

Vastaanottaja

Yara Suomi Oy

Asiakirjatyyppi

Sulkemissuunnitelma

Päivämäärä

14.5.2024

YARA SUOMI OY, SIILIN- JÄRVI

KAIVOKSEN SULKEMISSUUNNITELMA, VE1-VE4

YARA SUOMI OY, SIILINJÄRVI
KAIVOKSEN SULKEMISSUUNNITELMA, VE1-VE4

Asiakirjatyyppe **Sulkemissuunnitelma**

Projekti nro

Vastaanottaja **Yara Suomi Oy**

Päivämäärä **14.5.2024**

Laatija **Tarja Simonen, Riikka Fred**

Tarkastaja **Ramboll / Emmy Hämäläinen, Yara / Hanna Luukkonen ja Mikko Airaksinen**

Hyväksyjä **Yara / Hanna Luukkonen**

Ramboll
Kiviharjunlenkki 1 A
90220 OULU

P +358 20 755 611

Sisältö

1.	Johdanto	2
1.1	Lähtökohta	2
1.2	Sulkemisen tavoitteet	4
1.3	Sulkemista koskevat yleiset vaatimukset	4
2.	Kaivostoiminnan päättäminen	4
2.1	Aikataulu ja sulkemisjärjestys	4
3.	Sulkemistoimenpiteet toiminta-alueittain	5
3.1	Avolouhokset	5
3.1.1	Avolouhosten toiminta ja kuivanapito	5
3.1.2	Louhosten kuivatusvesien laatu ja määrä	5
3.2	Avolouhosten sulkeminen	6
3.2.1	Avolouhosten sulkemiseen liittyvät lupamääräykset	6
3.2.2	Suljettavat avolouhokset	6
3.2.3	Sulkemistavan vertailu parhaaseen saatavilla olevaan tekniikkaan	7
3.2.4	Avolouhosten sulkemisen riskit ja lisäselvitystarpeet	7
3.3	Sivukiven läjitysalueet	8
3.3.1	Sivukivialueiden sulkemista koskevat erityiset lupamääräykset	8
3.3.2	Sivukiven ja sivukivikasoista suotautuvan veden ominaisuudet	9
3.3.3	Sivukivien lajittelu ja hyödyntäminen	9
3.3.4	Sivukivien lajittelu ja hyödyntäminen	10
3.3.5	Läjitysalueiden rakenteet ja läjitystapa	10
3.3.6	Sivukivien läjitysalueiden kuvaus	10
3.3.7	Sivukivien läjitysalueiden vesien hallinta	11
3.3.8	Sivukivialueiden sulkeminen	12
3.4	Rikastushiekka-alueet	14
3.4.1	Rikastushiekka-alueita koskevat viranomaismääräykset	14
3.4.2	Rikastushiekka-alueelle läjitettävien kaivannaisjätteiden ja niistä suotautuvan veden ominaisuudet	15
3.4.3	Rikastushiekka-alueiden rakenteet ja läjitystapa	15
3.4.4	Mustin rikastushiekka-alue	16
3.4.5	Raasion rikastushiekka-alue	16
3.4.6	Rikastushiekka-alueiden vesien hallinnan periaatteet	16
3.5	Rikastushiekka-alueiden sulkeminen	16
4.	Kaivannaisjätealueiden vesien hallinta ja käsittely	19
4.1	Uusien tuotantoalueiden vesienkäsittelyalueet ja altaat	19
4.1.1	Sulkemisvaiheen vesienhallinta	20
5.	Materiaalien hallinta	21
5.1	Hyödynnettäviin maihin liittyvät lupamääräykset	22
5.2	Maisemointimateriaalit	22
6.	Laadun hallinta	22
6.1	BAT ja BREF vertailu	22
6.2	Sulkemistyön aikainen laadun valvonta ja toteaminen	22
7.	Jälkihoito ja tarkkailu	22
8.	Alueiden käyttö sulkemisen jälkeen	23
9.	Sulkemisvaiheen riskien hallinta	23
Lähteet	25	

1. Johdanto

1.1 Lähtökohta

Tämä yleispiirteinen sulkemissuunnitelma on laadittu vastaamaan Yaran kaivoksen laajentamisen YVA vaiheen tarpeisiin. Suunnitelma on laadittu YVA:n laajennusvaihtoehdoille VE1-VE4. Tarkasteltujen vaihtoehtojen suunnitelmat ovat vielä yleispiirteisiä. Mikäli joku laajennusvaihtoehdoista etenee seuraavaan suunnitteluvaiheeseen, suunnitelmia ja niiden lähtötietoja tarkennetaan.

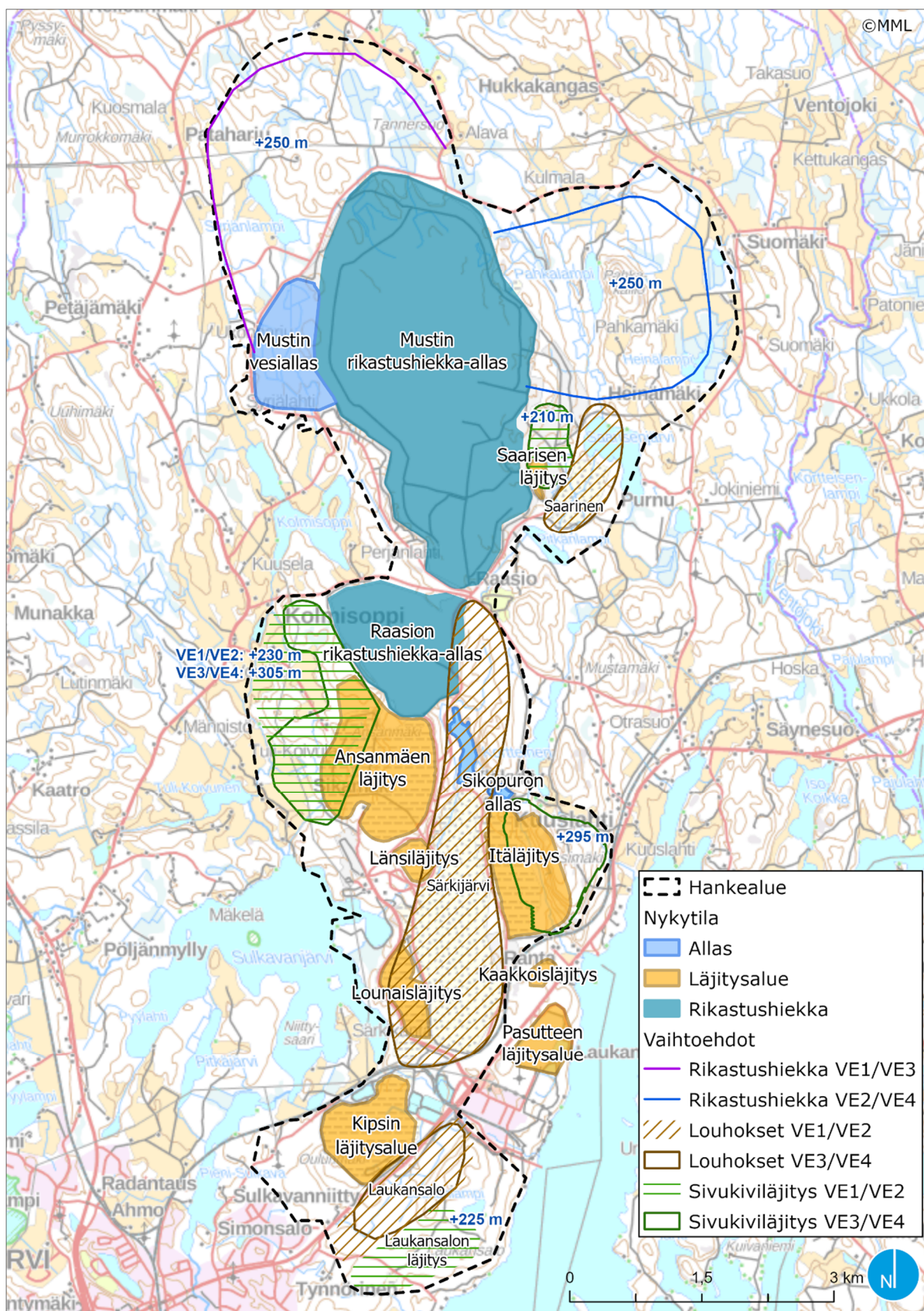
Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 louhinta Särkijärven ja Jaakonlammen louhoksissa jatkuu ja lisäksi Saarisen louhosta laajennetaan ja avataan uusi Laukansalon louhos (Kuva 1-1). Sivukiviä läjitetään Ansanmäen ja Saarisen läjitysten laajennusalueille sekä uudelle Laukansalon läjitysalueelle.

Vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 louhinta tapahtuu edellä kuvatun mukaisesti, mutta Laukansalon uusi louhos on suppeampi (Kuva 1-1). Sivukivien osalta uutta Laukansalon läjitysalueetta ei avata vaan Ansanmäen ja Saarisen laajennuksien lisäksi Itäläjitystä laajennetaan.

Kaikissa vaihtoehdoissa rikastushiekka läjitetään Mustin rikastushiekka-alueelle, jota vaihtoehdoissa VE1 ja VE3 laajennetaan pohjoiseen ja vaihtoehdoissa VE2 ja VE4 itään.

Yleispiirteisen sulkemissuunnitelman tavoitteena on tuottaa tietoa YVA:a ja seuraavia suunnitteluvaiheita varten. Suunnitelmassa kuvataan sulkemistoimia periaatetasolla ja verrataan sulkemistratkaisuja parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan (BAT, BREF). Lisäksi arvioidaan sulkemistoimenpiteiden vaikuttavuutta haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisyssä ja kuvataan sulkemisvaiheessa esiin tulevia riskejä ja tehtäviä selvityksiä.

Tämän sulkemissuunnitelman pohjana on ollut Yaran kaivoksen geneerinen sulkemissuunnitelma (Yara, 2022) ja vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelma. Vaihtoehtojen VE1-VE4 kaivoksen ja kaivannaisjätealueiden yksilöityjä vaatimuksia on peilattu kappaleessa 3 sekä nykyisten alueiden ympäristölupamääräyksiin että sulkemisen parhaisiin käyttökelpoisiin tekniikoihin. Lisäksi suunnitelmassa huomioidaan uusimmat lainsäädännön vaatimukset ja viranomaispäätösten määräykset.



Kuva 1-1. YVA-vaihtoehdot VE1-VE4 kartalla.

1.2 Sulkemisen tavoitteet

Sulkemistoimenpiteiden tavoitteena on saattaa kaivosalue yleisen turvallisuuden edellyttämään tilaan sekä kunnostaa, siistiä ja maisemoida alueet sekä varmistaa että ne ovat fyysisesti sekä kemiallisesti vakaita pitkällä aikavälillä.

Sulkemisen tavoitteena on myös, ettei alueesta aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle tai terveydelle. Tavoite sulkemisen jälkeen on, että alueen ei tarvitse olla jatkuvasti vartioitu eikä alueella tarvita aktiivisia, jatkuvaa läsnäoloa vaativia toimenpiteitä.

Kaivoksen ja kaivannaisjätealueiden yksilöidyt tavoitteet on kuvattu kappaleessa 3.

1.3 Sulkemista koskevat yleiset vaatimukset

Kaivoksen sulkemiseen liittyvät yleiset vaatimukset kuten sulkemiseen liittyvät lait ja asetukset, eivät poikkea VE0 vaihtoehdosta ja ne on kuvattu vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelman kappaleessa 1.4.

2. Kaivostoiminnan päättäminen

Kaivoksen sulkemiseen liittyvät Yaran toimintamallin kuvaus ja sulkemiseen varautuminen eivät vaihtoehdoissa VE1-VE4 poikkea VE0 vaihtoehdosta ja on kuvattu vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelman kohdassa 2.

Kaivoksen sulkemisen riskien hallinnan menettelytavat ja riskien hallintaan liittyvät suunnitelmat eivät vaihtoehdoissa VE1-VE4 poikkea VE0 vaihtoehdosta ja on kuvattu vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelman kohdassa 2.6.

Vaihtoehtojen VE1-VE4 kaivosten ja kaivannaisjätealueiden sulkemiseen liittyviä riskejä ja epävarmuuksia on yksilöity kappaleessa 3.

2.1 Aikataulu ja sulkemisjärjestys

Jaakonlammen, Särkijärven, Saarisen ja Laukansalon louhintaa jatketaan, kunnes suunnitellut kaivannaisjätealueet ja niiden laajennukset ovat täyttyneet lakikorkeuteensa, arviolta vuoden 2065 loppuun mennessä.

Kaivannaisjätealueiden sulkemista on tehty ja sitä jatketaan toiminnan aikana vaiheittain sen mukaan, kun alueiden täyttötaso saavutetaan tai alueiden käyttö lopetetaan. Sulkemista tehdään vaiheittain myös rakentamisen logistiikan, materiaalien hankinnan ja kustannusten hallinnan takia.

Viimeiset sulkemistoimenpiteet aloitetaan, kun malmin louhinta ja rikastus päättyy, kaivoksen tuotantolaitokset ajetaan alas ja avolouhosten annetaan täyttyä vedellä. Kaivoslain (621/2011) mukaan kaivostoiminnan harjoittajan on viimeistään kahden vuoden kuluttua kaivostoiminnan päättymisestä saatettava kaivosalue ja kaivoksen apualue yleisen turvallisuuden vaatimaan kuntoon, huolehdittava niiden kunnostamisesta, siistimisestä ja maisemoinnista sekä suoritettava kaivosluvassa ja kaivosturvallisuusluvassa määrätyt toimenpiteet siten, että suljetusta kaivoksesta ei aiheudu merkittäviä haitallisia vaikutuksia ihmisten terveydelle tai ympäristölle (143 §).

Vaihtoehdon VE0 ennenaikainen tai väliaikainen sulkeminen ei poikkea vaatimuksiltaan vaihtoehtoista V1-V4 ja näitä on käsitelty vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelman kohdassa 2.5–2.6.

3. Sulkemistoimenpiteet toiminta-alueittain

3.1 Avolouhokset

Vuodesta 2035 vuoteen 2065 malmia louhitaan Särkijärven, Jaakonlammen, Saarisen ja Laukansalon louhoksilla. Kaikki louhokset eivät ole samanaikaisesti toiminnassa, vaan louhinta tapahtuu pääsääntöisesti kahdella louhoksella samanaikaisesti.

Laajennusvaihtoehtoissa VE1-VE4 käytössä ovat samat louhokset, mutta vaihtoehtoissa VE3 ja VE4 uusi Laukansalon louhos toteutetaan suppeampana. Kaikissa vaihtoehtoissa Saarisen louhos otetaan uudelleen käyttöön ja louhosta laajennetaan pohjoiseen. Kaikissa vaihtoehtoissa toteutuu myös Jaakonlammen louhos.

3.1.1 Avolouhosten toiminta ja kuivanapito

Kaikissa louhoksissa ainoa teknis-taloudellisesti toteuttamiskelpoinen toimintatapa on avolouhinta. Malmin louhinta, lajittelu, käsittely ja kuljetus rikastamolle tapahtuu kuten vaihtoehdossa VE0. Rikastamo sijaitsee louhosten toiminnan jatkuessa ja Laukansalon louhoksen avauduttua nykyisellä paikalla.

Särkijärven, Jaakonlammen ja Saarisen louhosten kuivanapito jatkuu kuten nykyisin ja on kuvattu vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelmassa.

Laukansalon uuden louhoksen kuivanapitovedet johdetaan laskeutuksen jälkeen joko suoraan Kuuslahteen tai päälouhoksen kuivanapitoreittejä pitkin vesien laadun perusteella joko suoraan tai allaspuhdistamon kautta Kuuslahteen.

3.1.2 Louhosten kuivatusvesien laatu ja määrä

Yaran louhosten kuivanapitovedet sisältävät räjähdysainejäämistä syntyvää typpeä ja ajoittain korkeita kiintoainepitoisuuksia, kun louhinta sijoittuu lähelle kuivanapitovesien pumppauspaikkoja. Vesien kiintoainepitoisuutta vähennetään laskeuttamalla vesiä altaissa ja typpikuormitusta pyritään vähentämään räjähdysaineiden valinnalla ja käytön optimoinnilla. Laukansalon louhoksen kuivatus alentaa merkittävästi pohjaveden pintaa ja voi kääntää pohjaveden virtausta Yaran tehdasalueelta, kipsin läjitysalueelta ja kiertovesialtaiden alueelta kohti louhosta. Pohjaveden alenema voi vaikuttaa louhoksen kuivatusvesien laatuun sekä lähimpien kiinteistöjen kaivojen antoisuuteen ja veden laatuun. (Ramboll, 2023)

Kuivanapitovesiä muodostuu toiminnan loppuvaiheessa keskimäärin päälouhoksesta 2,5 milj. m³/a, Jaakonlammeesta 1,2 milj. m³/a, Saarisesta 0,9 milj. m³/a ja Laukansalosta 0,9 milj. m³/a. (Envineer, 2023). Kuivanapitovesistä sadannan osuus on suurin ja pohjavesien noin kolmannes (Ramboll, 2020).

Avolouhosten annetaan sulkemisen yhteydessä täyttyä sadannasta ja pohjavesistä. Louhoksen seinämän kivistä voi vesipinnan noustessa liueta vähäisiä määriä rautaa, magnesiumia, kalsiumia, natriumia, piihappoa ja karbonaatti-ioneita louhosvesiin. Louhoksen seinämien kivet eivät sisällä merkittäviä määriä sulfidisia mineraaleja eikä kivien arvioida merkittävästi vaikuttavan veden laatuun. Louhosvesiin liukenevista aineista ja niiden määrästä aiheutuu ainoastaan vähäistä veden kovuuden, sähkönjohtavuuden ja pH:n nousua.

3.2 Avolouhosten sulkeminen

Nykytiedon mukaan kaikki louhokset ovat käytössä toiminnan loppuun saakka. Laajennusvaihtoehtoisissa VE1-VE4 louhoksiin ei sijoiteta sivukiviä tai rikastushiekkaa malmion syvyyden takia. Louhoksen täyttäminen estäisi malmion hyödyntämisen tulevaisuudessa ja olisi siten kaivoslain vastaista.

Avolouhosten sulkeminen tapahtuu kuten vaihtoehdossa VE0. Avolouhosten kuivanapitoon liittyvät pumppaukset pysäytetään ja louhosten annetaan täyttyä sadannasta ja pohjavesistä.

Louhosalueille tulee muodostumaan syvät ja jyrkkäreunaiset louhosjärvet, joiden alueet aidataan. Kaivosten täytyttyä vedellä, louhosjärvien ylivuoto purkautuu ympäröivän maaston topografian mukaisesti ja vesien laatu voi vaikuttaa alapuolisiin vesistöihin. Louhosjärvien valuma-alueet ja virtaama ovat suuria ja voivat edellyttää vesien tasausta ja eroosiosuojausta.

Pohjavedenpinta ja pohjaveden päävirtaussuunnat palautuvat lähes samaan tilaan kuin ennen louhosten avaamista. Louhosten kautta pohjaveden ja pintaveden yhteys on kuitenkin pysyvästi aiempaa suurempaa, jolloin muodostuvan pohjaveden määrä alueella voi kasvaa toiminnan päätyttyä. Louhosvesien laatu voi vaikuttaa ympäröivän pohjaveden laatuun. (Ramboll, 2023)

3.2.1 Avolouhosten sulkemiseen liittyvät lupamääräykset

Avolouhosten sulkemiseen liittyvät voimassa olevan ympäristöluvan kohdat on kuvattu vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelmassa. Ympäristöluvassa ei ole suoraan sulkemiseen liittyen määräyksiä vaan ainoastaan kuivatusvesien laatuun ja johtamiseen.

3.2.2 Suljettavat avolouhokset

Särkijärvi

Vaihtoehtoisissa V1-V4 louhinnan syvyys määräytyy myöhemmin tehtävän louhintasuunnitelman mukaisesti. Särkijärven louhoksen likimääräinen pohjan taso on YVA-vaiheen yleispiirteisen suunnitelman mukaan -360 m mpy. Louhoksen syvyys olisi likimääräisellä pohjan syvyydellä laskettuna sulkemisvaiheessa noin 474 m. Särkijärven louhoksen kuivanapito lopetetaan, kun sekä Särkijärven että Jaakonlammen louhinta on saatettu louhintasuunnitelman mukaiseen loppuun.

Särkijärven louhoksen luonnollisen täyttymisen pohjavesistä ja sadannasta on arvioitu kestävän reilusti yli 100 vuotta nykysadannalla. Louhoksen ylivuoto tulee tapahtumaan kaikissa laajennusvaihtoehtoisissa VE1-VE4 todennäköisesti Sulkavanjärven suuntaan ja siten myös Sulkavanjärven valuma-alue palautuu lähemmäksi alkuperäistä tilannetta, ennen louhoksen avaamista.

Saarisen louhos

Saarisen louhos otetaan kaikissa laajennusvaihtoehtoisissa VE1-VE4 uudelleen käyttöön ja louhosta laajennetaan pohjoiseen, mikä edellyttää Saarisen järven patoamista ja osittaista kuivattamista. Louhoksen pinta on tasolla noin +130 m mpy ja tämän hetkisen arvion mukaan pohja tulisi olemaan tasolla noin -70 m mpy, joten louhoksen syvyys sen loppuvaiheessa olisi noin 200 metriä. Louhinnan todellinen syvyys voi vaihdella suuntaan tai toiseen ja tarkentuu myöhemmin tehtävissä louhintasuunnitelmissa.

Pohjaveden pinnantasoa Saarisen louhoksen alueella on viime vuosina ollut tasolla +120...+125 m mpy. Louhoksen sulkemisen jälkeen louhoksen täyttyminen pohja- ja sadevesistä tulee kestämään arviolta kymmeniä vuosia nykysadannalla. Kaikissa YVA:n laajennusvaihtoehtoisissa VE1-

VE4 louhoksen ylivuoto tulee tapahtumaan todennäköisesti Saarisenjärveen ja siitä edelleen Pajulahden suuntaan. Saarisenjärven valuma-alue palautuu silloin lähemmäksi alkuperäistä tilannetta, ennen louhoksen avaamista.

Jaakonlammen louhos

Jaakonlammen louhos toteutuu kaikissa laajennusvaihtoehdoissa VE1-VE4. Jaakonlammen louhoksen pinta on korkeudella noin +151 m mpy ja yleispiirteisten suunnitelmien mukaan pohjan korkeus on noin -93 m mpy, joten louhoksen syvyys sen loppuvaiheessa olisi noin 245 metriä. Todellinen syvyys määräytyy louhintasuunnitelmien mukaan ja voi vaihdella suuntaan tai toiseen.

Louhoksen sulkemisen jälkeen louhoksen täyttymiseen pohja- ja sadevesistä tulee kestämään arviolta kymmeniä vuosia nykyadannalla. Jaakonlammen louhoksen ylivuoto tulee tapahtumaan todennäköisesti Särkijärven louhoksen kautta Sulkavanjärven suuntaan.

Laukansalo

Laukansalo toteutetaan kaikissa kaivoksen laajennuksen vaihtoehdoissa VE1-VE4. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 louhoksen pinta-ala on yleispiirteisten suunnitelmien mukaan noin kolmanneksen suurempi kuin vaihtoehdoissa VE3 ja VE4, mutta pinta-alat tarkentuvat vasta louhintasuunnittelun yhteydessä. Louhoksen pinta on noin +138 m mpy tasolla ja pohja YVA-vaiheen yleispiirteisten suunnitelmien mukaan louhinnan loppuvaiheessa noin -171 m mpy, jolloin louhoksen syvyys olisi noin 310 metriä. Todellinen syvyys määräytyy louhintasuunnitelmien mukaan ja voi vaihdella suuntaan tai toiseen.

Louhoksen täyttyminen sadannasta ja pohjavesistä tulee kestämään kaikissa vaihtoehdoissa noin 100 vuotta nykyadannalla. Ylivuoto tulee tapahtumaan todennäköisesti Pieni-Sulkavan suuntaan, jonka valuma-alue palautuu lähemmäs alkuperäistä tilannetta, ennen louhoksen avaamista.

3.2.3 Sulkemistavan vertailu parhaaseen saatavilla olevaan tekniikkaan

Yaran kaivosten sulkeminen siten, että kaivosten annetaan täyttyä vedellä, on alustavasti arvioiden kivien laatu ja malmion syvyys huomioiden parasta saatavilla olevaa tekniikkaa. Sulkemisen menettelytapaa arvioidaan uudelleen myöhemmissä sulkemissuunnitteluvaiheissa mahdollisten lisätietojen valossa.

Laajennusvaihtoehtojen VE1-VE4 avolouhosten sulkemiseen liittyviä toimenpiteitä on verrattu kaivannaisjätealueiden hallinnan parhaisiin käyttökelpoisiin tekniikoihin VE0 sulkemissuunnitelman liitteessä 1.

3.2.4 Avolouhosten sulkemisen riskit ja lisäselvitystarpeet

Avolouhosten sulkemiseen liittyviä epävarmuuksia ja tunnistettuja riskejä on koostettu taulukkoon (Taulukko 3-1). Avolouhosten sulkemiseen liittyvät lisäselvitykset ajoittuvat toiminnan loppuvaiheisiin.

Avolouhosten sulkemisen periaatteet ovat kaikissa YVA:n laajennusvaihtoehdoissa VE1-VE4 kuten vaihtoehdossa VE0. Laajennusalueiden louhintasuunnitelmat tarkentuvat seuraavissa suunnitteluvaiheissa ja toiminnan aikana louhoksen kivilaaduista saadaan lisätietoa ja louhosvesien laaduista kerätään tarkkailutietoa. Sulkemissuunnittelua tarkennetaan seuraavissa suunnitteluvaiheissa ja louhosjärvien ylitevesien käsittelytarvetta arvioidaan toiminnan loppuvaiheessa näiden lisätietojen perusteella.

Louhinnan loppuvaiheessa kunkin avolouhoksen täyttymistä pohja- ja hulevesillä, vesipinnan nousun vaikutusta pohjaveden tasoon sekä virtaussuuntiin ja louhosjärven ylivuodon sijaintia sekä virtaaman määrää tulisi arvioida mallintamalla. Mallinnus toimii pohjana sekä louhosjärvien vesien että pohja- ja pintavesien laadun ja vaikutusten arvioinnissa.

Mallinnuksen tuloksia voidaan hyödyntää sulkemissuunnittelussa mm ylivuotorakenteiden mitoituksessa, ylivuotovesien käsittelytarpeen ja tulvariskien arvioinnissa.

Taulukko 3-1. Avolouhosten sulkemiseen liittyvät riskit ja epävarmuudet.

Riski tai epävarmuus	Toimenpiteet
Sulkemisen vaikutus louhosvesiin ja pohjavesiin	- Louhosseinämien karakterisointi, arvio louhosseinämien vaikutuksesta louhosvesien laatuun ja käsittelytarpeeseen sulkemisvaiheessa - Sulkemisvaiheen pohjavesimallinnus, arvio sulkemisen vaikutuksista pohjaveden laatuun, tasoon, määrään ja virtaussuuntiin - Selvitys Yaran alueella pohjaveden laatuun mahdollisesti vaikuttavista tekijöistä (pohjaveden tason noustessa)
Sulkemisen vaikutus pintavesiin	- Louhoksen ylivuotovesien mallinnos ja vaikutukset valuma-alueeseen ja purkuvesistön tilaan - virtaamien hallinta ja tulvimiselle alttiiden alueiden tunnistaminen
Louhoksen turvallisuus	Selvitys louhosten vakaudesta ja mm seinämien rapautuneisuudesta, mahdolliset toimenpiteet turvallisuuden parantamiseksi

3.3 Sivukiven läjitysalueet

Malmin louhinnan yhteydessä muodostuu sivukiveä. Sivukiviä irrotetaan edellä mainituista louhoksista (Särkijärvi, Saarinen, Jaakonlampi ja Laukansalo) ja niitä läjitetään tai välivarastoidaan neljälle eri sivukivialueelle (Ansanmäki, Saarinen, Itäläjitys, ja Laukansalo). Sivukiviä ei voida kaivoslain mukaan läjittää suljettaviin avolouhoksiin, jotta ei estetä malmion mahdollista jatkohyödyntämistä.

Voimassa olevassa, Yaran Siilinjärven toimipaikan ympäristöluvassa (ISAVI/1194/2015, muutos ISAVI/1499/2019) Itä-Suomen Aluehallintovirasto on luokitellut sivukivet niiden jäteominaisuuksien mukaan pysyväksi, tavanomaiseksi (termi nykyisin vaaraton) jätteeksi (jäteluokitussnumero 01 01 02) ja sivukiven läjitysalueet muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi.

Laukansalon uuden louhoksen sekä Saarisen, Särkijärven ja Jaakonlammen louhosten laajennusalueilta muodostuvat sivukivet ovat ominaisuuksiltaan samankaltaisia kuin nykyiset sivukivet. Laukansalon louhoksen sivukivistä saadaan lisätietoa seuraavissa suunnitteluvaiheissa ja toiminnan aikana. Sivukivikasojen lopulliset rakenteet määrittyvät läjitettävän jätteen ominaisuuksien perusteella luvituksen yhteydessä.

3.3.1 Sivukivialueiden sulkemista koskevat erityiset lupamääräykset

Laajennusalueiden sulkemisen vaatimuksia peilataan voimassa olevan ympäristöluvan (ISAVI/1194/2015, muutos ISAVI/1499/2019), määräyksiin:

- 33 *...Sivukivialueiden täyttö on toteutettava siten, että läjitysalueen pinta-alan tarve pysyy mahdollisimman pienenä.*

Läjitysalueiden muotoilu ja maisemointi on aloitettava toiminnan aikana ja sitä on jatkettava vuosittain siltä osin, kuin läjitysalue on saavuttanut lopullisen muodon ja korkeuden. Läjitysalueiden lakiosat on rakennettava reunoja kohti viettäviksi.

Yleisille teille, asutukseen tai muutoin alueen maisemassa poikkeavina näkyvät sivukiven läjitysalueet tai niiden osat on maisemoitava peittämällä maakerroksella ja istuttamalla kasvillisuutta sitä mukaan, kun ne saavuttavat lopullisen muotonsa. Raportti toteutetuista maisemoinneista on esitettävä Pohjois-Savon ELY-keskukselle vuosittain tarkkailun ja seurannan vuosiyyhteenvedon yhteydessä.

3.3.2 Sivukiven ja sivukivikasoista suotautuvan veden ominaisuudet

Laukansalon uuden louhoksen sekä Saarisen, Särkijärven ja Jaakonlammen louhosten laajennus-alueilta muodostuvat sivukivet ovat ominaisuuksiltaan samankaltaisia. Vaihtoehtoissa VE1-VE4 läjitetyn sivukiven kokonaismäärät voivat vuosittain (3–26 Mt/a) olla suurempia kuin vaihtoehdossa VE0 (3–20 Mt/a).

Yaran alueen sivukivet ovat feniittiä, tonaliittia, gneissia ja diabaasia. Malmin isäntäkivi ei sisällä raskasmetalleja eikä sulfideja merkitsevässä määrin. Rikkipitoisuus malmin isäntäkivissä on alle 0,01 % ja sivukivissä alle 0,1 %. Sivukivistä ainoastaan feniitissä ja diabaasissa esiintyy aksessorisia määriä sulfidimineraaleja (rikkikiisu ja magneettikiisu). Rapautumisen takia suotovesiin liukenee jossain määrin mm. magnesiumia, rautaa, kalsiumia, natriumia, piihappoa (SiO_2) sekä karbonaatti-ioneita (CO_3^{2-}).

Särkijärven louhoksen sivukivistä tehtyjen määritysten perusteella sivukivet eivät ole happoa tuottavaa. Kaatopaikkakelpoisuustestin (Vna 331/2013) perusteella Yaran kaivoksen sivukivet luokitellaan pysyväksi kaivannaisjätteeksi. Sivukivistä liukenee vähäisiä määriä rautaa, magnesiumia, kalsiumia, natriumia, piihappoa ja karbonaatti-ioneita suotovesiin. Suotovesiin liukenevista ainemääristä aiheutuu ainoastaan vähäistä veden kovuuden, sähkönjohtavuuden ja pH:n nousua.

Sivukivien pintaan jää louhinnan yhteydessä räjähdysainejäämiä, josta aiheutuu typpikuormitusta läjityksen aikana. Yaralla on käynnissä selvitys Ansanmäen sivukivialueen typpikuormituksen vähentämisestä toiminnan aikana.

Nykyisten sivukivikasojen sulfaattikuormituksen on todettu aiheutuneen pääosin maisemointiin käytetystä sedimentistä, mutta Yaralla on käynnissä selvityksiä lisäselvityksiä sulfaatin alkuperästä. Sivukivien ominaisuuksia ja sivukivialueen kuormitusta on käsitelty tarkemmin vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelmassa.

3.3.3 Sivukivien lajittelu ja hyödyntäminen

Sivukiveä hyödynnetään Yaran toimipaikan rakenteissa sekä toimialueen ulkopuolisessa rakentamisessa vuosittain noin 10–30 %. Hyödynnettävät sivukivet kuljetetaan joko Yara Siilinjärven maanrakennuskohteisiin tai rikastushiekka-alueiden rakenteisiin tai välivarastoidaan erikseen Lounaisläjityksen alueelle. Hyödynnettävää sivukiveä ei luokitella kaivannaisjätteeksi.

Sivukiven geotekniset ominaisuudet

Stabiiliteettilaskelmissa (Pöyry, 2019) sivukiven tilavuuspainona on käytetty 18 kN/m^3 ja kitkakulmana 42° . Sivukiven läjityksen porrastusten leveyttä on tarkistettu stabiiliteettilaskelmien perusteella.

3.3.4 Sivukivien lajittelu ja hyödyntäminen

Vaihtoehdossa VE1-VE4 sivukivi lajitellaan ja sitä hyödynnetään kuten nykyisin. Hyödyntäminen on kuvattu vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelmassa.

3.3.5 Läjitysalueiden rakenteet ja läjitystapa

Nykyisten sivukivien läjitysalueiden laajennukset ja uudet sivukivien läjitysalueet perustetaan tämän hetkisen tiedon perusteella pohjamaan päälle ilman pohjarakenteita. Hankealueen maaperä koostuu pääosin hienoainespitoisista moreeneista sekä muista hienojakoisista kerrostumista. Alueella esiintyy paljon kalliomaata ja kalliopaljastumia. Alueella esiintyy myös vähäisessä määrin hiekkaa, silttiä, savea ja turvetta. Alueen maaperä on suurimmaksi osaksi huonosti vettä johtavaa.

Sivukivet on läjitetty portaittain siten, että ulkoluiskan kaltevuus on 1:1,1 ja korkeussuunnassa noin 20 m välein on tehty tasanteet, joiden leveys oli vuoteen 2019 saakka 12 m ja myöhemmin 17 m. Tasanteiden leventämisellä lisättiin kokonaisvarmuutta liukupintasortumaa vastaan 1,3 → 1,5. (Pöyry, 2019).

Alueiden sulkemiseen varaudutaan jo toiminnan aikana tasaamalla ja kiilaamalla louhetäytön pinta tiiviiksi.

3.3.6 Sivukivien läjitysalueiden kuvaus

Ansanmäki

Ansanmäki laajenee laajennusvaihtoehdossa VE1-VE4 pohjoiseen. Sivukivet läjitetään pohjamaan päälle. Ansanmäen läjitysalueen maaperä on pääosin tiivistä ja huonosti vettä johtavaa hienoainespitoisempaa, jota esiintyy kalliomaiden väleissä. Läjitysalueen lounaisreuna rajautuu laajempaan savilinssiin, jonka alta purkautuu paineellista pohjavettä paksusta sora/soramoreeni kerroksesta. Alueen pohjavesiesiintymien arvioidaan olevan toisistaan erillisiä ja pienialaisia. Pohjaveden päävirtaussuunta on karttatarkastelun perusteella kohti länsi/lounasta. Pohjaveden laatua seurataan savilinnin kohdalta pohjavesiputkesta KA31. (Envineer. 2020)

Ansanmäen sivukivialueen laajennusalueen pinta-ala tulee olemaan noin 185 ha ja läjityksen korkeus noin +230 m mpy (VE1 ja VE2) tai noin 115 ha ja +305 m mpy (VE3 ja VE4) toteutusvaihtoehdosta riippuen. Sivukiviä alueelle tuodaan Laukansalon, Särkijärven ja Jaakonlammen louhoksista. Sivukivien läjitysmäärä yhteensä noin 155 Mm^3 rtr vaihtoehdossa VE1 ja VE2 ja 149 Mm^3 rtr vaihtoehdossa VE3 ja VE4.

Ansanmäen läjitysalue laajenee nykyisen läjitysalueen pohjoispuolelle jatkuvan Ansanmäenpuron valuma-alueelle ja on samaa valuma-aluetta kuin pääosa nykyisestä Ansanmäen läjitysalueesta. Laajennusalueen suoto- ja valumavedet ohjautuvat Ansanmäenpuroon, joka laskee lounaaseen Sulkavanjärven suuntaan.

Saarinen

Saarisen läjitysalueen maaperä on pääosin hienoainesmoreenia ja kalliomaata. Saarisen läjityksen alueella esiintyy myös vähäisessä määrin turvetta. Länsirinteiden alavampiin notkelmiin on lajitunut hiekkaa, silttiä ja savea sekä jossain määrin turvetta.

Saarisen sivukivialue laajenee pääosin nykyisen läjityksen päälle ja alueen kokonaispinta-ala tulee olemaan kaikissa laajennusvaihtoehdoissa VE1-VE4 noin 50 ha ja lakikorkeus noin +210 m mpy. Saarisen läjitysalueelle sivukiviä tuodaan pääasiassa Saarisen louhoksesta, mutta myös muiden louhosten sivukiviä saatetaan välivarastoida alueelle. Sivukivien läjitysmäärä on yhteensä noin 10 Mm³ kaikissa vaihtoehdoissa VE1-VE4.

Saarisen läjityksestä vedet kulkeutuvat Kuuslahden suuntaan. Saarisen läjityksen vedet voidaan johtaa myös Mustin rikastushiekka-alueelle.

Itäläjitys

Itäläjityksen alueella maaperä on pääosin hienoainesmoreenia. Alueella on myös vähäisiä määriä kalliomaata, savea ja turvetta.

Itäläjitys laajenee vaihtoehdoissa VE3 ja VE4 noin 50 ha ja lakikorkeus tulee olemaan noin +295 m mpy. Itäläjityksen alueelle läjitetään pääsääntöisesti Särkijärven, Jaakonlammen ja Laukansalon louhosten kiviä. Sivukivien läjitysmäärä alueelle on yhteensä noin 64 Mm³rtr.

Läjitysalueen alla on sijainnut Sikopuron uoma, joka on korvattu läjitysalueen länsipuolelle rakennetulla putkilinjalla ja avo-ojalla. Itäläjityksen sivukivialueen suoto- ja valumavedet ohjautuvat laajennuksenkin jälkeen Sikopuron uomaan ja edelleen Kuuslahteen. Itäreunassa on pieni alue, josta vedet ohjautuvat maastoon.

Laukansalo

Laukansalon läjitysalueen maaperä on pääosin hienoainesmoreenia. Lisäksi alueella on kalliomaata ja savea.

Laukansalon sivukivialueelle tullaan läjittämään sivukiviä Laukansalon louhoksesta vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Laukansalon sivukivialueen pinta-ala tulee olemaan noin 85 ha ja läjityksen lakikorkeus +225 m mpy. Sivukivien läjitysmäärä yhteensä noin 47 Mm³rtr.

Laukansalon läjityksen suoto- ja valumavedet kulkeutuvat pääsääntöisesti Juurusveteen.

3.3.7 Sivukivien läjitysalueiden vesien hallinta

Sivukivialueiden sade- ja sulamisvedet valuvat joko kasan pintaa pitkin reunoille ja reunaojiin, tai imeytyvät kasaan muodostaen suotovettä. Osa suotovesistä ohjautuu luonnollisen maanpinnan mukaiseen purkusuuntaan ja osa imeytyy maaperään.

Sivukivialueiden laajennusten ja uuden Laukansalon sivukivialueen ympärille rakennetaan ympäröivät, jotka kokoavat alueen valumavedet yhteen ja joista voidaan tarkkailla vesien laatua. Maaston muodosta riippuen yläpuolisten ympäristön valuma-alueiden vedet pyritään ohjaamaan sivukivialueiden ohi maastoon.

Sivukivialueiden suoto- ja valumavedet ohjautuvat käytössä olevien sivukivialueiden laajennuksilta samaan suuntaan kuin nykyisin; sekä Sulkavanjärven puolelle että Saarisen puolelle. Lisäksi

osa vesistä kulkeutuu Sikopuron kautta Kuuslahteen. Laukansalon sivukivialueen suoto- ja valumavedet ohjautuvat Juurusveteen.

3.3.8 Sivukivialueiden sulkeminen

Sulkemistapa ja sulkemisrakenteet

Sivukivialueiden sulkemisen tavoitteena on maisemoida kasat siten, että ne mahdollisimman hyvin sopeutuvat maisemakuvaan ja vähentää alueesta aiheutuvia ympäristöhaittoja, kuten pölyämistä ja vesistövaikutuksia sekä sulkea alue siten, että se on pitkänkin ajan kuluessa sekä fyysisesti että kemiallisesti vakaa muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa.

Tämän hetkisen tiedon perusteella sivukivialueet suljetaan pintamaakerroksella vaiheittain, kunnes saavutetaan lopullinen täyttökorkeus. Maisemointi toteutetaan muotoilemalla välitasanteet ja läjitysalueen lakitasanne, peittämällä alueet keskimäärin metrin vahvuisella maakerroksella ja jättämällä kasvittumaan luontaisesti. Luiskat ovat jyrkkiä eikä niitä maisemoida.

Maisemointirakenteella ei varsinaisesti tavoitella pinnan tiiviyyttä. Imeytyvien vesien määrän vähentäminen ohjaamalla sade- ja sulamisvesiä maisemointirakenteiden päältä alueen ulkopuolelle on rajallista. Kasvillisuus ja etenkin puusto lisäävät sekä haihduntaa että hiilen sidontaa. Kasojen sulkemisvaiheen hiilitasetta ei ole arvioitu.

Sulkemiseen on varauduttu ja varaudutaan läjittämällä soveltuvia kaivumaita kaivosalueelle, kuten avolouhosten avaamisen yhteydessä kaivettuja pintamaita tai kuivatettujen järvien pohja-sedimenttejä. Maisemointimateriaaleilla voi olla suotovesien laatua heikentävä vaikutus ja siksi niiden laadunvalvontaan kiinnitetään erityistä huomiota. Materiaalit testataan ja hyväksytetään ennen niiden käyttöä valvovalla viranomaisella. Varastoitujen pintamaiden määrä ja laatu on käsitelty kohdassa 5.2.

Sulkemisrakenteiden vertailu parhaaseen saatavilla olevaan tekniikkaan

Sulkemisrakenteiden vaatimukset määräytyvät kaivannaisjätteen ominaisuuksien ja sijaintipaikan olosuhteiden perusteella. Tehtyjen selvitysten perusteella Yaran sivukivet eivät aiheuta riskiä ympäristölle tai ihmisille (Ramboll 2016, Envineer 2020) ja alueiden sulkeminen maisemointirakenteella on siten riittävä toimenpide.

Laajennusvaihtoehtojen VE1-VE4 sivukiven läjitysalueiden sulkemiseen liittyviä toimenpiteitä on verrattu kaivannaisjätealueiden hallinnan parhaisiin käyttökelpoisiin tekniikoihin VE0 sulkemissuunnitelman liitteessä 1.

Sivukivialueiden materiaalityö

Sivukivialueiden pinta-alasta lakialueen ja tasanteiden arvioidaan olevan noin 40 %. Laajennusvaihtoehtojen VE1 ja VE2 maisemointiin tarvittava massamäärä on noin 1,3 Mm³rtr ja vaihtoehtoisissa VE3 ja VE4 noin 0,9 Mm³rtr (Taulukko 3-2). Massamäärissä ei ole huomioitu nykyisten alueiden maisemointia, jotka on esitetty VE0 sulkemissuunnitelmassa. Materiaaliksi soveltuvat kaivumaat, jotka eivät sisällä ympäristön luontaista pitoisuutta korkeampia pitoisuuksia haitta-aineita. Kompostimaat tai erityisen humuspitoiset maat voivat myös aiheuttaa purkuvesiin ravinnepiikin, joka tasoittuu muutaman vuoden kuluessa.

Taulukko 3-2. Sivukivialueiden laajennusvaihtoehtojen maisemointiin tarvittavan maa-aineksen määrä.

Sivukivialue	YVA-Vaihtoehto	Kokonaispinta- ala	Maisemoitava osuus läjitysalu- eesta		Maisemointi- materiaalin tarve
		[ha]	[%]	[ha]	[m ³]
Ansanmäki	VE1 ja VE2	185	40 %	74,0	740 000
	VE3 ja VE4	115	40 %	46,0	460 000
Saarinen	VE1 ja VE2	50	40 %	20,0	200 000
	VE3 ja VE4	50	40 %	20,0	200 000
Itäläjitys	VE1 ja VE2	0	40 %	0,0	0
	VE3 ja VE4	50	40 %	20,0	200 000
Laukansalo	VE1 ja VE2	85	40 %	34,0	340 000
	VE3 ja VE4	0	40 %	0,0	0
Yhteensä	VE1 ja VE2				1 280 000
Yhteensä	VE3 ja VE4				860 000

Epävarmuudet ja riskit sekä lisäselvitystarpeet

Laukansalosta muodostuvan sivukivien ominaisuuksien on arvioitu olevan nykyisistä louhoksista muodostuvan sivukiven kaltaista. Tämän hetkisen tiedon perusteella sivukivikasojen rakennusta-
pa ja rakenteet ovat vastaavia kuin nykyisillä kasoilla. Sivukivien ominaisuuksista saadaan seu-
raavissa suunnitteluvaiheissa lisätietoa, joiden perusteella suunnitelmia tarkennetaan tarvittaessa.
Rakennevaatimukset määräytyvät luvituksen yhteydessä.

Sulkemisvaiheen keskimääräistä vesitasetta on arvioitu YVA-selvitysten yhteydessä, mutta sul-
kemisvaiheen vesitaseessa olisi hyvä huomioida myös ilmastomuutoksen myötä lisääntyvät sa-
dannat ja rankkasateet. Sulkemisen vesitase on tarpeen vesienhallintatoimien suunnitteluun ja
mahdollisten tulvahaittojen estämiseksi pitkällä aikavälillä.

Sivukivialueiden typpi- ja sulfaattikuormituksen on todettu kumuloituvan läjityskorkeuden kasva-
essa, mutta pienentyvän läjityksen loppumisen jälkeen. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 typpi- ja sul-
faatti kuormitus on kolmanneksen suurempi kuin vaihtoehtojen VE3 ja VE4. Kuormitusta ja taset-
ta on perusteltua tarkkailla ja arvioida toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen ja tarvittaessa
päivittää sulkemisen toimenpiteitä. Pintamateriaaleihin liittyvän sulfaattikuormituksen estäminen
tai vähentäminen on käsitelty kohdassa 5.

Sivukivialueiden pohjavesivaikutusten on todettu olevan vähäisiä. Sulkemisvaiheessa avolouhos-
ten täyttymisellä voi olla vaikutusta sivukivialueiden pohjavesipintaan ja virtaaman suuntiin, millä
voi olla vaikutusta sivukivialueiden pohjavesivaikutuksiin.

Yaran sivukiven rapautumisella voi olla vaikutusta kasan stabiiliteettiin ja painumiseen ja sitä
kautta turvallisuuteen. Rapautuneen kiven geoteknisiä ja geokemiallisia ominaisuuksia voi olla
perusteltua selvittää. Suljetuilta sivukivialueilta johdettavien sade- ja sulamisvesien uomat voivat
jyrkällä täyttöalueella vaurioitua eroosion takia, mikä olisi hyvä huomioida alueiden muotoilussa
ja ojarakenteiden materiaalivalinnoissa.

Sulkemiseen liittyviä epävarmuuksia ja tunnistettuja riskejä on koottu taulukkoon (Taulukko 3-3).

Taulukko 3-3. Sivukivialueiden sulkemiseen liittyvät riskit ja epävarmuudet.

Riski tai epävarmuus	Toimenpiteet
Sivukiven hyödyntäminen	Sivukiven lajittelu huomioiden hyödyntämismahdollisuus sulkemisen jälkeen
Sivukiven ominaisuudet	- Sivukiven karakterisointi ja pitkäaikaiskäyttäytyminen Laukansalon louhoksen kivistä - Sivukiven pitkäaikaiskäyttämisen (selvitys tekeillä nykyisistä kivistä) tulosten arviointi - Sivukiven rapautuminen pitkällä aikavälillä ja sen vaikutus kiven geoteknisiin ominaisuuksiin
Sivukivikasan käyttäytyminen	- Kasan stabiliteetti sulkemisvaiheessa huomioiden mahdollinen kiven rapautuminen - Kasan painuma-arvio - Turvallisuusriskien arviointi pitkällä aikavälillä
Vesien hallinta	- Sulkemisvaiheen vesitase huomioiden harvoin toistuvat sadetahtumat - Pintavesien aiheuttaman eroosioriskin huomiointi vesienjohtamisrakenteissa
Suotovesien käsittelytarve	- Suotovesien tarkkailu; erityisesti typpikuormituksen kumuloitumisen ja sulfaattikuormituksen taseen seuranta - Käsittelytarpeen arviointi sulkemisen jälkeen ja mahdolliset toimenpiteet (tekeillä selvitys, joilla suotovesikuormitusta voidaan pienentää toiminnan aikana)

3.4 Rikastushiekka-alueet

Rikastushiekan määrä voi rikastamon kapasiteetin noston myötä nousta nykyisestä 10 Mt/a tasolle 13 Mt/a. Sakeutettu hiekka pumpataan vaihtoehdossa VE1–VE4 Mustin rikastushiekka-alueelle, jota laajennetaan vaihtoehdosta riippuen joko itään tai pohjoiseen. Lisäksi rikastushiekkaa tullaan läjittämään kaikissa vaihtoehdossa VE1–VE4 Mustin nykyisen rikastushiekka-alueen eteläosaan noin 40 Mm³. Huoltotilanteissa ja mahdollisissa poikkeustilanteissa säilyy mahdollisuus pumpata hiekkaa myös Raasion rikastushiekka-alueelle.

Rikastushiekka on luokiteltu Itä-Suomen Aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksessä (ISAVI/1194/2015, muutos ISAVI/1499/2019) pysyväksi vaarattomaksi jätteeksi (jäteluokitusnumero 010412). Rikastushiekka-alueet on patoviranomainen luokitellut suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaviksi kaivannaisjätteiden jätealueiksi, ja altaita ympäröivät reunapadot ovat siten 1-luokan patoja.

Laukansalon malmin rikastuksessa muodostuvan rikastushiekan arvioidaan olevan ominaisuuksiltaan saman kaltaista kuin nykyisen rikastushiekan. Rikastushiekan ominaisuuksista saadaan lisätietoa seuraavissa suunnitteluvaiheissa ja toiminnan aikana. Rikastushiekka-alueiden lopulliset rakenteet määrittyvät läjitettävän jätteen ominaisuuksien perusteella luvituksen yhteydessä.

3.4.1 Rikastushiekka-alueita koskevat viranomaismääräykset

Laajennusalueiden sulkemisen vaatimuksia peilataan voimassa olevan ympäristöluvan (ISAVI/1194/2015, muutos ISAVI/1499/2019) määräyksiin:

34 ... Raasion ja Mustin rikastushiekan läjitysalueet on jälkihoitettava. Jälkihoitotöihin kuuluu tarpeen mukaan läjitysalueen pinnan muotoilu, pintakerroksen rakentaminen ja maise-mointi sekä alueen suoto- ja valumavesien kerääminen ja johtaminen sekä alueen kunnos-sapito ja tarkkailu.

3.4.2 Rikastushiekka-alueelle läjitettävien kaivannaisjätteiden ja niistä suotautuvan veden ominaisuudet

Rikastushiekan mineraalikoostumuksen, kaivannaisjäteluokituksen ja jäteominaisuuksien arvioi-daan vastaavan nykyisestä toiminnasta muodostuvaa rikastushiekkaa. Nykyisen rikastushiekan ominaisuudet on kuvattu vaihtoehdon VE0 sulkemissuunnitelmassa.

Laukansalon louhinnan myötä syntyvän rikastushiekan laatua on tutkittu Laukansalon kairanäyt-teistä tehdyn koerikastuksen avulla. Rikastushiekan tutkitut metallien, PAH-yhdisteiden, bentsee-nin ja öljyhiilivetyjen (C5-C40) pitoisuudet alittivat vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat sovellettavat pitoisuusrajat ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti. Rikastushiekan PCB-yhdisteiden kokonaispitoisuus (<0,01 mg/kg) alitti POP-asetuksessa annetun raja-arvon (50 mg/kg). Tutkitun näytteen edustama rikastushiekka luokiteltiin vaarattomaksi, tavanomaiseksi jätteeksi (jätenumero 01 04 12). (Eurofins Ahma Oy 2020)

Rikastushiekan suotovesien arvioidaan vastaavan nykyisellä rikastushiekka-alueella muodostuvaa suotovettä. Suotovedet sisältävät tyypillisesti sulfaattia ja fluoridia. Sulfaatti on peräisin rikastus-prosessissa käytetystä rikkihaposta ja sen pitoisuudessa tai kuormituksessa ei ole esiintynyt suur-ta vaihtelua viime vuosina. Fluoridia on käytetty merkkiaineena suotautuvien vesien kokonais-määrän arvioinnissa. Suotovesien fosforipitoisuudet ovat olleet tyypillisesti erittäin pieniä, mutta viimeisten vuosien aikana on ollut viitteitä fosforikuormituksen kasvusta.

Rikastushiekan geotekniset ominaisuudet määrittävät sen rakeisuuden ja vesipitoisuuden mukaan eivätkä poikkea vaihtoehdossa VE0 kuvatusta ja on kuvattu sitä koskevassa sulkemissuunnitel-massa.

3.4.3 Rikastushiekka-alueiden rakenteet ja läjitystapa

Tämän hetkisen tiedon perusteella laajennusalueiden ja reunapatojen rakentaminen tehdään sa-moja menetelmiä käyttäen kuin nykyisinkin. Laajennusalueet rajataan reunapadoilla maastoon ja rikastushiekka läjitetään pohjamaan päälle, josta on raivattu puusto. Rakennettavat reunapadot perustetaan tiiviin ja kantavan maaperän tai kallion varaan. Padot rakennetaan suotaavina joko homogeenisina moreenipatoina tai vyöhykepatoina korkeiden maastonkohtien väliin. Laajennus-alueiden alle jää vanhoja reunapatoja, jotka esitetään aikanaan lakkautettaviksi. Seuraavissa suunnitteluvaiheissa rikastushiekka-alueiden suunnitelmia päivitetään tarvittaessa lähtötietojen tarkentuessa. Rakennevaatimukset

Patojen suunnittelussa, rakentamisessa, luokittelussa ja tarkkailussa sekä käytöstä poistossa noudatetaan patoturvallisuuslain ja ympäristöluvan vaatimuksia sekä asianomaisten viranomais-ten ohjeita. Patorakenteita ei käsitellä tässä selostuksessa tarkemmin.

Rikastushiekkapasta pumpataan rikastushiekka-alueen päälle ja läjitetään louhetukipenkereitä hyödyntäen samaa läjitysmenetelmää käyttäen kuin nykyisin. Tukipenkereet sijoittuvat laajen-nusalueen sisälle, joten tukipenkereen ja reunapadon välille muodostuu vesivarasto.

3.4.4 Mustin rikastushiekka-alue

Mustin rikastushiekka-alueen suunnitellut laajennusalueet sijoittuvat VE0 vaihtoehdon jatkoksi. laajennusten alueella topografia vaihtelee voimakkaasti ja alueilla sijaitsee moreenikumpareita, soita, lampia ja peltoja. Maapeite on paikoin ohut ja paikoitellen esiintyy kalliopaljastumia (Afry, 2023).

Vaihtoehdoissa VE1 ja VE3 rikastushiekka-aluetta laajennetaan pohjoiseen. Laajennuksen kokonaispinta-ala on noin 430 ha ja lakikorkeus +250 m mpy. Valmiin alueen kokonaistäyttötilavuus on noin 283 Mm³. Kartta-tarkasteluiden perusteella pohjamaa koostuu pääsääntöisesti hienoainemoreeneista ja lisäksi alueella on kalliomaita, liejua, hietaa sekä soraa (GTK, maaperäkartta).

Vaihtoehdoissa VE2 ja VE4 Mustin rikastushiekka-aluetta laajennetaan itään. Laajennuksen kokonaispinta-ala on noin 440 ha ja lakikorkeus +250 m mpy. Valmiin alueen kokonaistäyttötilavuus on noin 283 Mm³. Kartta-tarkasteluiden perusteella maaperä koostuu pääosin hienoainemoreeneista ja kalliomaasta. Laajennuksen alueella on myös liejua, savea ja hietaa (GTK, maaperäkartta).

Laajennuksen alueella ei YVA-vaiheessa ole tehty pohjatutkimuksia, mutta karttatarkasteluiden perusteella laajennusalueiden pohjamaa on alueelle tyypillistä ja vastaavat jo olemassa olevan rikastushiekka-alueen pohjaolosuhteita (GTK, maaperäkartta).

3.4.5 Raasion rikastushiekka-alue

Raasion rikastushiekka-alueen ja vesivaraston käyttö ja sulkeminen eivät poikkea vaihtoehdosta VE0 ja on kuvattu VE0 sulkemissuunnitelmassa.

3.4.6 Rikastushiekka-alueiden vesien hallinnan periaatteet

Laajennusalueiden suoto- sekä sade- ja sulamisvesiä tasataan ja laskeutetaan rikastushiekka-alueiden vesivarastossa ja Mustin vesialtaassa. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE3 rikastushiekka-alueen länsipuolelle rajataan padoilla uusi vesivarasto, jonka tilavuus on 4,75 Mm³. Nykyinen Mustin vesiallas ja uusi vesivarasto yhdistetään myöhemmin ylivuotokynnyksen kautta, molemmissa vesipinnan vaihteluväli on +126,00...+132,40 m mpy. Mustin altaaseen ohjataan myös pastalaitoksen ylitevesiä. Mustin altaasta vedet pumpataan Raasion altaaseen.

Vaihtoehdossa VE2 ja VE4 rikastushiekka-alueen laajennuksen itä- ja eteläreunalle muodostuu erilliset vesivarastot, joiden yhteenlaskettu tilavuus on 3,71 Mm³. Vesivarastoista vedet johdetaan pumppaamalla Mustin nykyiseen vesivarastoon. Uusien vesivarastoiden HW tulee olemaan +135...+137,4 m mpy.

3.5 Rikastushiekka-alueiden sulkeminen

Sulkemistapa ja sulkemISRakenteet

Vaihtohteiden VE1-VE4 sulkemisen tavoitteet ja sulkemistapa eivät poikkea VE0 vaihtoehdon tavoitteista ja on kuvattu tarkemmin sitä koskevassa sulkemissuunnitelmassa. Rikastushiekka-alueiden sulkemisen tavoitteena on vähentää alueesta aiheutuvia ympäristöhaittoja, kuten pölyämistä ja vesistövaikutuksia sekä sulkea alue siten, että se on pitkänkin ajan kuluessa sekä fyysisesti että kemiallisesti vakaa muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa.

Yaran tavoitteen on pyrkiä säilyttämään rikastushiekka-alueelle muodostunut monipuolinen lintukosteikko ja kasvillisuus sekä edistää kasvillisuudella hiilen sidontaa. Kasvukerroksen rakentamisella ja sopivan siemenseoksen valinnalla nopeutetaan ja varmistetaan kasvillisuuden kehittymisen. Kuivalle ketoalueelle soveltuvalla kylvösiemenseoksella voidaan vahvistaa myös alueen biodiversiteettiä ja vaikuttaa hiilen sidontaan.

Sulkemisen jälkeen alueen suoto- ja hulevedet johdetaan käsittelyyn allaspuhdistamolle niin kauan kuin vesien laatu sitä edellyttää ja sen jälkeen maaston luonnolliseen purkusuuntaan.

Mustin luoteislaajennuksen vaihtoehtoisissa VE1 ja VE3 suoto- ja valumavedet johdetaan sulkemisen jälkeen laajennusalueelta painovoimaisesti Mustin vesialtaan kautta käsittelyyn. Laajennusalueen vesivarastot ovat yhteydessä Mustin vesialtaaseen ylivuotokynnyksen kautta, joka rajoittaa rikastushiekkatäytön sisäisen vesipinnan laskua. Laajennusalueen lounaisreunalla alkuperäinen maanpinta on ylivuotokynnyksen tason alapuolella ja vedet padottavat topografian perusteella laajennuksen jälkeen alueella.

Itälaajennuksen vaihtoehtoisissa VE2 ja VE4 maaston topografian perusteella laajennusalueen sisäistä vesipintaa on mahdollista laskea alkuperäisen maanpinnan tasoon, jolloin laajennusalueen suoto- ja valumavesien purkusuunta on mahdollista palauttaa alkuperäisen valuma-alueen suuntaan. Mustin nykyisen rikastushiekka-alueen vesienjohtaminen sulkemisen jälkeen on kuvattu VE0 sulkemissuunnitelmassa.

Mustin rikastushiekka-alueella läjitys jatkuu VE1-VE4 vaihtoehtoisissa, kunnes läjitys on suunnitellulla täyttötasolla. Rakentamista ja hiekan läjitystä tehdään vaihteittain ja maisemointia täytön edistymisen myötä. Toiminnan aikana pölyhaittoja vähennetään kylvämällä avoinna olevalla läjitysalueella hiekan pintaan sopiva siemenseos.

Mustin rikastushiekka-alueen nykyiset eteläosan ketoalue ja pohjoispuolen vesivarasto jäävät laajennusten alle. Laajennusalueiden rakennustapa on samanlainen kuin nykyisin ja sinne arvioidaan muodostuvan samankaltaiset olosuhteet kuin nykyisellä alueella. Laajennusalueiden rakentaminen ja käyttöönotto tapahtuu vaihteittain, joten edellytykset nykyisenkaltaisen lintukosteikon ja ketoalueen muodostumiselle ovat olemassa.

Mustin vesiallasta tarvitaan niin pitkään kuin suoto- ja valumavesiä on tarpeen käsitellä ja allas on mukana vesikierrossa. Mustin rikastushiekka-alueen reunapatoja tarkkaillaan myös sulkemisen jälkeen patoturvallisuuslakien mukaisesti. Patojen lakkauttaminen edellyttäisi täytön sisäisen vesipinnan laskemista pysyvästi sellaiselle tasolle, että täytöstä ei aiheudu missään olosuhteissa sortumavaaraa.

Sulkemisrakenteiden vertailu parhaaseen saatavilla olevaan tekniikkaan

Sulkemisrakenteiden vaatimukset määräytyvät kaivannaisjätteen ja sen sijaintipaikan olosuhteiden perusteella. Yaran rikastushiekka ei tehtyjen selvitysten perusteella aiheuta riskiä ympäristölle tai ihmisille (Ramboll 2016, Envineer 2020) ja alueiden sulkeminen kasvukerroksella ja kylvämällä täyttää siten kaivannaisjätealueen parhaan käyttökelpoisen tekniikan vaatimukset.

Laajennusvaihtoehtojen VE1-VE4 rikastushiekka-alueiden sulkemiseen liittyviä toimenpiteitä on verrattu kaivannaisjätealueiden hallinnan parhaisiin käyttökelpoisin tekniikoihin VE0 sulkemissuunnitelman liitteessä 1.

Rikastushiekka-alueiden sulkemistilanne ja materiaalitytve

Rikastushiekka-alueiden kasvukerrokseksi soveltuvat humuspitoiset kaivumaat, jotka eivät sisällä ympäristön luontaista pitoisuutta korkeampia pitoisuuksia haitta-aineita tai eivät ole sulfaattimaita. Kompostin käyttöä ei suositella, koska se aiheuttaa itsessään ravinnepestöpiikin, joka tosin tasoittuu ajan myötä.

YVA-vaihtoehtoisissa VE1-VE4 maisemointimateriaalin tarte on 30 cm kerroksella laskettuna noin 0,7 Mm³, ja kun Raasion sulkeminen huomioidaan, noin 1 Mm³ (Taulukko 3-4). Vaihtoehtoisissa VE1 ja VE3 maisemointimateriaalin tarte on hieman pienempi, noin 60 000 m³.

Taulukko 3-4. Rikastushiekan läjitysalueet, maisemoitava hiekka-alue ja materiaalitytve. (Ramboll, 2023)

Rikastushiekka-alue	YVA-Vaihtoehto	Laajennusalue	Korotettava eteläosa	Maisemoitava lakialue yhteensä	Maisemointimateriaalin tarte (h=0,3 m)
		[ha]	[ha]	[ha]	[Mm ³]
Musti	VE1, pohjoinen	430	460	220	0,66
	VE2, itä	440	460	240	0,72
	VE3, pohjoinen	430	460	220	0,66
	VE4, itä	440	460	240	0,72
	Vesialue	70	-		-
Raasio	Läjitysalue	170	-	126,1	0,38
	Sakkojen läjitysalue	10,5	-	5,7	0,02
	Vesialue	70	-		-

Epävarmuudet, riskit ja lisäselvitystarpeet

Laukansalon malmin rikastuksen yhteydessä muodostuvan rikastushiekan ominaisuuksien on arvioitu olevan nykyisen rikastushiekan kaltaista. Tämän hetkisen tiedon perusteella rikastushiekka-alueen rakennustapa ja rakenteet ovat vastaavia kuin nykyisillä kasoilla. Rikastushiekan ominaisuuksista saadaan seuraavissa suunnitteluvaiheissa lisätietoa, joiden perusteella suunnitelmia tarkennetaan tarvittaessa. Rakennevaatimukset määräytyvät luvituksen yhteydessä.

Sulkemisvaiheen keskimääräistä vesitasetta on arvioitu YVA-selvitysten yhteydessä tarvittavalla tarkkuudella. Seuraavissa suunnitteluvaiheissa sulkemisvaiheen vesitaseessa olisi hyvä huomioida myös harvoin toistuvat sadannat ja rankkasateet, jotka todennäköisesti lisääntyvät ilmastomuutoksen myötä. Vesitaseessa tulisi mallintaa myös täyttöön imeytyviä vesimääriä sekä maahan imeytyvää vesimäärää sulkemisvaiheen sisäisen vesipinnan tasolla. Sulkemisvaiheen tarkennettu vesitase on tarpeen vesienhallintatoimien suunnitteluun vasta sulkemissuunnittelun myöhemmissä vaiheissa.

Sulkemusrakenteiden ja pintavesiuomien eroosio voi aiheuttaa riskiä pintarakenteelle, mikä tulisi huomioida sulkemissuunnittelussa tasauksessa, materiaalivalinnoissa ja kasvilajeissa. Louhetukipenkereen vedenjohtavuutta tulisi arvioida pitkällä aikavälillä.

Sulkemissuunnittelun vesienhallintasuunnitelmassa tulisi riskien pienentämiseksi arvioida mahdollisuuksia ja tarvittavia toimenpiteitä vesien johtamiseen painovoimaisesti purkuun pitkällä aikavälillä. Lisäksi tulisi arvioida täytön stabiliteettia sisäisen vesipinnan eri tasoilla sulkemisen jälkeen. Rikastushiekka-alueiden sisäisellä vesipinnalla ja vesipinnan muutoksilla voi olla vaikutuksia myös suotoveden laatuun ja mahdollisesti alueen metaanipäästöihin täytön alapuolisesta orgaanisesta aineksesta. Sisäisen vesipinnan korkeudella on vaikutusta maaperään ja pohjavesiin imeytyvään vesimäärään hydrologisen paineen mukaisesti.

Sulkemisen jälkeen rikastushiekan mukana ei alueelle tule lisävettä, mutta vesivarastoihin kertyvä vesimäärä on edelleen suuri, koska kaikki alueen sade- ja sulamisvedet päätyvät lopulta vesivarastoihin, joko pintavaluntana tai suotautumalla täytön läpi. Vesien laadun ja käsittelytarpeen arviointi pitkällä aikavälillä on tarpeen vesien käsittelyn suunnittelemiseksi.

Rikastushiekka-alueiden sulkemiseen liittyviä riskejä ja epävarmuuksia on esitetty taulukossa (Taulukko 3-5).

Taulukko 3-5. Rikastushiekka-alueiden sulkemiseen liittyvät riskit ja epävarmuudet.

Riski tai epävarmuus	Toimenpiteet
Rikastushiekan ominaisuudet	Rikastushiekan karakterisointi, käyttäytyminen pitkällä aikavälillä (tekeillä)
Rikastushiekkakasan käyttäytyminen	- Täytön stabiliteetti sisäisen vesipinnan eri tasoilla - Täytön painumisarvio
Suljetun alueen vesi- ja ainetase	Vesitase, jossa huomioitu harvoin toistuvat sadetapahtumat ja mallinnettu mm maahan imeytyvä suotovesimäärä suhteessa sisäiseen vesipintaan
Sulkemisvaiheen vesienhallintasuunnitelma	Vesienhallintasuunnitelma, jossa on esitetty toimenpiteet vesivarastojen ja altaiden sekä pumppausten osalta ja arvioitu mahdollisuutta sisäisen vesipinnan laskemiseen, painovoimaiseen vesien johtamiseen ja hulevesien erotteluun suotovesistä.
Pintavaluntavesien hallinta	Suunnitelma pintavesien johtamisesta läjitysalueen päältä, mahdolliset eroosiosuojaustoimenpiteet ja herkkyytarkastelu louhetukipenkereen vedenjohtavuudesta
Suotovesien laatu ja käsittelytarve	- Arvio suotoveden käsittelytarpeesta ja mahdollisista passiivisista käsittelymenetelmistä sulkemisvaiheessa - Selvitys rikastushiekka-alueen vaikutuksesta pohjavesiin pitkällä aikavälillä
Maisemointisuunnitelman esiselvitykset	- Lisäselvitykset lintukosteikon pesimä- ja levähdyspaikkojen säilyttämisen edellytyksistä sulkemisvaiheessa - Kasvillisuuden koealat alueelle soveltuvan, monimuotoisen ja kestäväen kasvillisuuden ja puuston siemenseoksen valintaan

4. Kaivannaisjätealueiden vesien hallinta ja käsittely

4.1 Uusien tuotantoalueiden vesienkäsittelyalueet ja altaat

Laajennusvaihtoehtojen vesien hallintaa on arvioitu alustavasti vesitaseen avulla. Kaivoksen laajennushankkeen myötä ei perusteta uusia raakavedenotto pisteitä. Kaivoksen vesikiertoon muodostuva vesiylimäärä johdetaan vesien puhdistusprosessiin ennen Kuuslahteen johtavaan Sikopuuroon laskemista. Laukansalon louhosvesien osalta tarkastellaan vesien johtamista suoraan Kuuslahteen / Juurusveteen tai päälouhoksen kuivanapitojärjestelmän kautta Sikopuuroon ja edelleen Kuuslahteen. Sivukivialueilta vedet johdetaan tarkkailupisteiden kautta ojia pitkin niiden luontaisille valumareiteille.

Vaihtoehtoissa VE1 ja VE3 allaskapasiteettia lisätään noin 4,75 Mm³ hyödyntämällä rikastushiekka-alueen laajennusta. Laajennusalueen lounais-/länsireunalle muodostuu vesivarasto, josta tämän hetkisen suunnitelman mukaan ohjataan vesiä ylivuotorakenteen kautta nykyisin käytössä

olevalle vesialtaalle. Vesille varatun alueen tilavuuden määrittelyssä on huomioitu mahdollinen veden mukana kulkevan kiintoaineen kertyminen altaisiin ja sen aiheuttama mahdollinen tilavuuden pientyminen sekä varautuminen häiriötilanteisiin riittävällä vesivarastotilavuudella. Nykyisen Mustin vesialtaan sekä Mustin laajennuksen vesivaraston ylivesikorkeus (HW) tulee olemaan +132,4 m mpy.

Vaihtoehtoissa VE2 ja VE4 vesivarastokapasiteettia lisätään noin 3,71 Mm³ varaamalla laajennuksen itä- ja eteläreunalle alue vesivarastolle. Nykyistä vesiallasta ja uutta vesivarastoa ei yhdistetä yhdeksi altaaksi. Vesille varatun alueen tilavuuden määrittelyssä on huomioitu mahdollinen veden mukana kulkevan kiintoaineen kertyminen altaisiin ja sen aiheuttama mahdollinen tilavuuden pientyminen sekä varautuminen häiriötilanteisiin riittävällä vesivarastotilavuudella. Mustin nykyisen vesialtaan ylivesikorkeus (HW) tulee olemaan +132,4 m mpy. Uuden vesivaraston ylivesikorkeus (HW) tulee tämän hetkisten suunnitelmien mukaan olemaan +135...+137,4 m mpy.

Vaihtoehtoissa VE1 ja VE3 vesienohjaus Mustin rikastushiekka-alueelta kaivoksen sisäiseen vesikiertoon pystytään alustavien arvioiden mukaan hoitamaan painovoimaisesti. Vaihtoehtoissa VE2 ja VE4 vesienohjaus Mustin rikastushiekka-alueelta kaivoksen sisäiseen vesikiertoon pystytään alustavien arvioiden mukaan hoitamaan pumppaamalla.

4.1.1 Sulkemisvaiheen vesienhallinta

Vesienhallinnan tavoite

Sulkemisvaiheen vesienhallinnan tavoitteena on vähentää kaivannaisjätealueista aiheutuvia pinta- ja pohjavesivaikutuksia ja varmistaa että vesienhallintarakenteet ovat pitkänkin ajan kuluessa sekä fyysisesti että kemiallisesti vakaita muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa.

Yaran lisätavoitteena on vähentää vesienhallinnan kunnossapito- ja ohjaustarvetta, pitää välttämättömät vesienhallintaan liittyvät rakenteet kuten pumppaamot ja padot kunnossa, vähentää käsittelyä vaativien vesijakeiden määrää ja pitkän aikavälin tavoitteena korvata mahdollisuuksien mukaan aktiivinen vesien puhdistus passiivisilla menetelmillä.

Vesienhallinnan toimenpiteet

Sulkemisajan vesienhallinta perustuu vesitaseeseen ja ainemääräarvioihin. Vesikierron vesi- ja ainetasetta sekä allaspuhdistamon purkuvirtaamaa on mallinnettu nykytilanteessa ja YVA:n vaihtoehtoilla vuosien 2020–2022 säätiedoilla (Envineer, 2023). Vesikierron vesi- ja ainetaseen arviot kaivannaisjätealueiden osalta on kuvattu edellä, kappaleessa 3.

Toiminnan loputtua prosessivesiä ei enää muodostu. Rikastushiekka-alueilta ja sivukivien läjitys-alueilta sade- ja sulamisvesistä muodostuu edelleen suoto- ja pintavalumavesiä, joita pumpataan vesien laadun perusteella joko käsittelyyn tai purkuun. Avolouhosten kuivana pito lakkaa ja louhokset alkavat täyttyä vedellä. Louhosjärvien täytyttyä niiden ylivuodon suunta määräytyy ympäröivän alueen topografiasta. Suoto- ja pintavesien tarkkailu jatkuu ja vesien käsittelyä jatketaan niin pitkään kuin vesien laatu sitä edellyttää. Sulkemistoimenpiteillä ei ole vaikutusta kaivannaisjätealueiden ympärysvesien johtamiseen, mutta louhosjärvien ylivuotovesien ja rikastushiekka-alueilta mahdollisesti maastoon johdettavien vesien purkusuunnat poikkeavat toiminnan aikaisista purkusuunnista, mikä vaikuttaa valuma-alueisiin ja purkuvesistöihin.

Sulkemisajan vesienhallinnan vertailu parhaaseen saatavilla olevaan tekniikkaan

Laajennusalueiden VE1-VE4 vesienhallintatoimet on suunniteltu YVA arvioinnin edellyttämällä tarkkuudella. Sulkemisen jälkeinen vesienhallinta tarkentuu seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Siten toimenpiteitä ei tässä vaiheessa ole mahdollista verrata parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan.

Epävarmuudet, riskit ja lisäselvitystarpeet

Sulkemisajalle tulisi laatia vesienhallintasuunnitelma, jossa otetaan kantaa vesienhallinnan muutoksiin ja sulkemisjärjestykseen, esimerkiksi, mitkä vesialtaat jäävät käyttöön, voidaanko osa vesikierron pumppaamoista sulkea ja vedet ohjata mahdollisesti eri reittiä maastoon. Sulkemisajan vesitase tulisi mallintaa myös poikkeuksellisilla sadantamäärillä ja sateen rankkuuksilla ja mikä vaikutus sulkemisella on valuma-alueisiin, purkusuuntiin ja tulvariskialueisiin.

Nykyisen käsityksen mukaan rikastushiekka-alueiden reunapadot jäävät käyttöön myös sulkemisen jälkeen. Padoissa voi tapahtua pitkällä aikavälillä muutoksia, jotka heikentävät niiden kuntoa, kuten suodatinrakenteiden tukkeutuminen. Patoja tarkkaillaan ja kunnossapidetaan sulkemisen jälkeen patoturvallisuuslain mukaisesti, mutta pitkällä aikavälillä tarkkailun ja kunnossapidon tarve voi olla riski.

Patojen lakkauttaminen edellyttäisi rikastushiekkatäytön stabiliteetin varmistamista täytön sisäistä vesipintaa laskemalla. Sulkemisen vesienhallintasuunnitelmassa tulisikin tarkastella mahdollisuuksia laskea sisäistä vesipintaa esimerkiksi lisäämällä purkukohtia maastoon.

Sulkemisvaiheen vesienhallintaan liittyviä epävarmuuksia ja tunnistettuja riskejä on koottu taulukkoon (Taulukko 4-1).

Taulukko 4-1. Sulkemisvaiheen vesienhallintaan liittyvät riskit ja epävarmuudet.

Riski tai epävarmuus	Toimenpiteet
Vesien hallinta sulkemisvaiheessa	- Sulkemisvaiheen vesienhallintatoimenpiteet ja niiden järjestys - Selvitys avolouhosten ylivuotovesistä
Vesimäärät	Sulkemisvaiheen vesitase, jossa on huomioitu sään ääri-ilmiöt ja prosessikierron päätyminen
Vesien laatu	- Sulkemisvaiheen vesien ainetase - Vesien käsittelytarve pitkällä aikavälillä ja mahdolliset passiivisen käsittelyn menetelmät
Pohjavedet	Hydrologinen mallinnus pohjavesien tasosta sulkemisen jälkeen, kun avolouhokset ovat täyttyneet vedellä

5. Materiaalien hallinta

Yara hyödyntää sulkemisorakenteissa mahdollisimman paljon alueelle väliavarastoituja, teknisesti ja laadullisesti soveltuvia kaivumaita ja sivukiviä.

Koko toimintaa koskevassa ympäristöluvassa (ISAVI/1194/2015, muutos ISAVI/1499/2019) Itä-Suomen Aluehallintovirasto on luokitellut ylijäämämaat niiden jäteominaisuuksien mukaan pysyväksi, vaarattomaksi (termi aiemmin tavanomainen) jätteeksi (jäteluokitusnumero 01 01 02) ja niiden läjitysalueet muuksi kaivannaisjätteen jätealueeksi. Luokittelu on sama kuin aiemmissa lupapäätöksissä.

5.1 Hyödynnettäviin maihin liittyvät lupamääräykset

Laajennusalueiden VE1-VE4 maa- ja kiviaineksen käsittelyssä noudatetaan nykyisen luvan määräyksiä, jotka on kuvattu vaihtoehtoon VE0 sulkemissuunnitelmassa.

5.2 Maisemointimateriaalit

Sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden maisemointimateriaalien tarve on laajennusalueilla kaksinkertainen VE0 vaihtoehtoon verrattuna. VE3 ja VE4 vaihtoehtoisissa materiaalitarve on pienin (noin 3,07 Mm³ ja 3,13 Mm³) ja noin 0,5 Mm³ pienempi kuin vaihtoehtoisissa VE1 ja VE2 (3,5 Mm³ ja 3,56 Mm³). Massamäärät ovat laskennallisia ja todelliset määrät ovat jonkin verran suurempia.

YVA-vaihtoehtojen rakentamisen ylijäämämaat

Sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden laajennusalueet perustetaan pohjamaan varaan eikä alueilta muodostu ylijäämämaita maisemointia varten. Louhosten laajennusalueilta muodostuu pintamaita ja Saarisesta sedimenttejä, joita voidaan käyttää maisemointiin. Yhteensä laajennusalueilta muodostuu sulkemisessa hyödynnettäviä kaivumaita noin 3,9 Mm³ ja sulkemisen kasvukerroksissa mahdollisesti hyödynnettävää orgaanista ainesta noin 0,9 Mm³.

YVA-vaiheen määrääriiot ovat vielä karkeita ja tarkentuvat seuraavissa suunnitelmavaiheissa. Maisemointimateriaaleja arvioidaan tässä vaiheessa olevan kuitenkin riittävästi sulkemisrakenteisiin.

6. Laadun hallinta

6.1 BAT ja BREF vertailu

Sulkemistoimenpiteitä on verrattu kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF -vertailuasiakirjan BAT-päätelmien YVA vaihtoehtoon VE0 sulkemissuunnitelman liitteessä 1. Taulukkomuotoinen liite sisältää kaivoksen laajentamisen YVA:n kaikkien vaihtoehtojen VE0-VE4 vertailun kaivannaisjäte-alueiden hallintaa koskeviin BAT-päätelmiin pohjautuen ympäristöministeriön oppaaseen (Ympäristöministeriö, 2020).

BAT-päätelmiä voidaan käyttää ohjaavana tietona arvioitaessa sitä, vastaako toiminta parasta mahdollista käyttökelpoista tekniikkaa. BAT-päätelmät eivät ole sitovia ja kaivannaisjätteiden hallinnassa voidaan käyttää myös muita tekniikoita, joilla saavutetaan vähintään samaa luokkaa oleva ympäristönsuojelullinen taso.

6.2 Sulkemistyön aikainen laadun valvonta ja toteaminen

Sulkemisen toteutussuunnitelmissa esitetään työn aikaiset laadunvalvontatoimenpiteet ja niiden raportointi. Valvonta koostuu urakoitsijan, tilaajan ja ulkopuolisen valvojan suorittamasta rakennustyön valvonnasta, joka raportoidaan ympäristölupien mukaisesti valvovalle ympäristöviranomaiselle.

7. Jälkihoito ja tarkkailu

Suljettujen jätealueiden painumista, rakenteiden kuntoa, sisäistä veden pintaa ja pohja-, pinta- ja suotovesien laatua ja määrää tarkkaillaan sulkemissuunnittelun edetessä tarkentuvien tarkkai-

luohjelmien mukaisesti. Puusto ja kasvillisuus poistetaan säännöllisin väliajoin riippuen pintarakennekerroksista ja pintarakenteen paksuudesta.

8. Alueiden käyttö sulkemisen jälkeen

Yaran tavoitteena on sulkea kaivosalue turvallisesti ja kaivostoiminnan lopettamisen jälkeen alueet saatetaan kaivosviranomaisten turvallisuusmääräysten mukaiseen kuntoon. Yara omistaa suljettavan kaivosalueen kiinteistöt ja kiinteistöille kulkua joudutaan rajoittamaan esimerkiksi puomeilla, koska alueelle jää vaarallisia alueita kuten avolouhokset ja sivukivialueet tai suojattavia alueita, kuten vesienkäsittely.

Niitä alueita, joilla liikumista rajoitetaan turvallisuussyistä, voi olla mahdollista hyödyntää sulkemisen jälkeen muuhun käyttöön, esimerkiksi aurinko- tai tuulivoiman tuotantoon.

Muiden alueiden osalta Yara selvittää, millä ehdoilla ja laajuudella alueita voitaisiin osoittaa virkistyskäyttöön sulkemisen ja maisemoinnin jälkeen.

Alueiden jatkokäytöstä keskustellaan esimerkiksi sulkemisen toteutussuunnittelun yhteydessä oman henkilöstön, viranomaisten ja paikallisyhteisöjen kanssa.

9. Sulkemisvaiheen riskien hallinta

Sulkemissuunnitelman yhteydessä tunnistettuja sulkemisvaiheen suurimpia yleisiä riskejä on kuvattu tässä kappaleessa ja taulukossa (Taulukko 9-1). Näiden lisäksi kappaleessa 3 on kuvattu kaivannaisjätealueiden erityisiä sulkemisen riskejä ja kappaleissa 4–6 tarkemmin vesien, materiaalien ja laadun hallintaa.

Sulkemisen suunnittelu perustuu ajantasaiseen tietoon toteutetuista rakenteista, kaivannaisjätteiden karakterisoinnista, todetuista tarkkailutuloksista ja ympäristövaikutuksista sekä vastaanotavan vesistön ja ympäristön tilasta. Laajennusalueiden osalta tarkentuvat tiedot voivat johtaa sulkemisen toimenpiteiden uudelleen arviointiin ja päivitykseen.

Ympäristöriskejä ja -vaikutuksia on arvioitu alueiden suunnittelun ja ympäristövaikutusten arviointien yhteydessä. **Suljettujen alueiden ympäristöriskejä ja -vaikutuksia** pitää tarkastella myös kokonaisuutena pitkällä aikavälillä. Tällöin sulkemisen toimenpiteitä on mahdollista arvioida niiden vaikuttavuuden mukaan sekä kohdentaa ja ajoittaa toimenpiteet siten, että ympäristövaikutukset minimoidaan.

Sulkemistoimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa sekä ennen aikaisen sulkemisen yhteydessä korostuvat tietojen hallinta ja ylläpito kuten rakennettujen toiminta-alueiden toteutusasiakirjojen sekä läjitettyjen kaivannaisjätteiden karakterisoinnin ja tarkkailutulosten hallinta. Tietojen arkistointi henkilöstön vaihtuessa ja erityisesti sulkemisvaiheen aikana on erityisen tärkeää.

Valumavesien hallinta laajoilta kaivannaisjätealueilta ja avolouhoksista voi aiheuttaa tulva- tai eroosioriskejä vesien suuren määrän takia. Toiminnan loppuminen vähentää kuitenkin käsiteltävien vesien määrää ja myös käsittelystä aiheutuvia kustannuksia. **Vesien käsittelytarve** voi jatkua sulkemisen jälkeen ja mahdolliseen käsittelytarpeeseen on hyvä varautua selvittämällä passiivisia käsittelymenetelmiä toiminnan aikana.

Sulkemisen kustannukset tulevat olemaan huomattavat. Kustannuksia tasataan ja kustannustason noususta aiheutuvaa riskiä vähennetään sulkemalla alueita vaiheittain jo toiminnan aikana. Materiaalien suurta tarvetta ja niistä aiheutuvia kustannuksia vähennetään välivarastoimalla etukäteen sulkemiseen soveltuvia materiaaleja alueelle.

Taulukko 9-1. Sulkemisen yleiset riskit ja lisäselvitystarpeet.

Mahdollinen riski	Lisäselvitys tai toimenpiteet
Sulkemistoimenpiteiden vaatimukset ali- tai ylimitoitettuja	Sulkemistoimenpiteiden yhteisvaikutusten riskinarviointi pitkällä aikavälillä
Vesien hallinta sulkemisvaiheessa ja sen jälkeen	Suuret hulevesimäärät Pintavesien valuma-alueiden ja purkusuuntien muutokset Avolouhosten vaikutus pohja- ja pintavesiin Varautuminen vesien puhdistamistarpeeseen pitkällä aikavälillä – passiiviset vesien johtamisen ja käsittelyn menetelmät
Tiedon hallinta	Menettelytapojen jatkuva arviointi/kehittäminen
Suuret määrät ja kustannukset sekä kustannustason nousu	Sulkemisen vaiheistus, materiaalien ja kustannusten hallinta / varautuminen
Yleisen turvallisuustilanteen muutokset	Poikkeustilanne esimerkiksi pandemian tai sodan takia

Lähteet

Afry. 2023. Yleissuunnitelmaselostus 23.3.2023. 101020774-T01.

Envineer. 2023. Yara Suomi Oy. Siilinjärven kaivoksen vesi- ja ainetasemalli. 17.8.2023.

Envineer. 2020. Yara Suomi Oy. Siilinjärven kaivos. Sivukiviläjityksen kuormitusarvio. 2.9.2020.

Envineer, 2019. Yara Suomi Oy. Sikopuron vesienkäsittelysakat, sijoittamisen riskinarvio. 4.9.2019.

GTK. 2018. Yara Suomi Oy Siilinjärven tehdas. Suotovesien kulkeutuminen – kartoitus sähkönjoh-tavuuden mittauksin. 10.7.2018.

GTK. 2017. Yara Siilinjärvi: Kipsikasan geofysikaaliset tutkimukset sekä lennökkikartoitus syksyllä 2017. GTK/596/03.04.07/2017. 27.10.2017.

Pöyry. 2018. Yara Suomi Oy. Kaivoksen sivukiviläjityksen stabiliteettitarkastelu. Projekt 16WWE0069-101. 7.1.2019.

Pöyry. 2015. Yara Suomi Oy, Siilinjärven tuotantolaitokset. Kipsin läjitysalueen riskinarviointi ja toimenpidesuosituksset. 16WWE0069.BAEE46. 26.3.2015.

Ramboll. 2023. Yara Suomi Oy. Siilinjärven kaivoksen laajentumisen YVA-selostus.

Ramboll. 2020. Yara Suomi Oy. Siilinjärven toimipaikan vesistökuormituksen vähentämistekniikat. Raportti. 1.9.2020.

Ramboll. 2019. Yara Suomi Oy. Kipsin läjitysalueen terveys- ja ympäristövaikutusten kokonaisar-viointi. 30.9.2019.

Ramboll. 2017. Yara Suomi Oy. Mustin rikastushiekka-alue. Rikastushiekkapastan tuki- ja ohjaus-penkereiden stabiliteettitarkastelu. 7.11.2017.

Ramboll. 2016b. Yara Suomi Oy. Sivukiviläjityksen pinta- ja pohjavesivaikutukset. 28.12.2016.

Ramboll. 2016a. Siilinjärven kaivos Sivukivialueiden pinta- ja pohjavesivaikutusten esiselvitys. 26.2.2016.

Yara Management System. Kaivos Siilinjärvi. 2022. Rikastushiekan hallinnan ja vesien hallinnan käsikirja. 29.4.2022.

Yara Suomi Oy, Siilinjärven kaivos. 2020. Kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma. revisio 30.1.2020.

Ympäristöministeriö. 2020. Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI-BREF -vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen. Ympäristöministeriön julkaisuja, 2020:12. Helsinki 2020.