

LIITE 13: RIKASTUSHIEKAN KUIVALÄJITYS – YHTEENVETO
RERERENSSEISTÄ JA PÖLYNHALLINTAKEINOISTA, AFRY
FINLAND OY 2022

AA Sakatti Mining Oy
Sakatin kaivoshanke, Ympäristövaikutusten arviointi

Rikastushiekan kuivaläjitys
Yhteenveto referensseistä ja pölynhallintakeinoista

2.2.2022

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	2
2	KUIVALÄJITYKSESTÄ YLEISESTI	3
3	SAKATIN KAIVOSHANKE JA KUIVALÄJITYS	6
4	KUIVALÄJITYSKOhteita	7
4.1	Green's Creek, Alaska, Yhdysvallat	7
4.2	Pogo, Alaska, Yhdysvallat.....	9
4.3	Raglan, Quebec, Kanada	10
4.4	Meliadine, Nunavut, Kanada	12

Tässä raportissa esitetään yhteenveto rikastushiekan kuivaläjäytyskohteista Suomen olosuhteita vastaavilla kaivoksilla. Raportti on laadittu osana Sakatin kaivoshankkeen YVA-selostusvaihetta. Raportin on laatinut AFRY Finland Oy yhteistyössä Geochemical Engineering Solutions Ltd:n kanssa.

1 JOHDANTO

Rikastushiekan läjitystä voidaan toteuttaa usealla eri tavalla, mutta valtaosalla maailman kaivoksista se toteutetaan märkäläjäityksenä. Märkäläjäityksessä rikastushiekka pumpataan lietteenä rikastushiekka-altaisiin. Altaissa kiinteä aines vajoaa altaan pohjalle ja pinnalla oleva vesi voidaan pumpata takaisin rikastusprosessiin tai vedenpuhdistuksen kautta poistettavaksi kaivosalueelta.

Märkäläjäityksessä rikastushiekkaan sitoutuu paljon vettä, ja altaat vaativat patorakenteita. Patorakenteiden sortumistapauksissa seuraukset voivat olla vakavia. Märkäläjäitykseen liittyvän rikastushiekkaan sitoutuneen veden muodostaman riskin vuoksi alan yleisenä suuntauksena ja pyrkimyksenä on poistaa vettä rikastushiekasta mahdollisimman paljon ennen läjitystä. Maailmalla uutena yleistynä tapana on suodattaa rikastushiekka ja läjittää se suodinkuivana. Suodatus on tehokkain vedenpoistomenetelmä, kun tavoitellaan rikastushiekan luonteen muuttamista nestemäisestä, juoksuhiikkamaisesta aineksesta kiinteäksi. Menetelmää kutsutaan myös **kuivaläjäitykseksi**, vaikka materiaali ei läjitettäessä olekaan kuivaa vaan kosteaa. Suodatetun rikastushiekan läjitys on käytössä muun muassa Chilen La Coipan kaivoksella sekä Green's Creekin kaivoksella Yhdysvaltain Alaskassa. Menetelmä ei ole vielä käytössä millään suomalaisella kaivoksella, joskin Yara Siilinjärven kaivoksella sovelletaan tehosakeutusta niin kutsutulla pastalaitoksella. Tehosakeutuksessa rikastushiekka käsitellään pastaksi eli tahnaksi, mikä on edelleen pumpattavassa muodossa mutta vesipitoisuudeltaan märkäläjäityksen ja kuivaläjäityksen välissä.

Kuivaläjäityksessä suodinkuiva rikastushiekka viedään vedenpoiston jälkeen läjitysalueelle, jossa työkoneet levittävät ja pakkaavat sen tasaiseksi ja tiiviiksi hiekkapatjaksi. Suodatetun rikastushiekan läjityksessä etuna on, että patoja ei tarvita, joten veteen liittyvät riskit poistuvat. Lisäksi menetelmä pienentää läjitysalueen kokoa ja säästää vettä.

Kuivaläjäityksen etuihin kuuluu lisäksi sen erinomainen soveltuvuus kylmille ja kuiville alueille, sen rakennusteknisesti helppo toteutettavuus ja sulkemisen helppous. Lisäksi kuivaläjäytys mahdollistaa sen, että rikastushiekka-alue voidaan jakaa sektoreihin, joita avataan ja suljetaan vaihteittain toiminnan aikana. Myös läjitystavan vaikutukset pohjavesiin ovat pienemmät kuin märkäläjäityksessä johtuen pienestä alueeseen sitoutuneen veden määrästä.

Kuten kaikkiin muihinkin läjitystapoihin, liittyy suodatetun rikastushiekan läjitykseen myös joitakin epäedullisia puolia, joista ilmeisin on menetelmän kalleus. Menetelmä vaatii lisäprosessivaiheen tai vaiheita vedenpoistoon (suodatus ja mahdollisesti myös sakeutus). Lisäksi läjitystapa vaatii erillisen vesialtaan pintavaluntavesien varastointiin ja hallintaan. Myös pölyäminen on rikastushiekan kuivaläjäityksen haaste, vaikkakin muissakin rikastushiekan läjitysvaihtoehdoissa rikastushiekka voi tietyissä sääolosuhteissa kuivuessaan aiheuttaa pölyämistä.

2 KUIVALÄJITYKSESTÄ YLEISESTI

Suodatetun rikastushiekan kuivaläjäytys ei ole uusi rikastushiekan läjitysmenetelmä, vaan se on ollut laajamittaisessa käytössä jo vuodesta 1990 lähtien Chilen La Coipan kaivoksella. Vuonna 2017 Wickland ja Longo¹ (Golder Associates) esittelivät *Tailings and Mine Waste* -konferenssissa artikkelin, jossa listattiin ja esiteltiin 18 kuivaläjäytystä hyödyntävää kaivoskohdetta. Näistä seitsemän (7) sijaitsi kylmissä ilmasto-olosuhteissa pohjoisella pallonpuoliskolla. Kappaleessa 4 esitellään joitakin kylmän ilmastoalueen kuivaläjäytyskohteita.

MENETELMÄN EDUT JA HAITAT

Suodatetun rikastushiekan läjityksen eli kuivaläjäityksen etuja ovat:

- Läjitysalueen vettä pidättäviä reunapatoja ei tarvita, joten veteen liittyvät riskit poistuvat.
- Läjitysalueen pinta-ala tarve pienenee ja märkäläjäytykseen verrattuna sama varastointikapasiteetti saavutetaan pienemmällä jalanjäljellä.
- Läjitykseen sitoutuneen veden määrä ja läjitetyn materiaalin vedenjohtavuus on pieni. Läjitetyn rikastushiekan läpi ei siten suotaudu tai suotautuu hyvin vähän vettä, mikä vähentää pohjavesiin kohdistuvia haitallisia vaikutuksia.

Suodatetusta rikastushiekasta on poistettu suurin osa vedestä jo suodatuksessa, joten rikastushiekasta voi vapautua vain siihen läjitettäessä sitoutunut määrä suotovettä. Lisäksi kuivaläjäytykseen suunnitellut rikastushiekka-alueet voidaan suunnitella ja toteuttaa pintavaluntaa edistäviksi siten, että veden lammikoitumista läjityksen pinnalle ei tapahdu. Läjityksen operoinnilla ja pinnan muotoiluilla voidaan edelleen pienentää suotoveden muodostumista merkittävästi.

- Erinomainen soveltuvuus kylmille ja kuiville alueille – teknisesti soveltuu arktisille ja kylmille alueille mm. siitä syystä, että putkien jäätyminen vältetään (yleinen haaste pumpattaessa rikastushiekkalietettä).
- Rakennusteknisesti helppo toteuttaa. Sopii alueille, joissa on saatavilla suppeasti rakennusmateriaalia tai alue on vaikeasti saavutettavissa.
- Pitkäaikainen stabiili rakenne - erittäin alhainen riski hallitsemattomalle rakenteelliselle murtumiselle.
- Mahdollistaa läjitysalueen vaiheittaisen aukaisemisen, sulkemisen ja maisemoinnin. Lisäksi sulkeminen ja peittokerrosten rakentaminen on helpompaa märkäläjäytykseen verrattuna. Jälkimuotoilu voidaan toteuttaa maanpinnan muotojen mukaisesti, jolloin suljettu rakenne sulautuu helpommin ympäristöönsä.

Kuivaläjäityksen haasteita ovat:

- Suodatuksesta (±sakeutuksesta) aiheutuvat korkeammat pääoma- ja käyttökustannukset verrattuna märkäläjäytykseen.

¹ <https://sites.google.com/a/ualberta.ca/tmw-17/call-for-abstracts>,
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=dWFsYmVydGEuY2F8dG13LTE3fGd4OjQ5NjgxZTBkNjM0YzY2MTg> (viitattu 27.8.2021)

- Läjityksen pölyäminen ja pölynhallinta - tuulen aiheuttamat pölypäästöt mahdollisia.
- Edellyttää erillisen vesialtaan pintavesien hallitsemiseksi.
- Läjitetyn rikastushiekan nesteytymispotentiaali eli vettyminen ja juoksevaksi muuttuminen – tulee selvittää ja varmistaa materiaaliominaisuuksien ja paikallisten olosuhteiden mukaan ennen läjitystavan valitsemista.

KUIVALÄJITYS JA PÖLYÄMINEN

Rikastushiekka-alueiden pölyhaitat liittyvät rikastushiekan hienojakoiseen partikkelikokoon. Rikastushiekka koostuu hienoksi jauhetuista malmi- ja sivukivimineraaleista sekä rikastuskemikaalien jäämistä. Sen koostumus riippuu siten louhittavasta malmista sekä rikastusprosessista ja siinä käytetyistä rikastuskemikaaleista. Rikastushiekka-alueen pölypäästöihin yleisesti, läjitystavasta riippumatta, vaikuttavat mm. rikastushiekan kosteus, kuivillaan olevan rikastushiekan määrä ja raekokojakauma, käytettävät pölynhallintakeinot, rikastushiekan koostumus, rikastushiekka-altaan rakenne ja korkeus, patojen tai reunapenkereiden korkeus ja materiaali, ilmasto-olot, rikastuskemikaalien jäämät ja koostumus rikastushiekassa sekä työkonoiden liikenne rikastushiekka-alueella.

Vaikka kuivaläjitäyksessä ei voida märkäläjitäyksen tavoin käyttää vesipeittoa pölyämisen estämistoimenpiteenä, kuivaläjitäyksenkin osalle on olemassa useita pölypäästöjä ehkäiseviä hallintatoimenpiteitä, jotka voidaan huomioida suunnittelussa ja itse läjitäystoiminnassa:

- **Rikastushiekan pinnan tiivistäminen** - Läjitetyn rikastushiekan pinta voidaan tiivistää koneellisesti, jolloin irrallaan oleva hienoaaines kiinnittyy muuhun rikastushiekka-ainekseen. Toimenpide vähentää tuulieroosion vaikutusta merkittävästi. Rikastushiekan pinnan tiivistäminen myös edistää pintavaluntaa ja vähentää siten sadeveden suotautumista rikastushiekkaan.
- **Ajoreitit** - Tiivistetty rikastushiekan pinta voi rikkoontua esimerkiksi rikastushiekan siirtävien työkonoiden renkaiden alla. Tiivistetyn pinnan rikkoontuminen vapauttaa tiivistäyksessä kiinnittyneen hienoaineksen ja altistaa sen tuulelle. Tätä haittavaikutusta voidaan vähentää rakentamalla rikastushiekkaa siirtäviä työkonoiden varten erillisiä kuljetusreittejä läjitetyn rikastushiekan pinnalle. Materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi sivukiveä.
- **Operointi** - Operoinnilla ja operoinnin suunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi rikastushiekan pölyämiseen. Operointi tarkoittaa tässä yhteydessä läjitäysjärjestystä, läjitäystekniikoita ja läjitäykseen liittyvien toimenpiteiden ajoittumista suhteessa toisiinsa. Tiivistäminen ja ajoreittien hallinta ovat osa operointia. Lisäksi rikastushiekkakasojen välitön levittäminen estää pölyn muodostumista.
- **Aktiivisen läjitäysalueen minimoiminen** - Alueille, joita ei aktiivisesti läjitetä, jätetään talvikuukausina lumipeite. Lumipeite toimii suojana ja eristää rikastushiekan tuulieroosion vaikutukselta kylmän pakkaskauden aikana. Lumipeite tulee poistaa huolellisesti ennen läjitäyksen jatkamista ko. alueelle, jotta lumen ja sen sisältämän veden jääminen rikastushiekan sekaan estetään.
- **Vaihteittainen maisemointi** - Rikastushiekan läjitäysalueen vaihteittaisen maisemoinnin avulla voidaan vähentää merkittävästi tuulieroosion vaikutusta.

Luisien peitto ja sulkeminen voidaan aloittaa heti, kun täysi läjityskorkeus on saavutettu.

- **Kastelu** - Tarpeen vaatiessa, lämpimänä vuodenaikana, rikastushiekan pintaa voidaan kastella vedellä käyttämällä sadetusjärjestelmällä varustettua työkonetta tai vesisumuttimia.
- **Pölynsidonta-aineet** - rikastushiekka-alueen liikennöintialueiden pintaa voidaan käsitellä myös pölynsidonta-aineilla, esim. Earth alive -pölynsidonta.
- **Pölynestoidat** - paikallisesti pölyn leviämistä voidaan estää pölynestoidoilla.

PÖLYPÄÄSTÖJEN SEURANTA

Tuotantovaiheessa pölypäästöjen seuranta tulee koostumaan käyttötarkkailusta (tarkastuskierrokset ja niiden yhteydessä tehdyt havainnot, pölynhallintalaitteiden kunnon tarkkailu), päästötarkkailusta (päästölähteiden mittaukset) ja vaikutustarkkailusta (leijumatutkimukset, laskeumatarkkailu ja bioindikaattoritarkkailu).

Lisäksi teknologian avulla on mahdollista saada esimerkiksi drone-avusteisella mittauksella reaaliaikaista emissiotilannekuvaa ilmateitse leviävien päästöjen osalta. Tällaisen menetelmän avulla saadaan todellista tietoa päästölähteistä ja pystytään mm. visualisoimaan konsentraatiomuutokset reaaliaikaisena kartan päälle. Menetelmän avulla voidaan mitata useita päästöparametreja yhtäaikaaisesti (kaasumaisia yhdisteitä, pienhiukkasia ja melua).

3 SAKATIN KAIVOSHANKE JA KUIVALÄJITYS

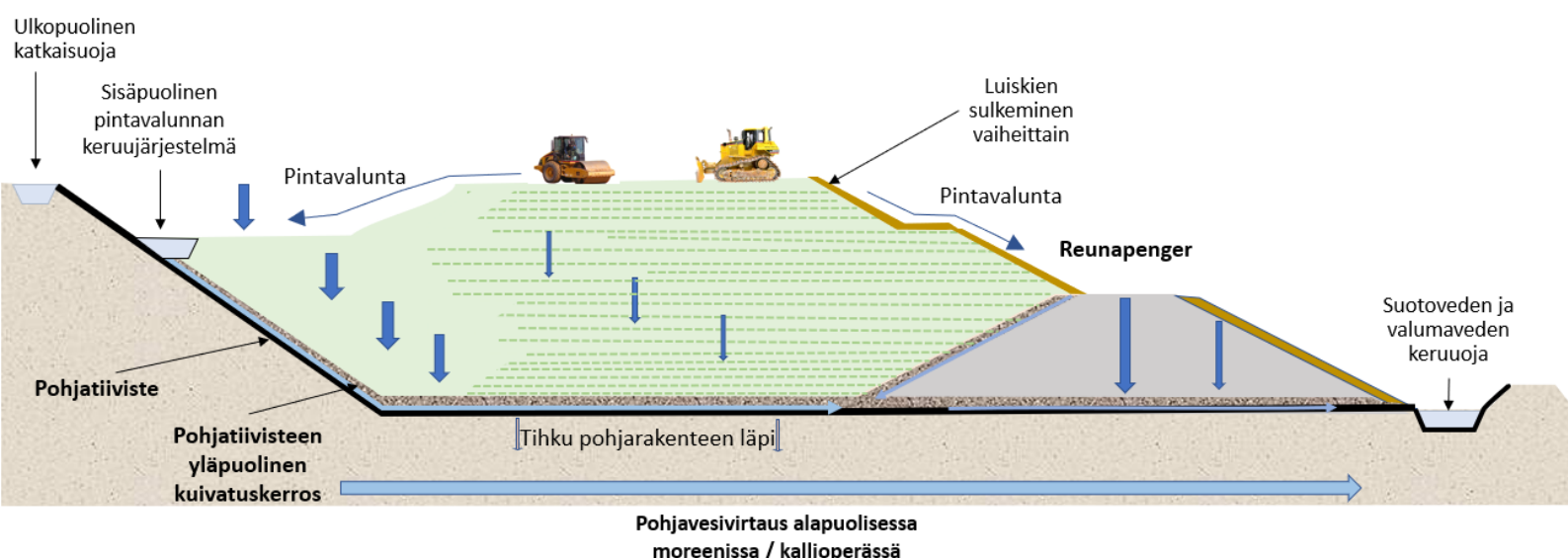
Sakatin kaivoksessa korkearikkinen rikastushiekka ja osa matalarikkisestä hiekasta, joka vastaa noin 40 % kaikesta läjityksaineesta, viedään takaisin maanalaiseen kaivokseen, jossa sitä hyödynnetään kaivostäyttöihin. Tämän ansiosta maan pinnalla sijaitseva rikastushiekan läjitysalue on verrattain pieni. Loput matalarikkisestä rikastushiekasta kuljetetaan rikastushiekan kuivaläjäytysvaihtoehdossa suodinkuivana ajoneuvoilla tai kuljetushihnoilla rikastushiekka-alueelle. Ennen läjittämistä rikastushiekka välivarastoidaan lämmitetyissä varastokartioissa. Varastokartiot estävät talvella rikastushiekan jäätyksen varastoimisen aikana. Lisäksi läjitystoiminta voidaan keskeyttää esimerkiksi poikkeuksellisen tuulisina päivinä. Rikastushiekka-alueen pohjalle rakennetaan kalvorakenne maaperän ja pohjaveden suojelemiseksi.

Rikastushiekka-alueen ympärille rakennetaan varmuussyistä reunapenger, joka suojaa aluetta tuulieroosiolta ja helpottaa maisemointia, kun aluetta suljetaan. Reunarakenteet ja penkereet rakennetaan siihen tarkoitukseen soveltuvasta sivukivestä. Rikastushiekka-alueen pölyämisen vähentämiseksi Sakatissa hyödynnettävät menetelmät ovat:

- Kuivaläjäytysalueen liikennealueiden peitto murskatulla sivukivellä ja liikenteen rajoittaminen rikastushiekka-alueen sisällä.
- Rikastushiekan kuivumisen estäminen mm. varastoimalla se jäätyksen estämiseksi talvella lämpimään tilaan ja tarvittaessa kastelemalla lämpimänä vuodenaikana.
- Pinnan tiivistys ja tasoitus.
- Operoinnin erityinen suunnittelu, mm. rikastushiekan läjityksen hallintaan tullaan kiinnittämään erityistä huomiota. Läjitetävät rikastushiekkakasat esimerkiksi levitetään ja tiivistetään välittömästi.

Sakatissa tutkitaan myös pölynsidonta-aineen käyttöä läjitysalueen teissä. Lisäksi avoimna olevan alueen pienentäminen vaiheittaisella sulkemisella kuuluu suunnitelmiin. Täten alue sulautuu lopulta hyvin ympäristöön.

Periaatekuva - kuivaläjäytys Sakatin kaivoshankkeessa



4 KUIVALÄJITYSKOhteita

Tässä kappaleessa esitellään neljä rikastushiekan kuivaläjitystä toteuttavaa referenssikaivosta maailmalta, jotka sijaitsevat pohjoisella pallonpuoliskolla kylmällä ilmastoalueella. Kaivokset ovat Green's Creek, Pogo, Raglan ja Meliadine. Kyseiset kaivokset sijaitsevat Alaskassa ja Kanadassa. Global Tailings Portalin² mukaan kuivaläjitystä toteutetaan pohjoisella pallonpuoliskolla kylmällä ilmastoalueella Kanadan ja Alaskan lisäksi muutamassa kohteessa Venäjällä.

Yhteistä kaikille esitellyille kohteille on, että ne sijaitsevat ilmastoalueella, jossa ainakin osa vuotuisesta sateesta tulee lumena. Talven aikana esiintyy kylmiä ja kuivia olosuhteita, mikä on haaste kunkin kaivoksen hajapölypäästöjen hallinnalle. Tämä yhteenvedo keskittyy kunkin kaivoksen raportointien pölynhallintakeinojen kuvaamiseen.

4.1 Green's Creek, Alaska, Yhdysvallat

Kaivoksen nimi	Green's Creek
Esiintymä	Monimetalli (Ag, Au, Zn, Pb)
Sijainti	Alaska, Yhdysvallat
Toiminnanharjoittaja	Hecla Mining Company
Rikastushiekan kuivaläjityksen aloitusvuosi	2000



Kuva 4-1. Green's Creekin kaivoksen kuivaläjitysalue.³

² GLOBAL TAILINGS PORTAL: <https://tailings.grida.no/> (viitattu 1.2.2022)

³ HECLA MINING COMPANY – SAFEGUARDING THE ENVIRONMENT. <https://www.hecla-mining.com/safeguarding-the-environment/> (viitattu 27.8.2021)

Heclan Green's Creekin kaivos sijaitsee Alaskassa, noin 30 km Juneausta lounaaseen⁴.

Kaivos on ollut toiminnassa vuodesta 1996 lähtien. Suodatettua rikastushiekkaa läjitetään kuivaläjitysmenetelmää hyödyntäen maan päälle sekä hyödynnetään kaivostäyttöihin maanalaisessa kaivoksessa.⁵ Maanpäällisessä läjityksessä rikastushiekka kuljetetaan läjitysalueelle kuorma-autoilla ja levitetään puskutraktorilla ennen tiivistämistä. Liikenne rikastushiekka-alueen sisällä on rajoitettu kuljetusreittien alueelle pölypäästöjen minimoimiseksi. Tiivistämisen lisäksi pölynhallintakeinoina käytetään sumuttimia ja väliaikaisia peittoja.

Vuoden 2018 ympäristötarkastusraportissa⁶ kirjattiin seuraavat havainnot liittyen rikastushiekan kuivaläjitysalueen pölypäästöihin:

'Fugitive dust emissions from the TDF is a concern for surface water quality and is identified for monitoring in Section 2.3.1.11 of the WMP. Since 2011, HGCMC (Hecla Green's Creek Mining Company) has been monitoring fugitive dust emissions from the TDF using 10-liter atmospheric depositional pails mounted approximately 1.3 meters off the ground. Five atmospheric depositional pail systems have been deployed 50 to 100 meters from the base of the dry stack tailings pile. Results from the analysis show that the deposition is seasonal with fugitive dust emissions occurring primarily in winter under cold, dry desiccating conditions with moderate wind speeds from the north or northeast. These conditions typically occur for short periods between mid-December and late February (see Active Tailings and Production Rock Site 2017 Annual Report for data).

HGCMC has implemented numerous abatement measures, including the use of water, minimizing active placement areas of tailings during the winter months, and windscreens. In addition, HGCMC is looking at placing cover material prior to winter months in those areas most susceptible to wind erosion. HGCMC is also evaluating the use of sprinkler sets for applying water to reduce dust.

HGCMC is following the requirements in the WMP by conducting monitoring, implementing abatement measures (experimenting with various options), and reporting results. The Audit Team recommends that they continue to evaluate abatement options and consider cover material in those areas most susceptible to wind.'

Rikastushiekan kuivaläjitysalueelta muodostuvat hajapölypäästöt on todettu huolenaiheeksi pintavesien tilalle (eli huolena on, että pöly vaikuttaa pintavesien laatuun) ja pölylaskeumaa on tarkkailtu vuodesta 2011 lähtien. Tarkkailun tulosten perusteella on todettu, että hajapölypäästöjä syntyy ensisijaisesti talvella kylmissä ja kuivissa olosuhteissa. Pölyn leviäminen vaatii lisäksi kohtalaisen tuulennopeuden ja tietyn tuulensuunnan. Toiminnanharjoittaja on soveltanut kohteessaan lukuisia pölypäästöjen vähentämistoimenpiteitä, kuten paikallista kastelua, aktiivisen läjitysalueen minimoimista talviaikana ja tuulensuojien käyttöä. Lisäksi suunnitelmassa on tuulieroosiolle erityisen herkkien rikastushiekan läjitysalueiden peittäminen ennen talvikautta.

⁴ <https://www.hecla-mining.com/greens-creek/> (viitattu 27.8.2021)

⁵ Russell, L. 2017. Tailings & Mine Waste 2017: Filtered Tailings: A Silver Bullet? <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=dWFsYmVydGEuY2F8dG13LTE3fGd4QjQ4M2FjNGE1MWU4MG13NzE> (viitattu 27.8.2021)

⁶ HDR Engineering Inc., 2018. <http://dnr.alaska.gov/mlw/mining/largemine/greencreek/pdf/gcaudit2019.pdf> (viitattu 27.8.2021)

4.2 Pogo, Alaska, Yhdysvallat

Kaivoksen nimi	Pogo
Esiintymä	Kulta
Sijainti	Alaska, Yhdysvallat
Toiminnanharjoittaja	Northern Star Resources Limited
Rikastushiekan kuivaläjitetyksen aloitusvuosi	2006

Pogon kultakaivoksen omistaa ja toiminnasta vastaa nykyään Northern Star Resources Limited. Pogo sijaitsee noin 140 km kaakkoon Alaskassa sijaitsevasta Fairbanksin kaupungista.

Kaivos aloitti toimintansa vuonna 2006 ja vuoden 2016 loppuun mennessä rikastushiekan kuivaläjitysalueelle oli läjitetty noin 9,9 miljoonaa tonnia materiaalia, joka sisälsi 6,3 Mt vaahdotuksen rikastushiekkaa ja 3,6 Mt sivukiveä. Rikastushiekka-alueen alkuperäinen läjituskapasiteetti oli 6,8 Mt, mutta sitä laajennettiin 18 miljoonaan tonniin vuonna 2013. Kaivostoimintojen oli tarkoitus päättyä vuonna 2017, mutta uusien mineraalivarantojen löytymisen myötä toiminta jatkuu edelleen.

Suodatettua rikastushiekkaa läjitetään kuivaläjitysmenetelmää hyödyntäen maan päälle sekä hyödynnetään kaivostäyttöihin maanalaisessa kaivoksessa. Toiminnanharjoittajan kuivaläjitysalueen rakentamis- ja kunnossapitosuunnitelmassa⁷ todetaan:

'Tailings have the potential to create dust, especially when they have been frozen or desiccated by the sun. Best management practices are used to control dust during dry stack operations such as; compacting the tailings, controlling traffic on the compacted flotation tailings, and limiting the use of equipment to active placement area(s) only. Summer moisture from rainfall assists in keeping the surface moisture content within an acceptable range although prolonged periods of warm weather with low humidity may require additional stormwater controls.'

Rikastushiekka pölyää erityisesti, jos se on jäänyt tai kuivunut auringossa. Kuivaläjitetyksen pölynhallinnassa käytetyksi keinoiksi mainitaan rikastushiekan tiivistäminen, liikenteen rajoittaminen tiivistetyn rikastushiekan päällä ja työkalujen käytön rajoittaminen vain aktiivisen läjitetyksen alueilla. Kesällä sateet estävät rikastushiekan pinnan pölyämistä. Pitkittyneiden kuivien jaksojen aikana pölynhallinta voi edellyttää pölynestoaitojen rakentamista ei-aktiivisten läjitysalueiden ympärille.

⁷ Construction and Maintenance Plan, <https://dnr.alaska.gov/mlw/mining/large-mines/pogo/pdf/pogo-poo5-june2020-4-dstf-cm.pdf> (viitattu 27.8.2021)

4.3 Raglan, Quebec, Kanada

Kaivoksen nimi	Raglan
Esiintymä	Nikkeli/Kupari
Sijainti	Quebec, Kanada
Toiminnanharjoittaja	Glencore Canada
Rikastushiekan kuivaläjäityksen aloitusvuosi	1997



Kuva 4-2. Raglanin kaivoksen kuivaläjäytysalue. Lupa kuvan käyttöön: Glencore Canada.

Raglanin kaivos sijaitsee laajalla Ungavan niemimaalla Nunavikissa, noin 1 800 km Montrealista pohjoiseen. Kaivos aloitti toimintansa vuonna 1997.

Vuosittainen muodostuva rikastushiekan määrä on noin 1,2 Mt⁸. Rikastushiekka kuljetetaan läjäytysalueelle kuorma-autoilla ja levitetään puskutraktorilla ennen tiivistämistä.

Vuonna 2012 tehdyssä selvityksessä⁹ tarkasteltiin keinoja pölypäästöjen hallitsemiseksi. Tuolloin suositelluiksi hallintakeinoiksi esitettiin vaiheittaista sulkemista, tuulensuojarakenteiden käyttöä ja tuulensuuntien huomioimista käytännön läjityksessä. Nykyisin kaivoksella on käytössä muitakin pölynhallintakeinoja ja kaivoksen ympäristöpäällikön¹⁰ kanssa käydyn keskustelun perusteella läjityksen operoinnilla voidaan

⁸ <https://bc-mlard.ca/files/presentations/2012-10-STRAUB-PARADIS-filtered-tailings-arctic1.pdf> (viitattu 27.8.2021)

⁹ AMEC, 2017. <https://bc-mlard.ca/files/presentations/2012-11-STRAUB-ETAL-filtered-tailings-arctic2.pdf> (viitattu 27.8.2021)

¹⁰ Geochemical Engineering Solutions Ltd: Muistiinpanot keskustelusta Raglanin kaivoksen ympäristöpäällikön kanssa 09/2021

vaikuttaa merkittävästi rikastushiekan pölyämiseen. Rikastushiekan tiivistäminen on erityisen tärkeää pölyämisen estämiseksi. Lisäksi kuorma-autoilla kuljetettu suodinkakku tulee levittää välittömästi puskutraktorilla, jotta rikastushiekka ei jää kasaksi läjitysalueelle. Kasalla oleva rikastushiekka on erityisen alttiina tuulelle. Myös ei-aktiivisilla läjitysalueilla rikastushiekan pinta on pidettävä tasaisena. Raglanin kaivos sijaitsee hyvin kuivalla arktisella vyöhykkeellä, missä valtaosa vedestä tulee lumena. Pääasiassa lumen kertyminen ei johdu kuitenkaan suorasta lumisateesta alueelle, vaan enemmänkin tuulen kuljettaman lumen kasaantumisesta alueelle. Vähentääkseen tuulen kuljettaman lumen kertymisen haittaa, rikastushiekka-aluetta läjitetään rikastushiekka-aluetta vallitsevan tuulensuunnan mukaisesti. Lumi kertyy täten rikastushiekan myötätuulen puolelle eikä vaikuta alueen läjitystoimintoihin. Lumen kertymisen estäminen rikastushiekan sekaan on tärkeää, sillä se ei ainoastaan lisää suotoveden määrää vaan voi myös aiheuttaa onkaloiden syntymistä rikastushiekkaan. Onkalot puolestaan olisivat turvallisuusriski läjitystoiminnoille.

4.4 Meliadine, Nunavut, Kanada

Kaivoksen nimi	Meliadine
Esiintymä	Kulta
Sijainti	Nunavut, Kanada
Toiminnanharjoittaja	Agnico Eagle
Rikastushiekan kuivaläjitetyksen aloitusvuosi	2019



Kuva 4-3. Meliadinen kaivoksen kuivaläjitysalue.¹¹

Meliadinen kaivoksen omistaa Agnico Eagle¹² ja se sijaitsee lähellä Hudsoninlahden länsirantaa Nunavutin territorion Kivalliqin alueella, noin 25 km pohjoiseen Rankin Inletin kylästä. Rikastustoiminnot kaivoksella käynnistettiin helmikuussa 2019. Rikastusprosessi koostuu murskauksesta, jauhatuksesta, painovoimaerotuksesta ja syanidiliuotuksesta, jota seuraa syanidin hävittäminen prosessin jätteestä, sekä rikastushiekan suodatuksesta. Suodatettua rikastushiekkaa sekä läjitetään kuivaläjitysmenetelmää hyödyntäen maan päällä, että käytetään kaivostäyttönä maanalaisessa kaivoksessa.

Rikastushiekka kuljetetaan läjitysalueelle kuorma-autoilla ja levitetään puskutraktorilla ennen tiivistämistä. Liikenne rikastushiekka-alueen sisällä on rajoitettua tiivistetyn rikastushiekan pinnan rikkoutumisen estämiseksi ja pölypäästöjen minimoimiseksi. Talvella rikastushiekka-alueen ei-aktiivisille läjitysalueille jätetään lumipeite.¹³

¹¹ Agnico Eagle Mines Limited - Sustainability - Our Approach and Commitments: 2021 TAILINGS SUMMARY REPORT: COMMITTED TO RESPONSIBLE TAILINGS MANAGEMENT.
https://s21.q4cdn.com/374334112/files/doc_downloads/Sustainability/TM-Report/Agnico_Tailings-Summary-Report-2021_Eng_Final.pdf (viitattu 1.2.2022)

¹² <https://www.agnicoeagle.com/English/operations/operations/meliadine/default.aspx> (viitattu 27.8.2021)

¹³ Agnico Eagle tiedoksianto 09/2020, lupa tietojen käyttöön vahvistettu 10/2021