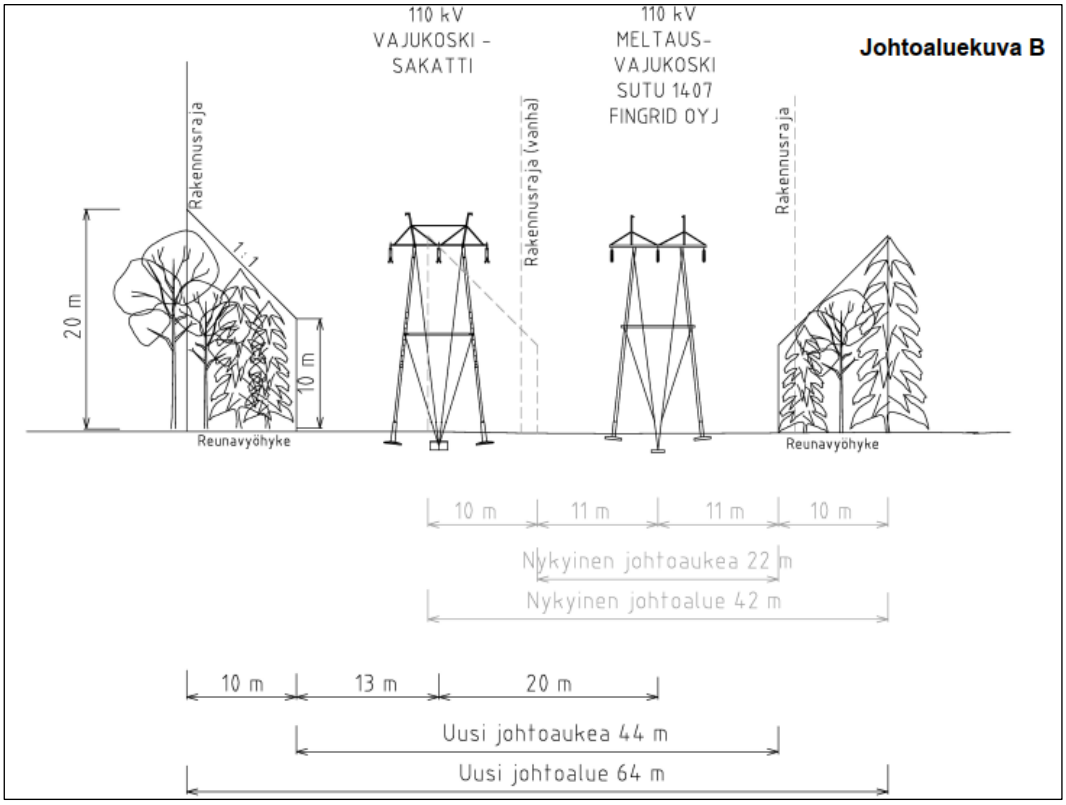
Kuva 27-3 Voimajohtoalueen A (musta viiva) mukaisten johto-osuuksien sijainnit suunnitellun voimajohtoreitin pohjoispäässä välillä Vajukoski–Hanskuvaara (kuva A vasemmalla) ja eteläpäässä välillä Myllymaankuusikko–Kuusivaaran tehdasalue (kuva B oikealla). Vajukosken päädyssä voimajohdolle on tutkittu kahta vaihtoehtoista reittiä (kuva A: pohjoinen haara ja eteläinen haara). (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)



Kuva 27-4 Johtoalueen A mukaisten osuuksien (Vajukoski–Hanskunvaara ja Myllymaankuusikko–Kuusivaara) periaatepiirros. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Johtoalue B

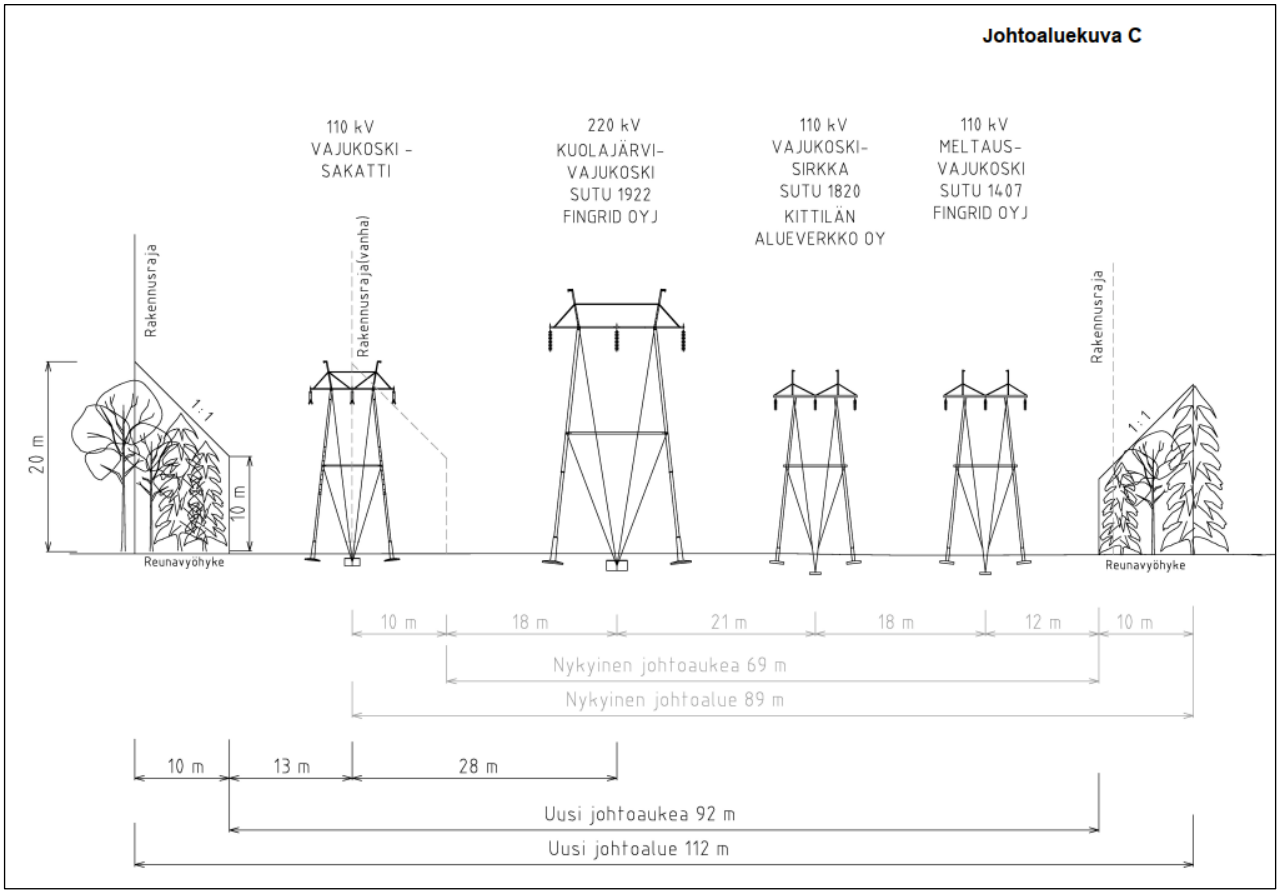
Johtoalue B sijaitsee Uusipalon ja Tuormuslammen välisellä alueella (Kuva 27-2). Vajukoski–Sakatti -voimajohto sijoittuu johtoalueella olemassa olevan 110 kV:n Meltaus–Vajukoski voimajohdon rinnalle siten, että nykyistä 22 m leveää johtoaukeaa levennetään 22 m. Tällöin levennetty johtoaukea on yhteensä 44 m ja johtoalue 64 m leveä. (Kuva 27-5)



Kuva 27-5 Johtoalueen B (Uusipalo–Tuormuslampi) osuuden periaatepiirros. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Johtoalue C

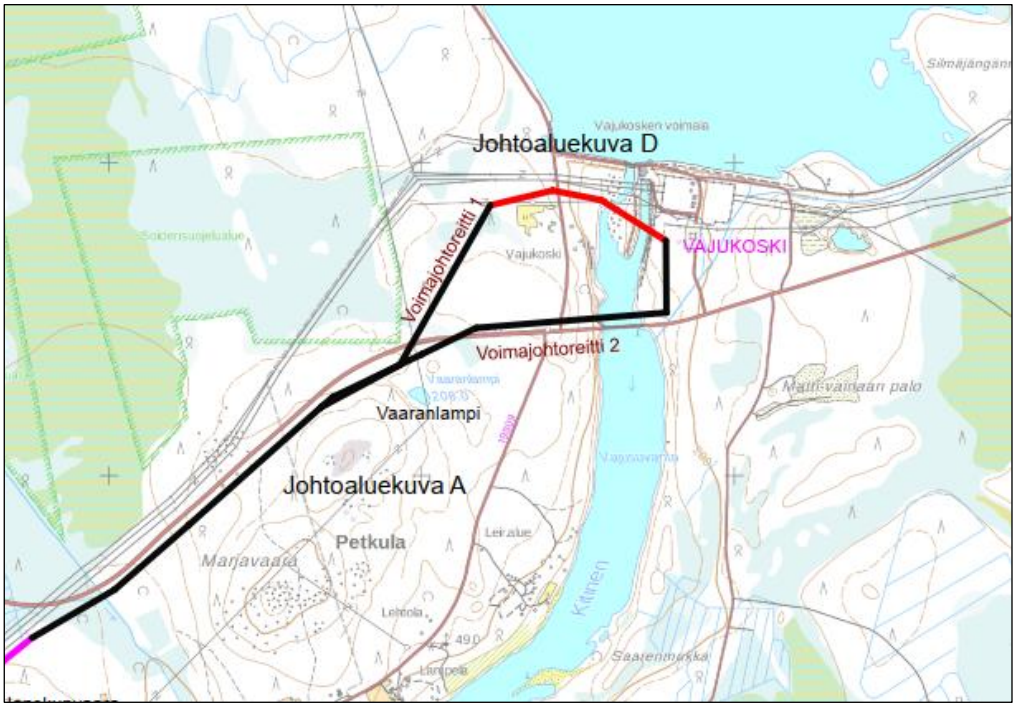
Johtoalue C sijoittuu Hanskunvaaran ja Uusitalon väliselle alueelle (Kuva 27-2). Alueella on olemassa oleva 69 m leveä johtoalue, jossa ovat 220 kV:n Kuolajärvi–Vajukoski, 110 kV:n Vajukoski–Sirkka sekä 110 kV:n Meltaus–Vajukoski voimajohdot. Vajukoski–Sakatti -voimajohtoa varten nykyistä 69 m leveää johtoaukeaa levennetään 92 m:iin ja johtoaluetta 112 m:iin. (Kuva 27-6)



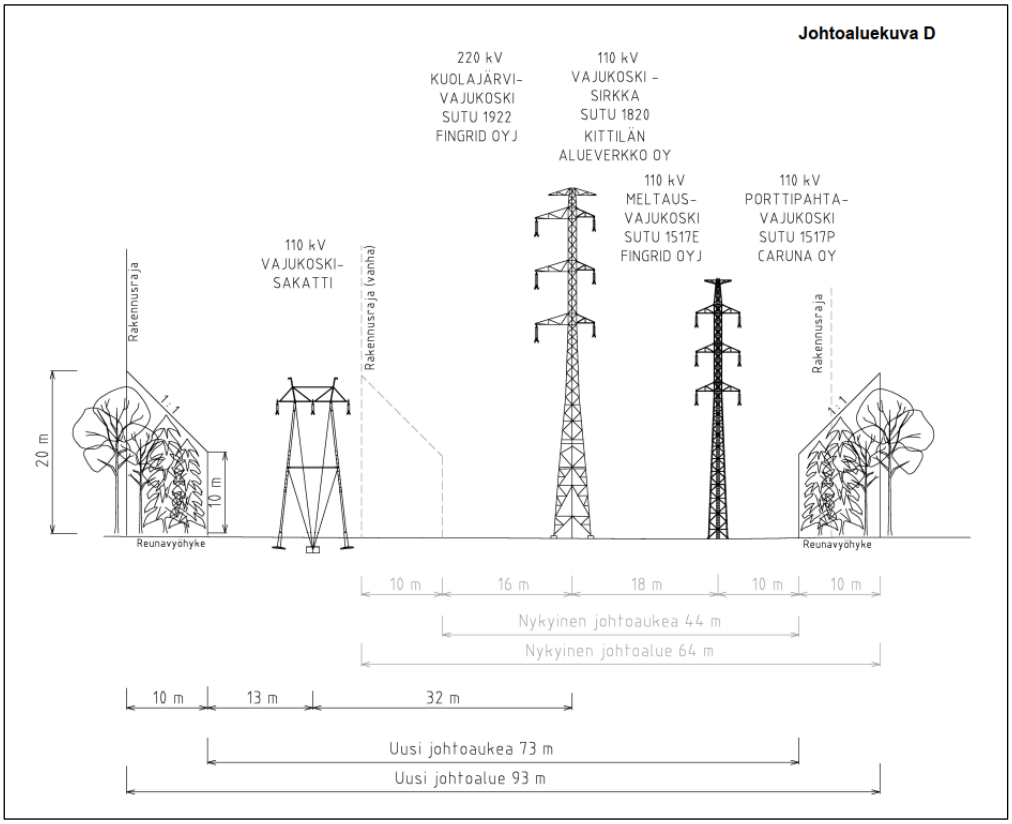
Kuva 27-6 Johtoalueen C (Hanskunvaara–Uusipalo) periaatepiirros. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Johtoalue D

Johtoalue D rakennetaan samaan käytävään 220 kV:n Kuolajärvi–Vajukoski, 110 kV:n Vajukoski–Sirkka, 110 kV:n Meltaus–Vajukoski ja 110 kV:n Porttipahta–Vajukoski voimajohtojen kanssa, mikäli johtoalue A toteutetaan voimajohtoreittivaihtoehdon 1 mukaisesti (Kuva 27-7). Tällöin olemassa olevaa, 44 m leveää johtokäytävää levennetään siten, että uuden johtokäytävän leveys on 73 m ja uuden johtoalueen 93 m (Kuva 27-8).



Kuva 27-7 Voimajohtoalueen D sijainti (punainen viiva). Voimajohtoalue D toteutetaan, mikäli johtoalue A Vajukosken päädyssä toteutetaan voimajohtoreittivaihtoehdon 1 mukaisesti. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)



Kuva 27-8 Johtoalueen D (Vajukoski) periaatepiirros. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

27.2.2 Voimajohdon rakentaminen

Vajukoski-Sakatti 110 kV:n voimajohdon rakentamiseen tarvittava rakentamisaika on noin 4-6 kuukautta. Rakentamisen kestoon vaikuttavat jossain määrin sääolosuhteet. Voimajohtoreitti sijaitsee osittain pehmeillä alueilla, joille rakentaminen tulee ajoittaa talviaikaan maan kantavuuden varmistamiseksi.

Voimajohdon rakentaminen aloitetaan poistamalla puusto johtoalueelta. Samalla maastoon merkitään sellaiset luonto- ja kulttuuriarvot ja muut huomioitavat maastokohdat, jotka tulee kiertää voimajohtoa rakennettaessa.

Pylväsrakenteet kuljetetaan maastoon pääsääntöisesti metsätraktoreiden avulla. Asennustyöt aloitetaan voimajohdon perustusten kaivamisella (pylväiden elementtiperustukset, haruslaatat ja ankkurit). Pylväsrakenteet kootaan maastossa ja nostetaan pystyyn koneellisesti. Johdinrakenteet asennetaan ns. kiristysväleittäin. Johtimien jatkaminen tapahtuu räjähdeliitoksilla, joiden tekeminen aiheuttaa hetkellisen, voimakkaan räjähdysäänen. Johtimet kiristetään ja lopulliset maadoituskuparit asennetaan johdon rakentamisen loppuvaiheessa.

27.3 Voimajohdon vaikutukset

Rakennettavan voimajohdon vaatimat uudet maastokäytävät, olemassa olevien maastokäytävien leventäminen, pylväsrakenteet sekä voimajohdon perustus- ja ylläpitotyöt aiheuttavat ympäristövaikutuksia.

27.3.1 Voimajohdon ympäristövaikutukset

Vaikutukset maankäyttöön

Voimajohtoreitti sijoittuu maakuntakaavassa alueelle, jolle on laadittu maankäyttöä yksityiskohtaisemmin ohjaavat Kelujärvi-Rajalan sekä Lokka-Koitelainen-Kevitsan osayleiskaavat, joiden alueella olevien voimajohtojen rinnalle uusi voimajohto pääosin sijoittuu. Voimajohtoreittiä ei ole osoitettu maakunta- tai yleiskaavoissa väleillä Kuusivaara–Tuormuslampi, Hanskunvaara–Vaaranlampi, Vaaranlampi–Vajukoski ja Vaaranlampi–Vajukosken voimala. Uudet johtoreitit osoitetaan alueen muun maankäytön järjestämiseksi laadittavien yleiskaavan muutosten yhteydessä.

Valmisteilla olevassa Pohjois-Lapin maakuntakaavassa 2040 Sakatin kaivoshankkeeseen liittyvää voimajohtoa ei ole osoitettu. Lapin Liitto on päättänyt käynnistää Sakatin kaivoshankkeen vaihemaakuntakaavan laatimisen, johon sisältyy myös uusi voimajohto.

Voimajohto huomioidaan Sakatin osayleiskaavan valmistelussa. Sakatin osayleiskaavaa on käsitelty tarkemmin luvussa 9. Uusi johtoreitti välillä Kuusivaara – vt 4 osoitetaan ja sovitetaan yhteen Sakatin kaivoksen mahdollisen pohjoisen yhdystien ja yhdystien sillan sekä Jäämeren radan linjauksen kanssa huomioiden kunkin hankkeen suunnitteluvaihe vireillä olevassa Sakatin kaivoksen osayleiskaavassa sekä yksityiskohtaisemmissa suunnitelmissa.

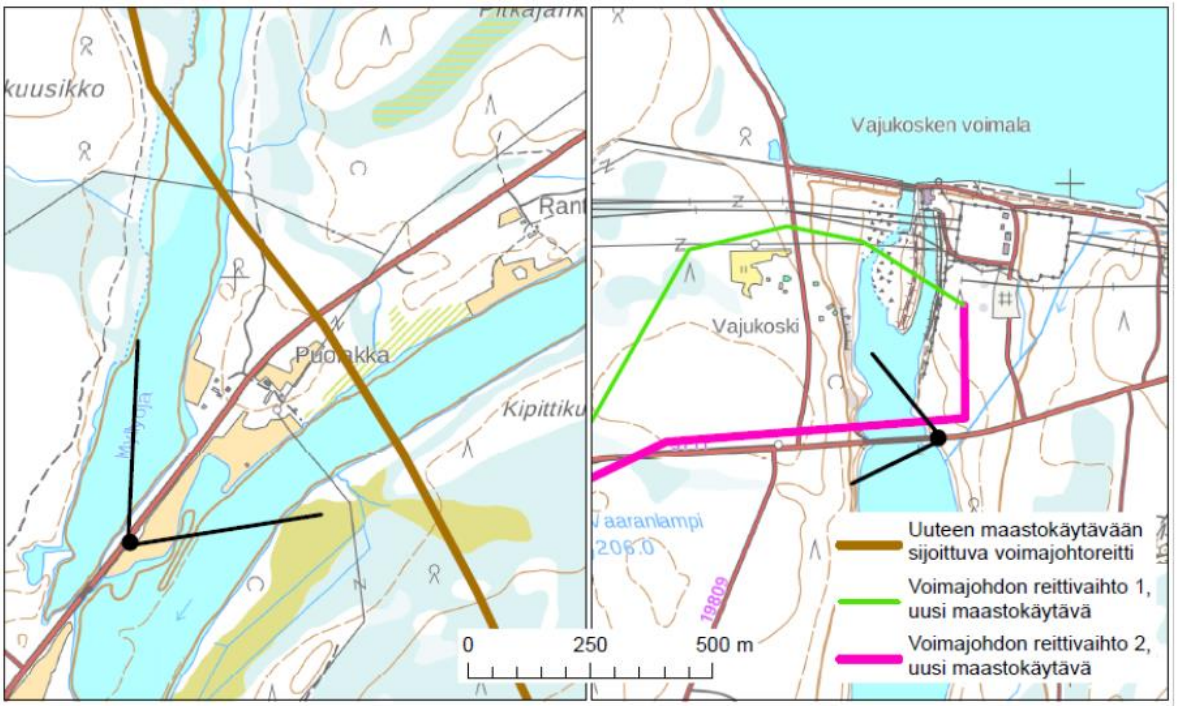
Uusi voimajohto sijoittuu alle 200 m:n päähän olemassa olevasta vakituisessa käytössä olevasta asuinrakennuksesta Puolakassa. Alle 200 m:n etäisyydelle sijoittuu myös viisi lomarakennusta.

Kaikkiaan voimajohdon vaikutukset maankäytölle arvioidaan vähäisiksi, sillä pääosin uusi voimajohto toteutetaan jo olemassa olevien käytävien yhteyteen. Uudet osuudet sijoittuvat pääsääntöisesti metsäalueille, mikä aiheuttaa jossain määrin paikallista haittaa alueiden metsätalouskäytölle.

Vaikutukset maisemaan ja rakennettuun kulttuuriympäristöön

Vajukoski–Sakatti -voimajohtoreitti sijoittuu pääosin asumattomille metsä- ja aapasuoalueille. Maisemalliset vaikutukset metsäisillä osuuksilla rajoittuvat pääsääntöisesti voimajohdon välittömään lähiympäristöön. Suoalueille sijoittuvat voimajohdot toteutetaan jo olemassa olevan voimajohdon/voimajohtojen yhteyteen.

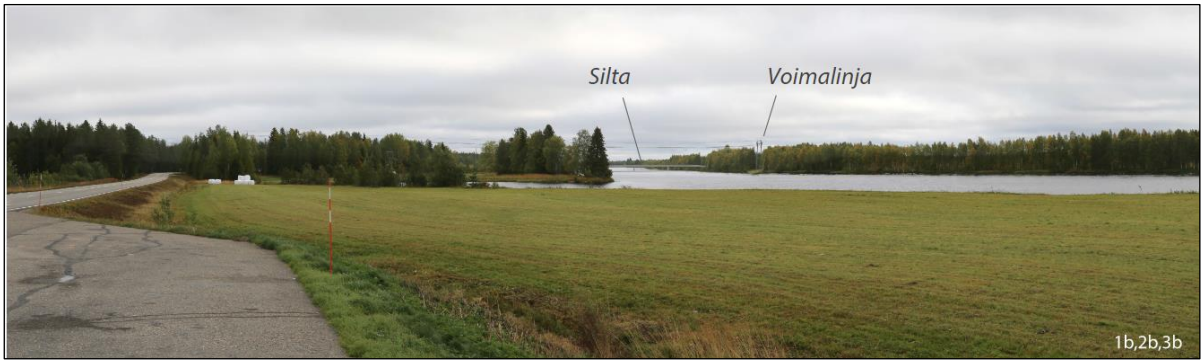
Voimajohdon ympäristöselvityksessä on arvioitu merkittävimpien maisemallisten muutosten kohdistuvan tieympäristöihin uuden voimajohdon voimistaessa nykyisistä voimajohdoista aiheutuvia vt 4:n tiemaisemaan kohdistuvia vaikutuksia. Vaikutuksia tieympäristöön on havainnollistettu havainnekuvien avulla, joiden kuvauspaikat on esitetty Kuva 27-9.



Kuva 27-9 Havainnekuvien kuvauspaikat. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Vt 4:llä liikuttaessa kohti pohjoista suunniteltu voimajohto näkyy tieltä kohdalla, jossa Kitinen ja Myllyoja yhdistyvät (vrt. kuvat Kuva 27-1010 ja Kuva 27-111). Voimajohto näkyy Kitisen ja Myllyojan ylityksissä koillisen ja pohjoisen suunnilla, mutta voimajohdon johtimet ja pylväät eivät muodostu hallitsevaksi tieltä avautuvissa näkymissä.

Kuva 27-10 Nykytilakuva vt 4:ltä Kitisen ja Myllyojan yhtymiskohdalta kohti pohjoista ja koillista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)



Kuva 27-11 Havainnekuva vt 4:ltä Kitisen ja Myllyojan yhtymiskohdalta kohti pohjoista ja koillista. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Reittivaihtoehdossa 2 uutena osuutena toteutettava voimajohto ylittää Kitisen Kevitsantien yhteydessä. Uuden voimajohdon rakenteiden muutos maisemaan joen ylityksen kohdalla on arvioitu kohtalaiseksi. (Kuva 27-1212 ja *Kuva 27-13*3).

Kuva 27-12 Nykytilakuva Kevitsantieltä Kitisen itärannalta kohti länttä. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Kuva 27-13 Havainnekuva Kevitsantieltä Kitisen itärannalta kohti länttä. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Kelujärvi-Rajalan osayleiskaavassa on Kitisen jokivarteen osoitettu maiseman monimuotoisuuden kannalta tärkeitä alueita sekä paikallisesti arvokas kulttuuriympäristö. Yleiskaavan osoittamat alueet sijoittuvat Sattasen kylän edustalle sekä Kersilön kylän eteläpuolisille alueille. Näistä sijainneista on matkaa voimajohdolle sen verran paljon, ettei alueilta avaudu näkymiä suunnitellulle voimajohdolle. Kitisen ja Myllyojan väliselle alueelle on osoitettu yleiskaavassa maisemallisesti arvokas peltoalue, jolta päänäkymät avautuvat kohti etelää ja lounasta Kitisen ja tien suuntaisina, voimajohdon sijoittumiseen nähden vastakkaiseen suuntaan. Ympäristöselvityksessä (Ramboll Finland Oy 2020c) voimajohdon vaikutukset peltomaisemaan arvioitiin vähäisiksi.

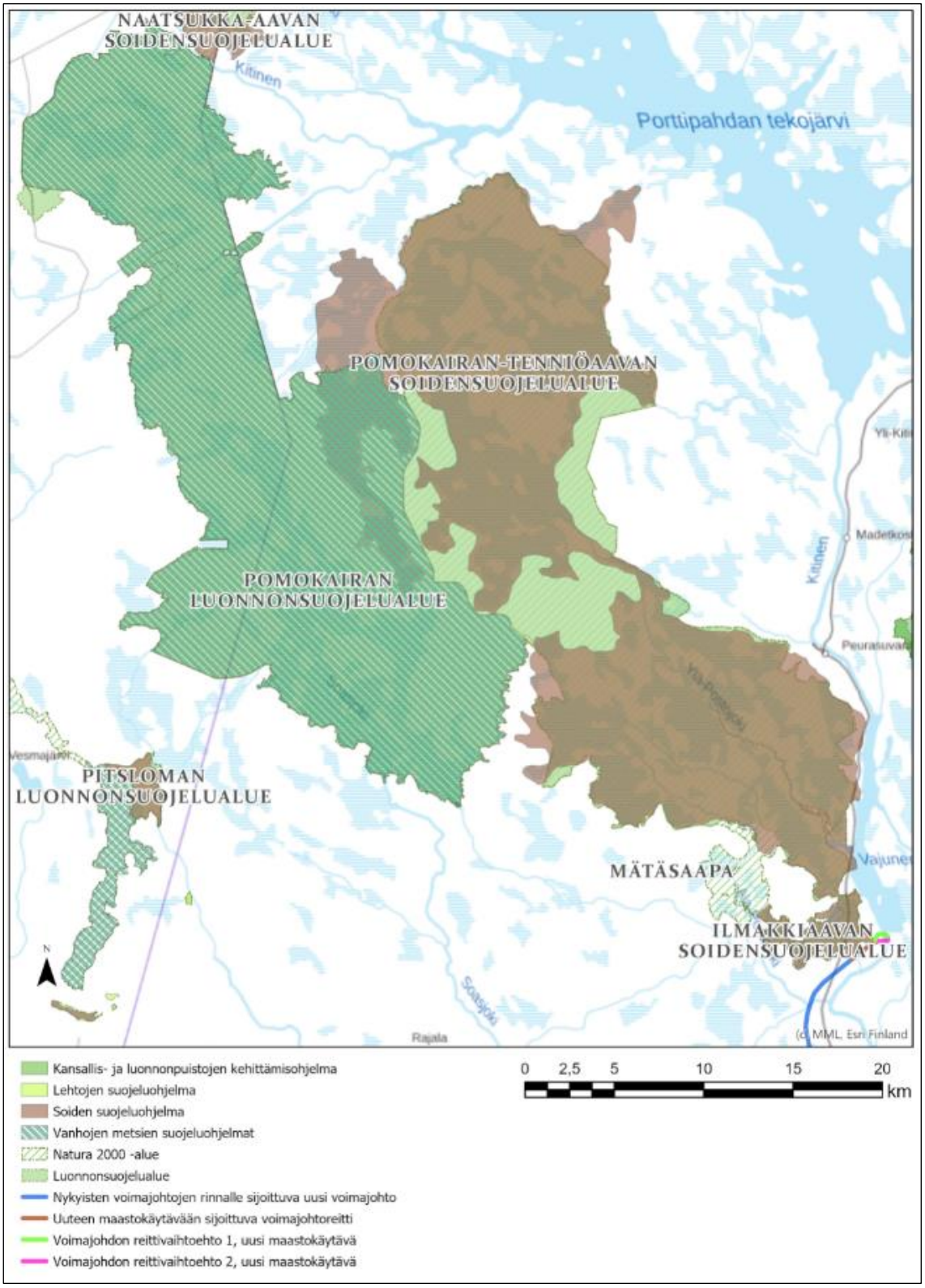
Vaikutukset muinaisjäännöksiin

Voimajohtoreitille laaditun muinaisjäännösinventoinnin perusteella voimajohtoreitin välittömässä läheisyydessä sijaitsee yksi kiinteä muinaisjäännös (Puolakka 1000000496) sekä yksi löytöpaikka (Vajukoski 1000000414). Puolakan pyyntikuoppa sijaitsee voimajohtoreitin eteläosassa Kitisen ranta-alueella, ja vaikutusten muodostumisen välttämiseksi pyyntikuopan sijainti tulee huomioida voimajohdon jatkosuunnittelussa. Vajukosken löytöpaikkaa on aiemmin tutkittu ja kohde on arvioitu tuhoutuneeksi mahdollisesti, mutta ei varmasti.

Inventoinnin jälkeen voimajohtoreitin linjaukseen on tullut muutoksia voimajohdon pohjoispäässä, minkä vuoksi inventointi ei ole kaikilta osin täysin kattava. Voimajohdon yksityiskohtaisemmassa jatkosuunnittelussa tehdään tarkemmat arkeologiset inventoinnit niiden osuuksien osalta, joita ei jo tehdyssä inventoinnissa ole tutkittu. Mikroliitti Oy (2019) arvioi, että inventointityön jälkeen tarkentuneista voimajohdon pohjoisosan (johtoalueen A pohjoisosat Vajukoskella) reittivaihtoehdoista muinaisjäännöksiä voi esiintyä todennäköisemmin eteläisemmällä reittivaihtoehdolla 2 kuin pohjoisemmalla reittivaihtoehdolla 1. Eteläisemmän reittivaihtoehdon alueella sijaitsevista mahdollisista muinaisjäännöksistä voidaan saada varmuus ainoastaan maastotutkimuksella.

Vaikutukset Pomokairan Natura –alueeseen

Pomokaira kuuluu Natura 2000 –verkostoon luonto- ja lintudirektiivin perusteella. Alue muodostuu Pomokairan-Tenniöaavan ja Ilmakkiaavan alueista, jotka kuuluvat soidensuojeluohjelmaan. Näiden lisäksi alueeseen kuuluu Pomokairan vanhojen metsien suojeluohjelmaan kuuluva alue sekä Mätäsaapa, joka on valtion omistamalla maalla sijaitseva, suojeluohjelmiin kuulumaton alue. Uusi voimajohto sijoittuu lähimmillään noin 500 m etäisyydelle Natura-alueen rajasta. Suojelualueet ja niiden sijoittuminen suhteessa suunniteltuun voimajohtoon on esitetty Kuva 27-14Kuva 27-14.



Kuva 27-14 Voimajohtoreitin läheisyydessä sijaitsevat suojelualueet. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Pomokairan alueella esiintyvät Natura-tietolomakkeen mukaiset luontodirektiivin I luontotyypit ja niiden pinta-alat on esitetty alla (Taulukko 27-1).

Taulukko 27-1 Pomokairan Natura-alueen tietolomakkeen mukaiset direktiiviluontotyypit. Priorisoidut luontotyypit merkitty tähdellä (*). (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Luontotyyppi	Koodi	Pinta-ala, ha
Humuspitoiset järvet ja lammet	3160	85,079
Fennoskandian luonnontilaiset jokireitit	3210	114
Pikkujoet ja purot	3260	130
Tunturikankaat	4060	40
*Keidassuot**	7110	400
Vaihettumissuot ja rantasuot	7140	430
Fennoskandian lähteet ja lähdesuot	7160	2,6
*Huurresammallähteet**	7220	0,33
Letot	7230	4 501,4
Aapasuot*	7310	45 600
Silikaattikalliot	8220	1 800
*Boreaaliset luonnonmetsät**	9010	38 500
Tunturikoivikot	9040	250
Boreaaliset lehdot	9050	4,9
*Tulvametsät**	91E0	120
*Puustoiset suot**	91D0	10 900

Alueella esiintyviä luontodirektiivin liitteen II lajeja (Natura-tietolomakkeen mukaisesti) ovat ahma, saukko, lapinleinikki, lettorikko, lapinhilpi, kiiltosirppisammal sekä pohjanharmoyökkönen. Lintudirektiivin liitteen I linnuista alueella esiintyy helmipöllö, suopöllö, pyy, huuhkaja, sinisuohaukka, laulujoutsen, palokärki, pohjansirkku, ampuhaukka, tuulihaukka, varpuspöllö, kurki, jänkäsirriäinen, sinirinta, jänkäkurppa, uivelo, keltavästäräkki, kivitasku, vesipääsky, suokukko, pohjantikka, kapustarinta, lapintiira, lapinpöllö, hiiripöllö, teeri, metso, mustaviklo ja liro. Edellä mainittujen lisäksi alueen suojeluperusteena on kolme suojelusyistä salassa pidettävää lintulajia.

Pomokairan Natura-alueelle on laadittu osana Rambollin toteuttamaa Sakatti–Vajukoksen 110 kV:n voimajohdon ympäristöselvitystä Natura-arvioinnin tarveharkinta. Tarveharkinnassa arvioitavina perusteina olivat vaikutukset luontodirektiivin liitteen I luontotyyppeihin sekä liitteen II ja lintudirektiivin mukaisiin lajeihin.

Voimajohtorakenteilla, niiden perustusten rakentamisella tai muilla voimajohtojen rakentamistöillä ei arvioitu olevan vaikutusta luontodirektiivin liitteen I luontotyyppeihin, koska voimajohdon rakenteet sijoittuvat yli 500 m etäisyydelle Natura-alueesta. Alueella, jossa voimajohtoreitti sijoittuu lähimmäs Natura-aluetta, rakentamisalue on kivennäismaata, jolloin rakentamistoimien vaikutukset jäävät hyvin rajatulle alueelle.

Voimajohtorakenteilla ei arvioitu olevan vaikutusta Pomokairan alueen luontodirektiivin liitteen II kasvi- tai hyönteislajeihin, koska rakenteet sijoittuvat yli 500 m päähän Natura-alueesta.

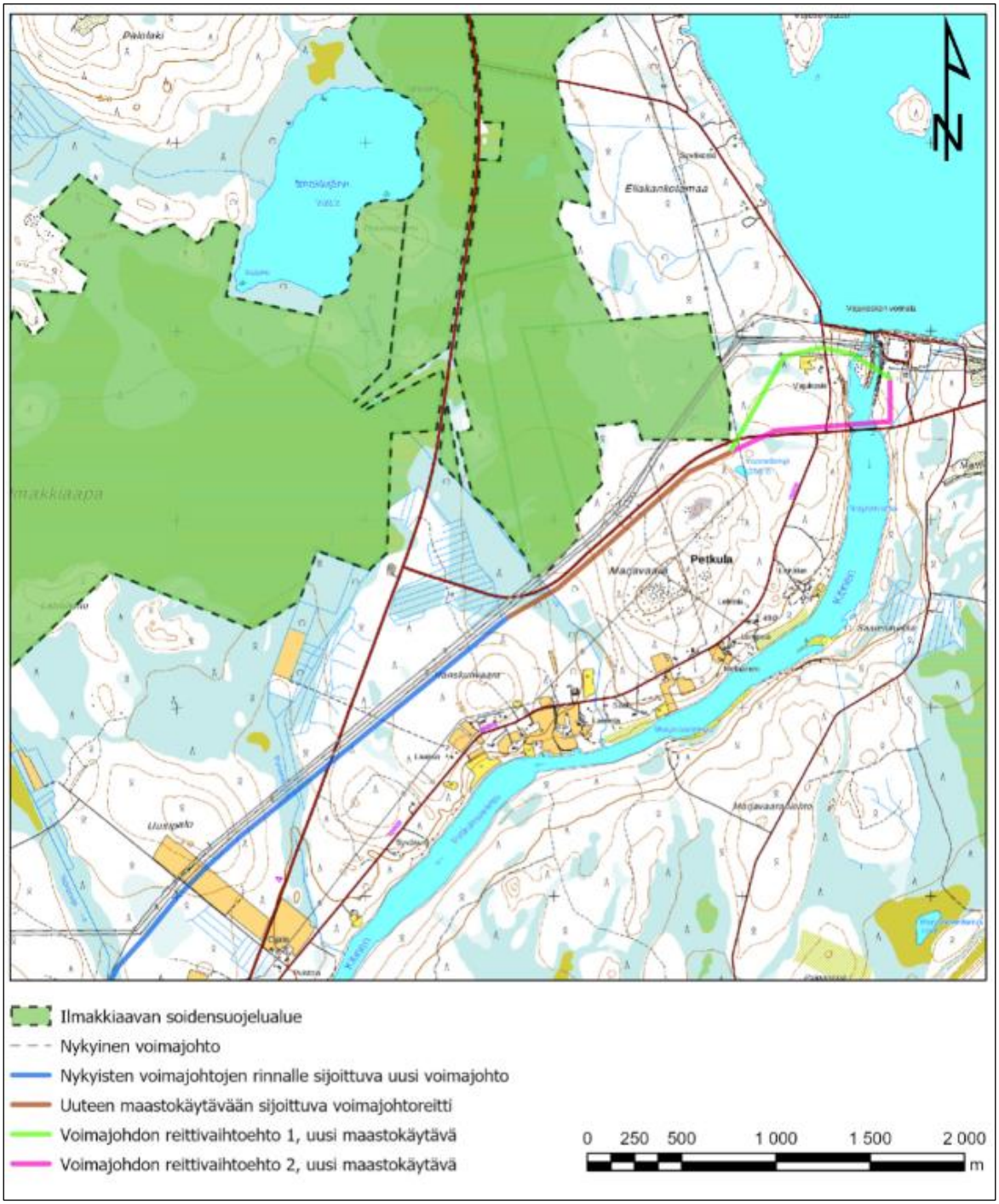
Selvityksessä merkittävimmiksi voimajohtohankkeen vaikutusmekanismeiksi arvioitiin raivattavan johtoaukean aiheuttamat elinympäristömuutokset linnustolle sekä johtimien muodostama törmäysriski. Alueelle, johon voimajohto sijoittuu, ei kuitenkaan arvioitu sijoittuvan suolajiston kannalta merkittäviä elinympäristöjä. Törmäysten merkitys suojeluperusteena olevien lintulajien populaatioiden osalta arvioitiin merkityksettömäksi.

Voimajohdon rakentamista varten raivattava alue sijoittuu pääosin puustoiselle alueelle yli 500 m etäisyydelle Natura-alueesta. Natura-alueen pesimälajiston kannalta elinympäristömenetykset voisivat kohdistua sellaisten puustoisten elinympäristöjen lajeihin, joiden reviirien laajuus kattaa Natura-aluetta ympäröivän 500 m laajuisen vyöhykkeen. Suojeluperusteena olevista lajeista tällaisiksi lajeiksi oli arvioitu helmipöllö, lapinpöllö, hiiripöllö, huuhkaja, palokärki, pohjantikka, ampuhaukka, tuulihaukka, teeri ja metso. Johtoaukean raivaamisesta johtuva elinympäristöjen menetys on noin kolme hehtaaria, mikä on pinta-alallisesti alle kymmenestuhannesosa alueen vastaavista puustoisista elinympäristöistä. Näin ollen voimajohdon ympäristöselvityksessä voimajohtohankkeen aiheuttama elinympäristöjen menetys arvioitiin vaikutuksiltaan merkityksettömäksi.

Vaikutukset Ilmakkiaavan soidensuojelualueeseen

Ilmakkiaavan aapasuo kuuluu valtakunnalliseen soidensuojeluohjelmaan. Alue sisältyy lähes kokonaan Pomokairan Natura-alueeseen. Ilmakkiaapa on todennäköisesti myös linnustollisesti arvokas suoalue, vaikka sitä ei olekaan luokiteltu MAALI-hankkeen maakunnallisesti tärkeäksi lintualueeksi (Lapin lintutieteellinen yhdistys 2016). Alueeseen liittyvällä Ilmakkijärvellä (MAALI-kohde) pesii mm. alli, haapana, tukkasotka, uivelo, vesipääsky, jouhisorsa, lapasotka, lapintiira, mustalintu ja jänkäsirriäinen, joiden voidaan perustellusti arvioida pesivän myös Ilmakkiaavan alueella.

Voimajohdon sijoittuminen suhteessa Ilmakkiaapaan on esitetty Kuva 27-15. Voimajohtorakenteet eivät sijoitu Ilmakkiaavan soidensuojelualueelle, minkä vuoksi uudella voimajohdolla ei ole suojelualueen kasvillisuuteen tai luontotyyppeihin kohdistuvia suoria vaikutuksia. Linnustovaikutusten osalta vaikutukset arvioidaan vastaaviksi Pomokairan Natura-alueelle kohdistuvien vaikutusten kanssa. Ilmakkiaavan soidensuojelualue sijaitsee kahdessa kohdassa voimajohdolle suunnitellun reitin välittömässä läheisyydessä, minkä vuoksi törmäysvaikutukset voivat kohdistua suojelualueella pesivään lajistoon hieman enemmän kuin Pomokairan Natura-alueella pesivään.



Kuva 27-15 Voimajohdon sijoittuminen suhteessa Ilmakkiaavan soidensuojelualueeseen. (Lähde: Ramboll Finland Oy 2020c)

Vaikutukset pohjavesiin

Voimajohdosta noin kilometrin etäisyydellä sijaitsee vedenhankintaan soveltuva Ahvenjärvenkankaan (tunnus 12758281) 2-luokan pohjavesialue. Osa voimajohtorakenteista sijoittuu Ahvenjärven kaakkoispuolisella alueella pohjaveden muodostumisalueelle.

Pohjavesialueita koskee vesilain (VesiL 587/2011) 18 §:n mukainen pohjaveden muuttamiskielto ja ympäristönsuojelulain (YSL 527/2017) 8 §:n mukainen pohjaveden pilaamiskielto. Voimajohtorakenteet eivät lähtökohtaisesti aiheuta pohjavesien pilaantumisriskiä. Merkittävimmät riskit pohjavesialueelle ovat rakentamiseen ja voimajohtojen huoltoon liittyvien työkoneiden poltto- ja voiteluaineiden pääseminen maastoon ja sitä kautta pohjaveteen. Rakentamisen ja huoltotöiden aikana noudatetaan poltto- ja voiteluaineiden sekä muiden pohjavedelle haitallisten aineiden käsittelyssä annettuja säädöksiä ja ohjeita.

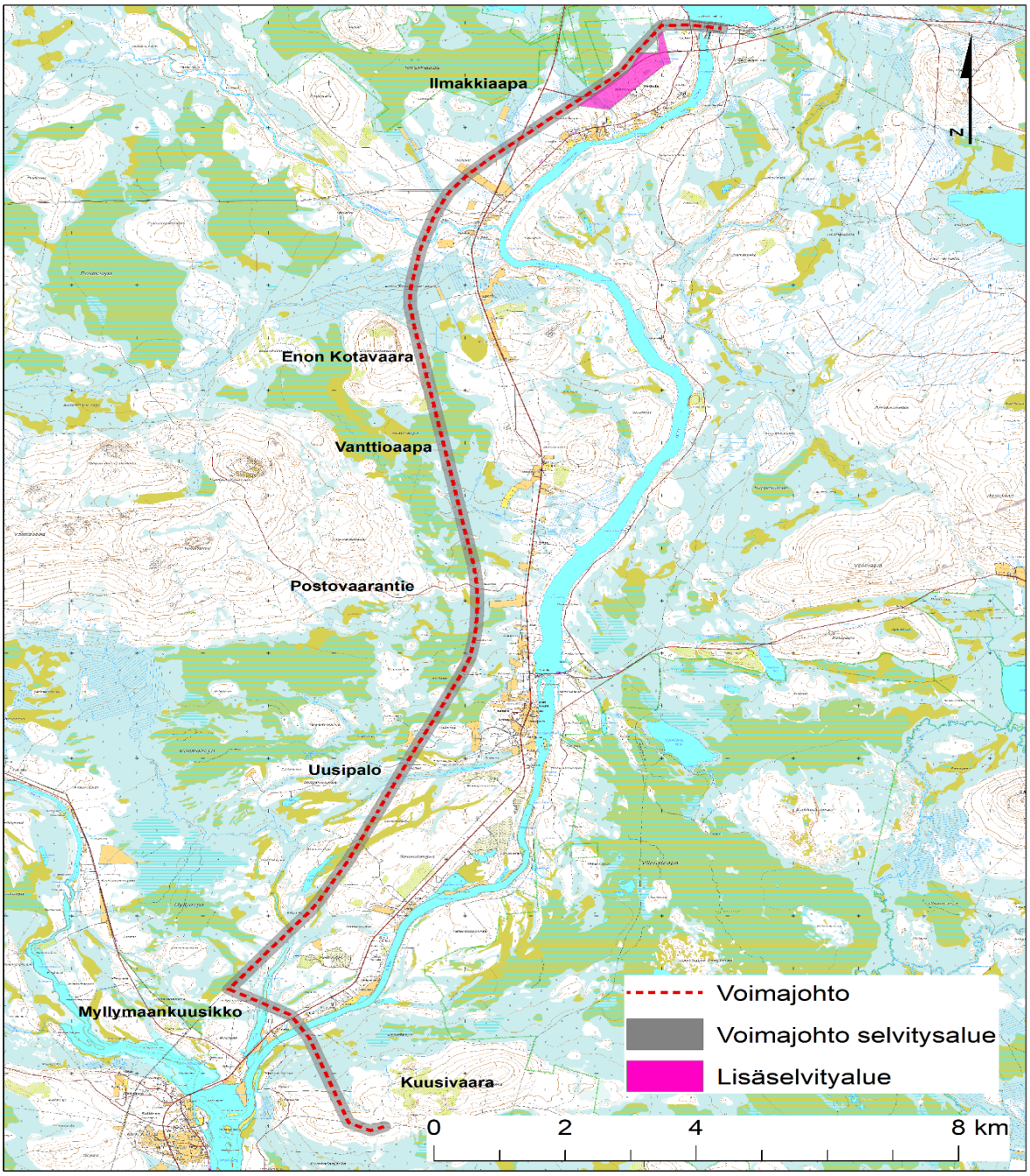
Määrällisiä pohjaveden purkautumiseen liittyviä vaikutuksia saattaa aiheutua maanrakennus- ja perustamistoimenpiteiden yhteydessä. Voimajohdon ympäristöselvityksessä arvioidun perusteella alueella ei arvioida esiintyvän paineellista pohjavettä ja alustava arvion mukaan pylväiden perustamisesta ei aiheudu haitallisia vaikutuksia Ahvenjärvenkankaan pohjavesialueelle.

Vaikutukset muihin arvokkaisiin luontokohteisiin

Kokonaisuutena voimajohtoreitin alue on luontotyyppinsä (Peräpohjolan alue) alueelle luonnonarvoiltaan varsin tavanomaista. Voimajohtoreitille (Kuva 27-16) laaditun luontoselvityksen perusteella suurin osa huomionarvoisista luontotyypeistä sijaitsee pohjoisemman Vanttioaavan alueella. Alueella esiintyy vaarantuneeksi luokiteltua lettorämettä sekä silmälläpidettäväksi luokitelluista luontotyypeistä rimpilettoa ja ruoho- ja heinäkorpea sekä VesiL:n 2. luvun 11 §:n mukaisia meso-eutrotrofisia lähteikköjä. Muualta selvitysalueelta havaittuja arvokkaita luontotyyppejä olivat silmälläpidettäväksi luokiteltu sarakorpi sen luonnontilaisen kaltainen kangasräme.

Huomionarvoisista kasvilajeista selvitysalueelta on ennestään tunnettuja havaintoja lapinleinikistä (elinvoimainen LC; sisältyy luontodirektiivin liitteisiin II ja IV, luonnonsuojeluasetuksen nojalla rauhoitettu koko maassa), kiiltosirppisammalesta (silmälläpidettävä NT, luontodirektiivin liitteen II laji, luonnonsuojeluasetuksen nojalla rauhoitettu koko maassa), suopunakämmekästä (NT), ahokissankäpälästä (NT), vaaleasarasta (LC), lettosarasta (vaarantunut VU), lapinesikosta (erittäin uhanalainen EN) ja lapinvehnästä eli lapinvehniöstä (elinvoimainen LC). Maastotöiden yhteydessä ennalta tunnetuilta havaintopaikoilta ei löydetty lapinvehnän ja lapinesikon esiintymiä, lapinleinikistä taas tehtiin uusia havaintoja.

Luontoselvityksen loppupäätelmän perusteella tarkentuneiden reittivaihtoehtojen osalta arvokkaiden luontokohteiden mahdollinen esiintyminen on selvitettävä voimajohdon yksityiskohtaisemman jatkosuunnittelun yhteydessä. Erityisesti lisäselvityksiä tulisi kohdentaa Vajukosken liityntäpisteen läheisyydessä sijoittuvat alueille, joilla voi sijaita arvokkaita luontotyyppejä ja lajeja.



Kuva 27-16 Voimajohdon luontoselvityksen yhteydessä tarkasteltu alue. (Kuva: Ramboll Finland Oy 2020c)

Voimajohdon yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa huomionarvoisiksi on luontoselvityksen perusteella esitetty seuraavat:

- Rauhoitetun lapinleinikin kasvupaikat tulee huomioida pylväspaikkasuunnittelussa sekä maastossa työkoneilla liikuttaessa.

- Vesilain mukaiset lähdealueet tulee huomioida rakentamisessa siten, ettei niiden luonnontila vaarannu. Lähteet tulee huomioida sekä pylväspaikkasuunnittelussa että maastossa työkoneilla liikuttaessa.
- Myös huomionarvoiset luontotyypit on suositeltavaa huomioida pylväspaikkasuunnittelussa.

27.3.2 Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset

Voimajohdon ympäristöselvityksen yhteydessä pidettiin tammikuussa 2020 kaksi avointa asukastapaamista sekä kolmas tapaaminen Sattasniemen ja Oraniemen paliskuntien edustajille. Tilaisuuksiin osallistui yhteensä 35 henkilöä sekä kaivosyhtiön ja konsultin edustajat. Tilaisuuksissa esiteltiin voimajohtohanketta sekä keskusteltiin voimajohdon vaikutuksista ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

Väestön altistuminen sähkö- ja magneettikentille

Sähkö- ja magneettikentille altistumisen rajoittamisesta on julkaistu Euroopan unionin neuvoston suositukset 12.7.1999. EU:n suosituksen mukainen raja-arvo 50 Hz taajuisille sähkökentille on 5 kV/m ja magneettikentille 100 µT (mikroteslaa). Suosituksen mukaisia raja-arvoja sovelletaan erityisesti kohteisiin, joissa ihmiset oleskelevat merkittäviä aikoja. Vastaavasti altistumista ei pidetä merkittävänä silloin, kun sähköjohdon läheisyydessä vietetty aika on kestoltaan lyhyt ja altistuminen väliaikaista. Väliaikaiseksi altistumiseksi luokitellaan esimerkiksi marjastus tai metsänhoitotöiden tekeminen sähköjohtojen läheisyydessä.

Suositeltu enimmäisarvo 100 µT ei ylity Vajukoski–Sakatti -voimajohdon osalta. Sähkökentän voimakkuus 110 kV:n voimajohdon johdinten alapuolella on keskimäärin alle 1 kV/m ja magneettikentän voimakkuus on noin 5 µT johtoalueen keskellä. Näin ollen suosituksen mukainen enimmäisarvo ei ylity edes suoraan johdon alla seistessä, missä magneettikentän vaikutus on suurin.

Vaikutukset asumisviihtyvyyteen

Uuden voimajohdon vaikutukset asumisviihtyvyyteen arvioitiin voimajohdon ympäristöselvityksessä kokonaisuudessaan vähäisiksi. Vakituisia asuinrakennuksia sijoittuu alle 200 m etäisyydelle voimajohdosta yksi, joka sijaitsee Puolakassa. Lomarakennuksia sijoittuu alle 200 m etäisyydelle voimajohdosta viisi, joista kaksi sijaitsee Ala-Postonjoella ja kolme Vajukoskella voimajohdon reittivaihtoehdon 1 läheisyydessä. Vapaa-ajan asuntoihin voimajohto ei kuitenkaan aiheuta näköhaittaa, sillä metsä estää voimajohdon näkymisen. Puolakassa yhden vakituisen asunnon pihapiiristä voimajohto näkyy kapean pellon päässä. Voimajohdon ympäristöselvitykseen liittyvissä asukastapaamisissa voimajohdon vaikutukset asumisviihtyvyyteen eivät nousseet merkittäviksi. Koettavien vaikutusten vähäisyyttä selittää pitkälti nykyisen voimajohdon olemassaolo, johon alueen asukkaat ovat tottuneet ja jonka rinnalle valtaosa Vajukoski–Sakatti voimajohdosta sijoittuu.

Vaikutukset virkistyskäyttöön

Nykyisten voimajohtojen tai uuden voimajohtoreitin läheisyyteen ei sijoitu virallisia virkistys- tai ulkoilureittejä. Lokka-Koitelainen –Kevitsa -osayleiskaavassa Kersilön ja Vajukosken väliselle alueelle on kaavamerkinnällä osoitettu moottorikelkkailureitti, mutta virallista reittiä ei ole toteutettu. Olemassa olevan voimajohtoreitin johtoaukean aluetta käytetään kuitenkin asukastapaamisissa käytyjen keskustelujen perusteella epävirallisena kelkkareittinä, minkä osa alueen yksityisistä maanomistajista kokee aiheuttavan erityisesti poronhoitoalueilla haittaa ja ajoittaisia vaaratilanteita. Nykyinen virallinen

moottorikelkkaura kulkee Kitisen itäpuolella. Koska alueella olevia johtokäytäviä käytetään jo nykyisin kelkkailuun, on todennäköistä, että uudet johtokäytävät sekä nykyisten johtokäytävien laajentuminen lisäävät johtoalueiden käyttöä kelkkailuun.

Maanomistajat käyttävät voimajohdon reitille sijoittuvia maa-alueita muun muassa ulkoiluun, marjastukseen ja metsästykseen. Johtoaukean laajeneminen sekä uusien maastokäytävien rakentaminen vaikuttavat alueen virkistyskäyttömahdollisuuksiin jonkin verran; suurimmat vaikutukset voimajohdolla on yksityisten maanomistajien virkistyskäyttöön. Voimajohdon ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä on todettu, että voimajohto voi myös *"lisätä virkistysmahdollisuuksia tarjoamalla ulkoilijoille uusia kulkureittejä ja metsästäjille passipaikkoja sekä helpottamalla metsässä suunnistamista"*. Kevitsantien varressa Petkulan kohdalla voimajohdon linjaus kaventaa kyläläisille tärkeää ulkoilu-, hiihto-, marjastus- ja metsästysaluetta ja heikentää virkistysmahdollisuuksia. Riistaeläimille ja metsästykselle voimajohdon arvioitiin aiheuttavan haittaa lähinnä rakennusvaiheessa, sillä puuttoman johtoaukean aiheuttama välttämiskäyttäytyminen on todennäköisesti lyhytkestoista ja riistaeläimet tottuvat nopeasti uuteen johtokäytävään.

Vaikutukset poronhoitoon

Poronhoitoelinkeinon kannalta voimajohdolla on sekä pysyviä että rakentamisenaikaisia vaikutuksia. Rakentamisvaiheessa voimajohtoreitin välittömässä läheisyydessä saattaa olla väliaikaisia liikkumisrajoituksia. Rakentamistoimiin liittyvä maanrakennus, pylväiden pystytys sekä työmaaliikenne voivat aiheuttaa haittaa poronhoidolle, mikäli rakentamistoimet ajoittuvat ajankohtaan, jolloin porot ovat talviruokinta-alueella. Voimajohdon rakentaminen ajoittuu pääasiallisesti syys/talviaikaan, jolloin maa on jäässä.

Voimajohdon ympäristöselvityksessä on esitetty, että voimajohtoa rakennettaessa tulee huomioida voimajohdon vaikutusalueelle sijoittuvat porojen kevätlaidun-, talviruokinta- ja vasomisalueet sekä sopia rakennustoimenpiteistä ja niiden ajoittamisesta paliskuntien kanssa siten, että rakentamisesta aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa poronhoidolle. Voimajohdon suurimpana vaikutuksena poronhoitoon koettiin johtoaukean leveneminen laajoilla alueilla, jolloin puuston poistamisen vuoksi porojen saatavilla oleva ravinto vähenee.

Poroturismin tukikohta sijaitsee nykyisen voimajohdon länsipuolella ja kulku tukikohtaan on nykyisen ja tulevan voimajohtolinjan poikki. Voimajohto leventää nykyistä johtoaukeaa ja vähentää maiseman erämaatunnelmaa, mutta vaikutukset poroturismille arvioitiin kokonaisuudessaan vähäisiksi.

Vaikutukset muihin elinkeinoihin

Voimajohto aiheuttaa vaikutuksia metsätaloudelle metsämaan menetysten ja pirstoutumisten sekä käyttörajoituksen aiheuttaman taloudellisen haitan myötä, kun voimajohtoaluetta ei voida jatkossa hyödyntää metsänkasvatuksessa. Voimajohtoreitti sijoittuu useiden yksityisten maanomistajien maille ja osalla maanomistajista uusi linjaus leventää jo nykyistä johtokäytävää ja osalla pirstoo metsään uuden johtokäytävän. Haittojen kattamiseksi maanomistajille maksetaan korvausta.

Maanviljelylle voimajohdolla on vain vähäisiä vaikutuksia, sillä se ylittää yhden pellon ja sivuaa toista. Pylväsrakenteiden ja harusten ympärillä viljelypinta-ala vähenee ja aiheuttaa peltojen maatalouskäytölle lisätyötä rakenteiden kiertelyn vuoksi. Maanomistajille maksetaan korvaus haitasta.

Voimajohdolla on myös positiivisia vaikutuksia rakennus- ja huoltotöiden tuoman työllistämisen vuoksi. Työllistäviä vaikutuksia muodostuu johtokäytävän alueelta tehtävien hakkuiden, rakennus-

materiaalien kuljetuksen, pylväsrakenteiden perustusten ja pystyttämisen myötä. Voimajohtohankkeen työllistävien vaikutusten on arvioitu kohdistuvan myös paikalliseen väestöön esimerkiksi maanrakennustöiden osalta.

28 YHTEISVAIKUTUKSET MUIDEN HANKKEIDEN KANSSA

Sakatin kaivoshankkeella voi hankkeen elinkaaren aikana esiintyä yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa useiden eri vaikutusmekanismien kautta. Tässä yhteydessä tarkasteluun on sisällytetty sellaiset hankkeet, joiden osalta suunnittelu on selkeästi käynnissä, niille on tehty ympäristövaikutusten arviointi tai niillä on ympäristölupa, mutta hanke ei ole vielä toteutunut. Lisäksi mukaan on otettu hankkeet, joilla on aluevaraus maakuntakaavassa. Tällä hetkellä tällaisia tiedossa olevia hankkeita, joilla on mahdollisesti yhteisvaikutuksia Sakatin kaivoshankkeen kanssa, ovat vt 5:n uusi linjaus Sodankylän taajaman kohdalla, Soklin kaivoshanke, Pahtavaaran kaivos, Jäämeren rata sekä Peurasuvanto-Kuivasalmi -yhdystie. Yhteysviranomaisen lausunnossa YVA-ohjelmasta oli nostettu esille myös Boreal Bioref Oy:n Kemijärven biojalostamon huomiointi vesistöihin kohdistuvien vaikutusten näkökulmasta, joten myös tämä hanke on otettu mukaan tähän selvitykseen. Yhteisvaikutukset edellä esitettyjen hankkeiden kanssa arvioidaan olevan samoja kaikkien YVA-selostuksessa tarkasteltavien vaihtoehtojen osalta. Näin ollen yhteisvaikutukset on arvioitu yhteisesti kaikkien vaihtoehtojen osalta.

Kevitsan kaivoksen osalta yhteisvaikutuksia ei käsitellä tässä yhteydessä, koska sen kaivostoiminta on vakiintunutta eikä julkisessa tiedossa ole erityisiä laajentamis- tai muita toimenpiteitä. Kevitsan kaivoksen nykyisen toiminnan yhteisvaikutuksia Sakatin kaivoshankkeen kanssa on kuitenkin käsitelty melun, pintavesien, poronhoidon, liikenteen ja ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin yhteydessä.

28.1 Valtatie 5:n uusi linjaus Sodankylän taajaman kohdalla

Vt 5:n nykyinen linjaus Sodankylän kuntakeskuksen kohdalla on tunnistettu ongelmalliseksi Pohjois-Lapin maakuntakaavan 2040 valmisteluaineistoihin kuuluneessa Liikennejärjestelmäselvityksessä (Sitowise 2019b). Nykyinen vt 5:n osuus Sodankylä–Pelkosenniemi–Kemijärvi -välillä on laadultaan heikompi kuin vt 5:n eteläisemmät osuudet. Vt 5:n uuden, Sodankylän alueelle sijoittuvan linjauksen suunnittelussa on lähtökohtaisesti maakuntakaavan valmisteluaineistossa huomioitu Sakatin kaivoshankkeen tarpeet. Vt 5:n uusi linjaus edellyttää uuden sillan rakentamista Kitisen yli Sodankylässä. Uusi linjaus mahdollistaa kaivoksen eteläisen yhdystievaihtoehdon. Lapin ELY-keskus on käynnistänyt aluevaraussuunnitelman laatimisen vt 5:n uudesta linjauksesta. Sodankylän kunta on tähän liittyen kuuluttanut vireille Kirkonkylän osayleiskaavan muutoksen.

Kaivoksen eteläiseen yhdystievaihtoehtoon yhdistyvä uusi vt 5:n linjaus aiheuttaa yhteisvaikutuksia maanomistajille sekä alueen asukkaille. Eteläisen yhdystievaihtoehdon ja vt 5:n uuden linjauksen toteutuminen lisäisi liikenteestä aiheutuvaa haittaa ja melua yhdystien ja vt 5:n uuden linjauksen lähiympäristön asukkaille. Toisaalta vt 5:n uusi linjaus vähentäisi kaivoksesta sekä muusta Kemijärvelle suuntautuvasta raskaasta liikenteestä (esim. puukuljetukset) aiheutuvaa liikennettä Sodankylän kuntakeskuksessa erityisesti tilanteessa, jossa kaivoksen rikastekuljetuksia ajettaisiin Kemijärven suuntaan. Kemin suuntaan kohdistuvien kuljetusten osalta vastaavaa hyötyä ei ole. Vaikka Sakatin kaivos lisää liikenteen kokonaismäärää alueella, vt 5:n uusi linjaus ohjaisi osan liikenteestä kuntakeskuksen ohi ja parantaisi liikenteen alueellista sujuvuutta. Asiaa on käsitelty tarkemmin liikennevaikutusten arvioinnin yhteydessä.

28.2 Soklin kaivoshanke

Savukosken kuntaan sijoittuva Yara Suomi Oy:n Soklin fosfaattikaivoshanke on merkittävä kaivoshanke Lapin alueella. Esiintymä on Euroopan mittakaavassa yksi suurimmista. Soklin kaivoksen toiminnalle myönnettiin ympäristö- ja vesitalousluvat vuonna 2018. Luvista tehdyt valitukset hylättiin

pääosin toukokuussa 2020 (VHaO 5.5.2020 nro 20/0034/3 -Ympäristö- ja vesitalouslupa, kaivosteollisuus, Savukoski). Kaivoksesta ei ole tehty investointipäätöstä ja hankkeen kannattavuuslaskelmia päivitetään parhaillaan. Yhtiön arvion mukaan päätös kaivoshankkeen jatkosta viivästyy suunnitellusta (Yara Suomi 2020).

Sakatin kaivoksella ja mahdollisella Soklin kaivoksella voi olla liikenteeseen kohdistuvia yhteisvaikutuksia. Soklin kaivoksen YVA-menettelyssä (2008−2009) lähdettiin siitä, että kuljetukset toteutettaisiin rautatiekuljetuksina joko Kemijärven kautta muualle Suomeen tai kaivokselta Venäjälle (Pöyry 2009). Tämän jälkeen todennäköisemmäksi kuljetusvaihtoehdoksi ovat osoittautuneet maantiekuljetukset (Yara Suomi 2020). Sokli on tarkastellut vaihtoehtoa, jossa rikaste kuljetettaisiin rekoilla Soklista Kemijärven terminaaliin ja siitä eteenpäin junakuljetuksin. Tämän vaihtoehdon toteutuessa Soklin kuljetukset tapahtuisivat osittain samalla tieverkolla kuin ne Sakatin rikastekuljetukset, jotka mahdollisesti suuntautuvat Kemijärvelle. Tällöin liikenteelliset yhteisvaikutukset kohdistuisivat vt 5:lle Pelkosenniemen ja Kemijärven väliselle osuudelle. Lisäksi Soklin kaivokseen liittyvää muuta raskasta liikennettä tulee todennäköisesti kulkemaan vt 4:n ja vt 5:n kautta, mikä lisää raskaan liikenteen määrää näillä tieosuuksilla.

28.3 Pahtavaaran kaivos

Rupert Finland Oy:n Pahtavaaran kultakaivos sijaitsee Sodankylän kunnassa. Kaivoksen toiminta on ollut keskeytettynä vuodesta 2014, mutta alueella tehdään malminetsintää. (Rupert Resources Ltd 2020.) Tulevaisuudessa on mahdollista, että toiminta Pahtavaaran kaivoksella jälleen käynnistyy. Koska kyseessä on jo olemassa oleva kaivos, toiminnan mahdolliset yhteisvaikutukset kohdistuvat todennäköisesti lähinnä liikenteeseen liikennemäärien kasvun myötä sekä mahdollisesti myös vesistöön Kotisuvannon ja Kelukosken voimalaitospadon välisellä alueella.

28.4 Boreal Bioref Oy:n Kemijärven biojalostamo

Boreal Bioref Oy:n Kemijärven biojalostamo on Kemijärvelle sijoittuva hanke. Jalostamon on tarkoitus tuottaa 500 000 tonnia biomateriaaleja ja -kemikaaleja vuosittain. Hanke on saanut ympäristö-, vesitalous- ja töiden aloittamislupapäätöksen kesäkuussa 2019. Tällä hetkellä biojalostamo on jatkosuunnitteluvaiheessa ja odottaa rahoitus- ja investointipäätöstä (Boreal Bioref Oy 2020).

Toteutuessaan biojalostamon toiminnalla on vaikutuksia Kemijärven veden laatuun. Sakatin kaivoksen purkuvedet johdetaan Kitiseen, joka laskee lopulta Kemijärveen yli 100 kilometrin päässä kaivosalueelta

Sakatin kaivoksen ylijäämävesien mallinnustulosten perusteella mallinnetuissa vaihtoehdoissa kuormituksen aiheuttamat pitoisuusnousut ovat Kitisessä pieniä. Suurin pitoisuusnousu rajoittuu purkupaikan lähialueen pohjakerrokseen. Purkupaikkavaihtoehto (A ja B) aiheuttaa hieman eroja pitoisuusvaikutuksiin Kelukosken altaassa ja padolla, mutta ei enää alempana. Korkeimmat pitoisuusnousut Kitisessä ajoittuvat vähävirtaamaiseen aikaan kuten kevääseen ennen tulva-aikaa. Tulosten mukaisilla pienillä pitoisuuksilla ei ole käytännössä mitattavaa tai havaittavissa olevaa vaikutusta Kemijärven vedenlaatuun eikä purkuvesillä arvioida olevan haitallisia vaikutuksia Kemijärven kerrostumiseen. (AFRY Finland Oy 2020d.) Biojalostamohankkeella ja Sakatin kaivoshankkeella ei siten voida katsoa olevan yhteisvaikutuksia vesistöjen osalta.

Sakatin kaivoshankkeen ja Boreal Bioref Oy:n biojalostamon olennaisimmat yhteisvaikutukset liittyvät raskaan liikenteen kuljetuksiin, joista voi aiheutua liikenteeseen kohdistuvia yhteisvaikutuksia vt 5:lle. Biojalostamon puunhankinta-alue ulottuu laajalle alueelle Lappia, myös Sodankylän pohjoispuolelle. Biojalostamolle suuntautuvat puu- ja kemikaalikuljetukset (186

kuljetusta/vrk) tapahtuvat rekoilla, joiden yksi mahdollinen reitti jalostamolle on vt 5:ttä pitkin pohjoisen suunnasta. Biojalostamon puukuljetuksista vajaa 40 % on arvioitu tulevan pohjoisen suunnasta. (Sweco Industry Oy 2017.) Tarkempaa tietoa näiden puukuljetusten jakautumisesta tieverkolle ja erityisesti vt 5:lle ei tässä vaiheessa ole.

Lapin ELY-keskus suunnittelee uuden 13 km tieyhteyden rakentamista välille Kemijärvi–Varrio–vt 5. Hankkeessa rakennetaan uusi, Kemijärven keskustan ja Perävaaran kylän asutuksen kiertävä tieyhteys Kemijärven Patokankaan terminaalilta Varrion kohdalle sekä uusi silta. Mikäli Varrion silta ja tieyhteys rakennetaan, Boreal Bioref Oy:n kuljetukset hyödyntäisivät tätä yhteyttä pohjoisesta tuleviin kuljetuksiin (Sweco Industry Oy 2017). Myös Sakatin rikastekuljetukset tulisivat käyttämään uutta tieyhteyttä. Uusi tieyhteys mahdollistaa sen, että pohjoisesta tulevien mahdollisen puutavara- ja rikasteliikenteen ei ole tarpeen kulkea Kemijärven taajaman kautta. Jos uutta tieyhteyttä ja siltaa ei toteuteta, Boreal Bioref Oy:n ja Sakatin kaivoksen kuljetukset kohdistuvat samoille reiteille Kemijärven taajamassa.

28.5 Jäämeren rata

Jäämeren ratahanke on rautatieyhteyssuunnitelma Rovaniemeltä tai Kemijärveltä Sodankylän kautta Norjan Kirkkoniemeen. Myös muita yhteysvaihtoehtoja radalle on yhteysselvityksissä tutkittu. Pohjois-Lapin maakuntakaavaehdotuksessa 2040 (Lapin liitto 2020) Jäämeren radalle on osoitettu ohjeellinen linjaus, joka sijoittuu Sakatin kaivoshankkeen tehdasalueen ja Kitisen väliin. Rata ylittää Kitisen Sakatin pohjoisen yhdystievaihtoehdon tuntumassa. Vaihtoehtoisina linjauksina on maakuntakaavaehdotuksessa Rovaniemi–Sodankylä ja Kemijärvi–Sodankylä.

Mahdollinen ratalinjaus on huomioitu Sakatin kaivoksen suunnittelussa mm. toimintojen sijoittamisessa. Yhteisvaikutuksia kaivoshankkeen ja Jäämeren ratahankkeen osalta ei kuitenkaan tässä yhteydessä tarkastella, koska Jäämeren radan toteuttamisesta ei ole olemassa vielä päätöstä. Myöskään tarvittavaa suunnitteluaineistoa ei radan osalta ole saatavilla.

29 YHTEENVETO JA VAIHTOEHTOJEN VERTAILU

Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutuksia on arvioitu merkittävimpien vaikutusten osalta vaikutuskohtaisesti hankkeen eri vaiheissa (rakentamisvaihe, toimintavaihe ja sulkemisvaihe). Tarkastelu on toteutettu vertaamalla eri hankevaihtoehtojen toteutuksen aiheuttamia muutoksia nykytilanteeseen (VE0). Arviointi perustuu vaikutuskohteen herkkyyteen ja vaikutuksen suuruusluokkaan, joita ristiintaulukoimalla määritetään vaikutusten merkittävyys. Vaikutuksen merkittävyyden arviointiperusteet on esitetty luvussa 8, taulukossa 8-2. Taulukkoon Taulukko 29-1 on koottu yhteenveto eri vaikutusten merkittävyydestä vaihtoehdoittain. Taulukko kuvaa lähinnä toiminnanaikaisten vaikutusten merkittävyyttä. Joidenkin vaikutusten merkittävyys on kuitenkin suurempi rakennusaikana kuin toiminta-aikana. Näissä tapauksissa rakennusaikaisen melun merkittävyyttä on selvennetty jäljempänä taulukoissa 29-2 – 29-4. Taulukkoa Taulukko 29-1 tarkasteltaessa on huomioitava, että merkittävyys on taulukoitu merkityksellisimmän kielteisen tai myönteisen vaikutuksen mukaan, jolloin esimerkiksi luontovaikutuksissa jo yksittäiseen eläin- tai kasvilajiin kohdistuva merkittävyydeltään suuri vaikutus aiheuttaa koko vaihtoehdon luokittelun ko. luokkaan. Taulukoissa 29-2 – 29-4 on esitetty yksityiskohtaisemmin vaikutusten kohdistuminen ja merkittävyys eri vaihtoehdoissa. Taulukot ovat yksinkertaistettuja versioita, joten esimerkiksi eri skenaarioita ja vaikutusten kohdistumista ei ole huomioitu samassa laajuudessa kuin vaikutusten arviointiluvuissa.

Jäljempänä taulukossa 29-5 on vertailtu kuiva- ja märkäläjityksen eroja ympäristövaikutusten ja riskien osalta ja taulukossa 29-6 seurausten merkittävyyttä eri hankevaihtoehtojen mukaisten vesivarastoaltaan ja matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalueen sijainnin perusteella mahdollisessa patomurtumatapauksessa.

Taulukko 29-1 Yhteenveto vaikutusten merkittävyydestä vaihtoehdoittain.

Vaikutuksen merkittävyys							
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta 0	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +	
Vaikutuksen kohde	**VE0**	**VE1a**	**VE1b**	**VE2a**	**VE2b**	**VE3a**	**VE3b**
Maankäyttö							
– Aluerakenne	0	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
– Yhdyskuntarakenne	0	+ + +	+ +	+ + +	+ +	+ + +	+ +
– Lähiympäristö	0	-	- -	-	- -	-	- -
– Yksittäiset kohteet	0	-	-	-	-	-	-
Maisema ja kulttuuriympäristö	0	-	-	- -	- -	- -	- -
Maa- ja kallioperä	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Melu*							
– Liikenne	0	- -	- - -	- -	- - -	- -	- - -
– Tuotanto	0	-	-	- -	- -	- - -	- - -
Tärinä							
– Liikenne	0	-	-	-	-	-	-

Vaikutuksen kohde	VE0	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
– Tuotanto	0	- -	- -	- -	- - -	- - -	- - -
Liikenne							
– Lähialue, Kevitsa toiminnassa	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
– Laajempi alue, Kevitsa toiminnassa	0	-	-	-	-	-	-
Ilmasto ja ilmanlaatu	0	- -	- -	-	-	- -	-
Pohjavesi	0	- -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Vesistöt ja vedenlaatu							
– Kelukosken allas	0	-	-	-	-	-	-
– Kitisen alajuoksu	0	0	0	0	0	0	0
– Lähivaluma-alue	0	-	-	-	-	-	-
Vesiekologia ja vesieliöstö							
– Kalat	0	-	-	-	-	-	-
– Pohjaeläimistö ja piilevät Kitinen	0	0	0	0	0	0	0
– Pohjaeläimistö ja piilevät lähivaluma-alue	0	-	-	-	-	-	-
Luonto							
– Luontotyypit ja kasvillisuus							
• *tavanomainen kasvillisuus ja yleiset metsä- ja suotyypit*	0	-	-	-	-	-	-
• *huomionarvoinen kasvillisuus ja sammallajisto*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
• *arvokkaat puustoiset luontotyypit*	0	-	-	-	-	- -	- -
• *arvokkaat suoluontotyypit ja lähteikköluontotyypit*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Linnusto							
• *suojelullisesti huomionarvoisista lajeista merkittävimmät vaikutukset metsoon, kaakkuriin ja useisiin suolajeihin*	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
– Eläimistö ja hyönteislajisto							
• *jättisukeltaja, kirjojokikorento, saukko*	0	0	0	0	0	0	0
• *viitasammakko*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	-	-
• *lettokoi*	0	- -	- -	- -	- -	0	0
• *pikkutupsukas*	0	-	-	-	-	0	0
• *käpäläsulkanen*	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -
• *suohyönteislajisto*	0	- -	- -	- -	- -	- -	- -

Vaikutuksen kohde	VE0	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b	VE3a	VE3b
• *suurpedot, muu eläimistö*	0	-	-	-	-	-	-
– Luonnon monimuotoisuus							
• *alueellinen tarkastelutaso*	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
• *seudullinen ja valtakunnallinen tarkastelutaso*	0	- -	- -	- - -	- - -	- - -	- - -
• *yksityiset suojelualueet*	0	0	0	- -	- -	-	-
• *Natura-alueet (muut kuin Viiankiaapa)*	0	0	0	0	0	0	0
Ihmiset							
– Väestö	- -	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
– Maanomistajat ja metsätalous	0	-	-	- - -	- - -	- - -	- - -
– Elinolot ja viihtyvyys, Kevitsa toiminnassa	0	- -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Kunta ja palvelut	-	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
– Luonnon virkistyskäyttö	0	-	-	- -	- -	- -	- -
– Elinkeino ja toimeentulo	-	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
Poronhoito							
– Porojen laidunalueet	0	- -	- -	- -	- -	- - -	- - -
– Porojen laidunalueet TK**	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Poronhoitotyö ja elinkeino	0	- -	- -	- -	- -	- - -	- -
– Poronhoitotyö ja elinkeino TK**	0	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
– Sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset	0	-	-	-	-	-	-
– Sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset TK**	0	- - -	- -	- - -	- - -	- - -	- - -
Aluetalous	0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +

**Meluntorjuntatoimet huomioitu*
***Tokkakuntakohtainen tarkastelu*

Taulukossa 29-1 ei ole huomioitu Viiankiaavan Natura 2000-aluetta kohdassa 'Natura-alueet', koska siitä on laadittu oma arviointiraportti (Ramboll Finland 2020e). Raportti on esitetty tämän selostuksen liitteenä 6. Natura-arvioinnin johtopäätöksenä on esitetty, että Sakatin kaivoshankkeen vaihtoehto VE1a ei yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa merkittävästi heikennä niitä luonnonarvoja, joiden perusteella Viiankiaapa on sisällytetty osaksi Natura 2000-verkostoa. Tämä edellyttää maanalaisen kaivoksen osalta maapohjaveden aleneman lieventämiseksi tehtäviä YVA-selostuksessa kuvattuja erityisiä lievennystoimia (ruhjeiden laaja-alaisempi injektointi). Muiden arvioitujen hankevaihtoehtojen osalta mallinnusten puuttuessa ei epävarmuuksista johtuen voida poissulkea merkittävän heikennyksen mahdollisuutta. (Ramboll Finland Oy 2020e.)

Taulukko 29-2 Yhteenveto vaikutusten merkittävyydestä vaihtoehdoittain, vaihtoehdot VE1a ja VE1b. Värien merkitys esitetty taulukossa 29-1.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta 0	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Vaikutuksen kohde	VE1a	VE1b
Maankäyttö		
-aluerakenne	+ + Myönteinen, havaittavissa oleva muutos, ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi aluerakenteeseen. Yhdystie tukisi maakuntakaavan mukaista uutta työpaikka-aluetta hankealueen eteläpuolella.	+ + Myönteinen, havaittavissa oleva muutos, ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi aluerakenteeseen.
-yhdyskuntarakenne	+ + + Havaittava muutos, mutta ei vaikuta merkittävästi yhdyskuntarakenteeseen. Yhdystie tukee Sodankylän kunnan esittämiä tavoitteita.	+ + Havaittava muutos, mutta ei vaikuta merkittävästi yhdyskuntarakenteeseen. Yhdystie ei tue Sodankylän kunnan esittämiä tavoitteita.
-lähiympäristö	- Vaikutukset aiheutuvat lähinnä yhdystiestä ja siihen liittyvästä sillasta. Nämä rajoittavat yhden lomarakennuspaikan toteuttamista.	- - Vaikutukset aiheutuvat lähinnä yhdystiestä, joka lisää liikennettä keskustaajaman pohjoispuolisten kyläalueiden tuntumassa. Lisäksi rajoituksia kohdistuu neljään rakennuspaikkaan. keskustaajaman lisääntyvä liikenne voi vaikeuttaa kuntakeskuksen kehittämistä.
-yksittäiset kohteet	- Molemmat vaihtoehdot saattavat edellyttää rakennuspaikkojen siirtämistä.	
Maisema ja kulttuuriympäristö	- Tehdasalueen näkyminen Sattasen kylään aiheuttaa lievän maisemavaikutuksen. Kommattivaaran maisemaan aiheutuu pieni häiriö ja useille muille vaaramaisemille kohtalainen vaikutus. Muutoin vaikutukset pieniä.	- Tehdasalueen näkyminen Sattasen kylään aiheuttaa lievän maisemavaikutuksen. Kommattivaaran maisemaan aiheutuu pieni häiriö ja useille muille vaaramaisemille kohtalainen vaikutus. Muutoin vaikutukset pieniä. Muinaisjäännös tuhoutuu, jos sitä ei huomioida yhdystien tarkemmassa suunnittelussa.
Maa- ja kallioperä	- - Vaikutukset ovat pysyviä ja ne kohdistuvat louhinta-alueille, tehdasalueelle ja teknisten perusrakenteiden alueille. Käsiteltävät maamassojen määrät ja louhintamäärät ovat suuret. Hankealueella ei ole erityisiä tai arvokkaita maaperä- tai kalliomuodostumia.	
Melu*		
-liikenne	- - Kohtalainen meluvaikutus Kitisen ylittävän sillan lähitienoolla. Vähäinen meluvaikutus Kitisen itäpuolella. Muilta osin merkityksetön.	- - - Suuri meluvaikutus yhdystien lähellä Kitisen länsipuolella. Kohtalainen meluvaikutus Sattasen kylään. Muilta osin merkityksetön.
-tuotanto	- Meluntorjuntatoimenpiteet yksinkertaisemmat kuin vaihtoehdoissa VE2 ja VE3. Kohtalainen meluvaikutus Viiankiaavan suuntaan ja vähäinen Kitisen itäpuolelle. Rakentamisaikainen melu vastaa merkittävyydeltään tuotantovaihetta.	- Ei tarvitse meluntorjuntatoimia. Vähäinen meluvaikutus Kitisen itäpuolella. Rakentamisaikainen melu vastaa merkittävyydeltään tuotantovaihetta.

Vaikutuksen kohde	VE1a	VE1b
Tärinä		
-liikenne	**-** Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu. Yhdystien ja huoltotien ympäristön tärinäalueella (20-125 m) ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Tehdasalueen liikenteestä aiheutuvalla tärinäalueella ei ole asutusta. Tärinä on havaittavissa epämiellyttävänä tuntemuksena tärinäalueilla. Merkittävyydeltään vähäinen vaikutus kohdistuu Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta etelään Kaanaanmaan pohjoispuolelle.	**-** Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu. Yhdystien ja huoltotien ympäristön tärinäalueella (20-125 m) ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Tehdasalueen liikenteestä aiheutuvalla tärinäalueella ei ole asutusta. Tärinä on havaittavissa epämiellyttävänä tuntemuksena tärinäalueilla. Merkittävyydeltään vähäinen vaikutus kohdistuu Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle.
-toiminta-aika	**- -** Tarvekivilouhoksessa louhinta ja murskaus aiheuttavat tärinää aina 300-400 m etäisyydelle. Alueella ei ole asutusta. Tehdasalueella tärinää aiheutuu malmin jälkimurskauksesta ja jauhatuksesta, vaikutus rajoittuu rikastamon läheisyyteen. Maanalaisen kaivoksen louhintatärinä (räjäytykset) on selvästi havaittavissa maanpinnalla pääesiintymän yläpuolella. Tärinä ei aiheuta riskiä rakennuksille tai rakenteille. Mukavuushaitta jää pieneksi. Kallioperän jännitysten purkautuminen aiheuttaa satunnaista tärinää, joka voi olla tunnettavissa epämiellyttävänä kauempanakin. Merkittävyydeltään vähäiset vaikutukset kohdistuvat Kitisen länsirannalle Kärväsniemeen ja Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle. Merkitykseltään kohtalaiset vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavalle.	
Liikenne		
-lähialue	**- -** Alavaihtoehdoissa VEaKJ (eteläinen yhdystie, kaikki rikasteet Kemijärvelle) liikenteen kokonaisvaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Kaikissa muissa a-vaihtoehdoissa ja b-vaihtoehdoissa vaikutusten merkittävyys on kohtalainen.	
-laajempi vaikutusalue	**-** Liikenteellinen kokonaisvaikutus on kaikissa vaihtoehdoissa merkittävyydeltään vähäinen vt 4:n osalta. Vt 5:n osalta on vaikutukset arvioitu merkityksettömiksi hankkeen rakennusvaiheessa sekä toimintavaiheen niissä kuljetusvaihtoehdoissa, joissa kaikki rikastekuljetukset suuntautuvat Perämeren satamiin, ja merkitykseltään vähäisiksi muissa kuljetusten alavaihtoehdoissa.	
Ilmasto ja ilmanlaatu	**- -** Merkittävin ilmapäästö on rikastushiekka-alueen pölyäminen, vaikutus on hieman suurempi a-vaihtoehdoissa (kuivaläjitys). Vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavan ja Kenttäaavan suuntaan.	
Pohjavesi	**- -** Merkittävin vaikutus on maaperän pohjaveden pinnan aleneminen 0,10-0,20 metrillä, kun maanalaisessa kaivoksessa käytetään erityisiä lievennystoimenpiteitä veden tulon vähentämiseksi. Vaikutus kohdistuu Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan, mutta vaikutus on vähäinen. Yksi lähde tuhoutu ja toiseen voi kohdistua vaikutuksia. Pohjaveden laatu muuttuu etenkin syvän kalliopohjaveden vyöhykkeessä.	**- - -** Arvioitu merkittävin vaikutus on maaperän pohjaveden pinnan aleneminen. Vaikutuksen arvioidaan kohdistuvan Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan, mutta vaikutus on vähäinen. Yksi lähde tuhoutuu ja toiseen voi kohdistua vaikutuksia. Pohjaveden laatu muuttuu etenkin syvän kalliopohjaveden vyöhykkeessä. Vaikutusten merkittävyys on arvioitu suureksi pohjavesimallinnuksen soveltamiseen liittyvien epävarmuuksien johdosta.
Vesistöt ja vedenlaatu		
-Kelukosken allas	**-** Suurimmat pitoisuusnousut ilmenevät purkuputken pään alueella joen pienen virtaaman aikana. Vaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Kitisen ekologinen tai kemiallinen tila ei heikenny.	
-Kitisen alajuoksu	**0** Vaikutus vähenee alavirtaan siirryttäessä. Pitoisuusnousut suurimmillaankin pieniä tai melko pieniä. Kitisen ekologinen tai kemiallinen tila ei heikenny.	

Vaikutuksen kohde	VE1a	VE1b
-lähivaluma-alue	**-** Lähivaluma-alueiden pinta-alat pienevät. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b on pienimmät pinta-alamuutokset. Porokodanjängän puron ja Eliasojan virtaamat pienenevät jonkin verran. Pohjavedenpinnan alenemalla ei ole merkittäviä pintavesivaikutuksia. Vaihtoehdossa VE1a Ruosteojan valuma-alueelle kohdistunee suurimmat pohjaveden pinnan alenemisesta aiheutuvat vaikutukset.	
Vesiekologia ja vesieliöstö		
-kalat	**-** Kalojen lajisuhteissa ja kalakannoissa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia. Vaikutukset ovat luonteeltaan tilapäisiä, rakennusaikaan ajoittuvia. Kalojen elintarvikekäyttöön ei arvioida tapahtuvan muutoksia.	
-pohjaeläimistö ja piilevät, Kitinen	**0** Vaikutuksia ei oleteta muodostuvan hankkeen missään vaiheessa.	
-pohjaeläimistö ja piilevät, lähivaluma-alue	**-** Rakentamis- ja sulkemisvaiheessa kiintoainekuormitus voi vaikuttaa osaan ojista ja puroista. Toiminnan aikana valuma-alueiden pienenemisestä on arvioitu aiheutuvan vaikutuksia joihinkin puroihin. Vaikutukset voivat heikentää vesieliöstön tilaa. Osalla ojista ja puroista ei ole todettavissa vaikutuksia.	
Luonto		
-luontotyypit ja kasvillisuus		
-tavanomainen kasvillisuus ja yleiset metsä- ja suotyypit	**-** Podsoli- tai turvemaata teollisuusalueeksi. Kangasmetsien ja rämeiden lajiston kasvupaikkojen menetyksiä, pirstoutumisvaikutuksia, reunavaikutusta kasvillisuudelle metsätalouden aiheuttaman muutoksen lisänä, pölyvaikutukset toimintojen lähialueella. Vaikutuksessa ei suuria epävarmuuksia	
-huomionarvoinen kasvillisuus ja sammallajisto	**- - -** Direktiivilajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; lapinleinikki, lettorikko erityisesti suojeltava lajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; isonuijasammal, karhunlovisammal	**- - -** Direktiivilajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; lapinleinikki, lettorikko erityisesti suojeltava lajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; isonuijasammal, karhunlovisammal
-arvokkaat kivennäismaan puustoiset luontotyypit	**-** Välilliset hydrologiset vaikutukset tai suorat pinta-alan menetykset; lehdot (VE1a, VE1b, huoltotie)	
-arvokkaat suoluontotyypit ja lähteikköluontotyypit	**- - -** Lähteet ja letot; suorat pinta-alan menetykset; Kuusivaara ja Eliasaapa pohjavesimallinnuksen mukaan Kitisen törmän lähteet	**- - -** Lähteet ja letot; suorat pinta-alan menetykset; Kuusivaara ja Eliasaapa pohjavesimallinnuksen mukaan Kitisen törmän lähteet
-linnusto	**- -** Merkittävimmät vaikutukset muodostuvat jo rakennusaikana. Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat metsoon ja useisiin suojelullisesti huomionarvoisiin suolajeihin. Vaikutukset kohdistuvat Kuusivaaraan ja sen eteläpuolisiin suoalueisiin Eliasaavalle ja Porokodanjängälle. Eteläinen yhdystievaihtoehto aiheuttaa lisäksi vaikutuksia Ulkusijanaapaan ja Kattilalammella pesivään kaakkuriparin, joka mahdollisesti hylkää lammen pesimäpaikkana	**- -** Laajuudeltaan kaikista hankevaihtoehdoista suppein vaikutusalue. Merkittävimmät vaikutukset muodostuvat jo rakennusaikana. Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat metsoon ja useisiin suojelullisesti huomionarvoisiin suolajeihin. Vaikutukset kohdistuvat Kuusivaaraan ja sen eteläpuolisiin suoalueisiin Eliasaavalle ja Porokodanjängälle.
-eläimistö ja hyönteislajisto		
-jättisukeltaja, kirjojokikorento, saukko	**0**	

Vaikutuksen kohde	VE1a	VE1b
-viitasammakko	Viitasammakolla on useita lisääntymis- ja levähdyspaikkoja hankealueella. Hankevaihtoehdoissa VE1a, VE1b kielteisten vaikutusten merkittävyys on suuri, koska rakentamisen takia menetetään lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoja Kuusivaaran eteläpuolella.	
-lettokoi	**- -** Tehdasalueen ja ylijäämävesien purkuputken rakentaminen vaikuttaa kielteisesti lettokoin esiintymään Porokodanjängän itäosassa.	
-pikkutupsukas	**-** Pikkutupsukkaan elinympäristöä häviää rakentamisen takia. Kuusivaaran itäpuolelle jää lajille sopivaa elinympäristöä.	
-käpäläsulkanen	**- -** Käpäläsulkasen elinympäristöä häviää rakentamisen takia.	
-suohyönteislajisto	**- -** Rakentamisen johdosta laajoja suoluontoalueita tuhoutuu tai niihin kohdistuu vaikutuksia. Alueilla voi olla merkittävää hyönteislajistoa.	
-suurpedot, muu eläimistö	**-** Suurpetojen saalistusalueet pirstoutuvat jossain määrin. Kaivos vaikuttaa hirvien liikkumiseen. Vaikutusten merkittävyys vähäinen, lähinnä liikennekuolemien riski (a-vaihtoehdoissa hieman pienempi kuin b-vaihtoehdoissa).	
Luonnon monimuotoisuus		
-alueellinen tarkastelutaso	**- - -** Eri toimintojen ja rakenteiden sekä hydrologiaan vaikuttavien mekanismien yhteisvaikutus on monimuotoisuutta vähentävä ja voidaan tulkita merkittävyydeltään suureksi. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b tämä vaikutus on merkittävyydeltään edelleen suuri, mutta kuitenkin muita tarkasteltuja vaihtoehtoja vähäisempi niiden kattamien suppeampien rakentamisalueiden vuoksi.	
-seudullinen ja valtakunnallinen tarkastelutaso	**- -** Natura-alueelle aiheutuvien vaikutusten johtopäätös sekä seudullisesti ja valtakunnallisesti edustavalle aapasuoluonnolle aiheutuvat kokonaisuusvaikutukset huomioiden voidaan arvioida, että VE1a ja VE1b osalta vaikutukset luonnon monimuotoisuudelle ovat kokonaisuutena merkittävyydeltään kohtalaisia.	
-yksityiset suojelualueet	**0** Ei vaikutuksia.	
-Natura-alueet (muut kuin Viiankiaapa)	**0** Ei vaikutuksia.	
Ihmiset		
-väestö	**+ + +** Sodankylän vetovoima kasvaa, työvoiman kysyntä lisääntyy, työikäisten ja lapsiperheiden määrä kasvaa, koulutustaso nousee. Vaikutukset samat kaikilla vaihtoehdoilla.	
-maanomistajat ja metsätalous	**-** Kaivostoiminta rajoittaa metsätalouden harjoittamista, vaikutuksen laajuus riippuu yleiskaavoituksen yhteydessä annettavista määräyksistä. Vaikutukset ovat lievimpiä vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b.	
-elinolot ja viihtyvyys, Kevitsa toiminnassa	**- -** Liikennemelun suhteen a-vaihtoehdot ovat hieman parempia kuin b-vaihtoehdot. VE1 on melun kokemisen ja luonnonmukaisen äänimaiseman säilymisen kannalta paras vaihtoehto. Pieni kielteinen ilmapäästöjen vaikutus.	**- - -** Liikennemelun suhteen a-vaihtoehdot ovat hieman parempia kuin b-vaihtoehdot. VE1 on melun kokemisen ja luonnonmukaisen äänimaiseman säilymisen kannalta paras vaihtoehto.
-kunta ja palvelut	**+ +** Talouskasvu tuo työtä ja nostaa kuntalaisten elintasoa. Aluetalous kasvaa verotulojen kasvun myötä. Kunnan valmiudet palvelujen parantamiseen paranevat. Koulutusmahdollisuudet paranevat. Asunnoista voi tulla pulaa. Vaikutukset samat kaikissa vaihtoehdoissa.	

Vaikutuksen kohde	VE1a	VE1b
-luonnon virkistyskäyttö	- Vaikutus virkistyskäyttöön paikallisesti suuri, alueellisesti pienempi. Häiriöt virkistyskäyttöön pienimmät vaihtoehdossa VE1a ja VE1b.	
-elinkeino ja toimeentulo	+ + Merkittävät työllisyysvaikutukset, elinkeinoelämä vahvistuu. Vaikutukset samanlaiset kaikissa vaihtoehdoissa.	
Poronhoito		
-porojen laidunalueet	- - Pienimmät pinta-alavaikutukset. Vähäiset pölyvaikutukset. Suurimmat meluvaikutukset.	
-porojen laidunalueet TK**	- - - Huomattavimmat vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavan tokkakunnan syys- ja talvilaitumille. VE1b vaihtoehdossa toiminnot sijoittuvat pienemmälle alueelle kuin VE1a:ssa.	
-poronhoitotyö ja elinkeino	- - Kannattavuus heikentyy.	
-poronhoitotyö ja elinkeino TK**	- - - Lisäruokintatarvetta ja lisääntyvä työmäärä, vaikutuksia kannattavuuteen, talvilaidunalueiden pirstaloituminen.	
-sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset	- Haitat kohdistuvat maantieteellisesti pienelle alueelle ja ovat kestoltaan väliaikaisia.	
-sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset TK**	- - - Tokkakunnan näkökulmasta haitat ovat pitkäaikaisia ja voivat johtaa elinkeinonharjoittajien lukumäärän vähenemiseen.	- - Tokkakunnan näkökulmasta haitat ovat pitkäaikaisia ja voivat johtaa elinkeinonharjoittajien lukumäärän vähenemiseen. Kielteiset sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset ovat kokonaisuudessaan hieman pienemmät kuin muissa vaihtoehdoissa.
Aluetalous	+ + + Merkittävä välitön ja välillinen työllistävä vaikutus. Merkittävä lisäys kokonaistuotokseen, arvonlisäykseen, investointeihin ja verotuloihin Suomessa. Merkittävä cleantechiä edistävä vaikutus. Myönteiset vaikutukset samat kaikissa vaihtoehdoissa.	

**Meluntorjuntatoimet huomioitu*
***Tokkakuntakohtainen tarkastelu*

Taulukko 29-3 Yhteenveto vaikutusten merkittävyydestä vaihtoehdoittain, vaihtoehdot VE2a ja VE2b. Värien merkitys esitetty taulukossa 29-1.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta 0	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Vaikutuksen kohde	VE2a	VE2b
Maankäyttö		
-aluerakenne	+ + Myönteinen, havaittavissa oleva muutos, ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi aluerakenteeseen. Yhdystie tukisi maakuntakaavan mukaista uutta työpaikka-aluetta hankealueen eteläpuolella.	+ + Myönteinen, havaittavissa oleva muutos, ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi aluerakenteeseen.
-yhdyskuntarakenne	+ + + Havaittava muutos, mutta ei vaikuta merkittävästi yhdyskuntarakenteeseen. Yhdystie tukee Sodankylän kunnan esittämiä tavoitteita.	+ + Havaittava muutos, mutta ei vaikuta merkittävästi yhdyskuntarakenteeseen. Yhdystie ei tue Sodankylän kunnan esittämiä tavoitteita.
-lähiympäristö	- Vaikutukset aiheutuvat lähinnä yhdystiestä ja siihen liittyvästä sillasta. Nämä rajoittavat yhden lomarakennuspaikan toteuttamista.	- - Vaikutukset aiheutuvat lähinnä yhdystiestä, joka lisää liikennettä keskustaajaman pohjoispuolisten kyläalueiden tuntumassa. Lisäksi rajoituksia kohdistuu neljään rakennuspaikkaan. keskustaajaman lisääntyvä liikenne voi vaikeuttaa kuntakeskuksen kehittämistä.
-yksittäiset kohteet	- Molemmat vaihtoehdot saattavat edellyttää rakennuspaikkojen siirtämistä.	
Maisema ja kulttuuriympäristö	- - Sattasen kylään ja sen lähialueen asuinalueille sekä Kommattivaaran ja useiden muiden vaarojen lakialueille aiheutuu kohtalainen maisemavaikutus. Muilta osin vaikutukset pieniä.	- - Sattasen kylään ja sen lähialueen asuinalueille sekä Kommattivaaran ja useiden muiden vaarojen lakialueille aiheutuu kohtalainen maisemavaikutus. Muilta osin vaikutukset pieniä. Muinaisjäännös tuhoutuu, jos sitä ei huomioida yhdystien tarkemmassa suunnittelussa.
Maa- ja kallioperä	- - Vaikutukset ovat pysyviä ja ne kohdistuvat louhinta-alueille, tehdasalueelle ja teknisten perusrakenteiden alueille. Käsiteltävät maamassojen määrät ja louhintamäärät ovat suuret. Hankealueella ei ole erityisiä tai arvokkaita maaperä- tai kalliomuodostumia.	
Melu*		
-liikenne	- - Kohtalainen meluvaikutus Kitisen ylittävän sillan lähitienoolla. Vähäistä meluvaikutusta Kitisen itäpuolella. Muilta osin merkityksetön.	- - - Suuri meluvaikutus yhdystien lähitienoolla Kitisen länsipuolella. Kohtalainen meluvaikutus Sattasen kylään. Muilta osin merkityksetön.

Vaikutuksen kohde	VE2a	VE2b
-tuotanto	- - Edellyttää meluntorjuntatoimia. Kohtalaista meluvaikutusta Viiankiaavalle. Vähäistä meluvaikutusta Kitisen länsirannan asutukselle Kitisestä pohjoiseen sekä Kitisen itäpuolella. Rakentamisaikainen melu vastaa merkittävyydeltään tuotantovaihetta.	- - Edellyttää meluntorjuntatoimenpiteitä. Kohtalainen meluvaikutus Viiankiaavan suuntaan. Vähäinen meluvaikutus Kitisen itäpuolella ja Kitisen länsirannan asutukselle Sattasesta pohjoiseen. Rakentamisaikainen melu vastaa merkittävyydeltään tuotantovaihetta.
Tärinä		
-liikenne	- Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu. Yhdystien ja huoltotien ympäristön tärinäalueella (20-125 m) ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Tehdasalueen liikenteestä aiheutuvalla tärinäalueella ei ole asutusta. Tärinä on havaittavissa epämiellyttävänä tuntemuksena tärinäalueilla. Merkittävyydeltään vähäinen vaikutus kohdistuu Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta etelään Kaanaanmaan pohjoispuolelle.	- Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu. Yhdystien ja huoltotien ympäristön tärinäalueella (20-125 m) ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Tehdasalueen liikenteestä aiheutuvalla tärinäalueella ei ole asutusta. Tärinä on havaittavissa epämiellyttävänä tuntemuksena tärinäalueilla. Merkittävyydeltään vähäinen vaikutus kohdistuu Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle.
-toiminta-aika	- - Tarvekivilouhoksessa louhinta ja murskaus aiheuttavat tärinää aina 300-400 m etäisyydelle. Alueella ei ole asutusta. Tehdasalueella tärinää aiheutuu malmin jälkimurskauksesta ja jauhatuksesta, vaikutus rajoittuu rikastamon läheisyyteen. Maanalaisen kaivoksen louhintatärinä (räjäytykset) on selvästi havaittavissa maanpinnalla pääesiintymän yläpuolella. Tärinä ei aiheuta riskiä rakennuksille tai rakenteille. Mukavuushaitta jää pieneksi. Kallioperän jännitysten purkautuminen aiheuttaa satunnaista tärinää, joka voi olla tunnettavissa epämiellyttävänä kauempanakin. Merkittävyydeltään vähäiset vaikutukset kohdistuvat Kitisen länsirannalle Kärväsniemeen ja Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle. Viiankiaavalle kohdistuvien vaikutusten merkittävyys on kohtalainen.	- - - Tarvekivilouhoksessa louhinta ja murskaus aiheuttavat tärinää aina 300-400 m etäisyydelle. Alueella ei ole asutusta. Tehdasalueella tärinää aiheutuu malmin jälkimurskauksesta ja jauhatuksesta, vaikutus rajoittuu rikastamon läheisyyteen. Maanalaisen kaivoksen louhintatärinä (räjäytykset) on selvästi havaittavissa maanpinnalla pääesiintymän yläpuolella. Tärinä ei aiheuta riskiä rakennuksille tai rakenteille. Mukavuushaitta jää pieneksi. Kallioperän jännitysten purkautuminen aiheuttaa satunnaista tärinää, joka voi olla tunnettavissa epämiellyttävänä kauempanakin. Merkittävyydeltään vähäiset vaikutukset kohdistuvat Kitisen länsirannalle Kärväsniemeen ja Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle. Viiankiaavalle kohdistuvien vaikutusten merkittävyys on suuri.
Liikenne		
-lähialue	- - Alavaihtoehdoissa VEaKJ (eteläinen yhdystie, kaikki rikasteet Kemijärvelle) liikenteen kokonaisvaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Kaikissa muissa a-vaihtoehdoissa ja b-vaihtoehdoissa vaikutusten merkittävyys on kohtalainen.	
-laajempi vaikutusalue	- Liikenteellinen kokonaisvaikutus on kaikissa vaihtoehdoissa merkittävyydeltään vähäinen vt 4:n osalta. Vt 5:n osalta on vaikutukset arvioitu merkityksettömiksi hankkeen rakennusvaiheessa sekä toimintavaiheen niissä kuljetusvaihtoehdoissa, joissa kaikki rikastekuljetukset suuntautuvat Perämeren satamiin, ja merkitykseltään vähäisiksi muissa kuljetusten alavaihtoehdoissa.	

Vaikutuksen kohde	VE2a	VE2b
Ilmasto ja ilmanlaatu	**-** Merkittävin ilmapäästö on rikastushiekka-alueen pölyäminen, vaikutus on hieman suurempi a-vaihtoehdoissa (kuivaläjitys). Vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavalle, asuin- ja lomarakennuksiin ja vt 4 käyttäjiin.	**-** Merkittävin ilmapäästö on rikastushiekka-alueen pölyäminen, vaikutus on hieman suurempi a-vaihtoehdoissa (kuivaläjitys). Vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavalle ja vähäisessä määrin asuin- ja lomarakennuksiin.
Pohjavesi	**- - -** Arvioitu merkittävin vaikutus on maaperän pohjaveden pinnan aleneminen. Vaikutus kohdistuu etenkin Pahalaksonmaan pohjavesialueelle ja vähäisemmässä määrin Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan ja Viiankiaavalle. Yksi lähde tuhoutuu ja toiseen voi kohdistua vaikutuksia. Pohjaveden laatu muuttuu etenkin syvän kalliopohjaveden vyöhykkeessä. Vaikutusten merkittävyys on arvioitu suureksi pohjavesimallinnuksen soveltamiseen liittyvien epävarmuuksien johdosta.	**- - -** Arvioitu merkittävin vaikutus on maaperän pohjaveden pinnan aleneminen. Vaikutus kohdistuu etenkin Pahalaksonmaan pohjavesialueella ja Viiankiaavalle ja vähäisemmässä määrin Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan. Yksi lähde tuhoutuu ja toiseen voi kohdistua vaikutuksia. Pohjaveden laatu muuttuu etenkin syvän kalliopohjaveden vyöhykkeessä. Vaikutusten merkittävyys on arvioitu suureksi pohjavesimallinnuksen soveltamiseen liittyvien epävarmuuksien johdosta.
Vesistöt ja vedenlaatu		
-Kelukosken allas	**-** Suurimmat pitoisuusnousut ilmenevät purkuputken pään alueella joen pienen virtaaman aikana. Vaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Kitisen ekologinen tai kemiallinen tila ei heikenny.	
-Kitisen alajuoksu	**0** Vaikutus vähenee alavirtaan siirryttäessä. Pitoisuusnousut suurimmillaankin pieniä tai melko pieniä. Kitisen ekologinen tai kemiallinen tila ei heikenny.	
-lähivaluma-alue	**-** Lähivaluma-alueiden pinta-alat pienevät. Vaihtoehdoissa VE2a ja VE2b on hieman suuremmat pinta-alamuutokset kuin vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b. Suurin vaikutus kohdistuu Porokodanjängän valuma-alueeseen. Eliasojan virtaama pienenee jonkin verran. Pohjavedenpinnan alenemalla ei ole pintavesivaikutuksia.	
Vesiekologia ja vesieliöstö		
-kalat	**-** Kalojen lajisuhteissa ja kalakannoissa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia. Vaikutukset ovat luonteeltaan tilapäisiä. Kalojen elintarvikekäyttöön ei arvioida tapahtuvan muutoksia.	
-pohjaeläimistö ja piilevät, Kitinen	**0** Vaikutuksia ei oleteta muodostuvan hankkeen missään vaiheessa.	
-pohjaeläimistö ja piilevät, lähivaluma-alue	**-** Rakentamis- ja sulkemisvaiheessa kiintoainekuormitus voi vaikuttaa osaan ojista ja puroista. Toiminnan aikana valuma-alueiden pienenemisestä on arvioitu aiheutuvan vaikutuksia joihinkin puroihin. Vaikutukset voivat heikentää vesieliöstön tilaa. Osalla ojista ja puroista ei ole todettavissa vaikutuksia.	
Luonto		
-luontotyypit ja kasvillisuus		
-tavanomainen kasvillisuus ja yleiset metsä- ja suotyypit	**-** Podsoli- tai turvemaata teollisuusalueeksi. Kangasmetsien ja rämeiden lajiston kasvupaikkojen menetyksiä, pirstoutumisvaikutuksia, reunavaikutusta kasvillisuudelle metsätalouden aiheuttaman muutoksen lisänä, pölyvaikutukset toimintojen lähialueella. Vaikutuksessa ei suuria epävarmuuksia	

Vaikutuksen kohde	VE2a	VE2b
-huomionarvoinen kasvillisuus ja sammallajisto	- - - Direktiivilajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; lapinleinikki, lettorikko erityisesti suojeltava lajisto: isonuijasammal, kalkkilähdesammal, karhunlovisammal	- - - Direktiivilajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; lapinleinikki, lettorikko erityisesti suojeltava lajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; isonuijasammal, karhunlovisammal, kalkkilähdesammal
-arvokkaat kivennäismaan puus-toiset luontotyypit	- Välilliset hydrologiset vaikutukset tai suorat pinta-alan menetykset; lehdot (VE2a, VE2b, huoltotie)	
-arvokkaat suoluontotyypit ja läh-teikköluontotyypit	- - - Letot ja lähteiköt: Suorat pinta-alan menetykset ja välilliset hydrologiset vaikutukset; etenkin Kenttäaapa ja Eliasaapa, Kitisen törmän lähteet	- - - Letot ja lähteiköt: Suorat pinta-alan menetykset ja välilliset hydrologiset vaikutukset; Kenttäaapa, Porokodanjänkä, Kitisen törmän lähteet
-linnusto	- - Merkittävimmät vaikutukset muodostuvat jo rakennusaikana. Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat metsoon ja useisiin suojelullisesti huomionarvoisiin suolajeihin. Vaikutukset kohdistuvat Kuusivaaraan ja sen eteläpuolisiin suoalueisiin Eliasaavalle ja Porokodanjängälle. Lisäksi vaikutuksia kohdistuu Pahanlaaksonmaalle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ympäristöön sekä sen ja Kuusivaaran tehdasalueen välisen hihnakuljettimen ja huoltotien ympäristöön. Eteläinen yhdystievaihtoehto aiheuttaa lisäksi vaikutuksia Ulkusijanaapaan ja Kattilalammella pesivään kaakkuripariin, joka mahdollisesti hylkää lammen pesimäpaikkana	- - Merkittävimmät vaikutukset muodostuvat jo rakennusaikana. Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat metsoon ja useisiin suojelullisesti huomionarvoisiin suolajeihin. Vaikutukset kohdistuvat Kuusivaaraan ja sen eteläpuolisiin suoalueisiin Eliasaavalle ja Porokodanjängälle. Lisäksi vaikutuksia kohdistuu Pahanlaaksonmaalle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ympäristöön sekä sen ja Kuusivaaran tehdasalueen välisen hihnakuljettimen ja huoltotien ympäristöön.
-eläimistö ja hyönteislajisto		
-viitasammakko	Viitasammakolla on useita lisääntymis- ja levähdyspaikkoja hankealueella. Hankevaihtoehdoissa VE2a ja VE2b kielteisten vaikutusten merkittävyys on suuri, koska rakentamisen takia menetetään lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkoja Kuusivaaran eteläpuolella.	
-lettokoi	- - Tehdasalueen ja ylijäämävesien purkuputken rakentaminen vaikuttaa kielteisesti lettokoin esiintymään Porokodanjängän itäosassa.	
-pikkutupsukas	- Pikkutupsukkaan elinympäristöä häviää rakentamisen takia. Kuusivaaran itäpuolelle jää lajille sopivaa elinympäristöä.	
-käpäläsulkanen	- - Käpäläsulkasen elinympäristöä häviää rakentamisen takia.	
-suohyönteislajisto	- - Rakentamisen johdosta laajoja suoluontoalueita tuhoutuu tai niihin kohdistuu vaikutuksia. Alueilla voi olla merkittävää hyönteislajistoa.	
-suurpedot, muu eläimistö	- Suurpetojen saalistusalueet pirstoutuvat jossain määrin. Kaivos vaikuttaa hirvien liikkumiseen. Vaikutusten merkittävyys vähäinen, lähinnä liikennekuolemien riski (a-vaihtoehdoissa hieman pienempi kuin b-vaihtoehdoissa).	
Luonnon monimuotoisuus		
Alueellinen tarkastelutaso	- - - Eri toimintojen ja rakenteiden sekä hydrologiaan vaikuttavien mekanismien yhteisvaikutus on monimuotoisuutta vähentävä ja voidaan tulkita merkittävyydeltään suureksi.	

Vaikutuksen kohde	VE2a	VE2b
Seudullinen ja valtakunnallinen tarkastelutaso	- - - Natura-alueelle aiheutuvien vaikutusten johtopäätös sekä seudullisesti ja valtakunnallisesti edustavalle aapasuoluonnolle aiheutuvat kokonaisuusvaikutukset huomioiden voidaan arvioida, että vaikutukset luonnon monimuotoisuudelle ovat kokonaisuutena merkittävyydeltään suuria VE2a ja VE2b osalta.	
-yksityiset suojelualueet	- - Osa Uusitalon suojelualueesta jää kaivosalueelle. Melu, keinovalovaikutus ja tärinä ulottuvat Uustalon suojelualueelle. Merkittävyydeltään kohtalainen vaikutus. Muilta osin ei vaikutuksia.	
Natura-alueet (muut kuin Viiankiaapa)	**0** Ei vaikutuksia.	
Ihmiset		
-väestö	+ + + Sodankylän vetovoima kasvaa, työvoiman kysyntä lisääntyy, työikäisten ja lapsiperheiden määrä kasvaa, koulutustaso nousee. Vaikutukset samat kaikilla vaihtoehdoilla.	
-maanomistajat ja metsätalous	- - - Kaivostoiminta rajoittaa metsätalouden harjoittamista, vaikutuksen laajuus riippuu yleiskaavoituksen yhteydessä annettavista määräyksistä. Vaikutusten merkittävyys vaihtoehtojen VE1 ja VE3 välissä.	
-elinolot ja viihtyvyys, Kevitsa toiminnassa	- - - Liikennemelun suhteen a-vaihtoehdot ovat hieman parempia kuin b-vaihtoehdot. Pieni kielteinen ilmapäästöjen vaikutus.	
-kunta ja palvelut	+ + Talouskasvu tuo työtä ja nostaa kuntalaisten elintasoa. Aluetalous kasvaa verotulojen kasvun myötä. Kunnan valmiudet palvelujen parantamiseen paranevat. Koulutusmahdollisuudet paranevat. Asunnoista voi tulla pulaa. Vaikutukset samat kaikissa vaihtoehdoissa.	
-luonnon virkistyskäyttö	- - Vaikutus virkistyskäyttöön paikallisesti suuri, alueellisesti pienempi. Rajoittaa metsästystä. Häiriöt virkistyskäyttöön suuremmat kuin vaihtoehdossa VE1 toimintojen sijoittuessa laajemmalle alueelle.	
-elinkeino ja toimeentulo	+ + Merkittävät työllisyysvaikutukset, elinkeinoelämä vahvistuu. Vaikutukset samanlaiset kaikissa vaihtoehdoissa.	
Poronhoito		
-porojen laidunalueet	- - Suurimmat laidunaluemenetykset, toiminnot sijoittuvat pienemmälle alueelle kuin VE3, mutta laajemmalle kuin VE1	- - Suurehkot laidunaluemenetykset. Toiminnot sijoittuvat laajemmalle alueelle kuin VE1. Vähäiset pölyvaikutukset.
-porojen laidunalueet TK**	- - - Huomattavimmat vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavan tokkakunnan syys- ja talvilaitumille. VE2b vaihtoehdossa toiminnot sijoittuvat pienemmälle alueelle kuin VE2a:ssa.	
-poronhoitotyö ja elinkeino	- - Kannattavuus heikentyy.	
-poronhoitotyö ja elinkeino TK**	- - - Lisäruokintatarvetta ja lisääntyvä työmäärä, vaikutuksia kannattavuuteen, talvilaidunalueiden pirstaloituminen.	
-sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset	- Haitat kohdistuvat maantieteellisesti pienelle alueelle ja ovat kestoltaan väliaikaisia.	
-sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset TK**	- - - Tokkakunnan näkökulmasta haitat ovat pitkäaikaisia ja voivat johtaa elinkeinonharjoittajien lukumäärän vähenemiseen.	

Vaikutuksen kohde	VE2a	VE2b
Aluetalous	**+ + +** Merkittävä välitön ja välillinen työllistävä vaikutus. Merkittävä lisäys kokonaistuotokseen, arvonlisäykseen, investointeihin ja verotuloihin Suomessa. Merkittävä cleantechiä edistävä vaikutus. Myönteiset vaikutukset samat kaikissa vaihtoehdoissa.	

**Meluntorjuntatoimet huomioitu*
***Tokkakuntakohtainen tarkastelu*

Taulukko 29-4 Yhteenveto vaikutusten merkittävyydestä vaihtoehdoittain, vaihtoehdot VE3a ja VE3b. Värien merkitys esitetty taulukossa 29-1.

Vaikutuksen merkittävyys						
Suuri kielteinen - - -	Kohtalainen kielteinen - -	Vähäinen kielteinen -	Ei vaikutusta **0**	Vähäinen myönteinen +	Kohtalainen myönteinen + +	Suuri myönteinen + + +

Vaikutuksen kohde	VE3a	VE3b
Maankäyttö		
-aluerakenne	**+ +** Myönteinen, havaittavissa oleva muutos, ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi aluerakenteeseen. Yhdystie tukisi maakuntakaavan mukaista uutta työpaikka-aluetta hankealueen eteläpuolella.	**+ +** Myönteinen, havaittavissa oleva muutos, ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi aluerakenteeseen.
-yhdyskuntarakenne	**+ + +** Havaittava muutos, mutta ei vaikuta merkittävästi yhdyskuntarakenteeseen. Yhdystie tukee Sodankylän kunnan esittämiä tavoitteita.	**+ +** Havaittava muutos, mutta ei vaikuta merkittävästi yhdyskuntarakenteeseen. Yhdystie ei tue Sodankylän kunnan esittämiä tavoitteita.
-lähiympäristö	**-** Vaikutukset aiheutuvat lähinnä yhdystiestä ja siihen liittyvästä sillasta. Nämä rajoittavat yhden lomarakennuspaikan toteuttamista.	**- -** Vaikutukset aiheutuvat lähinnä yhdystiestä, joka lisää liikennettä keskustaajaman pohjoispuolisten kyläalueiden tuntumassa. Lisäksi rajoituksia kohdistuu neljään rakennuspaikkaan. keskustaajaman lisääntyvä liikenne voi vaikeuttaa kuntakeskuksen kehittämistä.
-yksittäiset kohteet	**-** Molemmat vaihtoehdot saattavat edellyttää rakennuspaikkojen siirtämistä.	
Maisema ja kulttuuriympäristö	**- -** Sattasen kylään ja sen lähialueen asuinalueille sekä Kommattivaaran ja useiden muiden vaarojen lakialueille sekä vt 4:lle Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa aiheutuu kohtalainen maisemavaikutus. Muilta osin vaikutukset pieniä.	**- -** Sattasen kylään ja sen lähialueen asuinalueille sekä Kommattivaaran ja useiden muiden vaarojen lakialueille sekä vt 4:lle Kitisen ja Sattasen yhtymäkohdassa aiheutuu kohtalainen maisemavaikutus. Muilta osin vaikutukset pieniä. Muinaisjäännös tuhoutuu, jos sitä ei huomioida yhdystien tarkemmassa suunnittelussa.
Maa- ja kallioperä	**- -** Vaikutukset ovat pysyviä ja ne kohdistuvat louhinta-alueille, tehdasalueelle ja teknisten perusrakenteiden alueille. Käsiteltävät maamassojen määrät ja louhintamäärät ovat suuret. Hankealueella ei ole erityisiä tai arvokkaita maaperä- tai kalliomuodostumia.	

Vaikutuksen kohde	VE3a	VE3b
Melu*		
-liikenne	**- -** Kohtalainen meluvaikutus Kitisen ylittävän sillan lähitienoolla. Vähäinen meluvaikutus Kitisen itäpuolella. Muilta osin merkityksetön.	**- - -** Suuri meluvaikutus yhdystien lähitienoolla Kitisen länsipuolella. Kohtalainen meluvaikutus Sattasen kylään. Muilta osin merkityksetön.
-tuotanto	**- - -** Edellyttää runsaasti meluntorjuntatoimia. Suuri meluvaikutus Viiankiaavan suuntaan. Kohtalainen meluvaikutus yhdystien lähitienoolla Kitisen länsipuolella. Vähäinen meluvaikutus Kitisen länsirannan asutukselle Sattasesta pohjoiseen. Meluvaikutusten kannalta huonoin vaihtoehto VE3b:n kanssa. Rakentamisaikainen melu vastaa merkittävyydeltään tuotantovaihetta.	**- - -** Edellyttää runsaasti meluntorjuntatoimia. Suuri meluvaikutus Viiankiaavan suuntaan. Kohtalainen meluvaikutus yhdystien lähitienoolla Kitisen länsipuolella. Vähäinen meluvaikutus Kitisen länsirannan asutukselle Sattasesta pohjoiseen. Huonoin vaihtoehto VE3a:n kanssa. Rakentamisaikainen melu vastaa merkittävyydeltään tuotantovaihetta.
Tärinä		
-liikenne	**-** Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu. Yhdystien ja huoltotien ympäristön tärinäalueella (20-125 m) ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Tehdasalueen liikenteestä aiheutuvalla tärinäalueella ei ole asutusta. Tärinä on havaittavissa epämiellyttävänä tuntemuksena tärinäalueilla. Merkittävyydeltään vähäinen vaikutus kohdistuu Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta etelään Kaanaanmaan pohjoispuolelle.	**-** Liikennetärinä nykyisellä tieverkolla ei muutu. Yhdystien ja huoltotien ympäristön tärinäalueella (20-125 m) ei ole asutusta eikä herkkiä kohteita. Tehdasalueen liikenteestä aiheutuvalla tärinäalueella ei ole asutusta. Tärinä on havaittavissa epämiellyttävänä tuntemuksena tärinäalueilla. Merkittävyydeltään vähäinen vaikutus kohdistuu Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle.
-toiminta-aika	**- - -** Tarvekivilouhoksessa louhinta ja murskaus aiheuttavat tärinää aina 300-400 m etäisyydelle. Alueella ei ole asutusta. Tehdasalueella tärinää aiheutuu malmin jälkimurskauksesta ja jauhatuksesta, vaikutus rajoittuu rikastamon läheisyyteen. Maanalaisen kaivoksen louhintatärinä (räjäytykset) on selvästi havaittavissa maanpinnalla pääesiintymän yläpuolella. Tärinä ei aiheuta riskiä rakennuksille tai rakenteille. Mukavuushaitta jää pieneksi. Kallioperän jännitysten purkautuminen aiheuttaa satunnaista tärinää, joka voi olla havaittavissa kauempanakin. Merkittävyydeltään kohtalaisia vaikutuksia kohdistuu Kitisen länsirannalle Kärväsniemeen ja Kitisen itäpuolelle Kuusivaarasta Tihiämaan kohdalle. Viiankiaavalle kohdistuvien vaikutusten merkittävyys on suuri.	
Liikenne		
-lähialue	**- -** Alavaihtoehdoissa VEaKJ (eteläinen yhdystie, kaikki rikasteet Kemijärvelle) liikenteen kokonaisvaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Kaikissa muissa a-vaihtoehdoissa ja b-vaihtoehdoissa vaikutusten merkittävyys on kohtalainen.	
-laajempi vaikutusalue	**-** Liikenteellinen kokonaisvaikutus on kaikissa vaihtoehdoissa merkittävyydeltään vähäinen vt 4:n osalta. Vt 5:n osalta on vaikutukset arvioitu merkityksettömiksi hankkeen rakennusvaiheessa sekä toimintavaiheen niissä kuljetusvaihtoehdoissa, joissa kaikki rikastekuljetukset suuntautuvat Perämeren satamiin, ja merkitykseltään vähäisiksi muissa kuljetusten alavaihtoehdoissa.	
Ilmasto ja ilmanlaatu	**- -** Merkittävin ilmapäästö on rikastushiekka-alueen pölyäminen, vaikutus on hieman suurempi a-vaihtoehdoissa (kuivaläjitys). Vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavalle, asuin- ja lomarakennuksiin ja vt 4 käyttäjiin.	**-** Merkittävin ilmapäästö on rikastushiekka-alueen pölyäminen, vaikutus on hieman suurempi a-vaihtoehdoissa (kuivaläjitys). Vaikutukset kohdistuvat asuin- ja lomarakennuksiin sekä vt 4 käyttäjiin.

Vaikutuksen kohde	VE3a	VE3b
Pohjavesi	**- - -** Arvioitu merkittävin vaikutus on maaperän pohjaveden pinnan aleneminen. Vaikutus kohdistuu Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan ja Viiankiaavalle, mutta vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen. Lisäksi Pahalaksonmaan pohjavesialueelle arvioidaan kohdistuvan vaikutuksia pienelle alueelle. Yksi lähde tuhoutuu. Pohjaveden laatu muuttuu etenkin syvän kalliopohjaveden vyöhykkeessä. Vaikutusten merkittävyys on arvioitu suureksi pohjavesimallinnuksen soveltamiseen liittyvien epävarmuuksien johdosta.	**- - -** Arvioitu merkittävin vaikutus on maaperän pohjaveden pinnan aleneminen. Vaikutus kohdistuu Kersilönkankaan pohjavesialueen eteläosaan ja Viiankiaavalle, mutta vaikutus on vähäinen. Yksi lähde tuhoutuu. Pohjaveden laatu muuttuu etenkin syvän kalliopohjaveden vyöhykkeessä. Vaikutusten merkittävyys on arvioitu suureksi pohjavesimallinnuksen soveltamiseen liittyvien epävarmuuksien johdosta.
Vesistöt ja vedenlaatu		
-Kelukosken allas	**-** Suurimmat pitoisuusnousut ilmenevät purkuputken pään alueella joen pienen virtaaman aikana. Vaikutuksen merkittävyys on vähäinen. Kitisen ekologinen tai kemiallinen tila ei heikenny.	
-Kitisen alajuoksu	**0** Vaikutus vähenee alavirtaan siirryttäessä. Pitoisuusnousut suurimmillaankin pieniä tai melko pieniä. Kitisen ekologinen tai kemiallinen tila ei heikenny.	
-lähivaluma-alue	**-** Lähivaluma-alueiden pinta-alat pienevät. Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b pinta-alamuutokset ovat suurimmat, merkittävin vaikutus kohdistuu tehdasalueen luoteispuolella sijaitsevaan pieneen valuma-alueeseen, jolla ei ole purku-uomia tai lampia. Pohjavedenpinnan alenemalla ei ole pintavesivaikutuksia.	
Vesiekologia ja vesieliöstö		
-kalat	**-** Kalojen lajisuhteissa ja kalakannoissa ei arvioida tapahtuvan merkittäviä muutoksia. Vaikutukset ovat luonteeltaan tilapäisiä. Kalojen elintarvikekäyttöön ei arvioida tapahtuvan muutoksia.	
-pohjaeläimistö ja piilevät, Kitinen	**0** Vaikutuksia ei oleteta muodostuvan hankkeen missään vaiheessa.	
-pohjaeläimistö ja piilevät, lähivaluma-alue	**-** Rakentamis- ja sulkemisvaiheessa kiintoainekuormitus voi vaikuttaa osaan ojista ja puroista. Toiminnan aikana valuma-alueiden pienenemisestä on arvioitu aiheutuvan vaikutuksia joihinkin puroihin. Vaikutukset voivat heikentää vesieliöstön tilaa. Osalla ojista ja puroista ei ole todettavissa vaikutuksia.	
Luonto		
-luontotyypit ja kasvillisuus		
-tavanomainen kasvillisuus ja yleiset metsä- ja suotyypit	**-** Podsoli- tai turvemaata teollisuusalueeksi. Kangasmetsien ja rämeiden lajiston kasvupaikkojen menetyksiä, pirstoutumisvaikutuksia, reunavaikutusta kasvillisuudelle metsätalouden aiheuttaman muutoksen lisänä, pölyvaikutukset toimintojen lähialueella. Vaikutuksessa ei suuria epävarmuuksia	
-huomionarvoinen kasvillisuus ja sammallajisto	**- - -** Direktiivilajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; lapinleinikki, lettorikko, neidonkenkä erityisesti suojeltava lajisto: turjanhorsma, kalkkilähdesammal	**- - -** Direktiivilajisto: esiintymä tuhoutuu tai heikkenee; lapinleinikki, neidonkenkä erityisesti suojeltava lajisto: turjanhorsma, kalkkilähdesammal
-arvokkaat puustoiset kivennäismaan luontotyypit	**- -** Suorat pinta-alan menetykset tai välilliset hydrologiset vaikutukset; lehdot	

Vaikutuksen kohde	VE3a	VE3b
-arvokkaat suoluontotyypit ja lähteikköluontotyypit	**- - -** Letot ja lähteiköt: Suorat pinta-alan menetykset ja välilliset hydrologiset vaikutukset; Kenttäaapa Kitisen törmän lähteet	**- - -** Letot ja lähteiköt: Suorat pinta-alan menetykset ja välilliset hydrologiset vaikutukset; Kenttäaapa, Kitisen törmän lähteet
-linnusto	**- -** Aiheuttaa kaikista hankevaihtoehdoista laajimmalle ulottuvat vaikutukset. Merkittävimmät vaikutukset muodostuvat jo rakennusaikana. Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat metsoon ja useisiin suojelullisesti huomionarvoisiin suolajeihin. Vaikutukset kohdistuvat Kuusivaaraan ja sen pohjoispuoliselle Kenttäaavalle. Lisäksi vaikutuksia kohdistuu Pahanlaaksonmaalle ja Tihiämaalle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ympäristöön sekä sen ja Kuusivaaran tehdasalueen välisen hihnakuljettimen ja huoltotien ympäristöön. Eteläinen yhdystievaihtoehto aiheuttaa lisäksi vaikutuksia Ulkusijanaapaan ja Kattilalammella pesivään kaakkuriparii, joka mahdollisesti hylkää lammen pesimäpaikkana	**- -** Merkittävimmät vaikutukset muodostuvat jo rakennusaikana. Merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat metsoon ja useisiin suojelullisesti huomionarvoisiin suolajeihin. Vaikutukset kohdistuvat Kuusivaaraan ja sen pohjoispuoliselle Kenttäaavalle. Lisäksi vaikutuksia kohdistuu Pahanlaaksonmaalle ja Tihiämaalle maanalaisen kaivoksen sisäänkäynnin ympäristöön sekä sen ja Kuusivaaran tehdasalueen välisen hihnakuljettimen ja huoltotien ympäristöön.
-eläimistö ja hyönteislajisto		
-jättisukeltaja, kirjojoki-korento, saukko	**0**	
-viitasammakko	**-** Vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b ei suoria vaikutuksia lajin lisääntymis- ja levähdyspaikoille muodostu, mutta rakentamisen aikainen melu ulottuu yhdelle lisääntymis- ja levähdyspaikalle. Vaikutuksen merkittävyys on vähäinen.	
-lettokoi	**0** Ei vaikutuksia.	
-pikkutupsukas	**0** Ei vaikutuksia.	
-käpäläsulkanen	**- -** Käpäläsulkasen elinympäristöä häviää rakentamisen takia.	
-suohyönteislajisto	**- -** Rakentamisen johdosta laajoja suoluontoalueita tuhoutuu tai niihin kohdistuu vaikutuksia. Alueilla voi olla merkittävää hyönteislajistoa.	
-suurpedot, muu eläimistö	**-** Suurpetojen saalistusalueet pirstoutuvat jossain määrin. Kaivos vaikuttaa hirvien liikkumiseen. Vaikutusten merkittävyys vähäinen, lähinnä liikennekuolemien riski (a-vaihtoehdoissa hieman pienempi kuin b-vaihtoehdoissa).	
Luonnon monimuotoisuus		
-alueellinen tarkastelutaso	**- - -** Eri toimintojen ja rakenteiden sekä hydrologiaan vaikuttavien mekanismien yhteisvaikutus on monimuotoisuutta vähentävä ja voidaan tulkita merkittävyydeltään suureksi.	
-seudullinen ja valtakunnallinen tarkastelutaso	- - - Natura-alueelle aiheutuvien vaikutusten johtopäätös sekä seudullisesti ja valtakunnallisesti edustavalle aapasuoluonnolle aiheutuvat kokonaisuusvaikutukset huomioiden voidaan arvioida, että vaikutukset luonnon monimuotoisuudelle ovat kokonaisuutena merkittävyydeltään suuria VE3a ja VE3b osalta.	
-yksityiset suojelualueet	**-** Uusitalon suojelualueella reunavaikutus lisääntyy. Rakennusaikainen melu ulottuu	**-**

Vaikutuksen kohde	VE3a	VE3b
	Uustalon suojelualueelle. Merkittävyydeltään vähäinen vaikutus. Muilta osin ei vaikutuksia.	Uusitalon suojelualueelle kohdistuu merkitykseltään vähäinen vaikutus. Muilta osin ei vaikutuksia.
-Natura-alueet (muut kuin Viiankiaapa)	**0** Ei vaikutuksia.	
Ihmiset		
-väestö	**+ + +** Sodankylän vetovoima kasvaa, työvoiman kysyntä lisääntyy, työikäisten ja lapsiperheiden määrä kasvaa, koulutustaso nousee. Vaikutukset samat kaikilla vaihtoehdoilla.	
-maanomistajat ja metsätalous	**- - -** Kaivostoiminta rajoittaa metsätalouden harjoittamista, vaikutuksen laajuus riippuu yleiskaavoituksen yhteydessä annettavista määräyksistä. Vaikutukset ovat laajimpia vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b.	
-elinolot ja viihtyvyys, Kevitsa toiminnassa	**- - -** Liikennemelun suhteen a-vaihtoehdot ovat hieman parempia kuin b-vaihtoehdot. Tarvekiven louhinta aiheuttaa melun ohjearvon ylittymisen Viiankiaavalla. Pieni kielteinen ilmapäästöjen vaikutus.	
-kunta ja palvelut	**+ +** Talouskasvu tuo työtä ja nostaa kuntalaisten elintasoa. Aluetalous kasvaa verotulojen kasvun myötä. Kunnan valmiudet palvelujen parantamiseen paranevat. Koulutusmahdollisuudet paranevat. Asunnoista voi tulla pulaa. Vaikutukset samat kaikissa vaihtoehdoissa.	
-luonnon virkistyskäyttö	**- -** Vaikutus virkistyskäyttöön paikallisesti suuri, alueellisesti pienempi. Rajoittaa metsästystä. Meluvaikutusta Kitisen rantaan ja Viiankiaavalle. Häiriöt virkistyskäyttöön suuremmat kuin vaihtoehdossa VE1 toimintojen sijoittuessa laajemmalle alueelle.	
-elinkeino ja toimeentulo	**+ +** Merkittävät työllisyysvaikutukset, elinkeinoelämä vahvistuu. Vaikutukset samanlaiset kaikissa vaihtoehdoissa.	
Poronhoito		
-porojen laidunalueet	**- - -** Pienimmät suorat laidunaluemenetykset, mutta alueellisesti laajimmat vaikutukset, mikä tekee merkityksestä suuren. Vähäiset pölyvaikutukset. Pienimmät meluvaikutukset.	
-porojen laidunalueet TK**	**- - -** Huomattavimmat vaikutukset kohdistuvat Viiankiaavan tokkakunnan syys- ja talvilaitumille. VE3b vaihtoehdossa toiminnot sijoittuvat pienemmälle alueelle kuin VE3a:ssa.	
-poronhoitotyö ja elinkeino	**- - -** Suurimmat vaikutukset. Kannattavuus heikentyy.	**- -** Kannattavuus heikentyy.
-poronhoitotyö ja elinkeino TK**	**- - -** Lisäruokintatarvetta ja lisääntyvä työmäärä, vaikutuksia kannattavuuteen, talvilaidunalueiden pirstaloituminen.	
-sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset	**-** Haitat kohdistuvat maantieteellisesti pienelle alueelle ja ovat kestoltaan väliaikaisia.	
-sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset TK**	**- - -** Tokkakunnan näkökulmasta haitat ovat pitkäaikaisia ja voivat johtaa elinkeinonharjoittajien lukumäärän vähenemiseen.	
Aluetalous	**+ + +** Merkittävä välitön ja välillinen työllistävä vaikutus. Merkittävä lisäys kokonaistuotokseen, arvonlisäykseen, investointeihin ja verotuloihin Suomessa. Merkittävä cleantechiä edistävä vaikutus. Myönteiset vaikutukset samat kaikissa vaihtoehdoissa.	

**Meluntorjuntatoimet huomioitu*
***Tokkakuntakohtainen tarkastelu*

Hankevaihtoehdoissa a on matalarikkisen rikastushiekan läjitystapana kuivaläjitys. Vastaavasti hankevaihtoehdoissa b läjitystapana on märkäläjitys. Näiden läjitystapojen erojen vertaamiseksi on laadittu Taulukko 29-5, jossa on esitetty keskeisimmät erot ympäristövaikutusten ja riskien osalta.

Taulukko 29-5 Märkä- ja kuivaläjityksen keskinäinen vertailu.

Ympäristövai-kutus tai kohde	Märkäläjitys	Kuivaläjitys
Ilman laatu	Pölyämistä aiheuttavat vain ne rikastushiekka-alueen osat, joissa matalarikkisen rikastushiekan pinta pääsee kuivumaan. Rikastushiekan pinnan pitäminen kosteana ehkäisee pölyämistä.	Rikastushiekka kuljetetaan autoilla, pölyämistä tapahtuu kuljetuksen, kuorman purkamisen sekä rikastushiekan tiivistämisen aikana. Pölyämistä voidaan vähentää erilaisilla lievennystoimen-piteillä.
Melu	Pieni meluvaikutus	Kuorma-autojen ja työkoneiden meluvaikutus päiväaikaan
Maaperä	Sijoitusalueen jalanjälki hieman suurempi kuin kuivaläjitysvaihtoehdossa, vaatii runsaasti maa-aineksia patorakenteisiin	Sijoitusalueen jalanjälki hieman pienempi kuin märkäläjitysvaihtoehdossa, vaatii vähemmän maa-aineksia rakenteisiin
Pohjavesi	Rikastushiekka-alueella hallittava suurehkoja vesimääriä, jolloin suotautumisriski pohjarakenteiden läpi kasvaa. Suotovesissä hieman korkeammat metallipitoisuudet kuin kuivaläjityksessä.	Pintavedet ohjataan alueelta pois, vähäinen suotautumisriski pohjaveteen. Pohjaveteen suotautuva vesimäärä ja metallipitoisuudet hieman pienempiä kuin märkäläjityksessä.
Pintavesi	Vähäistä vaikutusta lähinnä pölypäästöjen kautta, pienentää nykyisen valuma-alueen kokoa	Pölypäästöjen vaikutus, pienentää nykyisen valuma-alueen kokoa
Kasvillisuus	Vähäinen vaikutus pölypäästöjen kautta	Pölypäästöjen vaikutus suurempi kuin märkäläjityksessä
Eläimistö	Vähäinen vaikutus pölypäästöjen ja melun kautta	Pölypäästöjen vaikutus suurempi kuin märkäläjityksessä
Suojelualueet ja Natura	Vähäinen vaikutus pölypäästöjen ja melun kautta	Pölypäästöjen vaikutus suurempi kuin märkäläjityksessä
Maisema	Maisemavaikutus riippuu sijainnista	Maisemavaikutus riippuu sijainnista
Porotalous	Vähäinen välillinen vaikutus pölyn johdosta	Välillinen vaikutus pölypäästöjen ja melun johdosta
Ihmiset	Vähäinen välillinen vaikutus pölyn johdosta	Välillinen vaikutus pölypäästöjen ja melun johdosta
Ympäristö-/tekniset riskit	Suurempi patojen sortuma- ja vuotoriski kuin kuivaläjitysvaihtoehdossa Hallittavien vesien suuri määrä Sulfidien hapettumisriski läjitetyn rikastushiekan pintaosissa	Alhainen sortuma- ja vuotoriski Sadevesien hallintariski Sulfidien hapettuminen ja happamien kaivosvesien muodostuminen
Sulkeminen	Rikastushiekka-alueen sulkeminen voidaan aloittaa vasta sen jälkeen, kun läjitys alueelle lopetetaan. Rikastushiekka joudutaan kuivaamaan kantavuuden saavuttamiseksi. Koverassa pintavaihtoehdossa tarvitaan vedenpoistorakenne.	Sulkemistoimenpiteet helpommin toteutettavia kuin märkäläjitysvaihtoehdossa. Voidaan sulkea osissa.

Taulukossa 29-6 on vertailtu seurausten merkittävyyttä vaihtoehtojen VE1a, VE1b, VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b mukaisten vesivarastoaltaan ja matalarikkisen rikastushiekan sijoitusalueen sijainnin perusteella mahdollisessa patomurtumatapauksessa.

Taulukko 29-6 Vesivarastoaltaan ja rikastushiekka-alueen patomurtuman vaikutusalue eri hankevaihtoehdoissa.

VE	Vesivarastoaltaan sijainti	Patomurtuman vaikutusalue	Rikastushiekka-alueen sijainti	Läjitystapa	Patomurtuman vaikutusalue	Vaikutusalueen herkkyys
1a	Kuusivaaran lounaispuoli	Porokodanjänkä, Kitinen, Eliasaapa	Kuusivaaran kaakkoispuoli	Kuivaläjitys	Eliasaapa, Eliasoja	-ei asutusta -pintavesivaikutuksia -merkittävät luontoarvot
1b	Kuusivaaran lounaispuoli	Porokodanjänkä, Kitinen, Eliasaapa	Kuusivaaran kaakkoispuoli	Märkäläjitys	Eliasaapa, Eliasoja, (Kelujoki)	-ei asutusta -pintavesivaikutuksia -merkittävät luontoarvot
2a	Kuusivaaran kaakkoispuoli	Eliasaapa, Eliasoja, (Kelujoki)	Kuusivaaran lounaispuoli	Kuivaläjitys	Porokodanjänkä, Kitinen, Eliasaapa	-ei asutusta -pintavesivaikutuksia -merkittävät luontoarvot
2b	Kuusivaaran kaakkoispuoli	Eliasaapa, Eliasoja, (Kelujoki)	Kuusivaaran lounaispuoli	Märkäläjitys	Porokodanjänkä, Kitinen, Eliasaapa, Eliasoja	-ei asutusta -pintavesivaikutuksia -merkittävät luontoarvot
3a	Kuusivaaran luoteispuoli	Kenttäaapa, Kitinen	Kuusivaaran länsipuoli	Kuivaläjitys	Kenttäaapa, Kitinen	-yksittäisiä asuinrakennuksia -pintavesivaikutuksia -merkittävät luontoarvot
3b	Kuusivaaran luoteispuoli	Kenttäaapa, Kitinen	Kuusivaaran länsipuoli	Märkäläjitys	Kenttäaapa, Kitinen	-yksittäisiä asuinrakennuksia -pintavesivaikutuksia -merkittävät luontoarvot

Eri hankevaihtoehtojen välillä ei ole sellaisia yksiselitteisiä eroja ympäristövaikutusten osalta, että vaihtoehdot olisivat laitettavissa paremmuusjärjestykseen ja tämä ei myöskään ole ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tavoite. Esimerkiksi yhdystien osalta alavaihtoehdossa a eli eteläisen yhdystien suhteen vaikutusten merkittävyys on melkein kauttaaltaan pienempi kuin alavaihtoehdossa b. Toisaalta vaikutusten merkittävyys mm. porotalouteen on suurempi alavaihtoehdossa a. Läjitysvaihtoehtojen osalta kuivaläjitys nousee esille suositeltavampana vaihtoehtona etenkin, jos pölyämiseen liittyvät riskit saadaan hallittua.

Kokonaisuutena hankevaihtoehto VE1a nousee kuitenkin esille haitallisten vaikutusten merkittävyyden ollessa monilta osin muita vaihtoehtoja pienempi. Kyse on kuitenkin osin siitä, että vaihtoehdon VE1a:n osalta on olemassa enemmän ja yksityiskohtaisempaa tutkimustietoa ja suunnitteluaineistoa, kuin muiden vaihtoehtojen osalta. Tämä koskee etenkin pohjaveden virtausmallinnusta, jonka suhteen muissa vaihtoehdoissa on jouduttu huomioimaan suuremmat epävarmuudet kuin VE1a:ssa, mikä johtaa vaikutusten merkittävyyden kasvuun.

Yleisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että eri hankevaihtoehtojen pohjalta tehty yhdistelmä voisi johtaa ympäristön kannalta parhaaseen toteutusratkaisuun.

30 HANKKEEN TOTEUTTAMISKELPOISUUS

Hankkeen toteuttamiskelpoisuuden arvioinnissa hyödynnettiin edellä esitettyjä vaihtoehtojen vertailutaulukkoja 29-2 – 29-4. Toteuttamiskelpoisuuteen vaikuttavia, merkittävimmiksi koettuja vaikutuksia on tarkasteltu lyhyesti seuraavissa kappaleissa tekniseltä, yhteiskunnalliselta, ympäristölliseltä ja sosiaaliselta kannalta.

30.1 Tekninen toteuttamiskelpoisuus

Sakatin kaivoshanke käsittää maanalaisen kaivoksen toteuttamisen sekä siihen liittyvien maan päälle sijoitettavien toimintojen rakentamisen (tehdasalue, tekniset perusrakenteet yms.). Kaivostoiminnassa käytettävä tekniikka on vakiintunutta, joskin jatkuvasti kehittyvää, ja siten teknisesti toteuttamiskelpoista. Muista Suomessa toimivista ja toimineista kaivoksista poiketen Sakatissa pyritään sähköiseen kaivokseen jo toiminnan alusta lähtien. Sähköisen kaivoksen edellyttämä tekniikka on valtaosin jo olemassa ja käytössä lukuisissa kaivoksissa.

Toteutettavasta vinotunnelivaihtoehdosta riippuen vinotunneli saatetaan toteuttaa tunneliporalla. Suomessa tunneliporan käyttämisestä tässä laajuudessa ei ole kokemuksia, mutta vastaavissa olosuhteissa tunneliporaa on käytetty useissa kalliorakennuskohteissa Euroopassa. Hankkeessa on varauduttu myös vinotunnelin toteuttamiseen poraus-/räjäytys –menetelmällä.

Hankkeesta vastaava AASM Oy kuuluu kansainväliseen Anglo American –konserniin, joka kuuluu maailman kymmenen suurimman kaivosyhtiön joukkoon. Hankevastaavalla on siten saatavilla riittävästi ja kattavasti kokemusta ja teknistä osaamista hankkeen toteuttamiseksi. Suomessa henkilöstön määrää lisätään hankkeen edistyessä.

Sakatin kaivoshankkeen voidaan katsoa olevan teknisesti toteuttamiskelpoinen kaikkien hankevaihtoehtojen osalta ja alustavien suunnitelmien noudattavan kaivosteollisuudessa sovellettavien BREF-vertailuasiakirjojen päätelmiä parhaista käyttökelpoisista tekniikoista (BAT-päätelmät). Ympäristölupavaiheessa suunnitelmat tarkentuvat ja niiden vastaavuus BAT-päätelmiin varmennetaan. Myös sulkemisen näkökulmasta kaikki vaihtoehdot ovat teknisesti toteuttamiskelpoisia.

30.2 Yhteiskunnallinen toteuttamiskelpoisuus

Sakatin kaivoksen on tarkoitus vastata maailmanlaajuisesti kasvavaan mineraalien tarpeeseen kaivostoimintaa kestävällä tavalla harjoittaen. Metallien kysyntää, mm. nikkelin, litiumin ja koboltin, kasvattaa mm. liikenteen sähköistyminen, johon pelkällä metallien kierrättämisellä ei pystytä vastaamaan. Euroopan Unionin laatimassa kriittisten ja muiden merkittävien raaka-aineiden luokittelussa nikkeli ja kupari on määritelty ei-kriittisiksi, taloudellisesti merkittäviksi raaka-aineiksi, ja platinaryhmän metallit (ruteeni, rhodium, palladium, osmium, iridium ja platina) kriittisiksi raaka-aineiksi.

Hankkeen koko elinkaaren aikana Sakatin oma työvoimatarve Suomessa on noin 10 600 HTV ja kerrannaisvaikutusten kautta tuleva työvoimatarve noin 33 000 HTV eli yhteensä noin 43 600 HTV. Suomeen kohdistuvista kerrannaisvaikutuksista kohdistuu Sodankylään noin 26 %, muualle Lappiin noin 12 % ja muualle Suomeen noin 62 %. Sakatin vaikutus kokonaistuotokseen Suomessa koko elinkaaren aikana on käyvällä arvolla yhteensä noin 13 130 miljoonaa euroa, arvonlisäykseen noin 7 860 miljoonaa euroa, investointeihin noin 1 540 miljoonaa euroa ja verotuloihin noin 3 310 miljoonaa euroa. (Ramboll Finland Oy 2020a.)

Sakatin kaivoshanke on merkittävä cleantechiä edistävä hanke Suomessa. Hankkeen työllisyysvaikutuksista noin 5 % syntyy cleantech - liiketoiminnassa. (Ramboll Finland Oy 2019.)

Sakatin kaivoshankkeelle laaditaan vaihemaakuntakaava. Kun yhteysviranomainen on antanut perustellun päätelmän Sakatin kaivoshankkeen YVA-selostuksesta, toteutetaan vaihemaakuntakaavan valmisteluvaiheen kuuleminen.

Kunnanhallitus päätti käynnistää kaivoksen yleiskaavoituksen 29.1.2019. Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava merkitsee Kelujärvi-Rajala osayleiskaavan, Sodankylän kirkonkylän osayleiskaavan sekä Lokka-Koitelainen-Kevitsa osayleiskaavan osittaista muutosta. Osayleiskaava-alueen koko on noin 49 km² ja se käsittää YVA-menettelyssä tarkasteltavan hankealueen lukuun ottamatta 110 kV voimajohtoa Myllyojalta Vajukoskelle.

Sakatin kaivoshankkeen maanalainen pohjoisosa sijoittuu maakuntakaavaehdotuksen mukaiselle luonnonsuojelualueelle (SL 4313), jolla on osoitettu luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltavaksi tarkoitettuja alueita tai kohteita sekä Natura 2000 -verkostoon sisällytettyjä alueita. Alueen suojeluperusteena olevia luonnonarvoja ei saa merkittävästi heikentää.

Kaivoshankkeen toteuttaminen saattaa edellyttää osittaista poikkeamista Natura 2000 –suojelusta ja menetettyjen luontoarvojen kompensaatiota. Tämä edellyttää valtioneuvoston päätöstä ja EU-komission lausuntoa. Natura-alueen suojelun purkamisesta ei ole Suomessa ennakkotapausta.

Käytännössä hankkeen toteuttaminen voi edellyttää myös soidensuojelulainsäädännön muuttamista. Soidensuojeluasetuksen muutos valmisteltaisiin ympäristöministeriössä, ja annettaisiin valtioneuvoston asetuksena.

Vaihtoehdossa VE2b osa maanpäällä sijaitsevista toiminnoista ulottuu Uusitalon yksityiselle luonnonsuojelualueelle ja tämän vaihtoehdon toteuttaminen vaatii alueen suojelun osittaista purkamista.

Viiankiaavan Natura 2000 -alueeseen ja muihin suojelualueisiin kohdistuvien toimenpiteiden osalta yhteiskunnallisen toteuttamiskelpoisuuden arviointi ei ole mahdollista tässä yhteydessä. Sakatin kaivoshankkeen voidaan kuitenkin katsoa olevan muilta osin yhteiskunnallisesti toteuttamiskelpoinen kaikkien hankevaihtoehtojen osalta.

30.3 Ympäristöllinen toteuttamiskelpoisuus

Sakatin kaivoshankkeen ympäristövaikutuksia (melu, pöly, tärinä, pohjavesi, pintavesi, maisema, luonto) aiheuttavat maanpäälliset toiminnot sijoittuvat kaikissa hankevaihtoehdoissa Kuusivaaran tehdasalueelle ja lisäksi vaihtoehdoissa VE2a, VE2b, VE3a ja VE3b Pahanlaaksonmaalle. Toimintojen sijoittelu Kuusivaarassa vaihtelee eri vaihtoehdoissa. Vinotunnelin vaikutusten kohdistuminen ja suuruus riippuvat niin ikään kyseessä olevasta hankevaihtoehdosta. Eri yhdystievaihtoehdoissa (a ja b) vaikutukset kohdistuvat Kuusivaarasta joko etelän suuntaan tai luoteeseen. Kaivoksen puhdistetut ylijäämävedet johdetaan kaikissa vaihtoehdoissa Kitiseen. Matalarikkisen rikastushiekan läjitystavasta riippuen vaihtoehtojen välillä on myös eroja vaikutusten suuruuden osalta (lähinnä pöly).

Ympäristön kannalta merkittäviä haitallisia vaikutuksia aiheutuu kaikissa vaihtoehdoissa. Merkittävimmät vaikutukset ovat lähteisiin kohdistuvat vaikutukset sekä Natura- ja luonnonsuojelualueisiin kohdistuvat vaikutukset (Uusitalon luonnonsuojelualue vaihtoehdossa VE2b ja Viiankiaavan Natura- ja soidensuojelualueet vaihtoehdoissa VE3a ja VE3b), jotka voivat edellyttää luonnonsuojelulain mukaisen poikkeusluvan hakemista tai soidensuojelulainsäädännön

muuttamista. Lisäksi vaikutuksia kohdistuu paikoitellen kasvillisuuteen ja eläimistöön siinä määrin, että joidenkin lajien osalta joudutaan hakemaan poikkeusta lajien suojelusta.

Viiankiaavan Natura-arvioinnin johtopäätöksenä on todettu, että Sakatin kaivoshankkeen vaihtoehto VE1a ei yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa merkittävästi heikennä niitä luonnonarvoja, joiden perusteella Viiankiaapa on sisällytetty osaksi Natura 2000-verkostoa. Tämä edellyttää erityisten lieventämistoimenpiteiden käyttöä maanalaisessa kaivoksessa, joilla voidaan rajoitettaa kaivokseen tulevaa veden määrää. Muiden arvioitujen hankevaihtoehtojen osalta laaditut mallinnukset ja muut selvitykset eivät ole riittäviä, jotta voitaisiin riittävällä varmuudella poissulkea merkittävän heikennyksen mahdollisuus. (Ramboll Finland 2020.)

AASM Oy on sitoutunut Natura-arviosta erillisenä prosessina vapaaehtoiseen ekologiseen kompensaatioon. Sitoumus noudattaa emoyhtiö Anglo Americanin uutta konsernitason strategiaa, mikä edellyttää ekologisten haittojen ylikompensaatiota kaikissa uusissa kaivoshankkeissa. Yhtiö on sitoutunut hyvityksen läpinäkyvään suunnitteluun ja sopeutuvaan toteutukseen tarkoittaen, että hyvitystä kasvatetaan, jos hankkeen haitat osoittautuvat ennalta arvioitua suuremmiksi.

Toiminnassaan Anglo American on sitoutunut maailmanlaajuisesti noudattamaan kaivosalan tiukimpia turvallisuus- ja vastuullisuusnormeja ja -käytäntöjä.

Sakatin kaivoshankkeen ympäristöllinen toteuttamiskelpoisuus määräytyy viime kädessä poikkeusmenettelyjen kautta.

30.4 Sosiaalinen toteuttamiskelpoisuus

Toiminnan aikaiset sosiaaliset vaikutukset koskevat lähinnä Sodankylän kuntaa. Sodankylän vetovoima asuinpaikkana kasvaa hankkeen toteutumisen lähestyessä. Hanke vaikuttaa sekä ikärakenteeseen että sosiaaliseen rakenteeseen. Se lisää työikäisten ja lapsiperheiden määrää ja toisaalta nostaa koulutetun ja erikoistuneen väestön osuutta. Kaivoksen tuottama paikallinen talouskasvu tuo työtä ja nostaa elintasoa vähintään sadoille kotitalouksille.

Toimintavaiheessa hanke sulkee pois alueen useimmat nykyiset ja vaihtoehtoiset käyttötavat, kuten metsätalouden harjoittamisen. Muiden maankäyttötapojen sijoittuminen ja mahdollisuudet osoittaa niitä hankealueelle tutkitaan yleiskaavoituksen yhteydessä ja annetaan tarvittaessa määräyksiä, joilla voidaan joko sallia tai rajoittaa kaivostoiminnalle rinnakkaisia toimintoja.

Vaikutukset elinoloihin aiheutuvat toisaalta ympäristömuutoksista, kuten liikenteen, melun ja pölyn seurausvaikutuksista tai virkistykseen kohdistuvista vaikutuksesta, toisaalta kaivosyhdyskunnan, elinkeinoihin, työllisyyteen ja palvelujen kehitykseen liittyvistä vaikutuksista sekä odotuksista ja peloista. Liikenteen, pölyn ja melun osalta vaikutusten merkittävyys jää vähäiseksi.

Sakatin toiminnanaikainen vaikutus luonnon virkistyskäyttöön on paikallisesti merkitykseltään suuri, vaikka Kuusivaara lähialueineen ei sinänsä ole poikkeuksellisen arvokas alue. Vaikutusten merkittävyyttä nostaa se, että monet asukkaat ovat aktiivisia luonnon virkistyskäyttäjiä metsästäjinä ja kalastajina. Sosiaalisten vaikutusten kannalta näiden vaikutusten painoarvoa (vaikutuskohteen herkkyys) lisää hankealueen sijainti suhteellisen lähellä asutusta, pari kilometriä Sattasen kylästä. Toiseksi painoarvoa lisää eri vaikutusten kumuloituminen: samat ihmiset voivat kärsiä virkistys- ja ulkoiluolosuhteiden heikentymisen lisäksi esimerkiksi metsätalouden mahdollisuuksien menettämisestä. Herkkyyttä vähentää puolestaan se, että Sodankylässä on runsaasti muitakin virkistykseen sopivia metsiä, soita ja vesistöjä ja siten Kuusivaaran ja Viiankiaavan alueilla ulkoilulle ja esimerkiksi metsästykselle on vaihtoehtoja.

Poronhoidon osalta vaikutukset kohdistuvat lähinnä Oraniemen paliskuntaan, jonka toiminta perustuu nykytilassa työnjohdollisiin ja tokkakunnittain rajautuneisiin alueisiin. Kaivoshankkeen aiheuttamat sosiaaliset ja kulttuuriset vaikutukset koskevat erityisesti Viiankiaavan tokkakuntaa. Sattasniemen paliskuntaan kohdistuu välillisiä vaikutuksia liikenteen kasvun ja pölyämisen seurauksena.

Kaivoshankkeen katsotaan olevan sosiaalisesti toteuttamiskelpoinen. Eri hankevaihtoehtojen välillä on pieniä eroja vaikutusten merkittävyyden suhteen. Vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b häiriöt lähiasutukselle sekä luonnon virkistyskäyttöön jäävät pienimmiksi ja ovat paremmin hallittavissa. Alavaihtoehdoissa a (eteläinen yhdystie) sosiaaliset haitat ovat yleisesti hieman pienemmät kuin alavaihtoehdoissa b. Poikkeuksena ovat vaikutukset poronhoitoon, joiden suhteen alavaihtoehto b on suotuisampi.

31 POIKKEUS-, HÄIRIÖ- JA ONNETTOMUUSTILANTEET

Sakatin kaivoshankkeen suunnitteluvaiheessa on kattavasti arvioitu niin terveys-, turvallisuus- kuin ympäristöriskejäkin ja niiden ilmenemistodennäköisyyksiä sekä suunniteltu riskienhallintatoimenpiteitä (riskien lieventäminen ja poistaminen). Häiriö- ja poikkeustilanteista aiheutuvista riskeistä on koottu olennaisimmat taulukkoon 31-1. Esiin on nostettu merkittävinä, joskin epätodennäköisinä riskeinä etenkin rikastushiekka-alueen ja rikastushiekan varastoaltaan patojen murtuminen ja vuodot, vesivarastoaltaan padon murtuminen ja vesien hallintaan liittyvät kysymykset sekä tulvariskit, joita kaikkia on jäljempänä tarkasteltu lähemmin. Tulvariskit voidaan jakaa karkeasti kahteen pääluokkaan: paikalliset, poikkeuksellisista sääolosuhteista johtuvat tulvat sekä patojen murtumisesta aiheutuvat tulvat. Jälkimmäiset voidaan vielä jakaa Kitisessä sijaitsevien patojen murtumiseen ja kaivostoimintaan liittyvien patojen murtumiseen.

31.1 Kaivostoimintaan liittyvät ympäristöriskit

Taulukko 31-1 Poikkeus-, häiriö- ja onnettomuustilanteista aiheutuvat riskit ja niiden hallinta.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
TURVALLISUUS JA TERVEYS		
Liikenteen turvallisuusriskit ja haittavaikutukset, yhdystien käytön estyminen	Liikenteestä aiheutuvat henkilö- ja ympäristövahingot sekä porokolarit. Etenkin talviaikana liukkaudesta johtuvat onnettomuudet. Kemikaalien ja rikasteiden kuljetuksiin liittyvät onnettomuudet, jokien ylityskohdat ja pohjavesialueet kriittisiä; haitallisen aineen pääsy pintavesiin, rikasteiden liukenemisriski (Ni 10 % metallisessa muodossa). Etenkin rikkihappo ja ksantaatit vesieliöstölle haitallisia. Yhdystien käytön estyminen esim. liikenneonnettomuuden vuoksi.	Kuljetusvaihtoehtojen lisäselvitykset ja riskitarkastelut. Työntekijöiden turvallisuusohjeet, koulutus ja valvonta. Pelastus- ja varautumissuunnitelmien laatiminen (esim. selvitetään ennalta urakoitsijat reitin varrelta, Pelastuslaitosten roolit ja yhteystiedot); keliolosuhteiden huomioonottaminen. Talvikunnossapito, liukkaudentorjunta ja rakenteelliset turvallisuusratkaisut (hiljaiset asfalttipäällysteet, alikulut, kevyen liikenteen väylät) ovat viranomaisten vastuulla. Pohjavesialueilla on pääsääntöisesti pohjavesisuojaukset. Matarakosken voimalaitossillan käyttömahdollisuuden selvittäminen.
Sähkökatkot	Muuntamoiden palot tai rikkoutumiset. Riskeinä myös poikkeustilanteet sähkönjakelussa lähialueilla ja valtakunnallisen jakeluverkon häiriöt. Työntekijöiden turvallisuuteen kohdistuvat riskit, vaikutus mm. kaivosvesien pumppauksen ja ilmanvaihdon keskeytymisenä.	(Pää)muuntamon tuhoutuessa varavoimalaitoksella turvataan sähkönsaanti. Varavoimalaitoksen yksityiskohtainen suunnittelu seuraavassa suunnitteluvaiheessa (PFS-B). Vajukosken voimalaitokselta on yhteys kolmesta eri liityntäpisteestä valtakunnan verkkoon, mikä varmistaa vakauden sähkönjakelussa.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
Pöly	Pölyntorjunnan hallinnan pettäminen: poikkeukselliset sääolosuhteet (kuivuus, tuuli, pakkanen), laitteiston rikkoutuminen, pölyäminen teiltä ja muilta avoimilta alueilta (etenkin rikastushiekka-alue). Haittoina työntekijöiden ja lähikylien asukkaiden altistuminen, vaikutukset kasvillisuuteen, porotalousvaikutukset (tuulen suunta vaikuttaa). Asetettujen raja-arvojen mahdollinen ylitys.	Rikastushiekan kuivaläjityksen keskeyttäminen (8 vrk varastointimahdollisuus), kastelun varojärjestelmä, vaiheittainen sulkeminen, (kuivaläjityksessä vain yksi lohko kerrallaan käytössä, patojen/pengerten kasvukerroksen rakentaminen jo tuotantovaiheessa), ajoreittien pinnoittaminen/päällystäminen, läjityksen laadunvalvonta. Märkäläjityksessä purkuputkien sijoittaminen useammille alueille. Murskaus sisätiloissa, pölynpoisto, ulkona pölyävillä alueilla käytettävien työkoneiden ylipaineistus, poikkeustilanteissa töiden keskeytys. Märkäläjityksessä mahdollista myös kalkkimaidon/kemikaalien käyttäminen sekä lietteen leviämisen tehostaminen purkupisteiden määrää lisäämällä ja purkuputkien paikkaa vaihtelemalla. Sääolosuhteiden ennakointi ja huomioiminen työsuunnittelussa. Ympäristölle vaarattomien lisäaineiden käyttö pölyntorjuntaan (mikrobiologiset aineet kuten EarthAlive).
Tulipalo	Nikkelirikasteen itsesyttyminen, sähkö- ja laitteistopalot (ajoneuvot, porauslaitteet, kuljetinhihnat, muuntajapalo), huomioitava erityisesti maan alla tapahtuvat palot. Hitsauskaasujen ja renkaiden räjähdykset, syttyvät kemikaalit (osan annetaan palaa, koska sammuttaminen riskialtista), akkukäyttöisissä ajoneuvoissa akkujen aiheuttamat riskit. Henkilövahingot, altistuminen savukaasuille (myrkylliset yhdisteet), pohja- ja pintavesien pilaantuminen sammutusvesillä sekä muilla sammutuskemikaaleilla; erityisesti litiumakkujen sammuttaminen vaatii normaalia enemmän sammutusvesien käyttöä.	Hallintatoimenpiteiden suunnittelu tulevien suunnitteluvaiheiden aikana. Oikeat työtavat, esim. tulityöt tehdään merkityillä alueilla mahdollisuuksien salliessa. Ohjeistus, tulipalon sattuessa sammutusvesien ohjaaminen (sammutusvesisuunnitelma); kemikaalien säilytys siten, etteivät pääse sytyttämään toisiaan, automaattiset sammutusjärjestelmät, pelastus- ja evakuointisuunnitelmat (lakisääteiset), hätäpoistumistiet kaivoksesta ja rakennuksista, ennakoivat huollot laitteistolle, oma koulutettu palokunta, kaivoksen valaistuksen ja ilmanvaihdon varajärjestelmät poikkeustilanteissa; suunnitelma kaivoksen ilmanvaihdon toteutuksesta tulipalon sattuessa.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
Räjäytykset ja räjähdysaineet	Räjähdysaineiden varastointiin ja käyttöön liittyvät onnettomuudet kuten suunnittelemattomat räjähdykset, räjähdysainekemikaalien vuodot, maanpäällisissä räjäytystöissä sinkoutuvat kivet, räjähdyskaasujen huono tuulettuminen.	Räjähdevarasto luvitetaan. Räjähdysaineet varastoidaan määräysten mukaisissa tiloissa suojaetäisyydet huomioiden. Varastomäärä pidetään mahdollisimman pienenä. Pääasiallinen räjähdysaine on emulsiona käytettävä, pumpattava räjähdysaine, joka sekoitetaan panostusvaiheessa, jolloin seos muuttuu räjähdysaineeksi vasta porareiässä. Rakennusvaiheessa luvitetaan määräaikainen räjähdevarasto, jos vinotunneli toteutetaan tunneliporalla. Tuotantovaiheessa mahdollisimman suuri osa räjähteistä varastoidaan maanalaiseen kaivokseen sijoitettavissa räjähdysainevarastoissa. Räjäytystyöhön ja rajähtämättömien räjähteiden käsittelyyn liittyvä ohjeistus ja siihen liittyvä valvonta. Räjähteitä käsittelevät vain asianomaisen pätevyyskirjan omaavat henkilöt. Räjäytyssuunnitelman laatii aina panostajan pätevyyskirjan omaava henkilö. Riittävä ilmanvaihto räjäytysten jälkeen, savutarkastukset ja kannettavat henkilökohtaiset mittarit (esim. häkämittarit).
VUODOT JA PÄÄSTÖT		
Sementtivuoto ympäristöön	Kairausreikien sulkemisen yhteydessä suuria määriä sementtiä leviää ympäristöön (suon pinnalle päätyvä sementti) tai kallion rakenteisiin vaikuttaen pohjaveden laatuun. Sementtiä voi nousta ympäristöön injektoitavasta kairareiästä sekä myös ympäröiviltä alueilta.	Riskinarviointi, töiden suorittamisen valvonta, yksityiskohtainen suunnittelu (injektointimenetelmän selvittäminen; kairareikäkohtainen arviointi, reittien valmistelut, kalustosuunnittelu) ja seuranta, ennakoiva kaluston huolto, ympäristövahinkojen ehkäisyyn tarkoitetut rakenteet ja järjestelyt. Sementin tutkiminen ennen työn aloittamista; kalliopohjaveden ja virtausolosuhteiden tutkiminen oikean injektiomassan määrittämiseksi, injektoitavan massan koostumuksen vaihtaminen olosuhteiden mukaisesti; koeinjektoinnit sementin määrän selvittämiseksi ehjäksi tunnetulla kairareiällä.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
Öljy- ja polttoainevuodot sekä soijavuodot ympäristöön	Öljyvuotoja voi tapahtua polttoaineen tankkauksen yhteydessä tai kaluston rikkoutuessa, esim. hydrauliletkun hajotessa. Maaperän, pohjaveden, pintaveden pilaantuminen.	Työntekijöiden ja urakoitsijoiden ohjeistus ja valvonta, ennakoiva huolto, kalvotetut tankkauspisteet ja huoltoalueet (öljynerotuskaivot ym. rakenteet), asfaltoinnit teillä ja pysäköintialueilla; sähköinen kalusto (ei polttoainevuotoja), polttoaineiden ja öljyjen asianmukainen säilytys. Kaivoksella oma öljyntorjuntakalusto (=ensivastekalusto) sekä vahinkojen torjuntaan koulutettu henkilökunta.
	Timanttikairausten yhteydessä kairaussoijan leviäminen Natura-alueelle kaluston rikkoutumisen johdosta (kairauskalusto sisältää soijan talteenottojärjestelmän)	Riskinarviointi, valvonta, suunnittelu (reittien valmistelut, kalustosuunnittelu), ennakoiva kaluston huolto, ympäristövahinkojen ehkäisyyn tarkoitetut rakenteet ja järjestelyt.
Kemikaalivuodot ja kemikaaleja sisältävä prosessivesi	Kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin yhteydessä voi tapahtua vuotoja. Prosessivesi sisältää kemikaalijäämiä ja sen pääsy ympäristöön voi aiheuttaa ympäristövahinkoja.	Kemikaalien varastointi vain niille tarkoitetussa varastorakennuksessa. Kemikaalien varastotiloissa on kalvotetut rakenteet sekä suoja-altaat määräysten mukaisesti. Käsittelemätön prosessivesi varastoidaan erityisessä kalvotetussa altaassa. Työntekijöiden ohjeistus ja valvonta. Kaivoksella on vahinkojen torjuntaan koulutettu henkilökunta.
VESIVARASTOALLAS		
Vesien varastoaltaan padon murtuminen	Maaperässä on rakenteita, jotka eivät ole vakaita kannattelemaan rakennettavaa allasta. Suunnittelu- ja rakentamisvirheet. Vesivarastoaltaan padon murtuminen tai vuoto aiheuttaa veden purkautumisen altaasta. Vuodon (maksimissaan 700 000 m^3) vaikutus kohdistuu Eliasaavalle, voi vaikuttaa myös Kelukosken patoon. Purkautuvan veden irrottamasta maa-aineksesta aiheutuvat haitat (peittää kasvillisuutta), voi vaikuttaa paikallisesti pohjaveden laatuun.	Noudatetaan patoturvallisuuslainsäädäntöä patojen suunnittelussa, rakentamisessa ja tarkkailussa. Huolellinen suunnittelu sekä rakennustyön valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen kolmannen osapuolen toimesta. Geotekniset kenttätutkimukset patojen sijaintipaikoilla. Patorakenteiden valvonta (instrumentointi ja päivittäinen seuranta). Vuosittainen rakennetarkastus. Jatkuvatoiminen vedenpinnan tarkkailu osana tarkkailusuunnitelmaa. Laaditaan tulva-aaltolaskelma, tehdään riskinarviointi maksimivesimäärälle ja laaditaan pelastussuunnitelma. Ohjauspadon rakentaminen Eliasaavalta etelään -> vesien ohjaaminen hallitusti Kelujokeen.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
MATALARIKKINEN RIKASTUSHIEKKA-ALUE		
Happamien suotovesien muodostuminen	Matalarikkisen rikastushiekan käyttäytyminen muuttuu ja se alkaa muodostaa happamia tai metallipitoisia suotovesiä, jotka voivat aiheuttaa ympäristöhaittoja.	Rikastushiekan hapontuotto-ominaisuuksien testaukset, sijoitusalueen tiiviit pohjarakenteet, suotovedet kerätään ja käsitellään. Rikkipitoisuuden jatkuva tarkkailu läjitettävästä rikastushiekasta. Potentiaalisesti happoatuottava korkearikkinen rikastushiekka erotetaan rikastusprosessissa matalarikkisestä ja se käytetään kaivoksen pastatäyttöön. Sulkemiseen liittyvät toimenpiteet suunnitellaan ennen rikastushiekka-alueen rakentamista. Seurataan vesien keräilyjärjestelmän toimivuutta. Laaditaan tarkkailuohjelma.
Kuivaläjitys		
Rikastushiekan juoksettuminen ja patosortuma	Rikastushiekan juoksettuminen vesipitoisuuden kasvun johdosta (runsaat sateet, kevättulva, ongelmia suodatuksessa). Rikastushiekka-alueen patosortuma (suunnittelun/rakentamisen aikaiset virheet rakenteissa, tuotannon aikaisen täyttösuunnitelman noudattamatta jättäminen) ja rikastushiekan leviäminen ympäristöön. Turvallisuusriski, vaikutukset, maa-alueille, pintavesien laatuun ja vesieliöstöön.	Tehdään rikastushiekan lisätutkimuksia geoteknisten ominaisuuksien selvittämiseksi. Noudatetaan patoturvallisuuslainsäädäntöä patojen suunnittelussa, rakentamisessa ja tarkkailussa. Huolellinen suunnittelu sekä rakennustyön valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen kolmannen osapuolen toimesta. Mitoitetaan patorakenne märkäläjityksen vaatimusten mukaisesti. Geotekniset kenttätutkimukset patojen sijaintipaikoilla. Rikastushiekan suodatuslaitteiston riittävä kapasiteetti. Patojen instrumentointi ja päivittäinen tarkkailu. Vuosittainen rakennetarkastus ja määräaikaistarkastukset. Kuivaläjityksen laadunvalvonta (mm. vesipitoisuus). Täyttö- ja tiivistyssuunnitelman noudattaminen juoksettumisen ehkäisemiseksi. Laaditaan rikastushiekan leviämislaskelma ja pelastussuunnitelma. Kuivaläjityksessä vähäisempi suotautuminen märkäläjitykseen verrattuna.
Märkäläjitys		
Rikastushiekka-alueen vuodot ja häiriöt kuivatus-järjestelmässä	Tiivistysrakenteessa vaurio ja samanaikaisesti alueen kuivatusrakenne ei toimi suunnitellusti. Suotoveden pääsy pohjaveteen.	Huolellinen suunnittelu sekä rakennustyön valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen kolmannen osapuolen toimesta. Laaditaan yksityiskohtainen laadunvalvontasuunnitelma tiivistysrakenteiden ja salaojien asennuksen yhteydessä tehtyjen virheiden minimoimiseksi. Rakenteiden toimivuuden jatkuva seuranta.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
Patoeroosio ja patosortuma	Rikastushiekka-alueen patosortuma ja rikastushiekan leviäminen ympäristöön. Turvallisuusriski, vaikutukset Eliasaavan kasvillisuuteen.	Noudatetaan patoturvallisuuslainsäädäntöä patojen suunnittelussa, rakentamisessa ja tarkkailussa. Huolellinen suunnittelu sekä rakennustyön valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen kolmannen osapuolen toimesta. Geotekniset materiaalitutkimukset ja kenttätutkimukset patojen sijaintipaikoilla. Patojen instrumentointi ja päivittäinen tarkkailu. Vuosittainen rakennetarkastus ja määräaikaistarkastukset. Täyttösuunnitelman noudattaminen. Laaditaan rikastushiekka-alueen ja -altaan tulva-aaltolaskelma ja pelastussuunnitelma.
KORKEARIKKISEN RIKASTUSHIEKAN VARASTOALLAS		
Patosortuma	Patorakenteen toteutuneet lujuusominaisuudet alittavat suunnitellut arvot aiheuttaen vakavuusongelmia ja mahdollisen sortuman, minkä johdosta rikastushiekkaa ja vettä leviää ympäristöön. Maaperässä rakenteita, joiden kantavuus ei ole riittävä.	Noudatetaan patoturvallisuuslainsäädäntöä patojen suunnittelussa, rakentamisessa ja tarkkailussa. Huolellinen suunnittelu sekä rakennustyön valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen kolmannen osapuolen toimesta. Geotekniset materiaalitutkimukset ja kenttätutkimukset patojen sijaintipaikoilla. Patojen päivittäinen tarkkailu. Täyttösuunnitelman noudattaminen. Laaditaan pelastussuunnitelma.
Pohjaeristeen vaurio	Eristyskyvyn heikentyminen; veden suotautuminen pohjaveteen, alapuolisen maakerroksen kyllästyminen vedellä, pienimuotoista tulvimista, pohja- ja pintavesien pilaantuminen.	Huolellinen suunnittelu sekä rakennustyön valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen kolmannen osapuolen toimesta. Valmistellaan tarkkailusuunnitelma. Potentiaalisesti happoatuottava korkearikkinen rikastushiekka käytetään kaivoksen pastatäyttöön. Varastoalue on tilapäinen ja käytössä lähinnä kaivoksen toiminnan alkuvaiheessa. Sulkemiseen liittyvät toimenpiteet suunnitellaan ennen varastoalueen rakentamista.
KORKEARIKKISEN SIVUKIVEN VARASTOALUE		
Happamien suotovesien muodostuminen	Korkearikkisen sivukiven happamat suotovedet voivat aiheuttaa ympäristöhaittoja.	Sivukivien sijoitusalueelle tiiviit pohjarakenteet, vedet kerätään vesivarastoaltaaseen ja käsitellään. Potentiaalisesti happoatuottavat sivukivet käytetään kaivostäyttöön. Varastoalue on tilapäinen ja käytössä lähinnä kaivoksen toiminnan alkuvaiheessa. Sulkemiseen liittyvät toimenpiteet suunnitellaan ennen sijoitusalueen rakentamista.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
VESITASE		
Suunniteltua suuremmat vesimäärät	Suunniteltua suuremmat vesimäärät (rankkasateet, kaivoksen kuivatusvedet) voivat aiheuttaa veden varastointikapasiteetin loppumisen ja ylijäämävesien johtamisen käsittelemättöminä ympäristöön. Konkreettinen riski on vesipäästöjen lyhytaikainen (1-2 vrk) raja-arvon ylitys, jolla ei arvioida olevan heikentäviä vaikutuksia Kitisen vedenlaatuun kokonaisuutena.	Laaditaan vesitase, joka huomioidaan suunnittelussa. Seurataan toiminnan aikana vesimääriä sekä vesijakeiden laatua ja päivitetään vesitasetta tarvittaessa. Vesitase pohjautuu 1/500 vuodessa tapahtuvaan rankkasateeseen. Vaikutukset luvan raja-arvojen ylityksen muodossa, vesimäärä tai laatu itsessään eivät aiheuta ongelmia Kitisen veden laadun kannalta. Veden puhdistaminen mahdollista, jos laadussa havaitaan tuotannon edetessä laadullisia haasteita. Konttipuhdistamoiden käyttö puhdistuskapasiteetin lisäämiseksi (modulaariset ratkaisut).
Ilmastonmuutos	Ilmastonmuutos aiheuttaa muutoksia paikalliseen ilmastoon (myrskyt, lisääntynyt kevätvalunta), jolloin nykyinen suunnitteluperuste 1/500 vuoden välein toistuva tilanne ei päde enää. Suurempi sadanta ja korkeampi lämpötila lisäävät vesimääriä yli havaittujen keskimääräisten olosuhteiden, lyhyempi lumen sulamisaika aiheuttaa korkeamman huippuvirtaaman.	Tarkistetaan ilmastonmuutokseen liittyvät skenaariot ennen seuraavaa suunnitteluvaihetta (PFS-B) ja ympäristölupahakemuksen jättämistä. Suunnitellaan riittävän kapasiteetin omaavat varastoaltaat, vesienkäsittelylaitos suunnitellaan toimimaan erisuuruisille vesimäärille. Toteutetaan mukautuva vesienhallintajärjestelmä.
KAIVOSTÄYTTÖ		
Korkearikkisen rikastushiekan ominaisuudet	Tekniset ominaisuudet estävät korkearikkisen rikastushiekan käytön pastatäytössä. Maan pinnalle jää korkearikkisen rikastushiekan allas suljettavaksi.	Tehdään pastatäyttömateriaalille lisäkokeita sopivan, ominaisuuksiensa puolesta käyttökelpoisen pastaseoksen valmistamisen mahdollistamiseksi. Korkearikkisen rikastushiekan välivarastoaltaalle rakennetaan tiiviit pohjarakenteet, joten se soveltuu myös korkearikkisen rikastushiekan loppusijoituspaikaksi
MAANALAINEN KAIVOS		
Avonaiset timanttikairaus-reiät	Vuosina 2006-2014 ja osin vuosina 2016-2019 kairatut reiät eivät ole sementoituja, tulpat asennettu lähelle maan pintaa. Avonaiset kairareiät aiheuttavat riskin kaivostoiminnalle ja pohjavedelle. Pohjavesivyöhykkeen ja kaivoksen välille muodostuu yhteys ja pohjavettä virtaa kaivokseen. Seurauksena voi olla veden tulvimista kaivokseen ja sitä kautta voi aiheutua muutoksia pinta- ja pohjavesiolosuhteisiin.	Hydrologisten ja hydrogeologisten selvitysten loppuunsaattaminen. Vanhat avonaiset ja kaikki uudet kairareiät tukitaan. Kairareikien sulkemisen toteutukseen haetaan lupa. Suojaputki asennettuna/sementoituna kallioon, pintatulpat/hatut; uusimmille kairarei'ille tulppaussuunnitelma (malmivyöhykkeen yläpuolinen alue, tarvittavat lisätulpat olemassa olevien tunnettujen ruhjeiden kohdalle). Reikien huomioiminen louhintasuunnittelun yhteydessä.

RISKI/POIKKEUS-TILANNE/KOHDE	KUVAUS	RISKIENHALLINTA
Maanalaisen kaivoksen kuivanapito	Kaivoksen kuivanapidon ennakoitua suurempi vaikutus pohjaveden pintoihin. Mittava, ennakoimaton ja kontrolloimaton korkeapaineinen pohjaveden virtaus louhittuun tilaan (louhintarintaus) hyvin vettäjohtavista kalliorakenteista johtuen. Etukäteen tehtävä injektointi ei ole riittävää. Voi aiheuttaa pohjaveden pinnan alenemista ja muutoksia suoalueiden vesitaseessa. Kaivoksen vesikiertoon tulee enemmän vettä ja se voi aiheuttaa vedenkäsittelytarvetta.	Hydrologisten ja hydrogeologisten selvitysten loppuunsaattaminen ja tulosten huomioiminen suunnittelussa ja vesienhallintasuunnitelmassa. Tehdään lisätutkimuksia tunnelilinjauksilla, pohjavesien mallintaminen ja sen myötä tilanteisiin varautuminen. Lieventävät ja ehkäisevät toimenpiteet (erityisesti ruhjeiden laajempialainen injektoiminen) työn aikana, joilla estetään veden pääseminen tunnelilinjalle. Varaudutaan tarvittaessa pumppauksiin ja suolaisen veden käsittelyyn.
Kuivatusvedet	Kaivoksen kuivatusvesien laadun muuttuminen räjähdysaineiden typpijäämien ja suolaisen kalliopohjaveden vaikutuksesta.	Hydrologisten selvitysten loppuunsaattaminen ja huomioiminen suunnittelussa. Vedenkäsittelyn riittävä mitoitus ja suunnittelu oletetun veden laadun mukaisesti. Veden laadun seuranta. Käytetään niukkaliukoista emulsioräjähdysainetta.
SULKEMINEN		
Pohja- ja pintaveden pilaantuminen kaivoksen sulkemisen jälkeen	Jätealueiden pohjarakenteiden vauriot ja/tai rakenteiden mitoitusvirheet; Jätealueet, jotka jäävät jäljelle kaivoksen sulkemisen jälkeen, voivat aiheuttaa suotovesien johdosta haitallisia pohjavesivaikutuksia. Pohjaveden pinnan tason palautumisesta aiheutuvat vaikutukset.	Hydrologisten ja hydrogeologisten selvitysten loppuunsaattaminen ja tulosten huomioiminen suunnittelussa ja vesienhallintasuunnitelmassa. Kuivaläjityksessä vähäisempi suotautuminen märkäläjitykseen verrattuna. Tiivistysrakenteiden käyttö pohjarakenteissa. Huolellinen suunnittelu sekä rakennustyön valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen kolmannen osapuolen toimesta. Laaditaan yksityiskohtainen laadunvalvontasuunnitelma tiivistysrakenteiden ja salaojien asennuksen virheiden minimoimiseksi. Rakenteiden toimivuuden jatkuva seuranta. Mallinnustulosten perusteella sulkemisen jälkeen ei ole odotettavissa vaikutuksia maaperäpohjaveteen. Kalliopohjaveden mallinnustulosten mukaan kalliopohjavesi ei tule tulvimaan ulos kaivoksesta, vaan painetaso jää maan pinnan tason alapuolelle. Pohjavesi täyttää avonaiset kaivostilat. Tunneleiden sisäänkäynnit suljetaan vesitiiviisti. Hankesuunnittelun kaikissa vaiheissa jatkuvasti kehittyvä sulkemissuunnitelma, jolla pyritään minimoimaan sulkemiseen liittyviä riskejä.

31.2 Tulvariskit ja Kitisen padot

31.2.1 Tulvariskialueet

Kuusivaaraan suunnitellut toiminnot eivät sijoitu sääolosuhteista aiheutuvalle tulvariskialueelle. Kaivokselle laaditussa vesitaseessa on huomioitu myös poikkeukselliset sääolosuhteet, joiden perusteella sade- ja hulevesien johtamiseen tarkoitetut rakenteet mitoitetaan. Hankevaihtoehdoissa VE2 ja VE3 kaivostoimintoja sijoittuu myös Pahanlaaksonmaalle. Myöskään tämä alue ei ole erityisen tulvaherkkää. Jos jompikumpi em. vaihtoehdoista toteutuu, vesienhallintajärjestelmä suunnitellaan ja mitoitetaan huomioiden myös poikkeukselliset sääolosuhteet. Veden pääsy vinotunnelin kautta maanalaiseen kaivokseen estetään vesien ohjaus- ja keräysjärjestelmillä.

31.2.2 Kitisen patojen murtuminen

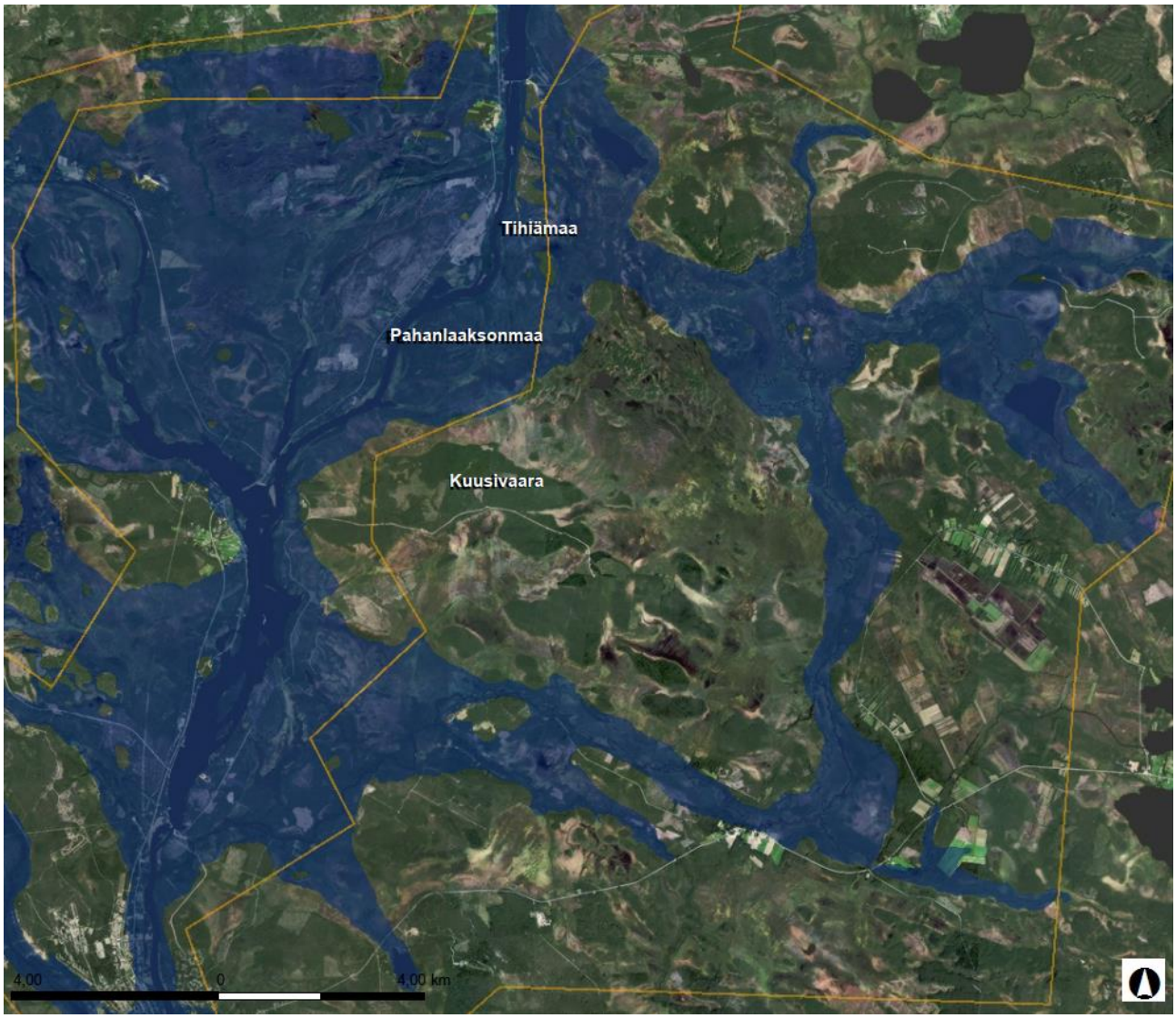
Lokka ja Porttipahta toimivat Kemijoen säännöstelyn ylivuotisina säännöstelyaltaina, eli niihin varastoidaan normaalisti enemmän vettä kuin niistä vuoden aikana juoksutetaan. Tekojärvet on yhdistetty toisiinsa Vuotson kanavalla, minkä jälkeen tekojärvien säännöstely on tapahtunut Porttipahdan padon kautta Kitiseen. Tekojärviä juoksutetaan vuosittain yleensä huhtikuun lopulle saakka, jolloin Porttipahdan pato suljetaan. Kesäaikana juoksutuksia tehdään ajoittain. Juoksutus aloitetaan normaalisti uudestaan syyskuun aikana mm. tekojärvien vedenkorkeudesta riippuen. Säännöstelystä johtuen Kitisen virtaaman vuodenaikaisrytmi poikkeaa huomattavasti luonnontilaisesta joesta. Porttipahdasta Kitiseen juoksutettava vesimäärä vaihteli esimerkiksi vuonna 2015 välillä 0-130 m^3/s ja vuoden keskivirtaama oli 46 m^3/s. Talvella (tammi-maaliskuu ja marras-joulukuu) juoksutettiin noin 68 % koko vuoden vesimäärästä. Tulva-aikana, jolloin virtaamat luonnontilassa ovat suuria, tekojärvien juoksutus on vähäistä tai padot pidetään kokonaan kiinni. Vuonna 2015 huhti-kesäkuussa Porttipahdasta juoksutettiin noin 7 % koko vuoden vesimäärästä. Kitisen alaosalla vuotuinen vesimäärä jakaantuu selvästi yläosaa tasaisemmin Kitiseen tulevasta sivuvalumasta johtuen. (Ahma Ympäristö Oy 2016g.)

Porttipahdan pato, kuten myös Vajukosken pato, on luokiteltu 1-luokkaan. Padot sijoitetaan luokkiin vahingonvaaran perusteella. 1-luokan pato aiheuttaa onnettomuuden sattuessa vaaran ihmishengelle ja terveydelle taikka huomattavan vaaran ympäristölle tai omaisuudelle (Patoturvallisuuslaki 11 §). 1-luokan padoille tulee laatia vahingonvaaraselvitys ja turvallisuussuunnitelma, joissa esitetään padon omistajan toimenpiteet onnettomuustilanteessa (Patoturvallisuuslaki 12 §). 1-luokan padot tulisi mitoittaa keskimäärin kerran 5 000– 10 000 vuodessa toistuvalle tulvalle eli tuon aikavälin padon suurimmalle juoksutustarpeelle.

Kitisen yläjuoksun padoista on luokiteltu 2-luokkaan Kurittukosken ja Matarakosken padot. Padot sijoitetaan 2-luokkaan, jos onnettomuuden sattuessa pato saattaa aiheuttaa vaaraa terveydelle taikka vähäistä suurempaa vaaraa ympäristölle tai omaisuudelle (Patoturvallisuuslaki 11 §).

Porttipahdan ja Vajukosken padoille on laadittu tulvakartta, joka esittää ko. padon murtuessa aiheutuvan tulvan leviämisalueen (Kuva 31-1).

Tulvakartan perusteella on todettavissa, että Kuusivaaraan suunniteltujen toimintojen (kaikki hankevaihtoehdot) osalta ne eivät sijoitu tulvavaararavyöhykkeelle. Sen sijaan Pahanlaaksonmaalle suunnitellut toiminnot (hankevaihtoehdoissa VE2 ja VE3) sijoittuvat tulvavaara-alueelle niin Porttipahdan kuin Vajukoskenkin padon murtuessa. Patojen omistajan tulee tällöin huomioida vahingonvaaraselvityksessä ja turvallisuussuunnitelmassa myös Sakatin kaivostoiminnot.



Kuva 31-1 Porttipahdan ja Vajukosken patomurtuman vahingonvaara-alueet (sininen väri). Kuvan yläreunassa uloimmat keltaiset viivat rajaavat Porttipahdan vahingonvaara-aluetta ja sisemmät viivat Vajukosken vahingonvaara-aluetta. (Kartta: ELY-keskukset, Suomen ympäristökeskus, MML.)

31.2.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus tulvariskeihin

Ilmastonmuutostutkimukset osoittavat tulvien pahimmillaan hieman kasvavan Kemijoen vesistöalueella, mutta pääosin säilyvän nykyisellään tai hieman pienenevän. Suurten tulvien todennäköisyys voi ajan myötä pienentyä, mutta riski niiden syntymiseen ei poistu kokonaan. Vuosien välinen vaihtelu lisääntyy ja riski suurien tulvien syntymiseen on olemassa. Myös kesä- ja syystulvien arvioidaan kasvavan nykyisestä, mutta ne eivät yllä kuitenkaan niin suuriksi kuin kevättulvat. Ilmastonmuutosskenaarioiden perusteella tulisi varautua nykytilan suuruisiin tulvatilanteisiin. (Kurkela & Karjalainen 2016.)

32 HANKKEEN VAIKUTUSTEN SEURANTA

Hankkeen seurantavelvoitteet tulevat viime kädessä lupaehtojen kautta. YVA-selostuksessa tulee kuitenkin esittää YVA-lain (252/2017) tarkoittamien asioiden mukainen seurantaohjelma. YVA-asetuksen (277/2017) mukaan arviointiselostuksessa tulee esittää ehdotus mahdollisista merkittäviin haitallisiin ympäristövaikutuksiin liittyvistä seurantajärjestelyistä. YVA-selostuksessa ehdotettavassa seurantaohjelmassa tulee huomioida, että YVA-asetuksen tarkoittama seurantaohjelma on eri kuin ympäristöluvan tarkkailuohjelma. Myös muu lainsäädäntö edellyttää vaikutusten seurantaa. Lisäksi on huomattava, että YVA-menettelyssä voi tulla esille asioita, jotka eivät varsinaisesti kuulu minkään lupa- tai suunnitelmalainsäädännön piiriin. Seurannan päätavoite tulee olla tietojen tuottaminen haitallisten vaikutusten ehkäisyyn. Seurannassa tulee huomioida koko hankkeen elinkaari. Perustilaseurannan sisällöstä ja toteuttamisesta konsultoidaan viranomaista.

Esitettyä vaikutusten seurantaohjelmaa tarkennetaan lupahakemusvaiheessa.

32.1 Vesistöt

Kaivoksen tuotantovaiheen vaikutukset pintavesiin kohdistuvat pääosin Kitiseen, koska muualle ei johdeta kaivoksen toiminnassa muodostuvia ylijäämävesiä. Lähivaluma-alueen pintavesiin kohdistuu rakennustöiden vaikutuksia ja vesien johtamisjärjestelyjen seurauksena lähialueella osavaluma-alueiden pinta-alat osittain pienentyvät, mikä pienentää joidenkin lähellä sijaitsevien osavaluma-alueiden virtaamaa. Tässä esitetty vesistöjen seuranta painottuu veden kemiallisen laadun seurantaan, koska vesieliöstöön kohdistuvat vaikutukset arvioidaan merkityksettömiksi.

Vesistötarkkailua jatketaan hankkeen oletetulla vaikutusalueella. Toteutettua tarkkailua päivitetään ympäristövaikutusten arvioinnista saatujen tulosten perusteella esimerkiksi lisäämällä tarkkailupiste Kitiseen Sodankylän kuntakeskuksen kohdalle sekä uomiin ja ojiin, jotka sijoittuvat hankealueelle tai sen läheisyyteen.

Vesinäytteet otetaan neljännesvuosittain ja niistä analysoidaan: lämpötila, pH, sähkönjohtokyky, KHT(Mn), väriluku, alkaliteetti, sameus, kiintoaine, kokonaisfosfori, liukoinen fosfaattifosfori, kokonaistyppi, ammoniumtyppi, nitraatti- ja nitriittitypen summa, sulfaatti, kloridi, liukoiset metallit ja alkuaineet, sisältäen elohopean.

Kaikista vesinäytteistä tehdään näytteenotossa aistinvaraiset arviot sameudesta, hajusta ja väristä. Näytepisteellä mitataan kokonaissyvyys ja näkösyvyys. Ojanäytepisteillä pyritään arvioimaan virtaama näytteenoton yhteydessä.

32.2 Pohjavesi

Hankkeen pohjavesivaikutusten seuranta toteutetaan hyödyntäen olemassa olevia pohjavesiputkia. Seuranta sisältää pohjaveden pinnankorkeuden mittaukset sekä pohjaveden laadun analysoinnin. Seurantaan pyritään sisällyttämään kattavasti maaperän ja kallioperän pohjavesiä sekä lähdevesiä. Vesinäytteistä analysoidaan: lämpötila, pH, sähkönjohtokyky, KHT(Mn), väriluku, alkaliteetti, sameus, kiintoaine, kokonaisfosfori, liukoinen fosfaattifosfori, kokonaistyppi, ammoniumtyppi, nitraatti- ja nitriittitypen summa, sulfaatti, kloridi, liukoiset metallit ja alkuaineet, sisältäen elohopean. Hankealueella sijaitsevat kaksi talousvesikaivoa sisällytetään tarkkailuun siltä osin, kun ne pysyvät käytössä.

Ympäristövaikutusten arvioinnin aikana alueelle on asennettu uusia pohjaveden seurantaputkia ja tarvittaessa niitä lisätään arviointitulosten perusteella. Kun hankkeen lopullinen sijainti ja

toteutustapa on valittu, pohjavesiputkia lisätään tarpeen vaatiessa mm. tulevien kaivannaisjätealueiden läheisyyteen sekä alueille, joihin on arvioitu kohdistuvan pohjavesipinnan alenemaa.

Hankealueella on tehty laajoja pohjaveden virtausmallinnuksia (käsitelty luvussa 16). Olennaisena osana hankkeen vaikutusten seurantaa on valittavasta hankevaihtoehdosta riippuen joko pohjaveden yhdistelmämallin päivittäminen tai uuden virtausmallinnuksen toteuttaminen valittavan hankevaihtoehdon lähtökohtien mukaisena. Malli tullaan myös kalibroimaan uusien seurantatietojen perusteella. Viiankiaavalta vettä poispurkavista uomista sekä lähteistä pyritään seuraaman virtaamia, joita voidaan hyödyntää pohjavesimallien jatkokehityksessä sekä kalibroinnissa. Pohjaveden geokemiallisen mallinnuksen tuloksia verrataan tarkkailutuloksiin ja tarvittaessa mallinnus päivitetään.

Ilmastolla, etenkin lumen vesiarvolla ja kevättulvilla on oleellinen vaikutus suon ekohydrologiaan. Ilmastonmuutoksen myötä ennakoidaan talvisen ja syksyisen sadannan imeytymisen pohjavedeksi kasvavan, kevättulvien vähenevän ja kesien muuttuvan kuivemmiksi. Tällä on vaikutusta suon ekohydrologiaan, minkä vuoksi ilmastonmuutoksen aiheuttamia mahdollisia muutoksia Viiankiaavan hydrologiaan olisi tarpeen monitoroida.

Rakentamisen ja varsinaisen kaivostoiminnan aikana pohjavesivaikutusten seurantaa täydennetään kaivoksesta pumpattavien kuivanapitovesien määrän ja laadun sekä meteorologisten muuttujien seurannalla.

32.3 Melu

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on todettu melun olevan yksi merkittävimmistä ympäristöön kohdistuvista vaikutuksista kaivoksen rakennus- ja toiminta-aikana. Nykyinen melutaso hankealueella ja kaivostoimintojen vaikutusalueella on määritetty mittauksin. Lisäksi eri hankevaihtoehtojen osalta on laadittu melumallinnukset. Valittavan hankevaihtoehdon osalta mallia päivitetään suunnittelutietojen täsmentyessä.

32.4 Ilmanlaatu

Merkittävimmät päästöt kaivoksen toiminnassa muodostuvat pölypäästöistä, joiden seuranta tulisi aloittaa vertailuaineiston keräämiseksi jo ennen kaivoksen rakentamisen aloittamista. Pölypäästöjä seurataan tuulen suuntajakauman mukaisesti mittauspisteiden avulla, joissa määritetään kertaluontoisesti jatkuvatoimisella kalenterivuoden kestävällä mittauksella PM_{10} ja $PM_{2.5}$ sekä kerätään pölylaskeuma neljännesvuosittain. Leijuma kerätään määrävuosin viranomaisten kanssa sovittavalla tavalla. Mittausten kohdentamiseksi Kuusivaaraan asennetaan sääasema, joka mittaa lämpötilan, sadannan sekä tuulen suunnan ja nopeuden.

Laskeumasta ja leijumasta määritettään ainakin arseeni, koboltti, kupari ja nikkeli. Kaivoksen toiminnan alettua seurataan, että lämpölaitoksen päästöt täyttävät niille asetetut päästörajat.

Seurantojen kohteet ja menetelmät tarkentuvat hankkeen lupavaiheessa ja niistä sovitaan tarkemmin Lapin ELY -keskuksen kanssa.

32.5 Biologinen seuranta

Hankkeen vaikutusalueella järjestetään biologisia seurantoja keskeisimmiksi arvioitujen vaikutuskohteiden osalta. Seurannan tarkoituksena on tunnistaa hankkeen mahdolliset vaikutukset

alueen eliölajistoon. Tarkkailuita kohdennetaan sekä Viiankiaavan Natura-alueelle, että sen ulkopuolisille alueille.

Viiankiaavan Natura-alueen osalta seurataan toiminnan päästöjen ja muiden tekijöiden vaikutuksia suojeluperusteena oleviin luontotyyppeihin ja lajistoon. Sekä Natura-alueella, että kaivosalueen ympäristössä seurannat kohdennetaan erityisesti pohjaveden pinnanvaihteluista riippuvaisiin luontotyyppeihin ja niiden lajistoon.

Tarkkailu voidaan järjestää lähdekohteille ja lähteisille luontotyypeille perustettavien seuranta-alojen (kasvillisuusruudut) ja pohjaveden pinnankorkeuden mittauspisteiden (pohjavesiputket) avulla. Myös luontodirektiivin liitteen II ja IV lajien, uhanalaisten ja erityisesti suojeltavien kasvi- ja eläinesiintymien säilymistä ehdotetaan seurattavaksi.

Kalaston osalta voidaan seurata raskasmetallien kertymistä kaloihin Kelukosken patoaltaassa. Kelujoessa ja Ylijoessa voidaan suorittaa sähkökoekalastuksia harjus- ja taimenkantojen kehittymisen seuraamiseksi. Pohjaeläinten ja vesisammalten osalta voidaan suorittaa seurantaa pohjaeläin- ja vesisammalyhteisöjen tilan kehittymisen seuraamiseksi.

Linnuston osalta hankkeen vaikutuksia voidaan seurata toistamalla tehtyjä linja- ja kartoituslaskentoja niiltä osin, kun se on hankkeen toimintojen osalta mahdollista.

Seurantojen kohteet ja menetelmät tarkentuvat hankkeen lupavaiheessa ja niistä sovitaan tarkemmin Lapin ELY -keskuksen kanssa.

32.6 Porotalous

32.6.1 Seurantamenetelmät

Porojen käyttäytymiseen ja laidunten käyttöön kohdistuvien vaikutusten seuraamisessa keskeisessä roolissa on porojen satelliittiseurantapantatietojen hyödyntäminen sekä ennen kaivoksen rakentamista että rakentamisen ja toiminnan aikana. Ilmanlaadun seurannasta saatuja tuloksia (mm. laskeuma) voidaan hyödyntää pororehun tuotannon laadullisten muutosten seurannassa. Ennen kaivoksen rakentamisen aloittamista seurantaa tehdään vertailutiedon tuottamiseksi rakentamista edeltävältä ajanjaksolta. Lisäksi seurataan ympäristön maankäytössä tapahtuvia muutoksia, jotka voivat vaikuttaa vertailujakson seurantatuloksiin ja jotka voivat lisätä poronhoidolle aiheutuvia yhteisvaikutuksia.

Seurantapanta-aineistojen avulla seurataan paikallisen tokkakunnan porojen hyödyntämiä laidun- ja vasomisalueita, porojen kulkureittejä sekä näissä mahdollisesti tapahtuvia muutoksia. Kaivoksen rakentamisen myötä porojen luontaiseen laidunkiertoon aiheutuu joka tapauksessa jossain määrin muutoksia, minkä takia tulee tarkkailla muun muassa sitä, miten porot oppivat hyödyntämään käytettävissä olevia alueita täysipainoisesti sekä miten uusien tai siirrettyjen poronhoidonrakenteiden käyttöönotossa onnistutaan.

Elinkeinon kannattavuuden osalta olennaista on porotaloudesta saatavien tuottojen ja poronhoitotöiden kustannusten suhde, jossa tapahtuvia kaivoshankkeesta aiheutuvia muutoksia voidaan arvioida mm. seuraavien tekijöiden perusteella:

- teurasporojen määrä ja kunto esim. vasaprosentin tai vasojen teuraspainojen avulla, joiden muutokset voivat kertoa häiriöistä laidunnusolosuhteissa
- poronhoidon toiminnan muuttuminen tai vaikeutuminen

- poronhoitotöiden määrän tai työkustannusten muutos alueella
- liikenne- ja muiden vahinkojen määrät
- poronhoitajien tai poronhoitoyhteisön sopeutuminen hankkeeseen.

32.6.2 Seurannan toteutus

Kaivosyhtiö on kustantanut seurantapantoja paliskunnalle kaivoshankkeen poroselvityksen yhteydessä. Paliskunnalla on alueella myös omia aiemmin hankittuja seurantapantoja, joista saatavia seurantatietoja hyödynnetään hankkeen vaikutuksia arvioitaessa. Kaivoksen rakentamisen ja toiminnan aikaisia vaikutuksia porojen käyttäytymiseen ja liikkumiseen tullaan seuraamaan ko. seurantapantojen avulla kolmivaiheisesti seuraavasti:

1. Ennen rakentamista tehtävä seuranta
2. Rakentamisenaikainen seuranta
3. Toiminnanaikainen seuranta

Seurantapantojen osalta on olennaista pitää pantojen seuranta-aikaväli mahdollisimman tasaisena ja mahdollisuuksien mukaan asettaa panta aina samalle porolle, jolloin elinpiirissä ja kulkureiteissä tapahtuvien muutosten seuraaminen on luotettavampaa. Pantoja tulisi olla käytettävissä tasaisesti sekä koko paliskunnassa että kaivoshankealueen läheisyydessä liikkuvissa tokissa, jotta porojen elinpiireistä ja kulkureiteistä muodostuisi kattava kuva.

Seurantatuloksista laaditaan raportti, jossa esitetään kartoilla vuosittaiset seurantatulokset kustakin kolmesta vaiheesta sekä arvioidaan hankkeesta poronhoidolle ja porojen laidunkäyttäytymiselle aiheutuvat vaikutukset/muutokset. Raportointi tehdään vähintään 1. ja 2. vaiheiden päätyttyä sekä kaivoksen oltua toiminnassa 5 vuotta.

Kaivostoiminnan vaikutuksia porotalouteen seuraamaan voidaan perustaa työryhmä, johon kuuluu paliskunnan jäseniä, kaivosyhtiön edustajia ja edustaja paliskuntain yhdistyksestä. Ryhmän tavoitteena olisi kehittää ja ylläpitää vuoropuhelua paliskunnan ja kaivosyhtiön välillä, jotta mahdolliset ongelmat tai epäkohdat voidaan tunnistaa nopeasti sekä sopeuttaa toimet tilanteen mukaisesti. Ryhmä suunnittelee ja toteuttaa myös seurantaohjelman, jossa arvioidaan, miten kaivoshanke vaikuttaa porotalouteen.

Seurantapantojen ohella porojen hyödyntämistä alueista ja niissä tapahtuvista muutoksista sekä lieventämiskeinojen toimivuudesta saadaan tietoa ensisijaisesti paliskunnalta. Työryhmäpalavereissa osapuolet käyvät säännöllistä keskustelua käyttöön otettujen lieventämiskeinojen toimivuudesta ja riittävyydestä, jotta poronhoitoon kohdistuvien haitallisten vaikutusten minimoiminen onnistuu oikeudenmukaisesti. Arvioinnissa voidaan hyödyntää esimerkiksi edellä kuvattujen elinkeinon kannattavuuteen vaikuttavien tekijöiden kehittymistä.

32.7 Aluetalous

Sakatin kaivoshankkeen aluetaloudelliset vaikutukset kohdistuvat työllisyyteen, kokonaistuotokseen, arvonlisäykseen, investointeihin ja verotuloihin (Ramboll Finland Oy 2020a). Hankkeen suoria vaikutuksia voidaan seurata kaivosyhtiön ja kunnan yhteistyönä. Välillisiä vaikutuksia voidaan seurata Tilastokeskuksen kokoaminen tilastotietojen pohjalta. Aluetalouden kannalta keskeisiä seurattavia asioita ovat:

- työpaikkojen määrä toimialoittain (vuonna 2017 Sodankylässä 3 577 työpaikkaa ja Lapin maakunnassa 78 700 työpaikkaa)
- työvoimarakenne: väestö, työvoima, työlliset, työttömät ja työvoiman ulkopuolella olevat (vuonna 2018 Sodankylässä 8 444 asukasta, joista työvoimaan kuuluvia 3 952 henkilöä ja työvoiman ulkopuolella 4 492 henkilöä, työvoimasta oli työllisiä 3 641 henkilöä ja työttömiä 311 henkilöä)
- kokonaistuotos ja arvonlisäys (vuonna 2017 Lapin maakunnan kokonaistuotos oli noin 13,6 miljardia euroa, josta arvonlisäystä noin 6 miljardia euroa)
- investointien määrä (vuonna 2017 Lapin maakunnan investointien määrä oli 1,1 miljardia euroa)
- kunnan verotulot (vuonna 2017 Lapin maakunnan verotulot olivat 2,7 miljardia euroa)

32.8 Sosiaaliset vaikutukset

Sosiaalisten vaikutusten seurantaohjelman tulisi varmistaa vaikutusten keskeytymätön seuranta kaivoksen toiminta-aikana, seurannassa käytettävät menetelmät sekä seurannan vastuut. Seurannan tavoitteena on toiminnan aikana muuttuvien vaikutusten ennakoiminen, vaikutusten kohteiden sopeutumisen auttaminen yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa sekä kielteisten vaikutusten mahdollisimman hyvä hallinta. Toiminnanharjoittaja vastaa pääsääntöisesti seurannan toteutuksesta. Tämän ohessa toiminnanharjoittajan tulisi osaltaan edistää kaivosalan eri toimijoiden sekä kunnan ja muiden avaintoimijoiden yhteistyötä, jonka kautta seurataan ja pyritään hallitsemaan pitkäjänteisesti kaivostoiminnan kokonaisvaikutuksia paikkakunnalla huomioiden myös tulevaisuuden tarpeet. Yhteistyöelimenä voisi olla vuosittain kokoontuva kaivosfoorumi tai vastaava. Toiminnanharjoittaja valmistelisi seurantatiedot ja esittelisi ne foorumissa. Seuranta voidaan jakaa seuraaviin kokonaisuuksiin.

Seuraavat tiedot ehdotetaan kerättäväksi yhdessä sovituin aikavälein:

- vaikutukset väestöön, työllisyyteen, koulutukseen ja asumiseen, tilastollinen ja laadullinen seuranta yhteistyössä kunnan kanssa; ajantasainen tieto auttaa asunto-, koulutus- sekä työllisyystilanteen seurantaa ja ennakointia eri vastuutahojen toimenpiteitä varten
- sosiokulttuuriset vaikutukset porotalouden harjoittajiin; seurantaa varten kerätään paliskunnalta (tai porotalouden seurantaan ehdotetulta yhteistyöryhmältä) näkemykset hankkeen vaikutuksista porotalouteen ja poronhoitajiin
- ympäristön tilaan, asukkaiden terveyteen ja turvallisuuteen liittyvä ja muu toiminnanharjoittajan saama vapaa palaute

Seuraavat tiedot ehdotetaan kerättäväksi kaivoksen suunnittelu- ja rakennusvaiheessa kahden-kolmen vuoden välein:

- vaikutukset maanomistajiin, elinoloihin ja viihtyvyyteen sekä luonnon hyötykäyttöön ja virkistykseen; seurantatieto hankitaan kyselyillä, pohjana voidaan hyödyntää REGINA-hankkeessa tuotettuja asukaskyselyä Sodankylän kuntalaisille, joita voidaan täydentää lähialueen osalta maanomistajiin liittyvillä kysymyksillä. Kysely voitaisiin toteuttaa yhteistyössä Lapin yliopiston, kaivosyhtiöiden ja kunnan kanssa
- toimintavaiheen alussa kysely voidaan toteuttaa verkkokyselynä

Kaikki mainitut tiedot käsiteltäisiin avoimesti kaivosfoorumissa.

32.9 Kompensaatiotoimet

Ympäristövaikutusten arviointiohjelmassa AA Sakatti Mining Oy sitoutui Natura-arviosta erillisenä prosessina vapaaehtoiseen ekologiseen kompensaatioon. Sitoumus noudattaa emoyhtiö Anglo Americanin uutta konsernitason strategiaa, mikä edellyttää ekologisten haittojen ylikompensaatiota kaikissa uusissa kaivoshankkeissa. Yhtiö on sitoutunut hyvityksen läpinäkyvään suunnitteluun ja sopeutuvaan toteutukseen. Tämä tarkoittaa sitä, että hyvitystä kasvatetaan, jos hankkeen haitat osoittautuvat ennalta arvioitua suuremmiksi. Ekologisesta kompensaatiosta on laadittu erillinen raportti, joka on esitetty liitteessä 18.

Vapaaehtoinen kompensaatio ei ole osa YVA-menettelyä, joten sen osalta tässä yhteydessä ei esitetä seurantatoimenpiteitä.

33 LÄHDELUETTELO

AA Sakatti Mining Oy 2020. Viiankiaapa, Pinta- ja pohjavesiolosuhteet ja kairareikien hydrologisten ja hydrogeologisten vaikutusten arviointi. Päivitetty versio 5.2.2020.

AFRY Finland Oy 2020a. Kuusivaaran uhanalaisten kasvilajien selvitys 2020. AA Sakatti Mining Oy. (luonnos 30.10.2020)

AFRY Finland Oy 2020b. Sakatin hankkeen luontoselvitys vaihtoehtoiset vedenottoalueet ja Kuusivaaran tielinjauksen alue vuonna 2020 AA Sakatti Mining Oy.

AFRY Finland Oy 2020c. Sakatin kaivoshanke. Ympäristövaikutusten arviointi. Kaivoksen vesitase. AA Sakatti Mining Oy.

AFRY Finland Oy 2020d. Sakatin vesistökuormituksen vaikutus Kitisen ainepitoisuuksiin jokimallin avulla arvioituna, kuormitusvaihtoehdot 1 ja 2. AA Sakatti Mining Oy.

AFRY Finland Oy 2020e. Sakatin pöllöselvitys 2020. AA Sakatti Mining Oy.

AFRY Finland Oy 2020f. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke. YVA-vaiheen sulkemissuunnitelma. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2009a. Sakatti 1-5 valtausten uhanalaislajien kartoitus.

Ahma ympäristö Oy 2009b. Viianki (13, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 33, 34, 43, 46, 47, 49 ja 55) ja Sarki 1- valtausten uhanalaislajien kartoitus.

Ahma ympäristö Oy 2013a. Kersilön pohjaeläinraportti 2012.

Ahma ympäristö Oy 2013b. Kersilön ja korvaavien Natura-alueiden saukkokartoitus 2013. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2013c. Viiankiaapa-Kersilö lepakkoselvitys 2012. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2013d. Viiankiaavan kaivoslain mukaisten malminetsintälupien Natura-arviointi. Täydennys vuoden 2009 arviointiin.

Ahma ympäristö Oy 2014a. Selvitys kalastuksesta Kitisellä vuonna 2013

Ahma ympäristö Oy 2014b. Kersilön viitasammakkoselvitys 2013. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2014c. Viiankiaavan kaivoslain mukaisten malminetsintälupien Natura-arviointi 2013. Täydennys vuoden 2009 arviointiin. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015a. Kersilö-Kuusivaara luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitys 2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015b. Sakatti 1-5, Kasvillisuusvaikutusten seuranta 2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015c. Sakatti 1-5 -malminetsintäalueen luontotyyppiselvitys 2015, kartoitukset vuosina 2012-2014. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015d. Viiankiaavan viitasammakkoselvitys 2013. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015e. Viiankiaavan viitasammakkoselvitys 2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015f. Viiankiaapa-Kersilö lepakkoselvitys vuosina 2012 ja 2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015g. Viiankiaavan kaivoslain mukaisten malminetsintälupien Natura-arviointi 2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015h. Hiiripöllön pesäpaikkojen kompensaatiosuunnitelma Viiankiaavalle 2015-2018. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015i. Viiankiaavan linnustoselvitys 2009-2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2015j Viiankiaavan pöllökartoitus 2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2016a. Neidonkenkäselvitys 2016. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2016b. Viiankiaavan ja Kersilön alueen riistakolmiolaskennat 2016. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2016c. Sakatti 1-5 malminetsintäalueiden sammal- ja putkilokasvikartoitukset vuosina 2012-2015. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2016d. Viiankiaavan ja Kersilön alueen saukkokartoitus 2016. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2016e. Suurpetoselvitys 2016. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2016f. Viiankiaavan luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitys 2016. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma Ympäristö Oy 2016g. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien sekä niiden alapuolisten jokien vedenlaadun tarkkailu vuonna 2015.

Ahma ympäristö Oy 2016h. Viiankiaavan kevätmuuttoseuranta 2016. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2017a: Viiankiaavan–Kersilön alueen lähivesien kalastustiedustelu 2016.

Ahma ympäristö Oy 2017b. Selvitysalueiden A-G pöllö- ja metsokartoitus 2017. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2018. Sakatti 1-5 kasvillisuusvaikutusten seuranta 2017. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2016-2018. Laskeumatarkkailu. Testausselosteet vuosien 2016-2018 aikana tehdyistä mittauksista. AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2015. Sodankylän Sakatin alueen perhoslajisto (Lepidoptera) kesällä 2015. AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2016. Sodankylän Sakatin alueen uhanalainen kovakuoriaislajisto (Coleoptera). AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2017a. Sodankylän Sakatin alueen uhanalainen perhoslajisto (Lepidoptera) - Luontoselvitykset 2015 ja 2017. AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2017b. Sodankylän Sakatin alueen uhanalainen kovakuoriaislajisto (Coleoptera) - Luontoselvitykset 2015 ja 2017. AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2017c. Jättisukeltaja (Dytiscus latissimus) Sodankylä Sakatin alueella – Luontoselvitys 2017. AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2018. Kirjojokikorennon (Ophiogomphus cecilia) esiintyminen ja elinvoimaisuus Sodankylän Viiankiaapaa reunustavissa joissa kesällä 2018. Raportti 15.11.2018 [päivitetty 20.02.2019] AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2019a. Kirjojokikorennon (Ophiogomphus cecilia) esiintyminen ja elinvoimaisuus Sodankylän Viiankiaapaa reunustavissa joissa kesällä 2018. AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2019b. Arvio Sodankylän Viiankiaavan alueelle suunnitellun kaivostoiminnan vaikutuksista jokihelmisimpukkaan (Margaritifera margaritifera). AA Sakatti Mining Oy.

Albus Luontopalvelut Oy 2020. Sodankylän Kuusivaaran ja Kelujoen välialueen perhoset (Lepidoptera) ja kovakuoriaiset (Coleoptera) – Esiselvitys 2019. AA Sakatti Mining Oy.

AMIRA 2002. ARD Test Handbook. Project P387A Prediction & Kinetic Control of Acid Mine Drainage. AMIRA international.

Anglo American. 2018. https://www.angloamerican.com/sustainability/environment

Anglo American 2019a. Sakatti CU-NI-PGE project pre-feasibility a study, project greenhouse gas emissions.

Anglo American 2019b. Sakatti Cu-Ni-PGE Project. Pre-Feasibility Study. Processing & Metallurgy.

Anglo American 2019c. Mine Closure Toolbox. Version 3, 2019.

Anglo American 2020. Code of Conduct. https://www.angloamerican.com/~/media/Files/A/Anglo-American-Group/PLC/documents/our-code-of-conduct/code-of-conduct-2020-english.pdf Viitattu 6.10.2020.

AONA Environmental 2020. Sakatti Mine Project - Dispersion Modelling of the Dust Releases from the Planned Sakatti Mine Project. 23.10.2020. AA Sakatti Mining Oy.

Aroviita, J., Mitikka, S. ja Vienonen, S. (toim.) 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. 182 s. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019.

Asetus 852/1988 eräistä valtion omistamille alueille perustetuista soidensuojelualueista. Annettu 30.9.1988.

Bigler P. 2018. Hydrogeology and Hydrogeochemistry of Western Margin of Viiankiaapa Mire in Sodankylä – Factors affecting the Distribution of Endangered Species. Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos, Pro gradu-työ.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989: Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids. Hyrdrobiologia 173, p. 9-43.Eloranta, P. 2016. Kitisen tarkkailun piilevätutkimus 2015.

Boliden kevitsa Mining Oy 2019. Selvitys yleisten ja yksityisten etujen turvaamisesta. Web-osoite: https://tukes.fi/documents/5470659/20242801/7140_YlYks_Kuulutus_Tukesnet.pdf/618ec75c-de78-a0e7-ca68-4e2dd01b88f6/7140_YlYks_Kuulutus_Tukesnet.pdf

Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H.M (Ed.) 2017. Railway Ecology. Springer Open.

Boreal Bioref Oy 2019. Rakentamispäätös ensi vuoden puolella. Web-osoite: www.boreal-bioref.fi/fi/uutiset/ (viitattu 13.8.2020)

Brown, M., Barley, B. ja Wood, H. 2002. Minewater Treatement - Technology, Application and Policy. 2002. ISBN 9781843390046.

Byron, H. 2000. Biodiversity impact. Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A Good Practice Guide for Road Schemes. The RSPB, WWF-UK, English Nature and the Wildlife Trusts, Sandy.

Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life 1999. Arsenic. http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/143 (saatavuus 13.11.2020).

Canadian Water quality guidelines for the Protection of Aquatic Life 2007. Summary table. Update 7.0. September 2007. https://www.ccme.ca/files/ceqg/en/backup/222-080516095450.pdf (saatavuus 19.11.2020).

Cunnington, G., M. and Fahrig, L. 2010. Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise. Acta Oecol 36: 463–470.

Dale, C., Laliberte, Oliphant & Ekenberg. 2014. Wastewater treatment using MBBR in cold climates. Vanvouver, Canada: s.n., 2014.

Dansgaard, W. 1964. Stable isotopes in precipitation. Tellus 16, 436–468.

Davidila, J. 2019. Lapin POSKI, vaihe 2 (2016-2019), Hiekka- ja soraesiintymät. Geologian tutkimuskeskus.

Davis, S. N. 1964. The chemistry of saline waters. Groundwater, Vol. 2(1), p. 51. Lahermo, P. 1990. Suomen geokemian atlas, osa 1. Geologian tutkimuskeskus.

Duffy, J., Bennie, J., Durán, A. & Gaston, K. 2015. Mammalian ranges are experiencing erosion of natural darkness. Sci. Rep. 5. 12042; doi: 10.1038/srep12042.

ECHA 2020a. European chemical agency. Ecotoxicological information. Antimony. Ecotoxicological Summary. https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/16124/6/1 (30.4.2020).

ECHA 2020b. European chemical agency. Ecotoxicological information. Arsenic. Ecotoxicological Summary. https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/22366/6/1 (30.4.2020).

ECHA 2020c. European chemical agency. Ecotoxicological information. Chromium. Ecotoxicological Summary. https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/15551/6/1. https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/22366/6/1 (30.4.2020).

ECHA 2020d. European chemical agency. Ecotoxicological information. Copper. Ecotoxicological Summary. https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/15562/6/1 (30.4.2020).

ECHA 2020e. European chemical agency. Ecotoxicological information. Mercury. Ecotoxicological Summary. https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/5169/6/1 (4.5.2020).

EFSO Sodankylä. 2019. Web-osoite: http://airportsodankyla.fi/wordpress/

Eisenbeis, G. 2006. Artificial night lighting and insects: Attraction of insects to streetlamps in a rural setting in Germany. In C. Rich, & T. Longcore (Eds.), Ecological consequences of artificial night lighting (pp. 281–304).

Ekholm, M. 1993. Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja sarja A nro 126.

Eloranta, P. 2017. Sakatti Mining Oy. Sakatin alueen perustilaselvitys. Piileväanalyysien tulokset 2016 ja 2017.

Emsley, J. 2001. Nature's Building Blocks: An A to Z Guide to the Elements. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-850340-8.

Esseen, P. A. 1994. Tree mortality patterns after experimental fragmentation of an old-growth conifer forest. Biological Conservation 68: 19–28.

Esseen, P. A. and Renhorn, K. E. 1998: Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. Conservation Biology 12:1307–1317.

EU 2016. EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) 2016/1628 liikkuviin työkoneisiin tarkoitettujen polttomoottoreiden kaasu- ja hiukkaspäästöjen raja-arvoihin ja tyyppihyväksyntään liittyvistä vaatimuksista, asetusten (EU) N:o 1024/2012 ja (EU) N:o 167/2013 muuttamisesta ja direktiivin 97/68/EY muuttamisesta ja kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti. 16.9.2016

Eurofins Ahma Oy 2018a: Pintavesien biologinen tarkkailu, metallimääritykset vuonna 2018

Eurofins Ahma Oy 2018b. Sodankylän pohjaeläintarkkailu vuosina 2016 ja 2017. AA sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2018c. Vesialueiden bioindikaattoritutkimus 2016-2017. AA Sakatti Mining Oy.

Ahma ympäristö Oy 2018d. Sakatti 1-5 kasvillisuusvaikutusten seuranta 2017.

Eurofins Ahma Oy 2018e. Tailings-alueiden luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitys 2017. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2018f. Viiankiaavan linnuston perustilaselvitykset 2009–2018

Eurofins Ahma Oy 2018g. Kelukoski-Kuusivaara viitasammakkoselvitys 2018. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2018h. Kelukoski-Kersilö-Viiankiaapa lepakkoselvitys vuosina 2012, 2015 ja 2018

Eurofins Ahma Oy 2018i. Sattasjoen ja Kelu-Ylijoen sähkökalastus 2017.

Eurofins Ahma Oy 2018j. AA Sakatti Mining Oy –kaivoshankkeen metso- ja pöllökartoitus.

Eurofins Ahma Oy 2019a. Kaava-alueen linnustoselvitykset 2019.

Eurofins Ahma Oy 2019b. Satojärven linnustoseuranta 2019. Boliden Kevitsa Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2019c. Viitasammakkoselvitys 2019. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2019d. Sakatin kairausten Natura-arviointi 2019-2021. Uhanalaiskartoituksen yhteenveto. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2019e. Viiankiaavan Natura-alueen malminetsinnän Natura-arviointi 2019. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2019f. Kaava-alueen eteläosan luontotyyppi- ja kasvillisuuskartoitus 2018-2019 sekä 2012.

Eurofins Ahma Oy 2019g. Malminetsinnän kasvillisuusvaikutusten seuranta 2018.

Eurofins Ahma Oy 2019h. Kaava-alueen linnustoselvitykset 2019. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2019i. Merikotkatarkkailu ja hiiripöllön pönttöseuranta 2019. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2020a. Pahtavaaran kaivoksen tarkkailu 2019. Osa I. Yhteenveto vuoden 2019 tarkkailusta. 28.4.2020. Rupert Finland Oy.

Eurofins Ahma Oy 2020b. Pahtavaaran kaivoksen tarkkailu 2019. Osa II. Käyttö- päästö- ja vaikutustarkkailu vuonna 2019. 28.4.2020. Rupert Finland Oy.

Eurofins Ahma Oy 2020c. Selvitys kalastuksesta Kitisellä vuonna 2018

Eurofins Ahma Oy 2020d. Kitisen saukkoselvitys 2019–2020. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Ahma Oy 2020f. Viiankiaavan Natura-alueen malminetsinnän Natura-arviointi 2020, Viiangin hanke. AA Sakatti Mining Oy.

Eurofins Labtium Oy. 2020a. Analytical Report Nr. AR-20-RZ-002692-01 (31.1.2020).

Eurofins Labtium Oy. 2020b. Test Report No. 068647 (27.1.2020).

Eurola, S., Huttula, A., Kaakinen, E., Kukko-oja, K., Saari, V. & Salonen, V. 2015. Sata suotyyppiä – opas Suomen suokasvillisuuden tuntemiseen. Thule-instituutti, Oulangan tutkimusasema, Oulun yliopisto, Juvenes Print – Oulu. 112 s.

Euroopan Komissio 2000: Natura 2000 -alueiden suojelu ja käyttö. Luontodirektiivin 92/43/ETY 6 artiklan säännökset.

Euroopan Komissio 2001. Assessment of Plans and Projects Significantly Affecting Natura 2000 Sites. Methodological Guidance on the provision of Article 6(3) of the Habitats Directive 92/43/EEC.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1907/2006 kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista. Annettu 18.12.2006

Euroopan parlamentin ja neuvoston kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeva asetus (CLP-asetus) 1272/2008. Annettu 16.12.2008.

European Commission. 2018. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries, in accordance with Directive 2006/21/EC; EUR 28963 EN. s.l.: Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018. ISBN 978-92-79-77178.

EY neuvoston direktiivi 79/409/ETY luonnonvaraisten lintujen suojelusta. Annettu 2.4.1979.

EY neuvoston direktiivi 92/43/ETY luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelusta. Annettu 21.5.1992.

EY neuvoston direktiivi 85/337/ETY tiettyjen julkisten ja yksityisten hankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnista. Annettu 27.6.1985.

Farmerin 1993: Farmer, A.M. 1993. The effects of dust on vegetation - a review. Environmental pollution 79 (1993):63-75.

FCG & University of Eastern Finland 2019. Sakatin kaivoshankkeen poroselvitys – Work Package 6. AA Sakatti Mining Oy.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020a. Sakatin kaivoshankkeen meluselvitys. AA Sakatti Mining Oy.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020b. Sakatin kaivoshankkeen tärinäselvitys. AA Sakatti Mining Oy.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2020c. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke –Sosiaalisten vaikutusten arviointi. AA Sakatti Mining Oy.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy & Itä-Suomen yliopisto 2020. Sakatin kaivoshanke –Poroselvitys. AA Sakatti Mining Oy.

Gaia Consulting Oy 2019. Aluetalousvaikutusten arviointi. Raportti AA Sakatti Mining Oy:lle 29.1.2019.

Geologian tutkimuskeskus 2019. Valtakunnallinen taustapitoisuusrekisteri, Geologian tutkimuskeskus. Saatavilla: http://gtkdata.gtk.fi/Tapir/.

Geologian tutkimuskeskus 2020. Sakatin Kuusivaaran tarvekiven ympäristökarakterisointi. GTK/712/03.02/2019.

Greenwood, N.N. & Earnshaw, A. 1997. Chemistry of the Elements (2nd ed.). Butterworth-Heinemann. ISBN 978-0-08-037941-8.

Guidelines for Canadian Drinking Water Quality 2020. https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/water-quality/guidelines-canadian-drinking-water-quality-summary-table.html (saatavuus 13.11.2020).

Gustavsson N., Noras P. & Tanskanen H. 1979. Seloste geokemiallisen kartoituksen tutkimusmenetelmistä. Geologinen tutkimuslaitos.

Haila, Y., Niemelä, P. & Kouki, J. (toim.) 1994. Metsätalouden ekologiset vaikutukset boreaalisissa havumetsissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 482: 59-67.

Hamrin, H. 1977. Guide to Underground Mining Methods and Applications. Stockholm. Atlas Copco.

Hill, M. C. 1998. Methods and guidelines for effective groundwater model calibration. U.S. Geological Survey, Water-resources investigations report 98-4005.

Hjelt, A. ja Pääkkö, E. 2006. Viiankiaavan hoito- ja käyttösuunnitelma. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja C 11.

Holthuijzen, A.M.A., Eastland, W., Ansell, A., Kochert, M., Williams, R., & Young, L. 1990. Effects of Blasting on Behavior and Productivity of Nesting Prairie Falcons. Wildlife Society Bulletin. 19(3): 270-281.

HSE 2005. Asbestos: The analysts' guide for sampling, analysis and clearance procedures.

Huhtala, J. 2008. Jokiuitosta kalataloudellisiin kunnostuksiin. Eräiden uiton jälkeisten velvoitekunnostusten kalataloudellisesta vaikuttavuudesta. Suomen ympäristö 29/2008.

Husa, J. & Teeriaho, J. 2015. Luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaat kallioalueet Lapissa. Suomen Ympäristö 6/2015.

HVMFS 2019. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. 10.12.2019. 88 s. https://www.havochvatten.se/download/18.4705beb516f0bcf57ce1c145/1576576601249/HVMFS%202019-25-ev.pdf (saatavuus 13.11.2020.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.

ICCM 2019. Integrated Mine Closure. Good Practice Guide, 2nd Edition. International Council on Mining & Metals.

Ilmatieteen laitos 2020a. Ilmasto-opas 2020. Skenaarioita ilmastonmuutoksen vaikutuksista. https://ilmasto-opas.fi/fi/datat/vaikutukset#SykeDataPlace:vaikutukset (viitattu 22.6.2020)

Ilmatieteen laitos. 2020b. Ilmatieteenlaitoksen avoin data.

Imperia 2015. Monitavoitearvioinnin käytännöt ja työkalut ympäristövaikutusten arvioinnin laadun ja vaikuttavuuden parantamisessa -hanke, LIFE11 ENV/FI/905, 2012-2015. Hankkeen kotisivut: https://www.jyu.fi/science/fi/bioenv/tutkimus/luonnonvarat/imperia-hanke.

INAP 2019. Global Acid Rock Drainage Guide (GARD Guide). [Online] The International Network for Acid Prevention, 2019. [Viitattu: 30. 03 2019.] http://www.gardguide.com/.

IPCC 2014. AR5 Climate Change 2014. Impacts, adaptations and vulnerability.

ISO9613-2:1996. International Standard, Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: Method of calculation.

Jokimäki, J. & Kaisanlahti-Jokimäki, M. (2004). Joutsenaavan, Kokonaavan, Silmävuoman, Viiankiaavan ja Teuravuoman suolintuselvitys 2004. Arktinen keskus. Lapin yliopisto.

JORC. 2012. The JORC Code. Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves.

Kaivoslaki 621/2011. Web-osoite: www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110621. (viitattu: 15.05.2019)

Kaivosrekisterin karttapalvelu, Tukes. Web-osoite: http://gtkdata.gtk.fi/kaivosrekisteri/ sivu luettu 22.7.2019.

Kalpio, S. ja Bergman, T. 1999: Lapin perinnemaisemat. Alueelliset ympäristöjulkaisut 116, Lapin Ympäristökeskus ja Metsähallitus.

Karhu, J., Salonen, V.-P. ja Korkka-Niemi, K. 2020. Stable Isotope Composition of Sakatti Waters. Raportti, AA Sakatti Mining Oy.

Kauppila, Päivi; Räisänen, Marja Liisa ja Myllyoja, Sari. 2011. Metallimalmikaivostoiminnan parhaat ympäristökäytännöt. 2011. Osa/vuosik. Suomen ympäristö 29/2011. ISBN 978-952-11-3942-0 (PDF), ISSN 1796-1637.

Kauppila, T. (toim.) 2015. Hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tutkimusraportti 222. Geologian tutkimuskeskus.

Kersalo, J. ja Pirinen, P. (toim.) 2009. Suomen maakuntien ilmasto. Ilmatieteen laitos, Raportteja 2009:8.

Koivunen, A., Malinen, Ormio, H., Terhivuo, J.& Valovirta,I. 2014. Suomen kotilot ja etanat. Opas maanilviäisten maailmaan. Hyönteistarvike Tibiale Oy.

Koljonen, T. (toim.) 1992. Suomen Geokemian Atlas, osa 2: Moreeni. The Geochemical Atlas of Finland, part 2: Till. Geologian tutkimuskeskus. 218 s.

Kontula, T. ja Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja, Osa 2 –luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 5/2018.

Korkka-Niemi K., Rautio A., Bigler P., Åberg A., Åberg S. 2017. Hydro- and Environment Geological Studies during the Years 2016-2017 around Sakatti Exploration Target. Final report: Characterization of Geo-Hydro-Ecological Factors Possibly Controlling the Distribution of Endangered Species of Viiankiaapa Mire. Raportti, AA Sakatti Mining Oy.

Kortelainen, N. 2007. Isotopic fingerprints in surficial waters: Stable isotope methods applied in hydrogeological studies. Geologian tutkimuskeskus, Erikoisjulkaisut.

Kortelainen, N.M. ja Karhu, J.A. 2004. Regional and seasonal trends in the oxygen and hydrogen isotope ratios of Finnish groundwaters: A key for mean annual precipitation. Journal of Hydrology 285, 143-157.

Koskimies, P. & Väisänen, R.A. 1988. Linnustonseurannan havainnointiohjeet (1. painos). Helsingin yliopiston eläinmuseo.

Kratsov, T. 2017. Benefication test work for Anglo American Sakatti Mining Oy: Asbestos mineral in four composite ore samples. Outotec Research Center.

Kupila, J., Davidila, J., Lintinen, P., Valpola, S., Rossi, P., Sanaksenaho, R. & Lindholm, A. 2020. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen Lapissa, vaihe 2. GTK Työraportti 30/2020.

Kurkela, A. & Karjalainen, N. (toim.) 2016. Kemijoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2016-2021. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 8/2016.

Könönen, K. 2018. Sodankylän Viiankiaavan Sakatin ja Matiaksenrämeen nilviäis-kartoitus vuonna 2018. Hydrologia-LIFE (LIFE16NAT/FI/000583).

Laakso, J. 2020. Ground penetrating radar facies and facies associations of Kersilö area, Sodankylä in northern Finland at the zone of weak glacial erosion. MSc thesis, University of Helsinki.

Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R. ja Taka, M. 1990. Suomen geokemian atlas, Osa 1, Suomen pohjavesien hydrogeokemiallinen kartoitus. Geologian tutkimuskeskus.

Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. ja Suomela, P. 2002. Tuhat kaivoa –Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 155.

Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. Suomen geokemian atlas osa 3: ympäristögeokemia, purovedet ja sedimentit. 149 s. Geologian tutkimuskeskus.

Lahtinen T. 2017. Hydrogeochemical Characterisation of the Sakatti Mine Prospecting Area, Sodankylä, Finnish Lapland. Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos, Pro gradu-työ.

Laine, J., Vasander, H., Hotanen, J-P., Nousiainen, H., Saarinen, M. ja Penttilä, T. 2018. Suotyypit ja turvekankaat – kasvupaikkaopas. Metsäkustannus Oy.

Laki 851/1988 eräiden valtion omistamien alueiden muodostamisesta soidensuojelualueiksi. Annettu 30.9.1988.

Laki (126/2019) ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain liitteen 1 muuttamisesta. Annettu 18.1.2019.

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-laki) 252/2017. Suomen sähköinen säädöskokoelma (www.finlex.fi).

Lapin elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus 2013. Etelä- ja Keski-Lapin kulttuurimaisemat ja maisemanähtävyydet. Valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden päivitys- ja täydennysinventointi 2011-2013.

Lapin ELY-keskus 2015a. Vesien tila hyväksi yhdessä. Kemijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021. Lapin ELY-keskuksen raportteja 89/2015.

Lapin ELY-keskus 2015b. VT 4 Keminmaa–Tervola–Rovaniemi–Sodankylä – Kehittämisselvitys. Web-osoite: www.doria.fi/handle/10024/125237.

Lapin ELY-keskus 2019a. Pohjavesialueiden luokitteluun liittyvä selvitys, Sodankylä. LAPELY/423/2017.

Lapin ELY-keskus 2019b. Suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkko Lapin alueella -Verkkoselvitys.

Lapin ELY-keskus 2020. Sodankylän liikenneturvallisuussuunnitelma 2020. Raportteja 6/2020. Web-osoite: www.doria.fi/handle/10024/177408.

Lapin liitto 2007. Pohjois-Lapin maakuntakaava.

Lapin liitto 2008. Pohjois-Lapin maakuntakaava-aineisto. Web-osoite: http://www.lappi.fi/lapin-liitto/maakuntakaavoitus/pohjoislapin_maakuntakaava (viitattu 1.4.2020).

Lapin liitto 2009. LAPPI – Pohjoisen luova menestyjä. Lapin maakuntasuunnitelma 2030. Web-osoite: http://www.lappi.fi/lapinliitto/lapin_kehittaminen/maakuntasuunnitelma Viitattu 16.9.2020.

Lapin liitto 2017. Lapin tulevaisuuskuva 2040 - Lapin aluerakenne ja kehittämiskäytävät. Web-osoite: www.lappi.fi/c/document_library/get_file?folderId=3589265&name=DLFE-32291.pdf (viitattu 6.4.2020).

Lapin liitto 2018. Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040. Inari-Sodankylä-Utsjoki. Tavoitteet (luonnos). Web-osoite: www.lappi.fi/lapinliitto/pohjois-lapin-maakuntakaava-2040.

Lapin liitto 2019. Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040 ehdotusaineisto.

Lapin liitto 2020. Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040. Web-osoite: www.lappi.fi/lapinliitto/maakuntakaavoitus/vireilla (viitattu 14.8.2020).

Lapin liitto, Sitowise Oy 2019. Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040 – Liikennejärjestelmäselvitys.

Lapin liitto, Väylävirasto ja Lapin ELY-keskus 2019. Valtatie 5 liikennejärjestelyt Sodankylän taajaman kohdalla - Tieyhteysselvitys.

Lapin Lintutieteellinen Yhdistys ry 2016. Lapin maakunnallisesti tärkeät lintualueet. MAALI-hankkeen loppuraportti.

Lapin Vesitutkimus Oy 2009. Viiankiaavan kaivoslain mukaisten valtausalueiden Natura-arviointi. AA Sakatti Mining Oy.

Lapin Vesitutkimus Oy 2010. Viiankiaavan luontotyyppi- ja kasvillisuusselvitykset 2009-2010. AA Sakatti Mining Oy.

Lapin vesitutkimus Oy 2011a. Viiankiaavan alueen vesistöjen perustila.

Lapin Vesitutkimus Oy 2011b. Viiankiaavan lähialueen vesistöjen kalasto ja kalastus.

Lapin Vesitutkimus Oy 2011c. Anglo American Exploration B.V. Suomen sivuliike Oy. Viiankiaavan pohjaeläinselvitys.

Lapin Vesitutkimus Oy 2011d. Viiankiaavan saukkokartoitus vuosina 2010 ja 2011. Anglo American Exploration. B.V. Suomen sivuliike Oy.

Lapin Vesitutkimus Oy 2011e. Ilmakkiaavan ja Koitelaisen kaivoslain mukaisten valtausalueiden Natura-arviointi. AA Sakatti Mining Oy.

Lapin Vesitutkimus Oy 2011f. Sodankylän Viiankiaavan kaivoshankealueen linnustoselvitykset 2009-2010. Anglo American Exploration B.V. Suomen sivuliike.

Lapin Vesitutkimus Oy 2012a. Kersilön alueen lähivesien kalastus ja kalasto 2012

Lapin Vesitutkimus Oy 2012b. Korvaavien alueiden yleiskartoitus 2011.

Lapin ympäristökeskus 1997. Lapin kulttuuriympäristöohjelma.

Lapin ympäristökeskus 2008. Lapin kulttuuriympäristöt tutuksi -hankkeessa inventoitujen kohteiden paikkatietoaineistot (2004-2008).

Lappalainen E. 1970. Über die spaetquartaere Entwicklung der Flussufermoore Mittel-Lapplands. Bulletin de la Commission Geologique de Finlande 244: 79.

Lappalainen, E. ja Pajunen, H. 1980. Lapin turvevarat. Geologinen tutkimuslaitos maaperäosasto, raportti P 13.6/80/20, 158–159.

Laukkonen, Juha & Törmä, Hannu 2014. Suomen kaivosalan vaikuttavuuden kehitys ja haasteet vuosina 2010–2020. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 136.

Leduc J., Echaubard P., Trudeau V. and Lesbarrères, D. 2016: Copper and nickel effects on survival and growth of northern leopard frog (Lithobates pipiens) tadpoles in field-collected smelting effluent water. Environ Toxicol Chem. 2016 Mar;35(3):687-94.

Liikennevirasto 2013. Kaivostoiminnan liikenteelliset tarpeet pohjoisessa -esiselvitys. Työryhmän taustaraportti. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä.

Liikennevirasto 2018. Valtakunnalliset liikenne-ennusteet. Liikenneviraston julkaisuja 57/2018. Web-osoite: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-57_valtakunnalliset_liikenne-ennusteet_web.pdf

Linzer, L. 2018. Sakatti vibration modelling. SRK Consulting (South Africa) (Pty) Ltd, project nr 532790.

Luonnonsuojeluasetus 160/1997. Annettu 14.2.1997.

Luonnonsuojelulaki (LSL 1096/1996). Annettu 20.12.1996.

Luonnontieteellinen keskusmuseo 2018. Linnustonseuranta. Pesimälintujen linja- ja pistelaskenta. [Viitattu: 5.9.2018]. Saatavissa: [https://www.luomus.fi/fi/pesimalintujen-linja-pistelaskenta].

Luukas, J. 2017. Updates of the Sakatti deposit fault and lithological 3Dmodels in May 2017. GTK, Alueellinen Geotieto. Julkaisematon raportti AA Sakatti Mining Oy.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Annettu 5.2.1999.

Maanmittauslaitos 2019. Maanmittauslaitoksen avoimet kartta- ja paikkatietoaineistot.

Maantielaki 503/2005. Annettu 23.6.2005.

Mason, B. 1966. Principles of geochemistry. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., USA.

Metcalf & Eddy, Inc., George Tchobanoglous, Franklin Burton, H. David Stensel. 2003. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th Edition. New York: McGraw-Hill Education, 2003. ISBN 0071122508, 9780071122504.

Metsä Fibre Oy 2019. Metsä Fibre käynnistää yhteensä noin 1,7 miljardin euron investointien hankesuunnittelun. Julkaistu medialle yrityksen www-sivuilla osoitteessa www.metsäfibre.com 26.4.2019. Sivu luettu 17.7.2019. https://www.metsafibre.com/fi/media/tiedotteet/Pages/Tiedote.aspx?EncryptedId=2232BF6C59FB1D20&Title=MetsaFibrekaynnistaayhteensanoin1,7miljardineuroninvestointienhankesuunnittelun.

Metsähallitus Luontopalvelut 2015. Viiankiaavan kulttuuriperintöinventointi 2015.

Mikkonen, N., Leikola, N., Lahtinen, A., Lehtomäki, J. ja Halme, P. 2018. Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa - Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysien loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2018.

Mikroliitti Oy 2019. Kuusivaara-Vajukoski voimajohtolinjan arkeologinen inventointi 2019.

Moilanen, A. ja Kotiaho, J. S. 2017. Ekologisen kompensaation määrittämisen tärkeät operatiiviset päätökset. *Suomen ympäristö 10/2017. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4754-8*

Moilanen, A. ja Kotiaho, J. S. 2018a. Planning biodiversity offsets - twelve operationally important decisions. *TemaNord 2018: 513.* http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:norden:org:diva-5223

Moilanen, A. ja Kotiaho, J. S. 2018b. Fifteen operationally important decisions in the planning of biodiversity offsets. *Biological Conservation 227: 112–120.*
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320718310668

Moilanen, A. ja Kotiaho, J. S. 2018c. Lähestymistapa ekologisen kompensaation määrittämiseksi AA Yhtiö OY:n mahdolliselle Sakatin kaivokselle: julkinen keskusteludokumentti.

Moilanen, A. ja Kotiaho, J. S. 2020. Three ways to deliver net positive impact with biodiversity offsets. *Conservation Biology, in press (early view available)*.

Moilanen, L ja Vepsäläinen, J. 2020. Lab Report - Water Samples from Anglo American Sakatti Mining Oy. 2020. 19.2.2020.

Muhonen, M. & Savolainen, M. 2013. Etelä- ja Keski-Lapin kulttuurimaisemat ja maisemanähtävyydet. Valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden päivitys- ja täydennysinventoinneissa 2011-2013. ELY-keskus.

Muinaismuistolaki 295/1963. Annettu 17.6.1963.

Museovirasto 2019a. Kulttuuriympäristön palveluikkuna. https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/portti/read/asp/default.aspx 31.12.2019.

Museovirasto 2019b. Museoviraston muinaisjäännösrekisterin paikkatietoaineisto 12/2019 https://www.museovirasto.fi/fi/palvelut-ja-ohjeet/tietojarjestelmat/kulttuuriympariston-tietojarjestelmat/kulttuuriympaeristoen-paikkatietoaineistot.

Museovirasto 2020. Kulttuuriympäristön palveluikkuna 6/2020 https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/mjreki/read/asp/r_default.aspx.

Museovirasto, valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt. RKY 4285 Puolakkavaaran asutuskylä. Kohteen tiedot julkaistu 22.12.2009. Web-osoite: www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=4285.

Museovirasto, valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt. www.ymparisto.fi, www.rky.fi.

Museovirasto Arkeologiset kenttäpalvelut 2017. Viiankiaavan ja ympäröivän alueen arkeologinen inventointi 2017.

Museovirasto Arkeologiset kenttäpalvelut 2019. Sakatin kaivoshankkeen osayleiskaava-alueet arkeologisen inventoinnin täydennys 2019.

Mäkilä, M., Säävuori, H., Kuznetsov, O. & Grundström, A. 2013. Soiden ikä ja kehitys Suomessa. Geologian tutkimuskeskus. Turvetutkimusraportti 443, 41 sivua, 49 kuvaa ja 5 liitettä.

Naturvårdsverket 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Sjöar och vattendrag. Naturvårdsverkets rapport 4913.

Nielsen, H. L., H. Bendtsen, J., Kielland, E., Bechmann, S., Ljunggren, C., Göransson, K., Strömmer, S.-L., Paikkala, A., Jansson, P., Tómasson, J., Kragh, H., Jonasson, U., Sandberg, S., Storheier ja Parmanen, J. 1996. Road Traffic Noise. Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:525. The Nordic Council of Ministers.

Nieminen I. 2015. Viiankiaavan kulttuuriperintöinventointi 2015. Metsähallitus, Luontopalvelut. MH 3081/2016/04.01.

Nieminen, M. & Ahola, A. (toim) 2017. Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. Suomen ympäristö 1 /2017: 1-278. Ympäristöministeriö.

Nieminen, S., Kivipelto, J., Jokiranta, T., Nurmi, H., Koivuhuhta, A. (toim.), Kauppila, P., Karlsson, T., Tornivaara, A. & Kauppila, T. 2020. Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF –vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen. Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:12.

NS 8176:2017. 2017. Vibrasjoner og støt. Måling I bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker. Standard Norge.

Oravainen, R. 1999. Vesistötulosten tulkinta – opasvihkonen. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Web-osoite: https://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf (viitattu 26.5.2020).

Outotec 2017. Water Chemistry Analyses, 17140-ORC-T. 2017. October 31, 2017.

Outotec 2020. Sakatti HSC model update, revision 1. 2020. [Date: 6.3.2020].

Owens, A. and Lewis, S. 2018. The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis, Ecology and Evolution vol 22: 11337-11358.

Pakkala, T., Tiainen, J. & Väisänen, R. A. 2001. Kesäatlas käynnistyi vuonna 2000. - Linnut 36(1): 11-14.

Paliskuntain yhdistys 2014. Opas poronhoidon tarkasteluun maankäyttöhankkeissa. 1–50.

Paliskuntain yhdistys. Oraniemi. Web-osoite: https://paliskunnat.fi/py/paliskunnat/paliskuntien-tiedot/oraniemi/ (viitattu: 14.9.2018).

Paliskuntain yhdistys. Paliskunnat. Web-osoite: https://paliskunnat.fi/poro/poronhoito/paliskunnat/paliskuntain-yhdistys/ (viitattu: 07.09.2018).

Paliskuntain yhdistys. Sattasniemi. Web-osoite: https://paliskunnat.fi/py/paliskunnat/paliskuntien-tiedot/sattasniemi/ (viitattu: 14.09.2018).

Patoturvallisuuslaki (2009/494). Annettu Helsingissä 26.6.2009. Ajantasainen lainsäädäntö. Suomen sähköinen säädöskokoelma (www.finlex.fi).

Perkin, E., K., Hölker, F. and Tockner, K. 2013. The effects of artificial lighting on adult aquatic and terrestrial insects. Freshwater Biology. Vol 59.

Piper A M. 1994. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. Eos, Transactions American Geophysical Union, 25(6): 914-928.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2014. Kevitsan kaivoksen tuotannon laajentamisen ympäristö- ja vesitalouslupa sekä töiden ja toiminnan aloittamislupa, Sodankylä (Lupapäätös Nro 79/2014/1, Dnro PSAVI/144/04.08/2011).

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto 2004. Paarnitsa-aavan turvetuotantoalueen ympäristölupa. Web-osoite: https://www.ymparisto.fi/download/noname/7B0AAB348B-C9C2-4ED9-9B5D-CEF41243430E7D/84418 (viitattu 10.10.2020).

Poronhoitolaki 848/1990. Web-soite: https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1990/19900848 (viitattu: 07.09.2018).

Pöllä, J., Kärnä T., Vuolio, R., Paavola, P. & Räsänen H. 1996. Kalliorakentaminen 2000, VTT.

Pöyry 2015. Results of the Resident Survey. AA Sakatti Mining Oy.

Pöyry Environment Oy 2009. Yara Suomi Oy. Soklin kaivoshankkeen YVA-selostus.

Pöyry Finland Oy 2018. AA Sakatti Mining Oy. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma.

Raatikainen, M. 1989. Suomen lähteet. Terra 101: 329-332.

Ramboll Finland Oy 2013. Satojärven linnustoseuranta 2013. Kevitsa Mining Oy.

Ramboll Finland Oy 2014. Satojärven linnustoseuranta 2014. Kevitsa Mining Oy.

Ramboll Finland Oy 2019a. Pohjois-Lapin maakuntakaava, luonto- ja maisemaselvitys.

Ramboll Finland Oy 2019b. Sakatin alueen lähteiden biologinen kartoitus. Neumann, A., Lehvola, H. Loppuraportti. AA Sakatti Mining Oy.

Ramboll Finland Oy 2019c. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen 110 kV liityntävoimajohdon luontoselvitys.

Ramboll Finland Oy 2019d. Sakatin kaivoksen osayleiskaava ja ympäristövaikutusten arviointi - Vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen. Selvitys 19.11.2019.

Ramboll Finland Oy 2019e. Sakatin kaivoksen synnyttämä cleantech. Cleantech - vaikutukset. Raportti AA Sakatti Mining Oy:lle 15.3.2019.

Ramboll Finland Oy 2020a. Sakatin aluetalousvaikutukset paikallisesti, alueellisesti ja kansallisesti. Aluetalousvaikutusten arviointi. Raportti AA Sakatti Mining Oy:lle 23.10.2020.

Ramboll Finland Oy 2020b. Sakatin kaivoksen osayleiskaavan yhdyskuntarakenneselvitys (luonnosaineisto).

Ramboll Finland Oy 2020c. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen 110 kV liityntävoimajohdon ympäristöselvitys. AA Sakatti Mining Oy.

Ramboll Finland Oy 2020d. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen maisema- ja kulttuuriympäristöselvitys.

Ramboll Finland Oy 2020e. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshankkeen vaikutukset Viiankiaavan Natura 2000 –alueeseen. Natura-arviointi. AA Sakatti Mining Oy.

Ramboll Finland Oy 2020f. Ulkusijanaavan viitasammakkoselvitys. AA Sakatti Mining Oy.

Ramboll Finland Oy 2020g. Viiankiaavan Itäosan potentiaalisten lähteiden biologinen kartoitus. Neumann, A. ja Mäkinen, J. Luonnosraportti. AA Sakatti Mining Oy.

Rautio A. 2015. Groundwater–surface water interactions in snow-type catchments: integrated resources. Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos, Väitöskirjatyö.

Reijnen, R & Foppen, R. 1997. Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. Biodiversity and Conservation 6, 567±581 (1997).

Reijnen, R. & Foppen, R. 2006. Impact of road traffic on breeding bird populations. Julkaisussa: The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment Environmental Pollution. 10: 255-274.

Repo, J. ja Auvinen, A.-P. 2011. Suolinnustoselvitys. Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun suo-ohjelma. Pesimälinnustoinventoinnit 2011. Pohjois-Pohjanmaan lintutieteellinen yhdistys ry.

Ristikartano, J., Tikkanen, P., Tervonen, J. & Lapp, T. 2014. Valtakunnallinen tieliikenne-ennuste 2030. Liikennevirasto tutkimuksia ja selvityksiä 13/2014. Liikennevirasto.

Roman, S., Peuraniemi, V. & Lahermo, P. 2001. Pohjaveden hydrogeokemialliset ominaispiirteet Pohjois-Pohjanmaan liuskejaksolla. Kirjoituksia pohjavedestä. Turun yliopisto, geologian laitos.

Ruddock, M. & Whitfield, D.P. 2007. A Review of Disturbance Distances in Selected Bird Species. A report from Natural Research (Projects) Ltd to Scottish Natural Heritage.

Ruosteenoja, K., Jylhä, K & Kämäräinen, M. 2016. Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. Geophysica, Volume 51, Issue 1: 17–50. http://www.geophysica.fi/pdf/geophysica_2016_51_1-2_017_ruosteenoja.pdf. Ilmasto-opas: https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/dfe79a73-08ea-4686-8463-811b87f53e44/lampotilat-kohoavat.html, luettu 15.10.2020.

Ruotsalainen, P. Ahokas, H., Heikkinen, E., Lindh, J. & Nummela. J. 2000. Groundwater salinity at the Olkiluoto site. Raportti 2000-26, Posiva Oy.

Rupert Resources Ltd 2020. Uutiset. Web-osoite: https://rupertresources.com/fi/uutiset/ (viitattu 21.9.2020).

Räisänen J. 2014. Sodankylän alueen maaperäkartoitus 2013–2014. Väliraportti, Geologian tutkimuskeskus.

Sallantaus, T. 2006. Mire ecohydrology in Finland. - In: Lindholm, T. & Heikkilä R (eds.), Finland -land of mires. The Finnish Environment 23/2006: 105-118.

Salmela, J., Siivonen, S., Dominiak, P., Haarto, A., Heller, K., Kanervo, J., Martikainen, P., Mäkilä, M., Paasivirta, L., Rinne, A., Salokannel, J., Söderman, G. ja Vilkamaa, P. 2015. Malaise-hyönteispyynti Lapin suojelualueilla 2012–2014. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 221.

Salonen, V.-P. 2019. Viiankiaavan ympäristön maaperän kehitys ja sen erityispiirteet. Summary: Quaternary history and sediments around the Sakatti deposit, Sodankylä. Raportti, AA Sakatti Mining Oy.

Salonen, V-P. 2020. Viiankiaavan hydrologiaan vaikuttavista tekijöistä. Yhteenvetoraportti. Salonen Environment. 32 s. Raportin päiväys 15.5.2020.

Salonen, V.-P, Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Koivisto, E., Åberg, A., Åberg, S. Laakso, J., Lahtinen, T. & Suonperä, E. 2016. Sakatti geoenvironments. A baseline study on Quaternary sediments, hydrogeological conditions and groundwater – surface water interactions in Kersilö area, Sodankylä. AA Sakatti Mines OY Report. Helsinki, 101 pp.

Salonen V-P., Valkama, M., Kultti, S., Åberg, A. ja Koivisto, E. 2018. Assessing basecase TMF-sites around Kuusivaara, Sodankylä. 19.1.2018. Salonen Environment ja University of Helsinki department of geosciences and geography.

Salonen, V-P. (ed.), Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Koivisto, E., Åberg, A., Åberg, S., Suonperä, E., Laakso J. ja Lahtinen, T. 2015. Sakatti geoenvironments – Investigations on Quaternary sediments, hydrogeological conditions and groundwater–surface water interactions in Kersilö area, Sodankylä. Raportti, AA Sakatti Mining Oy.

Salonen, V-P. (ed.), Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Åberg, A. ja Åberg, S. 2014. Recent Geological History of Sakatti Area, Sodankylä and its Hydro-Environmental Implications – A Baseline Study on Existing Surveys. Raportti, AA Sakatti Mining Oy.

Saurola, P. (toim.) (1995). Suomen pöllöt. Kirjayhtymä Oy.

Seppälä, M. & Tuominen, S. 2005. Pohjaveden virtauksen mallintaminen. Ympäristöopas 121. Suomen ympäristökeskus.

Sito Oy 2015. Soklin kaivoksen liikenneyhteydet – Toimenpideselvitys. Web-osoite: www.lappi.fi/lapinliitto/c/document_library/get_file?folderId=2805775&name=DLFE-28475.pdf.

Sitowise Oy 2019a. Maantieyhteys Varrio – valtatie 5 Ympäristöselvitys, YVA-tarveharkinta.

Sitowise Oy 2019b. Pohjois-Lapin maakuntakaava 2040. Ratayhteysselvitys Sodankylä – Kirkkoniemi.

Sitowise Oy 2019c. Sakatti Cu-Ni-PGE Project Pre-Feasibility Study – Logistics Study. AA Sakatti Mining Oy.

Sodankylän kunnan verkkosivut. Web-osoite: www.sodankyla.fi/palvelut/Pages/liikenne.aspx.

Smit, C.J. & Visser, G.J.M. 1993. Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area. Wader Study Group Bulletin 68:6-19.

Sodankylä 2020. Sodankylän vireillä olevat kaavat. Web-osoite: http://www.sodankyla.fi/asuminen/Pages/Vireill%C3%A4-olevat-asemakaavat.aspx (viitattu 6.4.2020).

Sodankylän kunta 2017. Sodankylä asuinympäristönä 2017 – raportti, Harava-kysely 11-12/2017. Julkaistu kunnan www-sivuilla 23.4.2018. www.sodankyla.fi/Documents/Asuminen,%20rakentaminen%20ja%20ympäristö/Sodankylä%20asuinympäristönä%202017%20raportti.pdf.

Sodankylän kunta 2019. Sodankylän kunnan yleiskaavat ja niiden taustaselvitykset.

Sompio-lehti 2019. Tavoitteena on purkaa Viiankiaavan luontopolun rakenteet. https://www.sompio.fi/uutiset/tavoitteena-on-purkaa-viiankiaavan-luontopolun-rakenteet-6.161.1655800.f19c6654d0 Viitattu 9.1.2020.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Annettu 23.4.2015.

SRK 2017. Sakatti Waste Rock Geochemical Characterisation – Main Report. July, 2017. Anglo American Sakatti Oy, sisäinen raportti.

SRK 2018a. Sakatti vibration modelling, project nr 532790. SRK Consulting (South Africa) (Pty) Ltd.

SRK 2018b. Tailings geochemical characterisation report for the Sakatti Cu-Ni-PGE-Au deposit, Finland.

SRK Consulting (Finland) Oy 2015. Hydrogeology conceptual phase study for the Sakatti project, Northern Finland.

SRK Consulting Ltd 2019a. A Hydrological Impact Assessment for the Sakatti Cu-Ni-PGE-Au deposit, Northern Finland.

SRK Consulting Ltd 2019b. Predictive geochemical modelling of water quality.

SRK Consulting Ltd. 2019c. Sakatti Project Pre-Feasiblity Study A Report - Water Management. 2019. [Date 2019-06-21].

Stantec Consulting Ltd 2020. Groundwater Modeling Assessment of the Proposed Underground Mine at the Sakatti Cu-Ni-PGE-Au Deposit, Northern Finland. AA Sakatti Mining Oy. June 30, 2020.

Suomen mineraalistrategia 2010. http://projects.gtk.fi/export/sites/projects/mineraalistrategia/documents/SuomenMineraalistrategia_2.pdf Viitattu 16.9.2020.

Suomen valtio 2017. Ilmanlaatuasetus, VNA 79/2017. Web-osoite: www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170079 (viitattu 10.6.2020).

Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelu 2020. Tiivistelmä Natura 2000 –alueen suojeluperusteista. Valtioneuvoston päätös 2018 tietojen tarkistamisesta ja verkoston täydentämisestä. (http://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=831ac3d0ac444b78baf0eb1b68076e1a).

Suomen ympäristökeskus 2020a. Lumen vesiarvo lumilinjoilla Lapin ELY-keskuksen alueella. Web-osoite: http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/lumilinja/2019-2020/LAP.htm (viitattu 10.5.2020).

Suomen ympäristökeskus 2020b. Avoin tietoaineisto (syke.fi/avoindata).

Suomen Ympäristökeskus. 2010. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa. Suomen Ympäristö 25/2010. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=123012&lan=fi.

Suonperä, E. 2016. Holocene paleohydrology of Viiankiaapa mire, Sodankylä, Finnish Lapland. MSc-thesis. University of Helsinki.

Survey Water Resources Investigation Report (WRIR) 98-4005.

Sweco Industry Oy 2017. Kemijärven biojalostamon ympäristövaikutusten arviointiselostus. Web-osoite: www.ymparisto.fi/kemijarvenbiojalostamoYVA (viitattu 13.8.2020).

SYKE 2015. Kaupunki-maaseutu-luokituksen kartat. Suomen ympäristökeskus. Web-osoite: www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne/Tietoa_yhdyskuntarakenteesta/Kaupunkimaaseutu_luokitus/Kartat_ja_tilastot (viitattu 1.4.2020).

SYKE 2017. Toiminnallisten alueiden karttapalvelu. Suomen ympäristökeskus. Web-osoite: www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=cbe696b4dc5b47c79513833bf04cf140&extent=1.7071,56.7279,62.3899,70.5947 (viitattu 1.4.2020).

SYKE 2020. Vesikartta-palvelu. Suomen ympäristökeskus. https://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta/ Luettu 19.2.2020.

SYKE:n karttapalvelu 2020. Valtioneuvoston päätös 2018 tietojen tarkistamisesta ja verkoston täydentämisestä. http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tiivistelmat/FI1301706.pdf.

Sztatecsny, M., Preininger, D., Freudmann, A., Loretto, M.C., Maier, F, Hödl, W., 2012. Don't get the blues: conspicuous nuptial colouration of male moor frogs (Rana arvalis) supports visual mate recognition during scramble competition in large breeding aggregations. Behav. Ecol. Sociobiol. 66: 1587-1593.

Sähkömarkkinalaki 588/2013. Annettu 9.8.2013.

Tenhola, M. & Tarvainen, T. 2008. Purovesien ja orgaanisten purosedimenttien alkuainepitoisuudet Suomessa vuosina 1990, 1995, 2000 ja 2006. Tutkimusraportti 172, Geologian tutkimuskeskus.

Tennessen, J., Parks. S. and Langkilde, T. 2014. Traffic noise causes physiological stress and impairs breeding migration behaviour in frogs. Conserv Physiololy vol 2. (https://doi.org/10.1093/conphys/cou032).

Tiainen, J., Mikkola-Roos, M., Below, A., Jukarainen, A., Lehikoinen, A., Lehtiniemi, T., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Rintala, J., Sirkiä, P. & Valkama, J. 2016. Suomen lintujen uhanalaisuus 2015. – The 2015 Red List of Finnish Bird Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.

Tiekuva.com -verkkopalvelu 2020. Web-osoite: www.tiekuva.com/kartta/1000/7212261/429335 (viitattu 15.10.2020).

Tilastokeskus 2018. Ruututietokanta.

Tilastokeskus 2019a. Ilmapäästöt toimialoittain. Web-osoite: https://www.stat.fi/til/tilma/index.html (viitattu 10.6.2020).

Tilastokeskus 2019b. Statfin-tilastotietokannat. Web-osoite: www.stat.fi/til/index.html (viitattu 4.10.2019).

Tilastokeskus 2020a. Väestö >> Työssäkäynti >> 115b -- Väestö alueen, pääasiallisen toiminnan, sukupuolen, iän ja vuoden mukaan.

Tilastokeskus 2020b. Väestö >> Työssäkäynti >> 115h -- Alueella työssäkäyvät (työpaikat) alueen, toimialan (TOL 2008), sukupuolen ja vuoden mukaan.

Tilastokeskus 2020c. Kunnittainen toimipaikkatilasto.

Tolvanen, P. 1997. Luonnontilainen metsän ja suon reuna - Tutkimus reunavyöhykkeen leveydestä ja kasvillisuudesta. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 84.

Tukes 2020. Kaivosrekisterin karttapalvelu. http://gtkdata.gtk.fi/kaivosrekisteri/ Viitattu 6.8.2020.

Turveruukki Oy 2020. Ympäristöasiantuntija Heli Heikkisen sähköposti 30.9.2020.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2015. Ympäristövaikutusten arviointimenettely kaivoshankkeissa. TEM oppaat ja muut julkaisut 3/2015 https://tem.fi/documents/1410877/2851374/Ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutusten+arviointimenettely+kaivoshankkeissa+2015.pdf/53634063-0ac5-45cc-90c6-26717c99c1d2/Ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutusten+arviointimenettely+kaivoshankkeissa+2015.pdf.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Jukka Nieminen (toim). 2019. Alueelliset kehitysnäkymät keväällä 2019. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. TEM-raportteja 2019:28. ISBN PDF 978-952-327-424-2. Julkaistu 18.4.2019.

Työterveyslaitos 2017. AA Sakatti Mining Oy, Työhygieeninen esiselvitys, lausunto vaiheesta 3: koemurskaus. Lausunto TYHYG 2018 375090.

UK Highways Agency 2005. Guidance for Undertaking Environmental Assessment of Air Quality for Sensitive Ecosystems in Internationally Designated Nature Conservation Sites and SSSIs. Interim Advice Note 61/05.

Walker, D.A. & Everett, K.R. 1987. Road Dust and Its Environmental Impact on Alaskan Taiga and Tundra. Arctic and Alpine Research. 19(4):479-489.

Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta (31/2019) Valtion säädöstietopankki Finlex. http://www.finlex.fi, ajantasainen lainsäädäntö.

Valtioneuvoston asetus kivenlouhimojen, muun kivenlouhinnan ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelusta 800/2010. Annettu 9.9.2010.

Valtioneuvoston asetus sähkömarkkinoista 65/2009. Annettu 5.2.2009.

Valtioneuvoston asetus 685/2015 vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta. Annettu 21.5.2015.

Valtioneuvoston asetus 1560/2011 vesitalousasioista. Annettu 29.12.2011.

Valtioneuvoston asetus nro 1090/2016. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen liitteen 1 muuttamisesta. Annettu 8.12.2016. Pintavesien ympäristönlaatunormit ovat asetuksen liitteen 1 kohdassa C2. Tämä on asetuksen muutos ja emoasetus on valtioneuvoston asetus nro 1022/2006.ymparisto.fi 2020a. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Vesienhoidon suunnittelu ja yhteistyö. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyo (saatavuus 5.11.2020).

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA-asetus) 277/2017. Suomen sähköinen säädöskokoelma (www.finlex.fi) (viitattu 22.10.2020).

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992. Annettu 29.10 1992.

Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista (VNp 14.12.2017). Annettu 14.12.2017.

Vesilaki 587/2011. Annettu 27.5.2011. Suomen sähköinen säädöskokoelma (www.finlex.fi).

Virtanen, K. 2020. Malmimarkkinat 2020. Sompio 24.2.2020. Web-osoite: sompio.fi/uutiset/joka-neljas-suomessa-operoiva-malminetsintayhtio-toimii-sodankylassa-6.184.1782558.8716349cc3.

Visit Sodankylä 2019. Sodankylän kunnan internet-sivusto. Web-osoite: https://www.visitsodankyla.fi/ (viitattu 10.10.2019).

Visit Sompio 2019. Sompion matkailualueen internet-sivusto. Web-osoite: www.visitsompio.fi/ (viitattu 10.10.2019).

Viskari, E.-L., Rekilä, R., Roy, S., Lehto, J., Ruuskanen, A. & Kärenlampi, L. 1997. Airborne pollutants along a roadside: assessment using snow analyses and moss bags. Environmental Pollution 97(I-2):153-160.

VNa 1065/2017. Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja –laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista.

VTT 2020. LIPASTO yksikköpäästötietokanta. Web-osoite: http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/info_tie.htm (viitattu 15.5.2020).

VTT raportti VTT-R-04703-14. Talja A & Törnqvist J 2014. Liikennetärinä, Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.

VTT tiedote 2278, Talja A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT.

VTT tiedote 2468, Talja A & Saarinen A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT.

VTT tiedote 2569, Talja A. 2011 Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT.

VTT WP50, Törnqvist J & Talja A. 2006. Suositus liikennetärinän avioimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT.

Vuolio R. 2008. Räjäytysopas. SML:n Maanrakentajapalvelu Oy.

Vuori, K-M. 2002. Vesisammal- ja vesiperhosmenetelmät Jokivesistöjen haitallisten aineiden riskinarvioinnissa ja seurannassa. Länsi-Suomen ympäristökeskus, Vaasa. Suomen ympäristö 571.

Väistö, E. 2018. Kasvillisuuden rakenne erityyppisissä metsien reunoissa. Itä-Suomen yliopisto, luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, metsätieteiden osasto. Metsätieteen pro gradu, erikoistumisala metsien hoito ja metsäekosysteemit.

Väisänen, R. A., Lammi, E. & Koskimies, P. (1998). Muuttuva pesimälinnusto. Otavan kirjapaino, Keuruu.

Väre, S., Huhta, M. ja Martin, A. 2003. Eläinten kulkujärjestelyt tiealueen poikki. Tiehallinnon selvityksiä 36/2003.

Väylävirasto 2020a. Päällysteiden ja siltojen kuntokartta. Web-osoite: www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=165c12d904fa48189fd19ba963f46372 (viitattu 30.8.2020).

Väylävirasto 2020b. Tiemappi -palvelu, 2020. Web-osoite: https://extranet.vayla.fi/web/extranet (viitattu 20.8.2020).

Väylävirasto 2020c. Verkkoselostus 2020 ja 2021. Web-osoite: https://vayla.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=cb020470d29e48d0b0263dd0433335ac (viitattu 28.9.2020).

Väyläviraston verkkosivut 2020. Web-osoite: https://vayla.fi/suunnittelu/hankkeiden-suunnittelu/suunnittelukohteiden-tiedot.

Väyläviraston verkkosivut. Web-osoite: https://vayla.fi/vaylista/aineistot/tilastot.

Yara Suomi 2020. Tietoa Soklista. Web-osoite: www.yara.fi/tietoa-yarasta/hankkeet/soklin-kaivoshanke/tietoa-soklista/ (viitattu 14.8.2020).

Yksityistielaki 560/2018. Annettu 13.7.2018.

ymparisto.fi 2020a. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Vesienhoidon suunnittelu ja yhteistyö. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyo (saatavuus 5.11.2020).

ymparisto.fi 2020b. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Vesienhoidon suunnitelmat, ohjelmat sekä koosteet ja arvioinnit. Vesienhoidon suunnittelu ja yhteistyö. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyo/Suunnittelumateriaalia_ja_julkaisuja (saatavuus 5.11.2020).

ymparisto.fi 2020c. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Pintavesien luokittelun periaatteet. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_luokittelu (saatavuus 5.11.2020).

Ympäristöhallinnon Avoin tieto-paikkatietopalvelu.

Ympäristöministeriö 1992. Arvokkaat maisema-alueet, maisema-aluetyöryhmän mietintö II.

Ympäristöministeriö 1995. Ohje 1/1995 Ympäristömelun mittaaminen. Ympäristönsuojeluosasto.

Ympäristöministeriö 2013. Uhanalaisten ja erityisesti suojeltavien lajien määrä kasvoi luonnonsuojeluasetuksessa. [Viitattu:10.10.2018] Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotepalvelu/Uhanalaisten_ja_erityisesti_suojeltavien%2816885%29]

Ympäristöministeriö 2020. Suomessa esiintyvät luontodirektiivin liitteiden II, IV ja V lajit (https://www.ymparisto.fi/fi-fi/luonto/lajit/luonto_ja_lintudirektiivien_lajit).

Ympäristöministeriön asetus 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä. Annettu 24.11.2017.

Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 151–153 §. Annettu 27.6.2014.

Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta (https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat, saatavuus 7.4.2020).

Åberg, A., Salonen, V-P., Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Koivisto, E. & Åberg, S. 2017. A conceptual 3D sedimentary model in visualizing complex glacial deposition within the ice divide zone, Finnish Lapland. Boreal Env. Res., 22, 277–298.

Åberg, A.K., Åberg, S.C. ja Korkka-Niemi, K. 2020 (submitted). 3D Hydrostratigraphy and groundwater flow models in complex Quaternary deposits and weathered/fractured bedrock: Evaluating increasing model complexity.

Åberg, J., Swenson, J. E. ja Andrén, H. 2000. The dynamics of hazel grouse (Bonasa bonasia L.) occurrence in habitat fragments. Canadian Journal of Zoology 78: 352-358.

Åberg, S.C., Korkka-Niemi, K., Rautio, A., Salonen, V-P. ja Åberg, A.K. 2019. Groundwater recharge/discharge patterns and groundwater–surface water interactions in a sedimentary aquifer along the River Kitinen in Sodankylä. Boreal Environment Research 24, 155-187.