



Keliber Oy

Keliber Oy:n rikastamoalueen ja Rapasaaren
kaivosalueen YVA-vaiheen sulkemissuunnitelma

101015351-001

PVM. 6.11.2020

Laatijat

Päivi Picken
Anne Vaarasuo
Anneli Wichmann
Juha Koskela
Hanna Tirkkonen
Hannu Jussila

etunimi.sukunimi@afry.com

Pvm.

06/11/2020

Projektiviite

101015351



Sisältö

1	Johdanto.....	6
2	Sulkemissuunnittelun etenemis- ja tarkistuskäytännöt.....	6
3	Kaivoksen toiminnot eri YVA-vaihtoehtoissa.....	8
3.1	VE1.....	8
3.2	VE2.....	9
4	Kaivoksen sijainti ja ympäristö.....	10
5	Suunniteltu kaivostoiminta.....	17
5.1	Louhokset.....	17
5.2	Malmin rikastaminen.....	18
5.3	Rapasaaren louhosalueen kaivannaisjätteet.....	19
5.3.1	Pintamaa.....	19
5.3.2	Sivukivi.....	20
5.3.3	Vesienkäsittelylaitteiden pohjaliete.....	23
5.4	Rikastamoalueen kaivannaisjätteet.....	23
5.4.1	Pintamaat.....	23
5.4.2	Sivukivi.....	24
5.4.3	Magneettinen jae.....	24
5.4.4	Prefloat jae.....	25
5.4.5	Rikastushiekka ja lieju.....	26
5.4.6	Rikastamon kaivannaisjätteiden vesifaasi.....	27
5.5	Vesienhallinta.....	27
5.6	Muu infrastruktuuri.....	28
6	Sulkemista koskevat vaatimukset.....	28
6.1	Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö.....	28
6.2	Hyviä käytäntöjä kaivoksen sulkemisessa.....	29
6.3	Sijaintikohtaiset vaatimukset.....	29
7	Sulkemisen jälkeisen tilan käsitteellistäminen.....	30
7.1	Käsitteellistämisen tarkoitus.....	30
7.2	Sivukivialueiden käsitteellistäminen.....	31
7.2.1	Tilanne ennen peittorakennetta.....	31
7.2.2	Tilanne peittorakenteen rakentamisen jälkeen.....	32
7.3	Rikastushiekka-alueen käsitteellistäminen.....	34
7.4	Prefloat-altaan käsitteellistäminen.....	36
7.5	Magneettisen jakeen käsitteellistäminen.....	37
7.6	Hydrologinen käsitteellistäminen (VE1 ja VE2).....	37
8	Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen.....	40
8.1	Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen yleisen tavoitteenasettelun tueksi.....	40



9	Sulkemisen tavoitteet	44
10	Sulkemistoimenpiteiden suunnittelu	45
10.1	Avolouhos (Rapasaari).....	45
10.2	Pintamaiden läjitysalue (Rapasaari)	46
10.3	Sivukivialueet (Rapasaari)	46
10.4	Rikastamon jätealueet.....	48
10.4.1	Prefloat (Kalavesi tai Päiväneva)	48
10.4.2	Magneettinen jae	49
10.4.3	Rikastushiekka-allas.....	49
10.5	Teollisuusalue ja infrastruktuuri.....	50
10.6	Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät rakenteet	50
11	Sulkemisaikataulu	51
12	Sulkemistoimenpiteiden vaikutukset ympäristöön ja ihmisiin	51
12.1	Yleistä ympäristövaikutuksista ja sosiaalisista vaikutuksista	51
12.2	Vaikutukset ilmanlaatuun.....	51
12.3	Vesistövaikutukset	52
12.3.1	Vesienhallinta sulkemisen jälkeen	52
12.3.2	Vedenlaadun tavoitteet.....	52
12.3.3	Alustava kuvaus kuormituksesta	52
12.3.4	Alustava kuvaus vesistövaikutuksista	53
12.3.5	Vesistöjen muutosherkkyys.....	53
12.4	Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen	53
12.5	Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelualueisiin	54
12.6	Vaikutukset maisemaan.....	54
12.7	Melu- ja värinävaikutukset	55
12.8	Liikennevaikutukset	55
12.9	Vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan.....	55
13	Arvio BAT-päätelmien huomioimisesta	56
14	Tarkkailu.....	59
14.1	Päästötarkkailu.....	59
14.2	Ympäristötarkkailu	59
14.2.1	Geotekninen tarkkailu.....	60
15	Sulkemiskustannusten ja vakuuksien arviointi	60
16	Väliaikainen ja ennenaikainen sulkeminen	60
16.1	Väliaikainen sulkeminen	60
16.2	Ennenaikainen sulkeminen.....	61
17	Sulkemissuunnitelman tarkentaminen ja päivittäminen.....	61
17.1	Konseptuaalisointi lupavaiheessa.....	61
17.2	Vesimäärien arviointi lupavaiheessa	61



17.3	Vesilaatujen arviointi lupavaiheessa	61
17.4	Pinta- ja pohjavesiin kohdistuvien sulkemisen jälkeisten vaikutusten arviointi lupavaiheessa	62
17.5	Myöhemmät sulkemissuunnitelman päivitysvaiheet	62
18	Lähdeluettelo	63

Liitteet

-



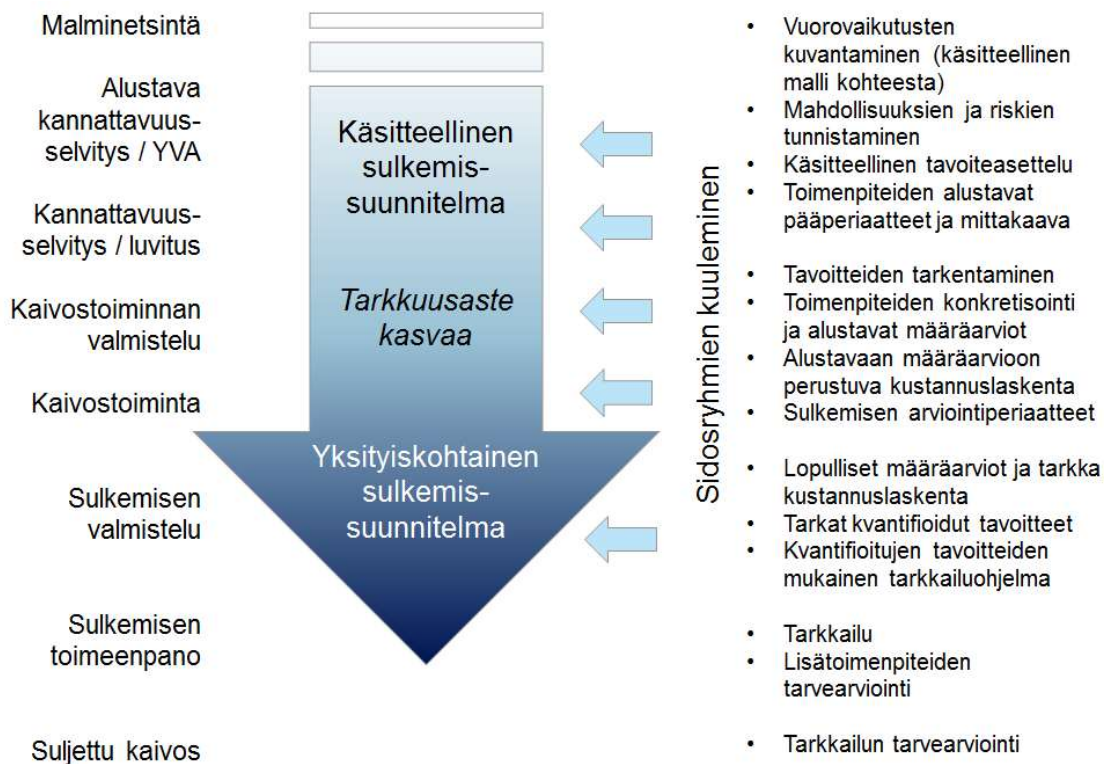
1 Johdanto

Keliber Oy on keväällä 2020 ryhtynyt selvittämään rikastamolle kaavaillun sijaintipaikan siirtoa Kaustisen Kalavedenalueelta Päivänevan alueelle (Kuva 4-1). Läheisyydessä sijaitsevat yhtiön suurimmat malmiesiintymät, Syväjärvi ja Rapasaari. Samalla nostettaisiin litiumhydroksidin tuotantokapasiteetti 12 500 tonnista 15 000 tonniin vuodessa. Keliberin tekemien arvioiden mukaan tuotantomäärän nostaminen ja rikastamon mahdollinen siirto Päivänevan alueelle parantaisivat yhtiön kustannustehokkuutta ja investoinnin kannattavuutta. Toimintojen sijainti yhdellä tuotantopaikalla vähentäisi myös sekä liikenteestä että toiminnasta itsestään aiheutuvia ympäristövaikutuksia.

Muutokset edellyttävät ympäristövaikutusten arviointia. YVA:ssa hankevaihtoehtoina tarkastellaan rikastamon sijaintia ja tuotantokapasiteettia. Myös tässä YVA-vaiheen sulkemissuunnitelmassa tarkastellaan kahta hankevaihtoehtoa sulkemisen ja sulkemisen jälkeisen tilan näkökulmasta.

2 Sulkemissuunnittelun etenemis- ja tarkistuskäytännöt

Yleisten kansainvälisten suositusten mukaan sulkemissuunnittelu tarkentuu vaiheittain ja päivitysten kautta (mm. ICM, 2019, Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto, 2017). Sulkemissuunnitelmaa kutsutaan käsitteelliseksi suunnitelmaksi ("conceptual plan") lähes kaivostoiminnan loppuun asti (Kuva 2-1). Vasta lopullisessa, yksityiskohtaisessa sulkemissuunnitelmassa numeeriset arviot ovat niin tarkkoja, että niiden perusteella voidaan suorittaa sulkemistyön urakkahankinnat ja määritellä toimeenpanon kone- ja työvoimatarpeet.



Kuva 2-1. Kaivoksen sulkemissuunnittelun eteneminen suhteessa hankkeen etenemiseen.

Vaiheittain tarkentuvassa sulkemissuunnittelussa tarkistetaan kaavailtujen sulkemistoimenpiteiden riittävyys aina vaikutusten- ja riskinarviointien tarkentuessa. Ensimmäinen sulkemistoimenpiteiden suunnitelma perustuu kokemusperäiseen arviointiin ja esimerkiksi peittorakenteita koskeviin BAT-päätelmiin. Ensimmäinen toimenpideratkaisu tarkastetaan arvioimalla millaiset ympäristövaikutukset ja jäännösriskit liittyvät kohteeseen, jos se suljetaan toimenpideratkaisun mukaisesti. Jos vaikutukset tai jäännösriskit eivät ole hyväksyttävissä, palataan toimenpidesuunnitteluun ja laaditaan paranneltu toimenpideratkaisu. Jälleen arvioidaan vaikutukset ja riskit. Myös vaikutusten ja riskien arvioinnin tarkkuus kehittyvät hankesuunnittelun edetessä ja kohdetiedon karttuessa.

Suunnittelukehän voi käynnistää uudelleen myös esimerkiksi muutos kaivoksen toiminnassa.

Vaikutusarvioinnin merkitystä sulkemissuunnittelussa on käsitelty BAT-päätelmässä 5 (EC 2018) sekä ICMM:n (2019) hyvien sulkemiskäytäntöjen oppaassa.



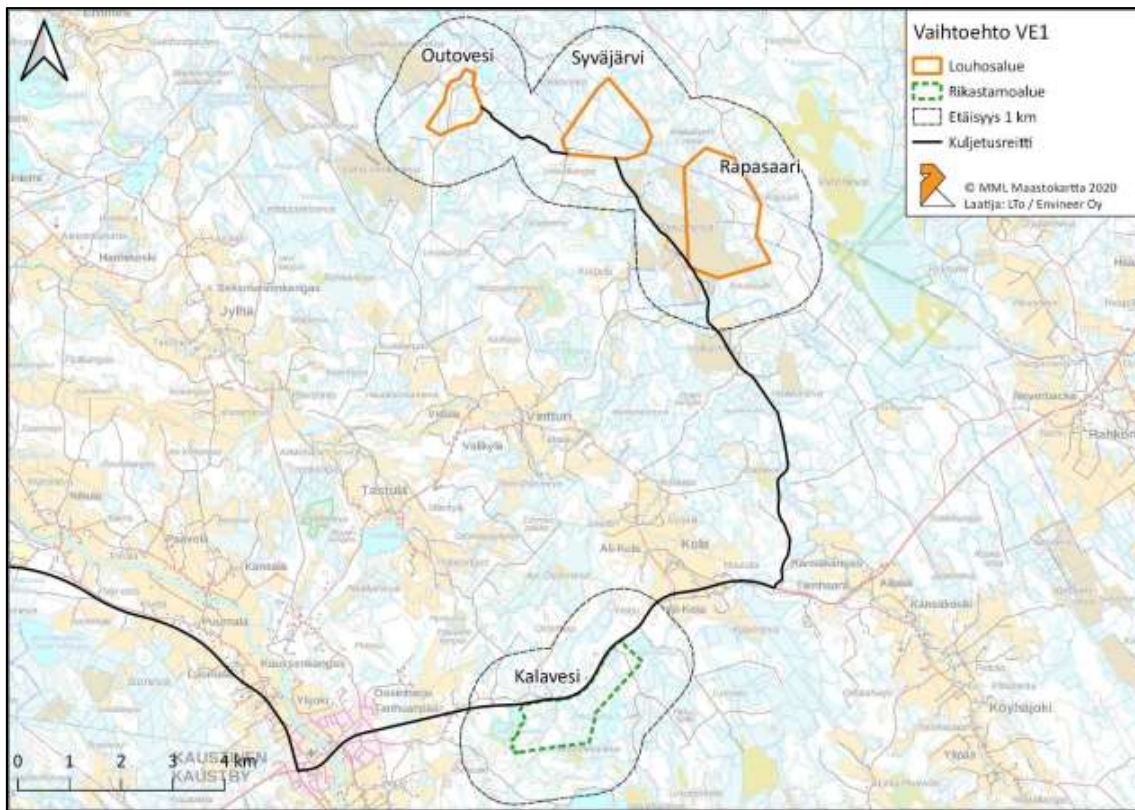
Kuva 2-2. Kaivoksen sulkemissuunnittelun eteneminen tehtäväprosessina.

Tässä YVA-vaiheen sulkemissuunnitelmassa tarkastellaan sulkemisvaihetta ja sulkemisen jälkeistä tilaa YVA-vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Ensisijainen tavoite on mahdollistaa hankevaihtoehtojen vertailu myös sulkemisen jälkeisen ajan osalta. Tarkastelu on toistaiseksi suoritettu pääasiallisesti käsitteellisellä tasolla. Numeerinen tarkastelu suoritetaan lupavaiheen sulkemissuunnitelmassa. Seuraavat työvaiheet kuvataan tarkemmin kappaleessa 17.

3 Kaivoksen toiminnot eri YVA-vaihtoehdoissa

3.1 VE1

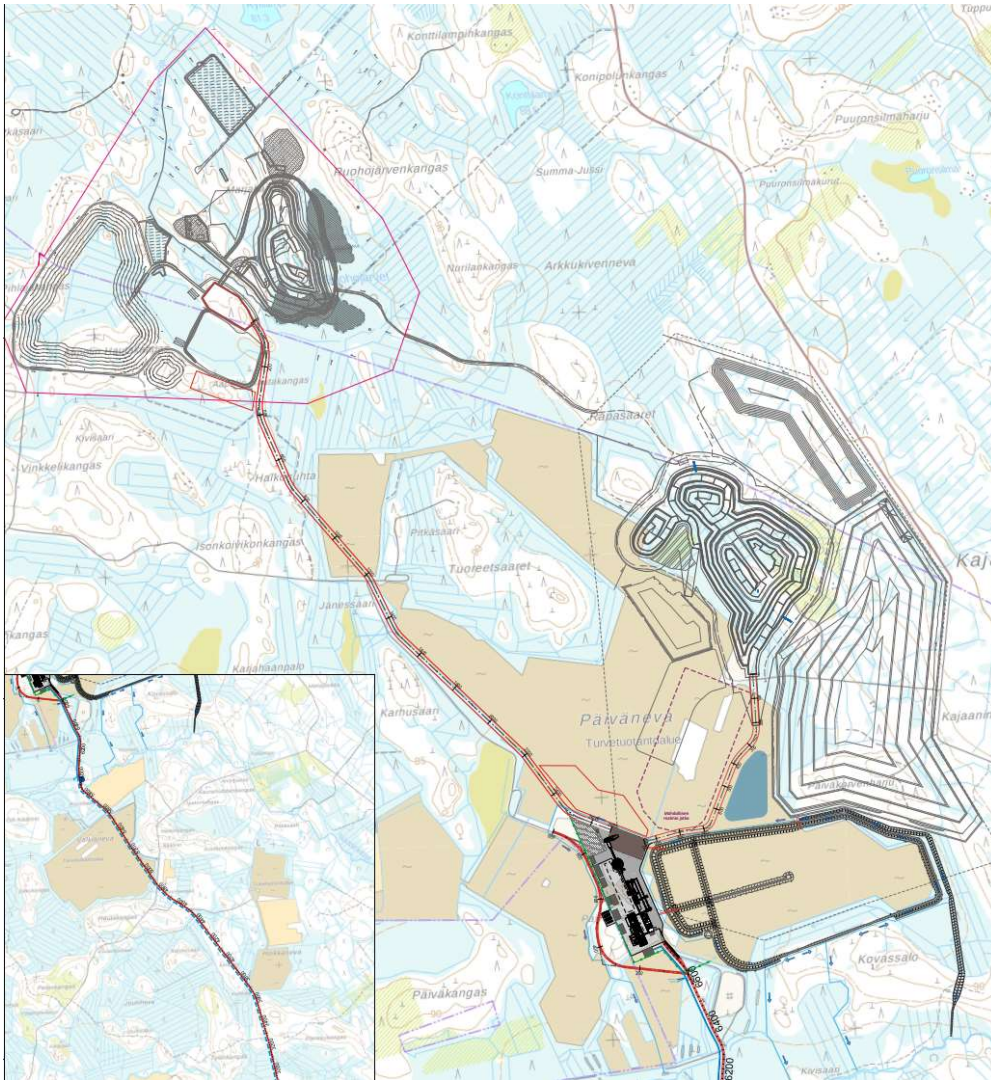
Vaihtoehdossa VE1 hankealueen muodostavat Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin Rapasaaren, Syväjärven ja Outoveden louhosalueet sekä Kalaveden rikastamoalue (Kuva 3-1). Puuttuko kuva kokonaan?? Louhittavan malmin määrä on yhteensä 600 000 t/a ja kaikkiaan kaivostoiminnan elinkaaren aikana 10 Mt (miljoonaa tonnia). Kaivostoiminnan elinkaari perustuu LOM-selvitykseen (LOM = Life Of Mine), missä kaivostoiminnan elinkaaren pituudeksi on arvioitu noin 16 vuotta. Louhosalueilla malmi esimurskataan, minkä jälkeen malmi kuljetetaan rikastamoalueelle. Rikastamotoiminnot, sisältäen myös malmin murskauksen ja lajittelun, sijoittuvat kokonaisuudessaan Kaustisen Kalaveden alueelle. Rikastamalla tuotettavan spodumeenirikasteen määrä on n. 140 000 t/a. Rikaste kuljetetaan edelleen Kokkolan kemiantehtaalle, missä tuotettava litiumhydroksidin määrä on 12 500 t/a. Rikastamoprosessissa muodostuu rikasteen lisäksi prefloot-jaetta n. 4 300 t/a, rikastushiekkaa ja liejua n. 400 000 t/a ja magneettista jaetta n. 700 t/a. Muodostuvat kaivannaisjätteet sijoitetaan rikastamoalueelle rakennettaville kaivannaisjätteen jätealueille.



Kuva 3-1 Vaihtoehdon VE1 mukaiset rikastamo- ja louhosalueet (hankealue) (Envineer 2020)

3.2 VE2

Vaihtoehdossa VE2 hankealueen muodostavat Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin Rapasaaren, Syväjärven ja Outoveden louhosalueet sekä Päivänevan rikastamoalue (Kuva 3-2). Louhittavan malmin määrä on yhteensä 875 000 t/a ja kaikkiaan 10 Mt kaivostoiminnan elinkaaren aikana. Kaivostoiminnan elinkaari perustuu LOM-selvitykseen, missä kaivostoiminnan elinkaaren pituudeksi on arvioitu noin 13 vuotta. Rikastamotoiminnot sisältäen malmin murskauksen ja lajittelun sijoittuvat kokonaisuudessaan Päivänevan alueelle, Rapasaaren louhosalueen välittömään läheisyyteen. Rikastamolla tuotettavan spodumeenirikasteen määrä on n. 210 000 t/a. Rikaste kuljetetaan edelleen Kokkolan kemiantehtaalle, missä tuotettava litiumhydroksidin määrä on 15 000 t/a. Rikastamoprosessissa muodostuu rikasteen lisäksi kaivannaisjätteiksi luokiteltava prefloot-jaetta n. 6 500 t/a, rikastushiekkaa ja liejua n. 600 000 t/a ja magneettista jaetta n. 1 100 t/a. Muodostuvat kaivannaisjätteet sijoitetaan rikastamoalueelle rakennettaville kaivannaisjätteen jätealueille.



Kuva 3-2. VE2. Rapasaaren louhosalue ja rikastamoalue sijoitettuna Päivänevelle (luoteiskulmassa näkyy myös Syväjärven louhosalue).

4 Kaivoksen sijainti ja ympäristö

Sijainti

Syväjärven ja Rapasaaren louhokset sekä Päivänevan hankealue sijaitsevat n. 15 km Kaustisen keskustasta koilliseen, etäisyys Kokkolaan on linnuntietä n. 40 km.

Geologia

Seuraava hankealueen geologian kuvaus perustuu hankkeen YVA-ohjelmaraporttiin (Envineer 2020).

Kaustisen alueen kallioperä koostuu pääosin myöhäisproterotsooisista kiilleliuskeista ja metavulkaanisista kivistä sekä graniiteista ja pegmatiittigraniiteista, jotka kuuluvat Pohjanmaan liuskeeseen (Alviola ym. 2001). Kaustisen-Ullavan seudulta tunnetaan useita spodumeenipegmatiittijuonia, jotka

leikkaavat kiilleliuskeita ja metavulkaanisia kiviä. Nämä juonet eivät tavallisesti ole paljastuneita ja kalliopaljastumia alueella on niukasti (Käpyaho ym. 2007).

GTK:n kallioperäkarttojen (1:200 000) mukaan Rapasaaren louhosalueella kallioperä on kiilleliusketta. Kalaveden kallioperä koostuu pääasiassa pegmatiittigraniiteista ja pohjoisessa kiilleliuskeesta. Hankealueilla tai niiden läheisyydessä ei sijaitse arvokkaita tai suojeltavia kallioperän muodostumia.

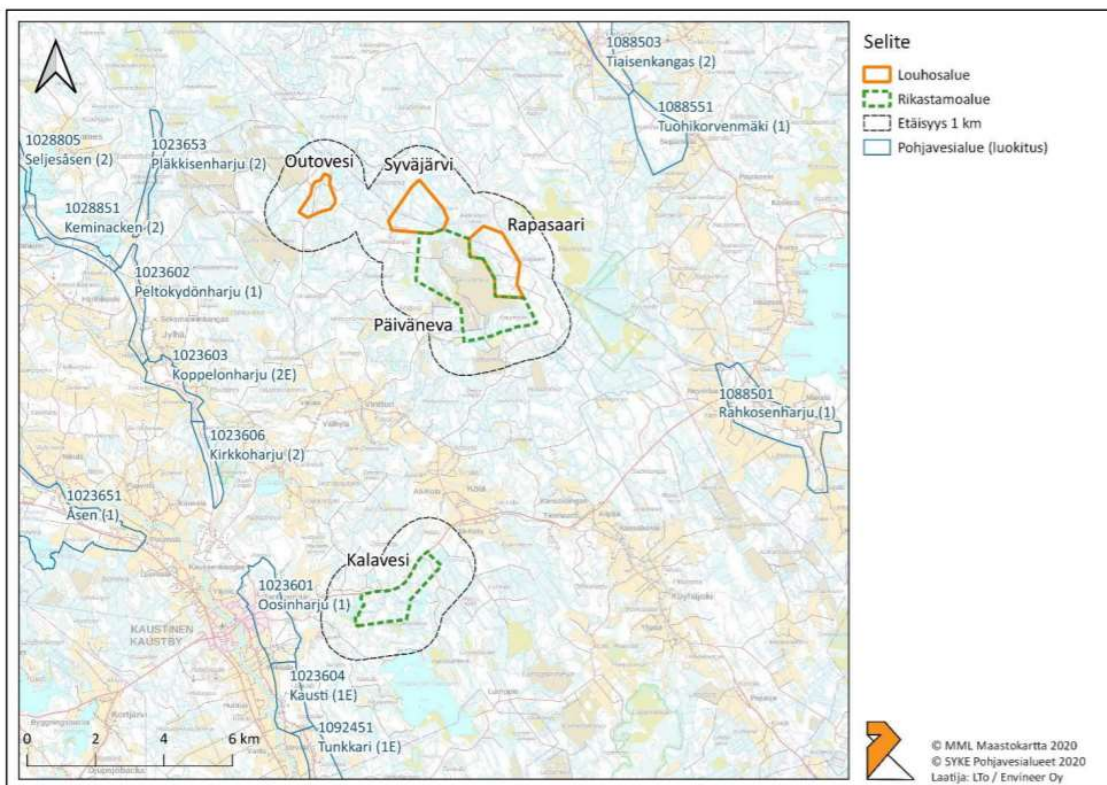
Louhosalueiden maaperää on tutkittu Keliberin toimesta koekuoppamenetelmällä (Manninen 2015). Koekuopat kaivettiin keskimäärin n. 3,5 metrin syvyyteen saakka. Louhosalueiden maaperä on pääosin hiekkaista moreenia, jonka päällä esiintyy paikoitellen turvekerroksia 0–80 cm:n syvyyteen asti.

Kalaveden tuotantoalueen maaperä koostuu pääasiassa hiekkamoreenista, jonka muodostamien moreenikumpareiden väleissä on yhtenäistä suoaluetta. Vallitsevana turvelajina on saraturve (Ramboll Oy, 2018). Alueella on tehty myös yksityiskohtaisempia maaperätutkimuksia (Sweco Oy 2016). Moreeni- ja turvekerrosten ominaisuuksia on kuvattu yksityiskohtaisemmin YVA-ohjelmassa (Envineer 2020).

Pohjavesiolosuhteet

Seuraava pohjavesiolosuhteiden kuvaus perustuu hankkeen YVA-ohjelmaraportista poimituihin tietoihin (Envineer 2020).

Suunnitellut hankealueet eivät sijaitse luokitelluilla pohjavesialueilla. Hankealueiden läheisyydessä sijaitsee kuitenkin useita luokiteltuja pohjavesialueita (Kuva 4-1).



Kuva 4-1. Hankealueiden lähellä sijaitsevat pohjavesialueet (Envineer 2020).



Syväjärven ja Rapasaaren louhosalueiden ja Päivänevan rikastamoalueen (VE2) läheisyydessä ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Lähin pohjavesialue (Tuohikorvenmäki) sijaitsee noin 6 kilometrin etäisyydellä. Syväjärven ja Rapasaaren alueella ei ole yksityisiä talousvesikaivoja (Ramboll 2017a). Päivänevan ja sen lähialueella ei ole tiedossa yksityisiä kaivoja.

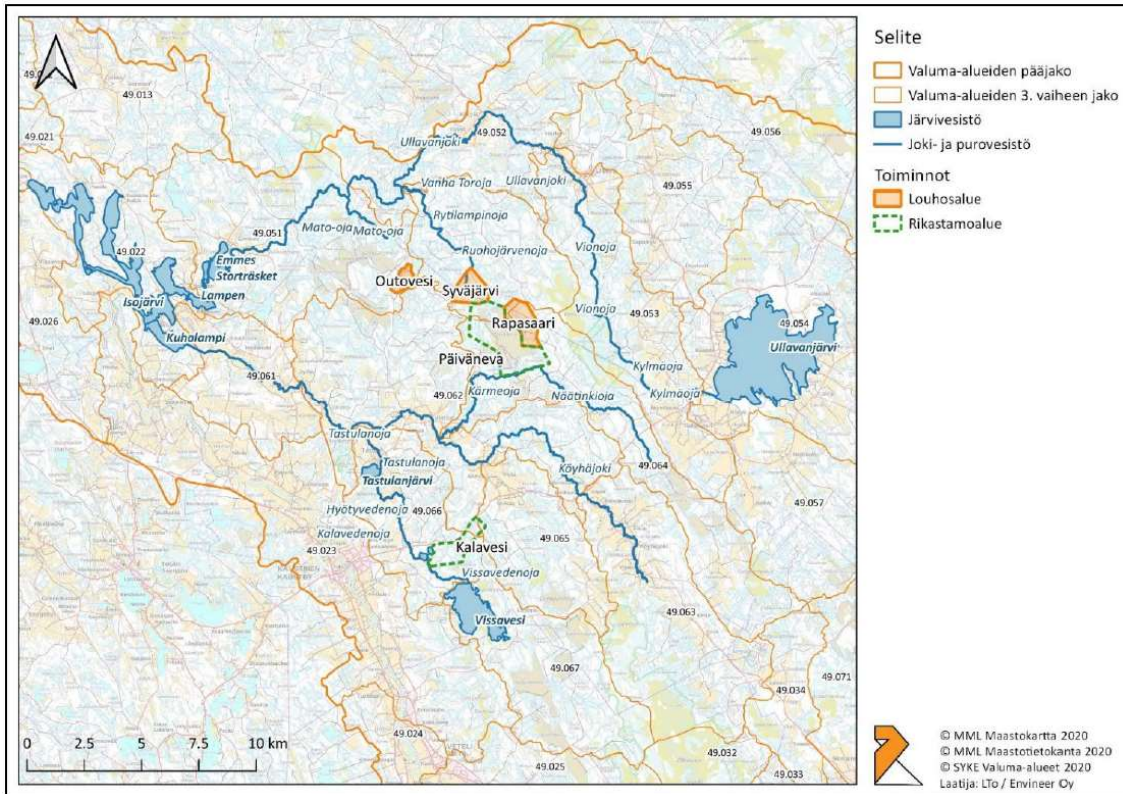
Kalaveden aluetta (rikastamoalue VE1:ssä) lähin luokiteltu pohjavesialue on Oosinharjun pohjavesialue, jonka etäisyys tuotantolaitosalueen länsireunaan nähden on noin 1,2 kilometriä. Tuotantolaitosalueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse yksityisiä talousvesikaivoja. Toholammille päin tien vastakkaisella puolella sijaitsevan turkistarhan alueella on kaivo, jonka vettä käytetään turkistarhalla.

VE1:n (Kalavesi) rikastamoalueen pohjoislaidalla sijaitsee Kaustisen vanha kaatopaikka, joka on perustettu vuonna 1973 ja suljettu yli 10 vuotta sitten. (Ramboll 2018).

Vesistöt

Seuraava vesistötietojen kuvaus perustuu hankkeen YVA-selostuksesta poimituihin tietoihin (Envineer 2020).

Keliber Oy:n suunnitellut hankealueet sijoittuvat Perhonjoen (49.0) vesistöalueelle. Syväjärven ja Outoveden louhosalueet sijoittuvat Perhonjoen sivujoen Ullavanjoen (49.05) valuma-alueelle ja Rapasaari ja Kalavesi Köyhäjoen (49.06) valuma-alueelle. Tässä sulkemissuunnitelmassa tarkasteltavat alueet Rapasaari ja Päiväneva (VE2) sijoittuvat kolmannen jakovaiheen luokituksessa Näätinkiojan (49.064) valuma-alueelle. Kalaveden alueella (VE1) Vissaveden tekojärvi kuuluu Vissaveden tekojärven valuma-alueeseen (49.067) ja Pitkälampi, Kalavedenoja, Hyötyvedenoja sekä Tastulanoja kuuluvat Tastulanojan alueeseen (49.066). Alueiden sijoittuminen vesistöalueille on esitetty kuvassa (Kuva 4-2).



Kuva 4-2. Hankealueiden sijoittuminen vesistöalueille (Envineer 2020).

Ilmasto-olosuhteet

Seuraava ilmasto-olosuhteiden kuvaus perustuu hankkeen YVA-ohjelmaraportista poimittuihin tietoihin (Envineer 2020).

Louhos- ja rikastamoalueita lähimpänä olevat Ilmatieteen laitoksen sääasemat ovat Kaustisen Tastulassa ja Toholammin Laitilassa. Toholammin Laitilan havaintoaseman vuorokausikeskiarvoja on mitattu vuosina 1996–2019. Tarkastelujaksolla vuodet eivät eroa maksimilämpötiloissa paljoakaan, mutta talvikauden minimilämpötilat vaihtelevat välillä -12,4...-35,3 °C.

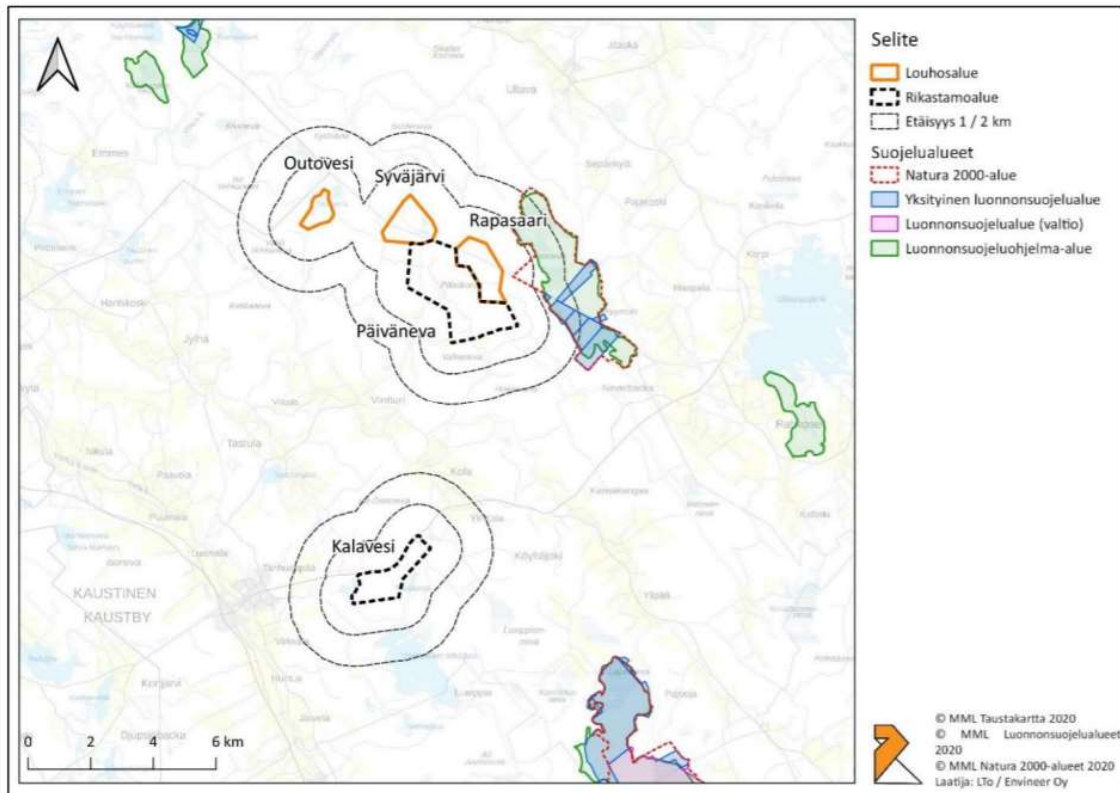
Kaustisen alueen vuosittainen sademäärä perustuu Kaustisen Tastulan havaintoaseman mittausaineistoon vuosilta 1996–2019. Vuosittainen sademäärä on ollut keskimäärin 599 mm. Maksimisademäärä on ollut 710 mm (2012) ja minimisademäärä 475 mm (2019).

Luonto ja suojelukohteet

YVA-ohjelmaraportissa (Envineer 2020) on esitelty yksityiskohtaisesti alueen luontoarvot. Yleisesti alueen luontoympäristöä luonnehtivat ojitetut suot ja turvekankaat sekä kangasalueet, jotka ovat pääosin talousmetsiä. Alueella tavataan kuitenkin myös arvokkaampia ja luonnontilaltaan muuttumattomampia suo- ja metsätyyppejä. Myös vesistöjen läheisyydessä tavataan joitakin arvokkaampia luontokohteita.

Rapasaaren rikastamoaluetta lähin suojeltu alue on Vionnevan Natura-alue (FI1000019, SPA ja SAC), joka sijaitsee lähimmillään louhosalueelta vain noin 300

metriä itään (Kuva 4-3). Itse avosuon reunaan etäisyyttä on noin kilometri. Suurin osa Vionnevan Natura-alueesta kuuluu myös soiden suojeluohjelmaan ja iso osa sitä on myös valtion luonnonsuojelualuetta (Envineer 2020).



Kuva 4-3. Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat suojelualueet (Envineer 2020).

Muut suojelualueet ja suojeluohjelmiin kuuluvat alueet sijaitsevat hankealueista 6–7 km etäisyydellä. Kalaveden kaakkoispuolella sijaitsee noin 6 km etäisyydellä Pilvinevan Natura-alue (FI1001001), joka on myös soidensuojeluohjelman kohde. Oletuksena on, että hankkeella ei ole vaikutuksia näihin etäämpänä oleviin suojelualueisiin ja niiden luontoarvoihin toiminnan aikana tai sulkemisen jälkeen

Asutus ja elinkeinot

Rapasaaren ja Päivänevan läheisyydessä ei sijaitse vakituista asutusta. Lähin asuinrakennus sijaitsee noin 1 km etäisyydellä Päivänevan rikastamolta lounaaseen. Myös lähimmät kyläalueet sijoittuvat melko kauas louhosalueista. Rapasaaren louhosta lähin vapaa-ajan kiinteistö puolestaan sijaitsee noin 1,1 km louhosalueesta kaakkoon. (Ramboll, 2017a)

Kalaveden rikastamoalueelta noin 5 km länteen sijaitsee Kaustisen keskusta ja keskustan ympärille keskittyy myös runsaasti asutusta. Kalaveden rikastamoaluetta lähin asutuskeskittymä on sen länsipuolella sijaitseva Kalaveden kylä, johon sijoittuu myös lähin vakituinen asuntokiinteistö noin 1 km rikastamoalueelta länteen. Mustalammen rannalla sijaitsee kolme vapaa-ajan rakennusta n. 400–600 metrin etäisyydellä rikastamoalueesta pohjoiseen. Rikastamoalueen itäpuolella olevan Pitkälammen rannalla on yksi lomarakennus, johon rikastamoalueelta on muutamia satoja metriä. Vissaveden tekojärven pohjoisrannan vapaa-ajan

rakennukset sijaitsevat vajaan kilometrin päässä Kalaveden rikastamoalueelta. (Ramboll, 2018)

Keski-Pohjanmaan elinkeinorakenteessa metalli-, puu- ja prosessiteollisuus ovat vahvassa asemassa. Myös rakentaminen, palvelut ja maataloustuotanto työllistävät. Tulevina vuosina uusia työpaikkoja arvellaan syntyvän kaivannaisteollisuuteen, yksityiselle palvelusektorille ja tietotekniikan aloille. Lisäksi luonto- ja kulttuurialueilla on kehittämismahdollisuuksia (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2007 Envineerin 2020 mukaan).

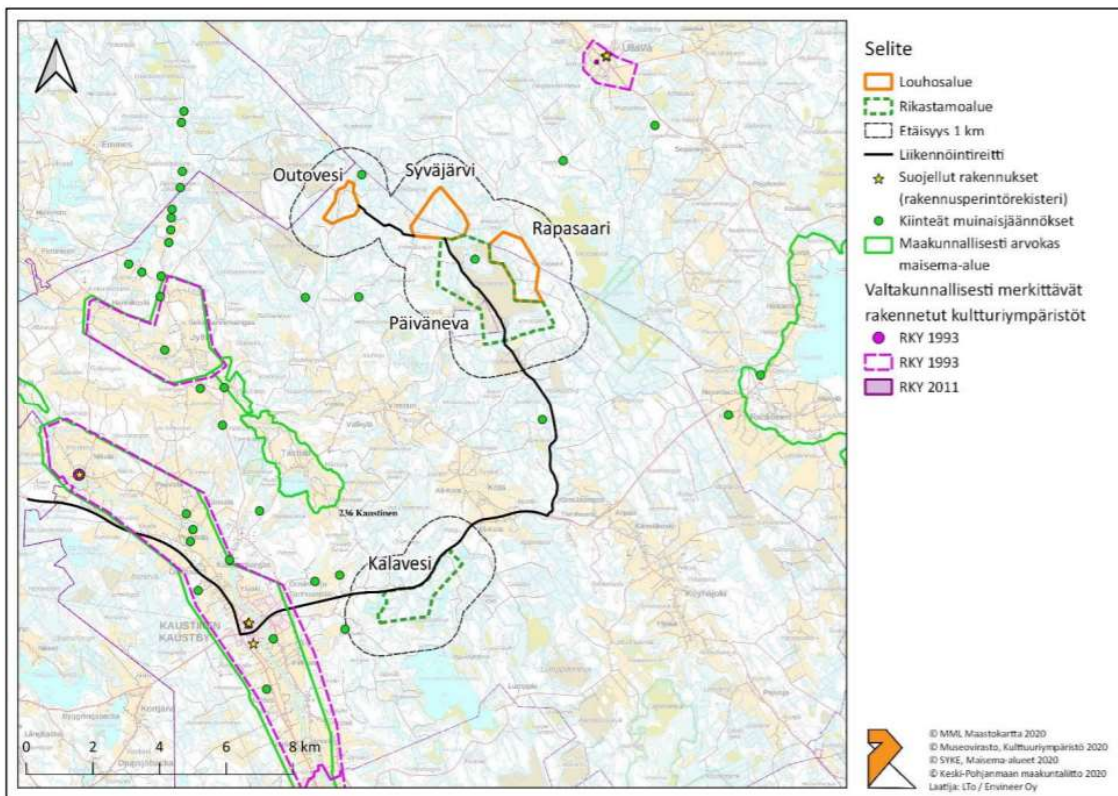
Maisema

Seuraava maisemaa kuvaava teksti perustuu YVA-ohjelmasta (Envineer 2020) poimittuun tietoon.

Rapasaaren kaivosalueen (VE1, VE2) lähimaisemaa hallitsevat ihmisten muokkaamat metsätalousmaat. Alueet ovat tasaisia ja korkeuserot alueilla ovat suhteellisen pieniä. Alueilla on paljon soita, joista suuri osa on ojitettua, luonnontilaisten soiden määrä on vähäinen. Rapasaaren itäpuolella maisemaa vallitsee Vionnevan avoin suojeltu suoalue.

Kalaveden tuotantoalueen (VE1) lähiympäristön luonnonmaisema on kohtalaisen sulkeutunutta. Avoimet alueet koostuvat enimmäkseen alueen pienistä vesistöistä. Peltoja lähialueella on vähän. Kalaveden tuotantoalueella sijaitsee Kaustisen vanha kaatopaikka, joka osaltaan vaikuttaa alueen maisemaan. Muita avoimia alueita ovat hakkuuaukeat sekä avo- tai vähäpuustoiset suot. Louhos- ja rikastamoalueet eivät sijoitu valtakunnallisesti tai maakunnallisesti tärkeille maisema- tai kulttuuriympäristöalueille. Lähimmät arvokkaat alueet on esitetty kartalla (Kuva 4-4).

Louhos- ja rikastamoalueilla ei tiedettävästi sijaitse muinaisjäännöksiä.



Kuva 4-4. Muinaismuistot ja suojellut rakennukset hankealueiden läheisyydessä (Envineer 2020).

Alueen kaavoitus

Seuraava alueen kaavoitusta koskeva teksti perustuu YVA-ohjelmaraaporttiin (Envineer 2020).

Keski-Pohjanmaan maakuntakaavoitusta on tehty vaiheittain. Nykyisin voimassa olevia vaihekaavoja on neljä ja viidennen vaihemaakuntakaavan valmistelu on aloitettu. Maakuntakaavassa louhosalueet on osoitettu kaivosalueeksi soveltuviksi alueiksi. Rapasaaren kaivosalueella ja sen välittömässä läheisyydessä sijaitsee Päivänevan turvetuotantoalue sekä turvetuotantovyöhyke. Rapasaaren kaivosalueen itäpuolella sijaitsee Vionnevan suojelualue, jonka kaavamerkinnäksi on esitetty soidensuojeluohjelman mukaan perustettu tai perustettavaksi tarkoitettu suojelualue.

Kaustisen keskustan osayleiskaavassa Kalaveden tuotantolaitos sijoittuu teollisuus- ja varastoalueeksi osoitetulle alueelle. Tuotantolaitoksen länsipuolelle sijoittuvan Ison Kalaveden ranta-alue ja Pienen Kalaveden länsi- ja eteläranta on merkitty kaavaan maa- ja metsätalousalueeksi, jolla on erityisiä ympäristöarvoja. Pienen Kalaveden koillisrannalle on merkitty yhdyskuntateknisen huollon kohde. Lisäksi hankealueen länsiosa on merkitty maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi. (Kaustisen kunta 2015). Kaustisen keskustan osayleiskaava kattaa vain osan Kalaveden rikastamoalueesta jättäen hankealueen etelä- ja itäosat kaava-alueen ulkopuolelle. Kaustisen kunta on käynnistänyt tuotantoalueen kaavoituksen käsittäen osayleiskaavan päivittämisen sekä asemakaavan laatimisen rikastamoalueelle.

Rapasaaren kaivosalueella ei ole yleiskaavaa. Kokkolan kaupunki on käynnistänyt alkuvuodesta 2016 Keliberin louhosalueiden osayleiskaavan suunnittelun. Kaavaprosessi on keskeytetty uuden YVA-hankkeen seurauksena ja kaava tullaan päivittämään suunnitelmien mukaiseksi.

Rapasaaren alueella tai Kalaveden rikastamoalueella ei ole voimassa olevaa asemakaavaa. Kaustisen kunta on käynnistänyt alkuvuodesta 2016 Keliberin rikastamoalueen asemakaavan suunnittelun. Kaavaprosessi on kesken, kaavaehdotuksen arvioidaan valmistuvan kesäkuussa 2021.

5 Suunniteltu kaivostoiminta

Seuraava kaivostoimintaa koskeva kuvaus perustuu hankkeen YVA-ohjelmaraportista poimittuihin tietoihin (Envineer 2020).

Louhittavaksi suunniteltu malmimineraali on spodumeenia (litiumalumiinisilikaatti), josta monivaiheisen rikastus- ja jalostusprosessin kautta saadaan erotettua litium litiumhydroksidimonohydraattina (LiOH·H₂O). Louhostoiminta sijoittuu viiteen eri louhokseen, jotka ovat, Syväjärvi, Rapasaari, Länttä, Outovesi ja Emmes. Louhinta tehdään kaikilla louhoksilla avolouhintana, mutta Rapasaaren alueella louhintaa kaavaillaan tehtäväksi myös maanalaisena.

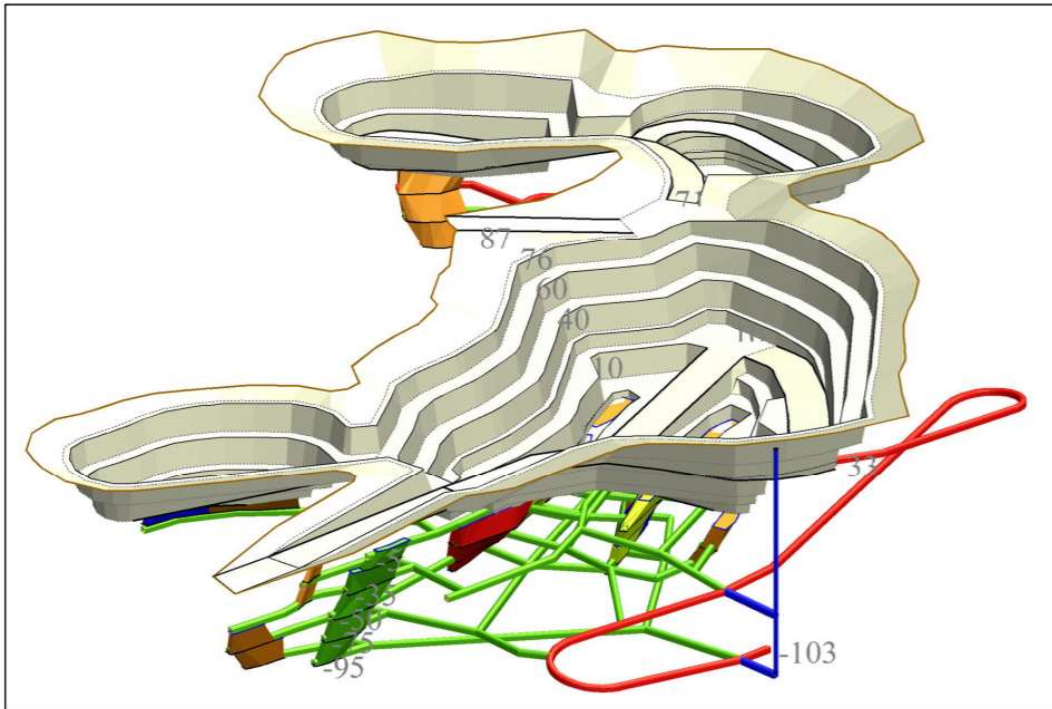
VE1:ssä rikastamo sijoittuu Kalaveden alueelle ja VE2:ssä Päivänevan alueelle, Rapasaaren louhosalueen välittömään läheisyyteen. Rikastamoalueelle sijoitetaan rikastamon rakennukset ja allasalue, jonne sijoitetaan rikastushiekka-allas, prefloat-allas, magneettierottelun jakeen allas ja kiertovesiallas. Lisäksi rikastamoalueelle rakennetaan asfaltoitu kenttä analsiimihiekan mahdollista välivarastointia varten. Vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 vuosittain muodostuvat jätemäärät on esitetty vaihtoehtojen kuvauksessa (kappale 3).

5.1 Louhokset

Seuraava louhoksia koskeva kuvaus perustuu hankkeen YVA-ohjelmaraportista poimittuihin tietoihin (Envineer 2020).

Avolouhinnassa louhintamenetelmänä on pengerialouhinta, jossa louhinta etenee penkerein (tasoittain) ylhäältä alaspäin. Louhintatasot yhdistetään toisiinsa ajoreitein eli rampein, joita pitkin louhittava malmi ja sivukivet kuljetetaan kiviautoilla malmin varastoalueelle tai sivukiven läjitysalueelle.

Maanalainen louhos sijoittuu Rapasaaren avolouhoksen alapuolelle (Kuva 5-1). Maanalaisessa louhinnassa sivukiven määrä suhteessa malmin määrään on huomattavasti pienempi kuin avolouhinnassa. Maanalainen louhinta etenee louhintapaneeleittain alhaalta ylöspäin. Louhinnan edetessä louhoksia täytetään (kaivostäyttö), jotta minimoidaan louhosten sortumiset ja kallioliikunnot. Kaivostäytössä käytetään myös avolouhinnassa muodostuneita, läjitettyjä sivukiviä.



Kuva 5-1. Rapasaaren avolouhoksen ja maanalaisen louhoksen layout. (Kuva: Keliber Oy).

Taulukko 5-1. Arviot louhittavan malmin ja sivukiven määrästä, sivukivialueen täyttötilavuudesta sekä avolouhosten mitoista vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 (Envineer 2020).

Louhos	Louhinta			Avolouhos			
	Malmi (t)	Sivukivi (t)	Sivukiven läjitys (irtto-m ³)	Pituus (m)	Leveys (m)	Pinta-ala (m ²)	Syvyys (m)
Outovesi	217 000	2 340 000	1 326 000	390	130	50 000	100
Syväjärvi	1 750 000	12 670 000	4 300 000	555	315	157 000	100
Rapasaari, avolouhos	4 205 000	33 435 000	23 200 000	780	400	289 000	100
Rapasaari, maanalainen louhos	1 081 000	311 400					

5.2 Malmin rikastaminen

Rikastuksen päävaiheet ovat murskaus ja lajittelu, jauhatus ja luokitus, liejun poisto, prefloot-vaahdotus, magneettinen erotus ja spodumeenivaahdotus. Rikastamoprosessin lohkokaavio on esitetty kuvassa (Kuva 5-2).

Rikastamon prosessista saadaan tuotteena spodumeenirikastetta, joka toimitetaan jatkojalostettavaksi Keliberin Kokkolan litiumkemiantehtaalle.

keskipitoisuudet ylittivät arseenin ja antimonin osalta Vna 214/2007 ("PIMA-asetus") mukaisen kynnyksarvon (jota sovelletaan myös osana pysyvän kaivannaisjätteen määritelmää Vna 190/2013, liite 1). Antimonin osalta myös PIMA-asetuksen alempi ohjearvo ylittyy. PIMA-asetuksen alempi ja ylempi ohjearvo eivät tosin ole luokittelutekijöitä, mutta kuvaavat suuruusluokkaa. Arseenin kynnyksarvo on 5 mg/kg ja antimonin alempi ohjearvo 10 mg/kg. Näytteistä mitatut arseenipitoisuudet olivat välillä 5–16 mg/kg ja antimonipitoisuus 20 mg/kg. Kokonaisrikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,02–0,2 %. Korkeimmat rikkipitoisuudet olivat Syväjärven näytteissä ja matalimmat Outoveden näytteissä. Lisätietoina alla (Taulukko 5-2) esitetään otteita kenttämittauksista.

Taulukko 5-2 XRF-Kenttämittaukset louhosalueilla.

Vertailuarvot	As	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
Luontainen pit. ¹	1	31	22	5	17	31
Kynnyksarvo	5	100	100	60	50	200
Alempi ohjearvo	50	200	150	200	100	250
Ylempi ohjearvo	100	300	200	750	150	400
Havainnot	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
MIN	5,6	26,0	8,0	5,5	20,0	14,0
MAX	23,0	152,0	66,0	111,0	31,0	602,0
MED	9,0	60,0	14,5	9,2	22,0	24,5
N	22	63	35	64	4	65

5.3.2 Sivukivi

Keliberin kaavailemilla louhoksilla esiintyviä sivukivilajeja ovat Envineerin 2020 mukaan seuraavat:

- Intermediäärinen metatuffiitti/ metavulkaniitti (IT)
- Plagioklaasiporfyyriitti (PP)
- Kiilleliuske (KL)
- Grauvakka (GV)
- Muskoviittipegmatiitti (MPG)
- Kiisupitoinen kiilleliuske (KSKL)

Louhinnan yhteydessä muodostuvaa sivukiveä hyödynnetään soveltuvilta osin louhosalueiden rakentamisessa, esim. tie- ja kenttärakenteissa. Lisäksi sivukiviä voidaan tulla hyödyntämään myös maanalaisten louhostilojen täytössä. Sivukivien ominaisuuksista riippuen niitä voidaan mahdollisesti hyödyntää myös louhosalueiden ulkopuolella esim. satamarakenteissa tai maarakentamisessa. Sivukivet, joita ei hyödynnetä, läjitetään sivukiven läjitysalueille (Envineer 2020). Rapasaaren louhosalueelle on suunniteltu kaksi läjitysalueita: korkearikkisen sivukiven ja matalarikkisen sivukiven alueet.

Kaikkien Keliber Oy:n kaavailemien louhosten sivukivissä arseenipitoisuudet ovat koholla verrattuna PIMA-asetuksen kynnysarvoon (jota käytetään yhtenä osana kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 mukaista pysyvän jätteen määritelmää)(Taulukko 5-3). Vaikka alueen maaperän arseenipitoisuudet ovat luontaisestikin korkeampia kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo, osa sivukivien pitoisuuksista on myös alueellista maaperän taustapitoisuutta korkeampia. Erityisesti Rapasaaren sivukivissä arseenipitoisuudet ovat koholla, intermediääristä metatuffiittia/metavulkaniittia lukuun ottamatta keskiarvo- ja mediaanipitoisuudet ylittävät myös PIMA-asetuksen ylemmän ohjearvon. PIMA-asetuksen alemmaa ja ylempää ohjearvoa käytetään tässä yhteydessä vain pitoisuuksien suuruusluokan havainnollistamiseen, ne eivät ole luokitteluperusteita. Rapasaaren sivukivissä esiintyy myös kohonneita kromin, kuparin, nikkelin ja vanadiinin pitoisuuksia.

Taulukko 5-3. Rapasaaren louhoksen sivukivinäytteiden kokonaispitoisuudet sekä PIMA-asetuksen viitearvot. Näytemäärän osalta suluissa on esitetty niiden näytteiden määrä, joista on analysoitu rikin (Envineer 2020).

Parametri	Yksikkö		Kivilaji/näyte					Kokooma 2018	PIMA-asetuksen viitearvot		
			KL+ GV	KL+ MPG	KSKL	IT	PP		Kynnys-arvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
n		kpl	71 (48)	20	3	20 (15)	5 (4)	1			
As	mg/kg	min	5	8	24	5	15	139	5	50	100
	mg/kg	max	502	2 600	216	248	293				
	mg/kg	ka	111	354	108	59	123				
	mg/kg	med	70	198	83	37	129				
Cd	mg/kg						0,1	1	10	20	
Co	mg/kg	ka	15	10	17	17	13	16	20	100	250
	mg/kg	med	15	11	19	17	14				
Cr	mg/kg	ka	108	82	82	93	100	122	100	200	300
	mg/kg	med	84	68	65	75	106				
Cu	mg/kg	ka	68	38	106	103	123	81	100	150	200
	mg/kg	med	51	36	111	101	148				
Ni	mg/kg	ka	53	37	50	47	38	56	50	100	150
	mg/kg	med	54	32	50	42	39				
Pb	mg/kg	ka	7	8	12	5	5	5,7	60	200	750
	mg/kg	med	5	5	8	5	5				
Sb	mg/kg							0,03	2	10	50
V	mg/kg	ka	85	66	72	114	105	106	100	150	250
	mg/kg	med	74	67	66	124	110				
Zn	mg/kg	ka	106	91	132	110	58	102	200	250	400
	mg/kg	med	104	87	148	118	58				
S	%	min	0,002	0,002	0,15	0,002	0,01	0,18	-	-	-
	%	max	0,49	0,15	1,67	0,85	0,1				
	%	ka	0,12	0,098	1,0	0,32	0,045				
	%	med	0,1	0,081	1,15	0,26	0,03				

Sivukivien kontaktiliukoisuuksia on tutkittu SFS-EN 12457-3 mukaisella kaksivaiheisella ravistelutestillä. Liukoisuuksia on verrattu valtioneuvoston kaatopaikoista antaman asetuksen (kaatopaikka-asetus, 331/2013) mukaisiin pysyvän jätteen, tavanomaisen jätteen ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavien jätteiden liukoisuuskriteereihin. On kuitenkin huomioitava, että nämä raja-arvot muodostavat vain havainnollisen vertailukohtaan, kaivannaisjätettä ei luokitella näiden rajojen perusteella. Liukoisuustestauksen tulokset eivät myöskään edusta kaivannaisjätteestä poistuvaa suotovettä, sillä jopa ei-sulfidisessa jätteessä tapahtuu rapautumista, joka ei näy liukoisuustestin tuloksissa ja todellisessa läjityksessä veden ja kiintoainespinnan kontaktisuhte poikkeaa todellisesta läjityksestä.

Liukoisuuskokeiden mukaan metallien välittömät liukoisuudet ovat alhaisia, vaikka kokonaispitoisuudet ovatkin koholla. Tutkimusten mukaan Rapasaaren louhoksen sivukivissä liukoisuudet ovat pääsääntöisesti pieniä, mutta arseenin ja kuparin osalta on todettu myös jonkin verran välittömästi liukenevissa olevia pitoisuuksia. (vrt. pysyvän jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen raja-arvon ylittäviä liukoisia pitoisuuksia).

Sivukivinäytteiden hapontuotto- ja neutralointipotentiaalisuhde (NP/AP eli ns. NPR-suhde) on määritetty ABA-testillä. Rapasaaren louhoksen sivukivistä korkeimmat rikkipitoisuudet on määritetty kiisupitoisissa kiilleliuskeessa ja tämän jälkeen



korkeimmat rikkipitoisuudet on todettu intermediäärisessä metatuffiitissa /metavulkaniitissa. Intermediäärisellä metatuffiitilla/metavulkaniitilla on arvioitu olevan hieman suurempi neutralointikapasiteetti kuin kiilleliuskeella. On kuitenkin huomioitava, että neutralointikapasiteetin merkitys riippuu siitä, millaisia haitta-aineita kivissä on läsnä (pysyvätkö kyseiset haitta-aineet liukoisena neutraaleissa olosuhteissa).

5.3.3 Vesienkäsittelyaltaiden pohjaliete

Louhosalueiden vesienkäsittelyaltaisiin (selkeytys- ja laskeutusaltaat) johdetun veden sisältämä kiintoaines laskeutuu louhosalueelle rakennettavien altaiden pohjalle altaiden pohjalietteenä. Pohjaliete on hienojakoista maa- ja kiviainesta, jota muodostuu louhinnan ja kiviaineksen käsittelyn yhteydessä. Pohjalietteen ominaisuudet vastaavat pääosin malmin sekä sivukiven ominaisuuksia. Vesienkäsittelyaltaiden pohjalietteet voidaan läjittää esimerkiksi korkearikkisen sivukiven sivukivialueelle eikä lietteelle ole osoitettavissa sen todennäköisten ominaisuuksien vuoksi hyötykäyttöä. Poistettavan pohjalietteen määrää ei voida ennalta tarkalleen arvioida, mutta määrä arvioidaan vähäiseksi (n. 100–200 t/a) (Envineer 2020).

5.4 Rikastamoalueen kaivannaisjätteet

5.4.1 Pintamaat

Rikastamoalueella muodostuu kaivannaisjätteenä rakentamisen yhteydessä poistettavia ylijäämämaita, lajittelun sivukiviä, magneettista jaetta, prefloot-jaetta sekä rikastushiekkaa ja liejua.

Päivänevan alueen maa-ainesten laatua on selvitetty pohjatutkimusten yhteydessä vuonna 2020. Tätä kirjoitettaessa tulosten raportointi ei ollut vielä valmis. Tulosten perusteella PIMA-asetuksen kynnyksarvo arseenille (5 mg/kg) ylittyy yleisesti alueen maaperässä. Myös kromin kynnyksarvo (100 mg/kg) ylittyy useassa näytteessä. (Huom. PIMA-asetuksen kynnyksarvoa käytetään eräänä osana kaivannaisjäteasetuksen 190/2013 mukaista pysyvän jätteen määritelmää, mutta vaihtoehtoisesti kynnyksarvon tilalta voidaan soveltaa alueellista maaperän taustapitoisuutta, joka tällä alueella on kynnyksarvoa korkeampi.)

Kalaveden rikastamoalueella on tehty vuonna 2018 perustilaselvitys. Alueelta otetuissa maanäytteissä pitoisuudet alittivat PIMA-asetuksen mukaiset kynnyksarvot kuparille, nikkelille, lyijylle ja sinkille kaikissa tutkituissa näytteissä. Kuudessa tutkimuspisteessä kromipitoisuudet, kahdessa arseenipitoisuudet ja yhdessä tutkimuspisteessä vanadiinipitoisuus ylittivät PIMA-asetuksen kynnyksarvot XRF-määrittelyssä. (Huom. PIMA-arvot on asetettu eri mittausmenetelmälle.) Muissa tutkimuspisteissä kromin, arseenin ja vanadiinin pitoisuudet alittivat PIMA-asetuksen mukaiset kynnyksarvot. Laboratoriomäärittelyssä tavattiin joiltakin osin kenttämäärittelyä alempia pitoisuuksia. (Envineer Oy, 2018)

Kalaveden tuotantolaitosalueen ylijäämämaiten haponmuodostusta tai neutralointipotentiaalia ei ole selvitetty. GTK:n happamat sulfaattimaat - karttapalvelun mukaan happamien sulfaattimaitten esiintymisen todennäköisyys alueella on kuitenkin pieni tai hyvin pieni (Envineer 2020).



5.4.2 Sivukivi

Rikastamalla lajittelussa muodostuvien sivukivien laatu vastaa Keliberin louhoksilla muodostuvien sivukivien laatua. Sivukiven ominaisuuksia on kuvattu edellä kappaleessa 5.3.2. Rikastamalla muodostuva sivukivi kuljetetaan Syväjärven ja Rapasaaren louhosten sivukivialueille.

5.4.3 Magneettinen jae

Rikastusprosessissa muodostuu magneettista jaetta magneettisen erottelun yhteydessä. Magneettinen jae koostuu prosessiraudasta ja magneettisista mineraaleista. Prosessirautaa syntyy mm. murskauksessa murskainten kulutusosien ja jauhatuksessa jauhinkappaleiden kulumisen kautta (Envineer 2020).

Magneettisen jakeen näytteissä (Syväjärven malmin pilottikokeet 2016 ja 2019) on todettu arsenia, kobolttia, kromia, kuparia, nikkeliä ja vanadiinia kohonneina pitoisuuksina (vertaa PIMA asetuksen kynnyсарvo) ja kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuuksia selvästi kohonneina pitoisuuksina (vrt. PIMA-asetuksen ylempi ohjearvo). Vuoden 2019 tulokset esitetään alla (Taulukko 5-4).

Magneettisen jakeen rikkipitoisuus on erittäin pieni ja neutralointipotentiaali korkea (Taulukko 5-5).

Kaksivaiheisella ravistelutestillä (SFS- EN 12457-3) ja kolonnitestillä (CEN/TS 14405) tutkittuna ainoastaan molybdeenin liukoisuus oli kolonnitestissä koholla. Nämä testit eivät kuitenkaan edusta pitempiäaikaisen rapautumisen tai hapettumisen vaikutuksia vaan kuvaavat jo liukoisessa muodossa tai heikosti kiinnittyneinä olevia aineita.

Magneettinen jae luokituu ei-pysyväksi ei-vaaralliseksi kaivannaisjätteeksi. Yksittäiset pitoisuudet jäävät alle vaarallisen jätteen raja-arvojen, mutta myös cut-off pitoisuuksilla jakeen akuutin toksisuuden ja kroonisen toksisuuden summat jäävät raja-arvon alapuolelle.

Taulukko 5-4. Syväjärven malmin pilottikokeen jätejakeiden kokonaispitoisuudet, maaperän alueelliset taustapitoisuudet (Päiväneva, 15 km säde) sekä PIMA-asetuksen viitearvot.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Tausta-pitoisuus ka*	8,1	0,06	4,1	20,8	12,8	0,04	10,7	5,2	0,1	26,4	30,5
Kynnysarvo	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
Pre-float	3630	50	6,8	34	588	0,021	33,4	44	1,18	22,4	2290
Magneetti-erottelun (LIMS) jae	51,4	0,55	37,8	651	513	<0,005	378	26	7,11	46,9	40
Rikastushiekka + LIMS + Lieju	4,58	0,11	1,3	13,1	9	<0,005	8,3	24	0,09	2,6	14
Lieju	43,3	0,98	2,2	30,3	29,2	0,006	13,4	35	0,2	9,7	74
Rikastushiekka + Lieju	5,08	0,12	<1	10,4	6,4	<0,005	5,9	24	0,07	2,5	13

Taulukko 5-5. Syväjärven malmin pilottirikastuskokeen 2019 jätejakeiden kokonaisrikkipitoisuudet, hapontuottopotentiaali, neutralointipotentiaali sekä neutralointipotentiaalisuhde.

Syväjärvi Pilot Elokuu 2019	S (kok)	AP	NP	NPR
	%	kg CaCO ₃ /t	kg CaCO ₃ /t	
Pre-float	0,72	22,4	70,9	3,16
Pre-float (2)		22,4	70,4	3,14
Magneettierottelun (LIMS) jae	0,01	0,4	88	223
Rikastushiekka + LIMS + Lieju	<0,01	<0,3	2,6	
Lieju	0,01	0,5	12,5	27
Rikastushiekka + Lieju	<0,01	<0,3	2,6	

5.4.4 Prefloat jae

Prefloat-jaetta muodostuu rikastusprosessin prefloat-vaahdotuksessa. Prefloat-jae sisältää kalsiummineraaleja, apatiittia, kiillemineraaleja ja muita silikaattimineraaleja sekä raskasmetalleja. Prefloat-jae sijoitetaan erilliseen eristerakennealtaaseen (prefloat-allas).

Prefloat-näytteiden kokonaispitoisuudet on esitetty yllä (Taulukko 5-4) Syväjärven pilottikokeen 2019 tulosten osalta. Prefloat-jakeessa arseenin, kadmiumin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ovat kohonneita. Vastaavien aineiden kohonneita pitoisuuksia havaittiin myös vuoden 2016 rikastuskokeissa (Syväjärven pilottikoe ja Lantän

minipilotti). Aikaisemmissa kokeissa pitoisuudet ovat kuitenkin olleet vuoden 2019 pilottia selvästi pienempiä.

Prefloat-jakeen kokonaisrikkipitoisuus oli vuoden 2019 pilot-kokeen yhteydessä 0,72 % ja NPR-luku 3,16. Neutralointipotentiaali on suhteellisen korkea. On kuitenkin huomioitava jakeessa esiintyvät haitta-aineet: mikäli arseeni, nikkeli ja sinkki ovat merkittävässä määrin sulfideihin sitoutuneita ja pääsevät hapettumaan, nämä aineet pysyvät hyvin tai kohtalaisesti liukoisena myös neutraaleissa olosuhteissa.

Välittömät liukoisuudet ravistelutestissä ja kolonnitestissä ovat kaikissa tutkituissa näytteissä alhaisia (Syväjärven pilotti 2019 sekä Syväjärven/Läntän pilotit 206).

Prefloat-jakeen haitta-ainepitoisuuksien (arseni, kupari, sinkki) voidaan olettaa olevan osittain sulfidimineraaleihin sitoutuneena ja siksi vapautuvan sulfidimineraalien hapettumisen myötä. Jätejakeessa on mm. arseenikiisiä, kuparikiisiä ja sinkkivälkettä. Säilytyksellä vedenkyllästävässä tilassa voidaan alentaa hapettumista merkittävästi.

Prefloat-jae luokituu vaaralliseksi jätteeksi arseenin ja sinkin pitoisuuksien takia, huomioiden kroonisen toksisuuden (H410) rajat.

5.4.5 Rikastushiekka ja lieju

Rikastushiekkaa muodostuu rikastusprosessissa spodumeenin vaahdotuksen yhteydessä. Liejua muodostuu rikastusprosessin alkuvaiheen liejunpoistossa. Rikastushiekka ja lieju sakeutetaan yhdessä ennen kuin ne johdetaan rikastushiekka-altaalle. Liejun heikkojen laskeutusominaisuuksien vuoksi sitä ei voida läjittää omana jakeenaan. Rikastushiekka-altaalle läjitettävän rikastushiekan ja liejun yhteismäärästä rikastushiekan osuus on noin 88,5 % ja liejun osuus noin 11,5 % (Envineer 2020).

Rikastamoalueen kaivannaisjätteiden kokonaispitoisuudet Syväjärven 2019 rikastuskokeen perusteella on esitetty yllä olevissa taulukoissa (Taulukko 5-4 ja Taulukko 5-5).

Rikastushiekan ja liejun seoksessa keskeiset metallipitoisuudet olivat alhaisia Syväjärven rikastuskokeessa 2019. Rikastushiekassa keskeiset metallipitoisuudet ovat olleet alhaisia myös Syväjärven ja Läntän kokeissa vuodelta 2016. Rikastushiekan ja liejun seoksessa (Syväjärvi 2019) arseenipitoisuus ylittää PIMA-kynnysarvon, mutta alittaa alueellisen taustapitoisuuden. Syväjärven 2019 liejussa ykinään arvioituna arseenin pitoisuus on koholla sekä PIMA-kynnysarvoon että alueelliseen taustapitoisuuteen nähden. Syväjärven ja Läntän kokeissa vuodelta 2016 myös kadmiumin ja kuparin pitoisuuksia on ollut koholla sekä PIMA-kynnysarvoon että alueelliseen taustapitoisuuteen nähden.

Kokonaisrikkipitoisuus on hyvin alhainen, alle 0,01 %.

Välittömät liukoisuudet ravistelutestissä ja kolonnitestissä ovat kaikissa tutkituissa näytteissä alhaisia (Syväjärven pilotti 2019 sekä Syväjärven/Läntän pilotit 2016).

Syväjärven pilottikokeen 2019 perusteella arvioituna rikastushiekka-lieju-seos voisi olla luokiteltavissa pysyväksi jätteeksi, mutta jätejakeen sisäiseen vaihteluun kohdistuu epävarmuuksia aikaisempien kokeiden (Länttä ja Syväjärvi 2016) valossa ja Rapasaaren malmin vastaavasta jakeesta ei ole käytettävissä riittäviä tietoja. Näin ollen varovaisuutta noudattaen rikastushiekkaa ja lietettä voidaan toistaiseksi tarkastella ei-pysyvänä ei-vaarallisena jätteenä.



5.4.6 Rikastamon kaivannaisjätteiden vesifaasi

Rikastamon kaivannaisjätteiden vesifaasissa eri aineiden pitoisuudet vaihtelevat jakeittain. Prosessiveden osuus jätteen vesifaasissa vähenee sulkemisen jälkeen asteittain, merkittävimmin kuitenkin vähemmän tiiviisti peitettävissä jätejakeissa. Prosessivedestä voi myös saostua jätejakeeseen sellaista varastokuormaa, jota kiinteä jäte itsessään ei aiheuttaisi reaktioidenkaan kautta.

Rapasaaren rikastuskoe 2019 suoritettiin locked cycle -testauksena tasapainotilaan asti ja kokeesta on siksi saatavilla myös edustavat prosessivesinäytteet. Syväjärven pilottikokeen 2019 vesinäytteet eivät edusta suoraan todellisuutta vastaavia prosessivesilaatuja, mutta myös niistä voidaan tehdä hyödyllisiä havaintoja. On myös huomioitava, että tuotannon aikana läjitysalueille tulee sadevesiä. Eri vesilaadut sekä veden ja kiintoaineen kontaktisuhte tullaan huomioimaan tarkemmin ympäristölupavaiheen päästöparametriarvioinnissa.

Prosessiveden osalta huomionarvoisimpia pääsääntöisesti ovat arseenin, litiumin, nikkelin ja fosforin pitoisuudet. Prefloat-jakeessa lievästi merkittäviä voivat olla myös esimerkiksi kuparin ja uraanin pitoisuudet. Sulfaatti- ja kloridipitoisuudet vaikuttavat jäävän melko alhaisiksi. Typpipitoisuuksia ei ole toistaiseksi tarkasteltu kattavasti, sillä rikastuskokeet on tehty joko kairasydännäytteistä tai ei-tuoreesta louheesta.

5.5 Vesienhallinta

Prosessin raakavesi otetaan vaihtoehdossa VE1 Kalaveden rikastamolle Vissaveden tekojärvestä. Vaihtoehdossa VE2 rikastamon sijoituessa Päivänevan alueelle rikastamon raakavesilähteenä tarkastellaan sekä Näätinkiojaa että Köyhäjokea. Lopulliseen päätökseen vaikuttaa vedensaannin varmuus, joten on todennäköistä, että raakavesilähteenä käytetään Köyhäjokea sen suuremman valuma-alueen vuoksi.

Kuivatusojien avulla minimoidaan ympäristöstä valuvien puhtaiden vesien määrä kaivosalueelle ja louhoksiin. Kaivosalueen sisäpuolisen ojaverkoston avulla pintavedet johdetaan hallitusti tarkoituksenmukaisiin paikkoihin josta ne johdetaan edelleen pois kaivosalueelta mahdollisesti tehtävän vesienkäsittelyn jälkeen.

Vesienkäsittelyä varten tarvitaan louhosten ja sivukivialueiden vesille tasaus- ja laskeutusallas, jonka avulla minimoidaan puhdistettavan veden laatu vaihtelu ja laskeutetaan vedessä olevia kiintoaineita altaan pohjalle.

Rikastamolla syntyvät prosessijätevedet käsitellään jätevedenpuhdistamolla. Vaihtoehdossa VE1 vedet johdetaan jätevedenpuhdistamolta edelleen rakennettavaa purkuputkea pitkin Kalavedenojaan. VE2:ssa käsiteltyjen vesien purku tapahtuu tuotannon aikana rikastamoalueelta ja Rapasaaren kaivosalueelta Näätinkiojaan tai vaihtoehtoisesti yhdystietä pitkin putkella Köyhäjokeen.

Sulkemisen jälkeen vedet purkautuvat vaihtoehdossa VE1 rikastamoalueelta Kalavedenojaan ja Rapasaaren kaivosalueelta Näätinkiojaan. VE2:ssa luontaiset valuma-alueet huomioiden vedet purkautuvat rikastamoalueelta ja Rapasaaren kaivosalueelta yhdessä Näätinkiojaan.

5.6 Muu infrastruktuuri

Kaivosalueelle rakennetaan huoltotieverkosto kaivostoiminnan kannalta keskeisimpiin kohteisiin. Kiviautotiestö tarvitaan sivukiven kuljettamiseksi louhokselta sivukivialueelle ja malmin kuljettamiseksi louhokselta rikastamolle. Myös uusi raskaalle liikenteelle soveltuva tulotie tarvitaan kaivoksen liittämiseksi nykyiseen tieverkostoon.

Kaivoksen energiantarpeen kattamiseksi tuotantoalueelle johdetaan uusi sähkölinja.

Rikastamoalueen lisäksi kaivosalueelle rakennetaan myös muita huolto- ja tukitoimintorakennuksia lähinnä louhosten läheisyyteen. Tarvittavia rakennuksia ovat mm. toimisto- ja huoltorakennukset sekä räjähdysainevarasto.

6 Sulkemista koskevat vaatimukset

6.1 Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö

Kaivoslain (621/2011) 15. luku käsittelee kaivostoiminnan lopettamista. Luvussa esitettyjen säännösten mukaan kaivosalue on toiminnan päättyessä viipymättä saatettava yleisen turvallisuuden vaatimaan kuntoon. Lisäksi on huolehdittava sen kunnostamisesta, siistimisestä ja maisemoinnista. Kaivostoiminnan päätyttyä kaivostoiminnan harjoittaja edelleen vastaa kaivosluvassa annettujen määräysten tai kaivostoiminnan lopettamispäätöksessä annettujen määräysten mukaisesti kaivosalueen ja kaivoksen apualueen seurannasta. Lisäksi kaivostoiminnan harjoittaja vastaa edelleen mahdollisista tarvittavista korjaavista toimenpiteistä ja niiden kustannuksista.

Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) 133 § määrää toiminnan lopettamisesta aiheutuvista velvoitteista. Tuotantolaitoksen käytöstä poistettavan osan rakenteet ja alueet on tarvittaessa puhdistettava. On myös huolehdittava vaarallisista kemikaaleista ja räjähteistä siten, ettei niistä aiheudu henkilö-, ympäristö- eikä omaisuusvahinkoja.

Ympäristönsuojelulain (527/2014) 94 §:n mukaan, luvanvaraisen toiminnan päätyttyä toiminnanharjoittaja vastaa edelleen tarvittavista toimista ympäristön pilaantumisen estämiseksi. Lisäksi toiminnanharjoittaja vastaa edelleen toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta lupamääräysten mukaisesti. Mikäli lupa ei sisällä riittäviä määräyksiä toiminnan lopettamiseksi, on lupaviranomaisen annettava tätä tarkoittavat määräykset.

Ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) 16 §:n mukaan voidaan kaatopaikkojen osalta esittää määräyksiä liittyen käytöstä poistamiseen ja sulkemiseen. Lisäksi voidaan esittää määräyksiä siitä, kuinka kauan toiminnanharjoittajan on vastattava kaatopaikan jälkihoidosta, kuitenkin vähintään 30 vuotta. Mikäli toiminnasta kuitenkin aiheutuu maaperän tai pohjaveden pilaantumista, on toiminnanharjoittaja velvollinen puhdistamaan maaperän ja pohjaveden ympäristönsuojelulain 14 luvun säännösten mukaisesti.

Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013) edellyttää, että toiminnanharjoittaja vastaa jätealueen käytöstä poistamisen jälkeen tehtävistä jälkihoitotoimista sekä niihin liittyvästä seurannasta ja tarkkailusta. Toiminnanharjoittajan vastuu jatkuu niin kauan kuin on tarpeen, jotta saadaan varmistettua, ettei alueesta aiheudu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

Lisäksi on pystyttävä varmistamaan, että alue on vakaa ja pysyvästi maisemoitu eikä alueesta aiheudu onnettomuuden vaaraa ja siitä aiheutuva ympäristökuormitusta. On myös pystyttävä varmistamaan, että vaikutusalueen pinta- tai pohjavesien tilaa ei ole enää tarpeen tarkkailla. Tarvittavista toimista määrätään ympäristönsuojelulain nojalla annettavissa määräyksissä.

6.2 Hyviä käytäntöjä kaivoksen sulkemisessa

Lainsäädännön ja lupaehtojen ohessa sulkemissuunnittelussa huomioidaan hyvät käytännöt. Toisaalta tämä voidaan nähdä myös lainsäädännön asettamana vaatimuksena, sillä ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan luvanvaraisessa ja rekisteröitävässä toiminnassa tulee soveltaa parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan arvioinnissa sovelletaan kaivannaisjätteen BREF dokumenttia "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries" (EC 2018) ja sen soveltamisesta laadittua ympäristöministeriön opasta "Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF-vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen". BREF-dokumentin mukaiset menettelyt eivät ole sitovia ja toiminnassa voidaan käyttää muita soveltuvia rakenteita tai toimintatapoja, joilla saavutetaan vähintään vastaava ympäristönsuojelullinen tila. Hyvää sulkemissuunnitteluprosessia kuvaa erityisesti "Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd Edition" (ICMM 2019).

6.3 Sijaintikohtaiset vaatimukset

Keliberin Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin kaivoksen lähialueen yhteisön ja ympäristöolosuhteiden asettamat vaatimukset on koottu taulukkoon 6-1.

Taulukko 6-1. Ympäristöolosuhteiden ja yhteisön asettamat vaatimukset sulkemiselle (tiedot: Envineer 2020).

Vaikutus- kohde	Keskeistä vaikutuskohteesta	Eryisesti huomioitava VE1	Eryisesti huomioitava VE2
Vastaanottava vesistö	<p>Päiväneva-Rapasaari -alue laskee Näätinkiojan kautta Köyhäjokeen (ensimmäinen luokiteltu vesistö). Kalaveden alue laskee Vissavedenojaan/Tastulanojaan ja edelleen Köyhäjokeen.</p> <p>Perhonjoen ja Kälviänjoen vesienhoitoalueen vesienhoidon toimenpideohjelma, jonka tavoitteena on estää jokien, järvien ja rannikkovesien sekä pohjavesien tilan heikkeneminen sekä pyrkiä kaikkien vesien vähintään hyvään tilaan. Erinomaisiksi tai hyväiksi arvioitujen vesien tilaa ei saa heikentää.</p> <p>Vissaveden alapuolisen ojan ekologinen tila on hyvä.</p> <p>Ullavanjoen ekologinen tila on hyvä ja sen kalastus- ja virkistyskäytöllä on paikallista arvoa.</p> <p>Köyhäjoen taimenkanta on lisääntymiskelpoinen.</p>	X	X
Pohjavedet	<p>Louhostoiminnan pohjavesivaikutukset liittyvät pääasiallisesti malminlouhinnan ja louhosalueiden kuivatuksen aiheuttamiin pinnankorkeuden muutoksiin sekä sivukivien läjitysalueiden aiheuttamiin laadullisiin pohjavesivaikutuksiin.</p> <p>Rikastamon ja sen allasalueen rakentamisen seurauksena pohjaveden pinnankorkeus voidaan arvioida alentuvan</p>	X	X

	<p>rikastamo- ja allasalueella, mutta lähtökohtaisesti varsin vähän. Toiminta-aikana pohjaveden laatuun kohdistuvia vaikutuksia voi aiheutua lähinnä allas- ja läjitysalueilta.</p> <p>Mahdollisista pohjavesivaikutuksista tärkeimpänä arvioidaan Vionnevan Natura 2000 -aluetta.</p> <p>Kummankaan vaihtoehdon välittömässä läheisyydessä ei ole pohjavesialueita.</p>		
<p>Suojelu- alueet ja uhanalaiset lajit</p>	<p>Vionnevan Natura 2000-alue sijaitsee Rapasaaren kaivosalueen itäpuolella, lähimmillään 300 m:n etäisyydellä louhoksesta. Suurin osa Vionnevan Natura-alueesta kuuluu myös soiden suojeluohjelmaan ja iso osa sitä on myös valtion luonnonsuojelualuetta.</p> <p>Vionneva on luokiteltu maakunnallisesti arvokkaaksi kohteeksi (ns. MAALI-kohde). Suojelullisesti arvokkaista suolajeista alueella tavataan metsähanhea, riekkoa, kurkea, kapustarintaa, pikkukuovia, kuovia, suokukkoa, keltavästäräkkiä ja isolepinkäistä. Runsas pesivä kahlaajalajisto on yksi suon merkittävimmistä arvoista. Vesilinnuista suolla tavataan mm. useaa uhanalaista lajia: metsähanhen ohella haapanaa, jouhisorsaa, tukkasotkaa, kaakkuria ja mustakurkku-uikkua. Lisäksi alueella pesii kaksi uhanalaista lajia, joiden tiedot ovat salassa pidettäviä.</p> <p>Muut suojelualueet ja suojeluohjelmiin kuuluvat alueet sijaitsevat hankealueista 6–7 km etäisyydellä.</p>	X	X
<p>Maisema</p>	<p>Louhos- ja rikastamoalueet eivät sijoitu valtakunnallisesti tai maakunnallisesti tärkeille maisema- tai kulttuuriympäristöalueille. Lähimmät arvokkaat alueet sijoittuvat yli 4 km:n etäisyydelle.</p> <p>Louhoksilla ja sivukivien, rikastushiekan sekä muiden läjitettävien materiaalien sijoitusalueilla on pitkäaikainen maisemallinen alueellinen vaikutus, jota pienennetään jälkihoitotoimenpiteillä.</p>		
<p>Yhteisö ja elinkeinot</p>	<p>Rapasaaren alueen lähimmät kyläalueet sijoittuvat varsin kauas louhosalueista.</p> <p>Kalaveden rikastamoaluetta lähin asutuskeskittymä on sen länsipuolella sijaitseva Kalaveden kylä. Lähialueella on myös vapaa-ajan asutusta.</p> <p>Louhos- ja rikastamoalueet kuljetusreitteineen sijoittuvat pääasiassa metsätalousalueille.</p>	X	(X)

7 Sulkemisen jälkeisen tilan käsitteellistäminen

7.1 Käsitteellistämisen tarkoitus

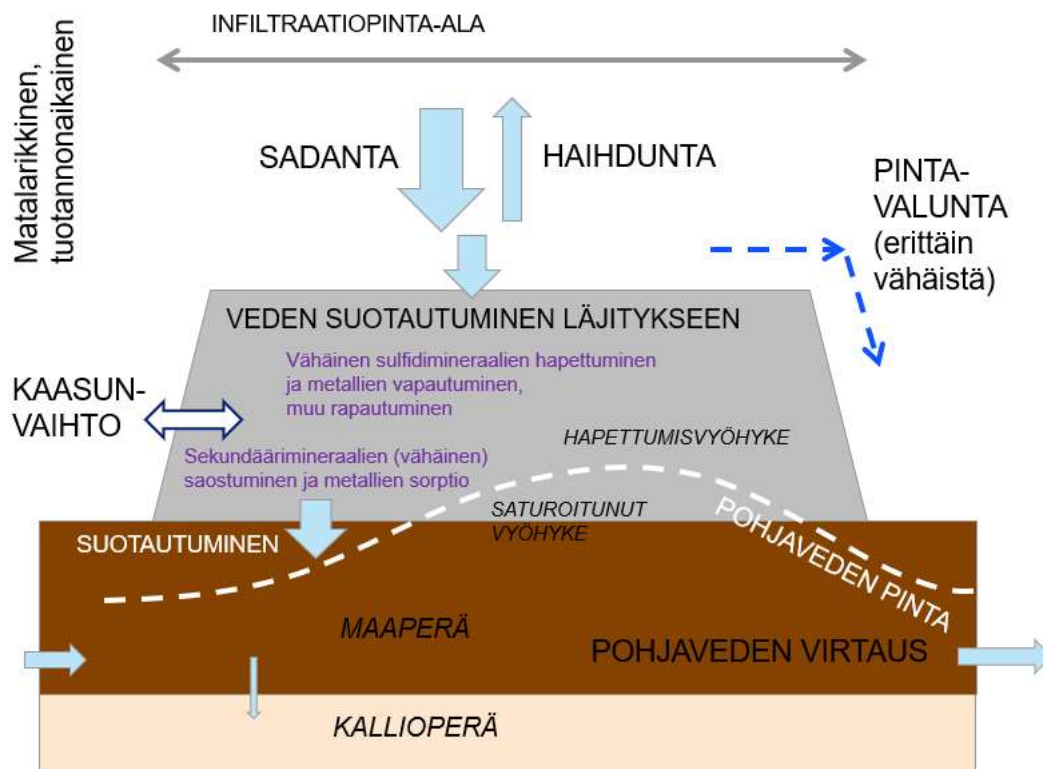
Toiminta-alueen käsitteellistämällä pyritään havainnollistamaan jälkihoitettavan kohteen sisäisiä prosesseja sekä suhdetta ympäristöönsä. Jälkimmäinen sisältää mahdollisten haitta-aineiden ja häirtatekijöiden kulkeutumisen- ja vaikutusreittien alustavan tunnistamisen. Käsitteellinen malli toimii yhtenä sulkemisen tavoiteasettelun työkaluna. Sen avulla tunnistetaan sijaintikohtaisesti kohteen sulkemisen jälkeiseen tilaan liittyvät potentiaaliset häirtavaikutukset, jotka sulkemissuunnittelun keinoin on pyrittävä ehkäisemään. Käsitteellistämisen avulla kuvataan mallinnettavat osakohteet ja tavoite on, että se auttaa varmistamaan,

että sulkemisen jälkeistä tilaa kuvaavissa malleissa ja sulkemissuunnittelussa huomioidaan tarvittavat syötteet ja tekijät.

7.2 Sivukivialueiden käsitteellistäminen

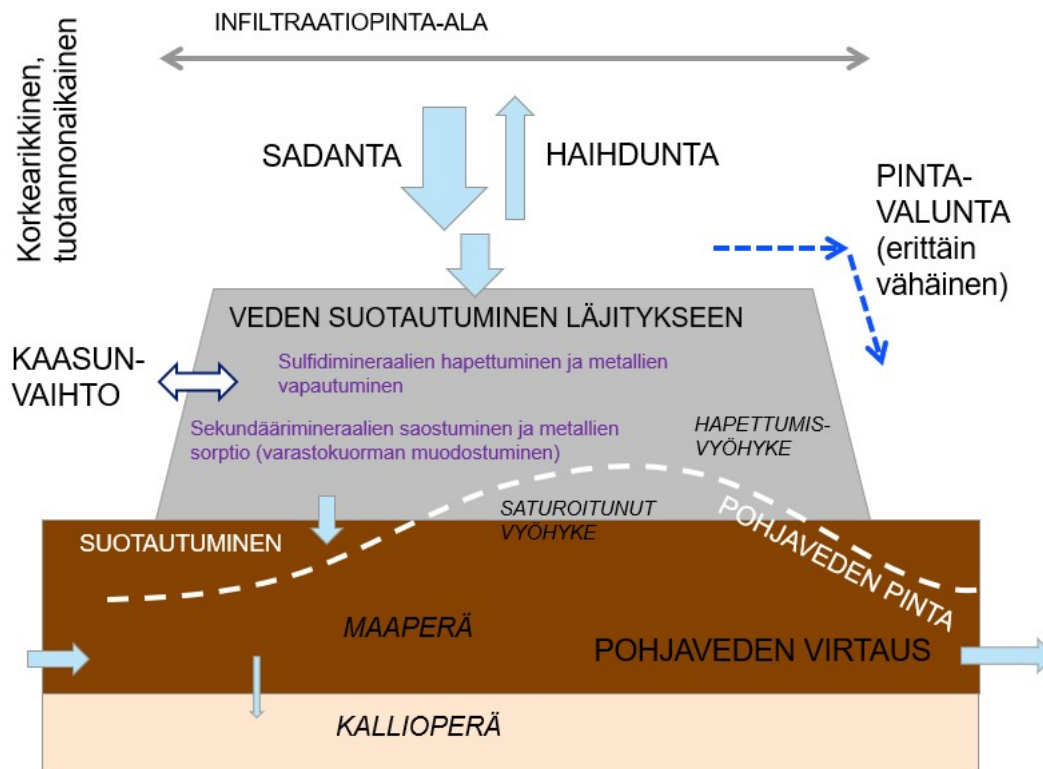
7.2.1 Tilanne ennen peittorakennetta

Matalarikkisen sivukivialueen ensimmäisessä käsitteellisessä mallissa ei sivukivialueelle ole vielä tehty suunniteltua peittorakennetta (Kuva 7-1). Mallissa on arvioitu veden imeytyvän läjitykseen koko läjitysalueen pinta-alalta. Lähes kaikki läjitykseen tuleva vesi suotautuu läjitykseen (pois lukien haihtuva vesi). Pintavalunta on erittäin vähäistä ja painottuu todennäköisesti sulamiskaudelle. Kaasun vaihto kasan ja ilmakehän välillä on esteetöntä. Läjityksessä on arvioitu tapahtuvan vähäistä sulfidimineraalien hapettumista (huomioiden sulfidimineraalien vähäisen määrän) ja metallien vapautumista sekä muuta rapautumista. Läjityksessä tapahtuu myös vähäistä sekundäärimineraalien saostumista ja metallien sorptiota. Kasaan suotautunutta vettä suotautuu läjityksen pohjan kautta maaperään. Mahdollisimman suuri osa suotovedestä pyritään ottamaan talteen ojien avulla. Pohjaveden pinta ulottuu vähäisissä määrin läjitykseen, mutta sivukivi on pääosin vedellä kyllästymättömässä tilassa. Käsitteellisessä mallissa on oletettu, että pohjavesi virtaa maaperässä ja pieni osa maaperän pohjavedestä imeytyy kallioperään.



Kuva 7-1. Matalarikkisen sivukivialue tuotannon aikana, käsitteellinen malli.

Korkearikkisen sivukivialueen ensimmäisessä käsitteellisessä mallissa ei sivukivialueelle ole vielä tehty suunniteltua peittorakennetta (Kuva 7-2). Mallissa on arvioitu veden imeytyvän läjitykseen koko läjitysalueen pinta-alalta. Lähes kaikki läjitykseen tuleva vesi suotautuu läjitykseen (pois lukien haihtuva vesi). Pintavalunta on erittäin vähäistä ja painottuu todennäköisesti sulamiskaudelle. Kaasun vaihto kasan ja ilmakehän välillä on esteetöntä. Sivukivi on pääosin vedellä kyllästymättömässä tilassa. Läjityksessä on arvioitu tapahtuvan sulfidimineraalien hapettumista ja metallien vapautumista. Läjityksessä tapahtuu varastokuorman muodostumista sekundäärimineraalien saostumisena ja metallien sorptiona. Tiiviin pohjarakenteen takia suotovesi poistuu läjityksestä ensisijaisesti pohjarakenteen pinnan myötäisesti suotovesiojiin, mistä vettä otetaan talteen. Myös läjityksen tiiviin pohjan kautta suotautuu vettä maaperään, joskin vain vähäisissä määrin Pohjaveden pinta ulottuu jossain määrin läjitykseen ja se on siltä osin jonkin verran vedellä kyllästynyt. Käsitteellisessä mallissa on oletettu, että pohjavesi virtaa maaperässä ja pieni osa pohjavedestä kulkeutuu kallioperään.

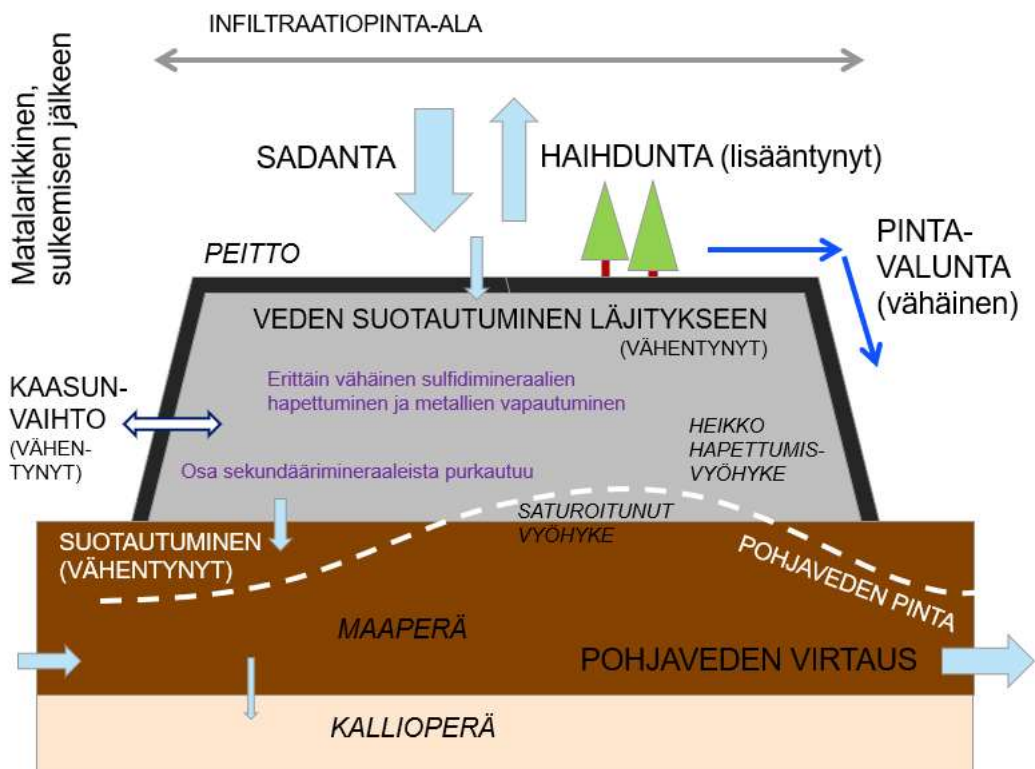


Kuva 7-2. Korkearikkisen sivukivialue tuotannon aikana, käsitteellinen malli.

7.2.2 Tilanne peittorakenteen rakentamisen jälkeen

Matalarikkisen sivukivialueen käsitteellinen malli sulkemisen jälkeiselle ajalle on esitetty kuvassa (Kuva 7-3). Mallissa sivukivialueelle on tehty suunniteltu peittorakenne. Mallissa on arvioitu veden imeytyvän läjitykseen koko läjitysalueen pinta-alalta. Osa läjitykseen tulevasta vedestä suotautuu läjitykseen (pois lukien haihtuva vesi). Haihdunnan määrä on kasvanut pintarakenteen teon jälkeen muun muassa sivukiveä hienojakoisemman peitemateriaalin ja kasvittumisen seurauksena. Pintavalunta on vähäistä, mutta suurempaa kuin toiminnan aikaisessa

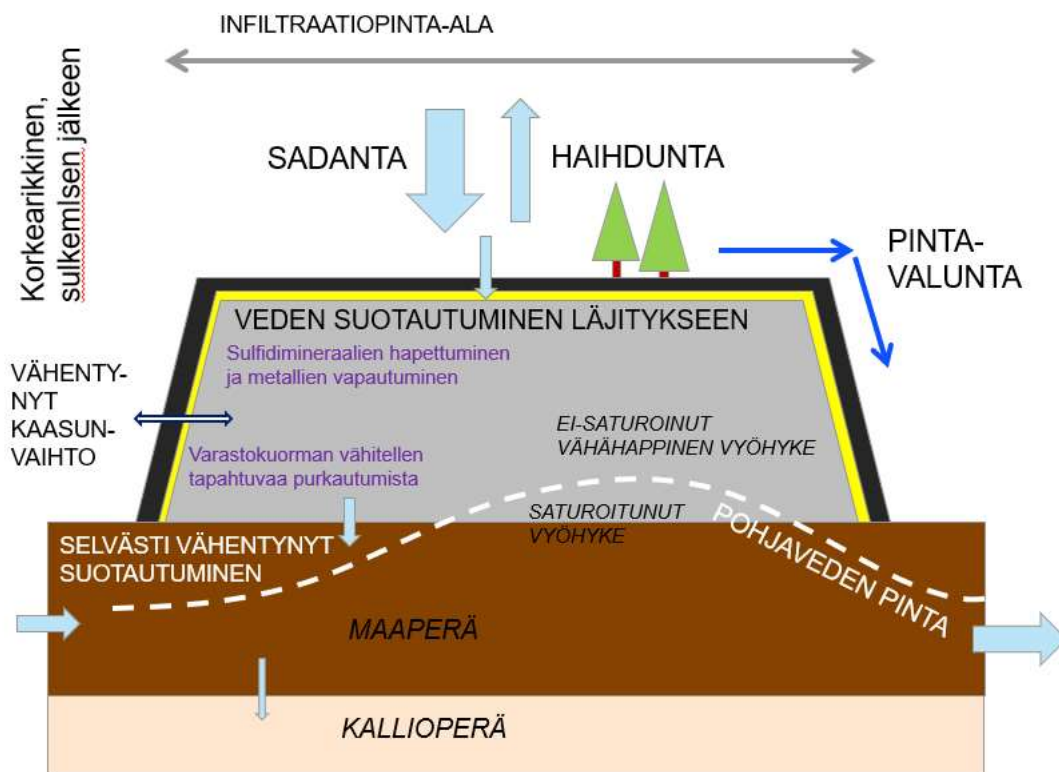
mallissa. Kaasun vaihto kasan ja ilmakehän välillä on vähentynyt toiminnan aikaiseen verrattuna. Läjityksessä on arvioitu tapahtuvan erittäin vähäistä sulfidimineraalien hapettumista ja metallien vapautumista. Osa sekundäärimineraaleista purkautuu ja niistä vapautuu jonkin verran metalleja sivukiven lävitse suotautuvaan veteen. Läjityksen pohjan kautta suotautuu vettä maaperään vähemmän kuin toiminnan aikana, koska läjitykseen myös suotautuu vähemmän vettä. Pohjaveden pinta ulottuu jossain määrin läjitykseen ja se on siltä osin jonkin verran vedellä kyllästynyt, mutta vyöhyke voi olla pienempi kuin toiminnan aikana. Käsitteellisessä mallissa on oletettu, että pohjavesi virtaa maaperässä ja pieni osa pohjavedestä kulkeutuu kallioperään. Pohjaveden virtaus pysyy muuttumattomana toiminnan aikana ja sulkemisen jälkeen.



Kuva 7-3. Matalarikkisen sivukiven läjitysalue sulkemisen jälkeen, käsitteellinen malli.

Korkearikkisen sivukivialueen käsitteellinen malli sulkemisen jälkeiselle ajalle on esitetty kuvassa (Kuva 7-4). Mallissa sivukivialueelle on tehty kaksi kerrosta sisältävä peittorakenne. Mallissa on arvioitu veden imeytyvän läjitykseen koko läjitysalueen pinta-alalta. Pieni määrä läjitykseen tulevasta vedestä suotautuu läjitykseen (pois lukien haihtuva vesi). Haihdunnan määrä on kasvanut pintarakenteen teon jälkeen muun muassa kasvittumisen seurauksena. Pintavalunta on kasvanut selvästi verrattuna toiminnan aikaiseen. Kaasun vaihto kasan ja ilmakehän välillä on vähentynyt selvästi verrattuna toiminnan aikaiseen. Läjityksessä voi edelleen tapahtua vähäistä sulfidimineraalien hapettumista ja metallien vapautumista, mutta vähäisen kaasunvaihdon takia määrät ovat huomattavasti pienempiä kuin toiminnan aikana. Läjityksessä tapahtuu

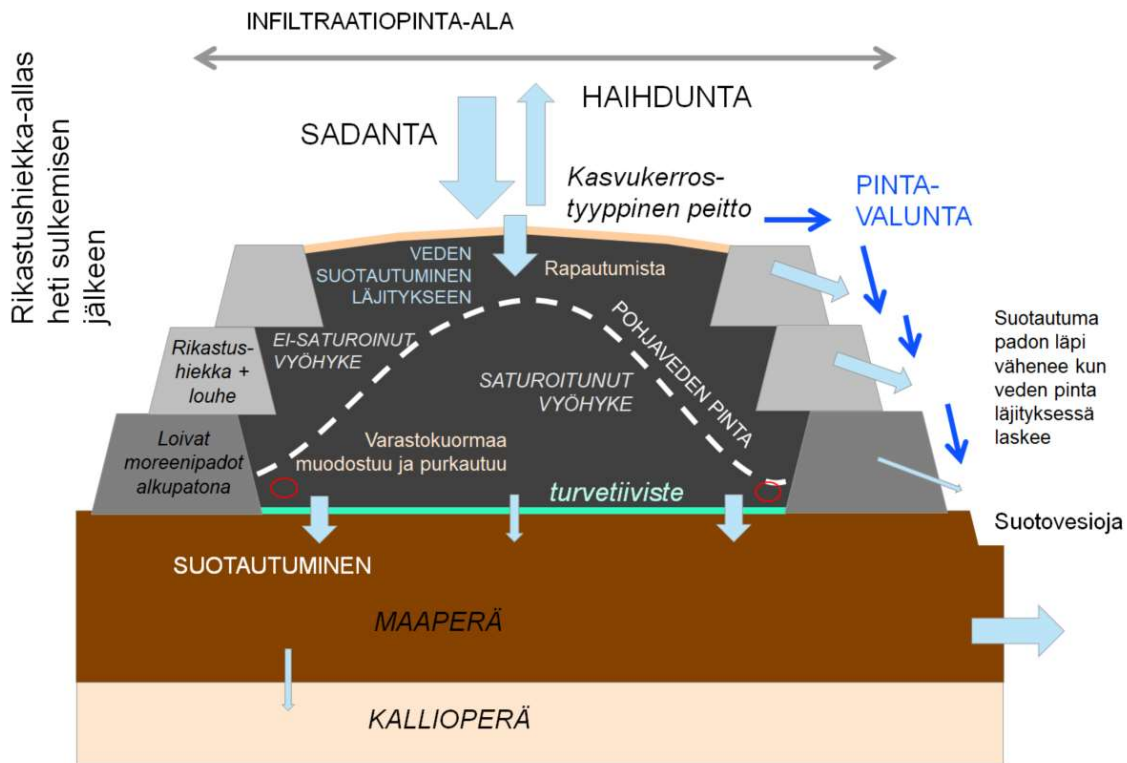
varastokuorman (varastoituneiden rapautumistuotteiden) vähittäistä purkautumista. Kasaan suotautunutta vettä suotautuu läjityksen pohjan kautta maaperään, mutta suotautuvan veden määrä on selvästi vähäisempää kuin toiminnan aikana. Tiiviin pohjarakenteen yläpuolella muodostuu mittasuhteiltaan vähäinen saturoitunut vyöhyke. Käsitteellisessä mallissa on oletettu, että pohjavesi virtaa maaperässä ja pieni osa pohjavedestä kulkeutuu kallioperään.



Kuva 7-4. Korkearikkisen sivukiven läjitysalue sulkemisen jälkeen, käsitteellinen malli.

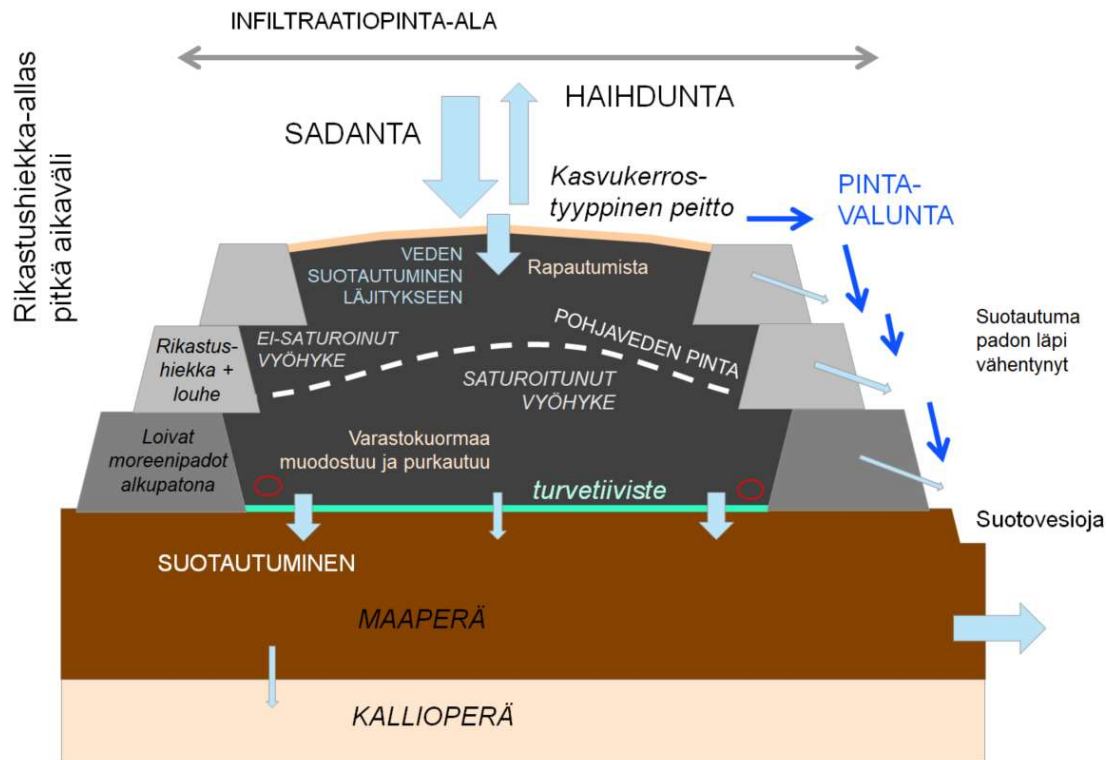
7.3 Rikastushiekka-alueen käsitteellistäminen

Rikastushiekka-altaan käsitteellinen malli, joka kuvaa tilannetta pian sulkemisen jälkeen on esitetty alla (Kuva 7-5). Mallissa rikastushiekka-alue on peitetty kasvukerroksella. Veden on arvioitu imeytyvän läjitykseen koko läjitysalueen pinta-alalta. Osa läjitykseen tulevasta vedestä suotautuu läjitykseen (pois lukien haihtuva vesi). Pintavalunta on vähäistä. Pinnan ei-saturoituneessa vyöhykkeessä tapahtuu rapautumista. Altaan saturoituneessa vyöhykkeessä on varastokuormaa (varastoituneita rapautumistuotteita) tuotannon ajalta, mutta edelleen tapahtuu varastokuorman muodostumista ja purkautumista. Suotautuminen padon läpi on vähäistä padon alaosassa tiiviin moreenirakenteen takia. Padon ylemmät osat suotavat jonkin verran enemmän, koska patomateriaali on löyhempää. Padon läpi suotautuvat vedet kerääntyvät suoto-ojaan. Altaan pohjan läpi suotautuminen maaperään on vähäistä pohjalla olevan turvetiivisteiden ansiosta. Käsitteellisessä mallissa on oletettu, että pohjavesi virtaa maaperässä ja pieni osa pohjavedestä kulkeutuu kallioperään.



Kuva 7-5. Rikastushiekka-altaan käsitteellinen malli heti sulkemisen jälkeen.

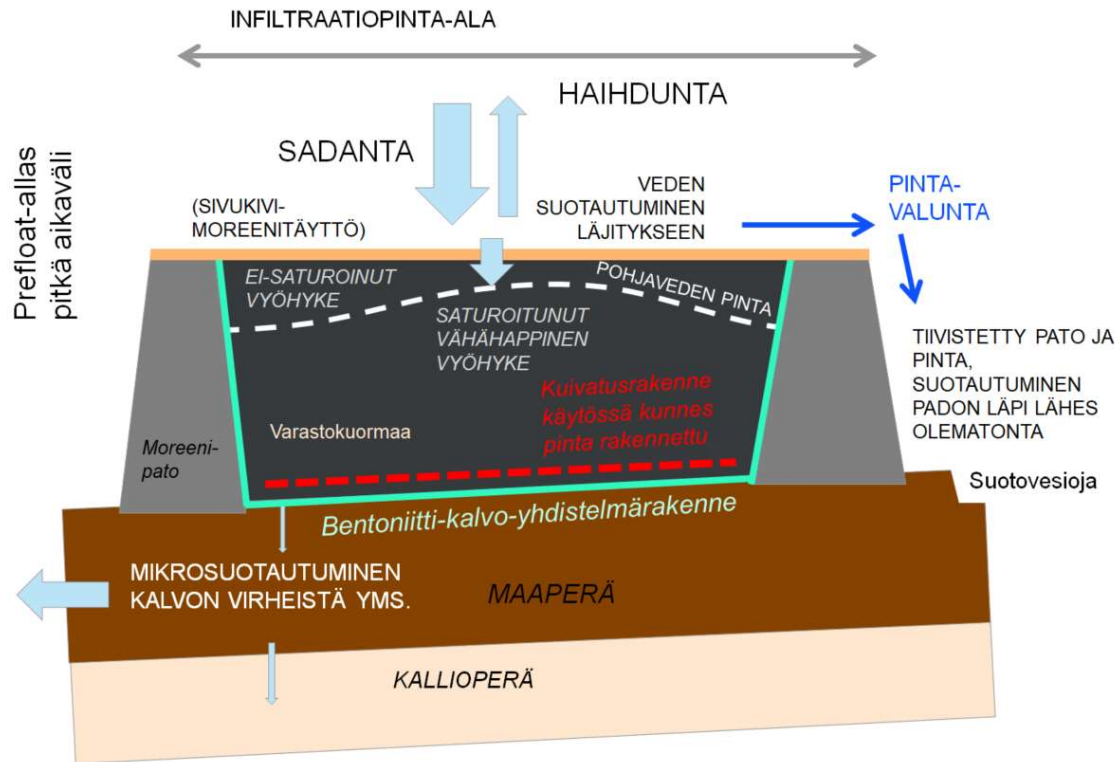
Rikastushiekka-altaan käsitteellinen malli pitkällä aikavälillä on esitetty kuvassa (Kuva 7-6). Mallissa rikastushiekka-alue on peitetty kasvukerroksella. Veden on arvioitu imeytyvän läjitykseen koko läjitysalueen pinta-alalta. Osa läjitykseen satavasta vedestä suotautuu läjitykseen (pois lukien haihtuva vesi). Pintavalunta on vähäistä. Pinnan ei-saturoituneessa vyöhykkeessä tapahtuu rapautumista. Altaan saturoituneessa vyöhykkeessä on varastokuormaa tuotannon ajalta, mutta edelleen tapahtuu varastokuorman muodostumista ja purkautumista. Suotautuminen padon läpi on vähäistä padon alaosassa tiiviin moreenirakenteen takia. Padon ylemmät osat suotavat jonkin verran enemmän, koska patomateriaali on löyhempää. Padon läpi suotautuvat vedet kerääntyvät suoto-ojaan. Saturoituneen vyöhykkeen osuus on vähäisempi kuin sulkemisen jälkeisissä olosuhteissa. Suotautuminen altaan pohjan läpi maaperään on vähäistä pohjalla olevan turvetiivistein ansiosta. Käsitteellisessä mallissa on oletettu, että pohjavesi virtaa maaperässä ja pieni osa pohjavedestä kulkeutuu kallioperään.



Kuva 7-6. Rikastushiekka-altaan käsitteellinen malli pitkällä aikavälillä.

7.4 Prefloat-altaan käsitteellistäminen

Prefloat-altaan käsitteellinen malli pitkällä aikavälillä on esitetty kuvassa 7-7. Mallissa preefloat-allas on muotoiltu sivukivi-moreenitäytöllä. Tiivistettyjen moreenipatojen läpi suotautuminen on lähes olematonta. Altaan pohjalla on tiivis bentoniitti-kalvo -yhdistelmä rakenne, jonka läpi tapahtuu korkeintaan mahdollisista kalvon vioittumisista johtuvaa, hyvin vähäistä mikrosuotaumista. Saturoitunut vyöhyke ulottuu verrattain korkealle. Pintarakenne on tiivis ja minimoi sadannan imeytymisen läjitykseen. Pääosa sadevesistä ohittaa siis läjityksen kokonaan. Läjityksessä vallitsevat vähähappiset olosuhteet myös vedellä kyllästyneen kerroksen yläpuolella. Vallitsevia reaktioita ovat pelkistysreaktiot sekä jossain määrin sellaisten hapekkaissa olosuhteissa muodostuneiden sekundärimineraalien purkautuminen, joiden pysyvyys olosuhdemuutoksen myötä on alentunut.



Kuva 7-7. Prefloat-altaan käsitteellinen malli pitkällä aikavälillä.

7.5 Magneettisen jakeen käsitteellistäminen

Magneettisen jakeen läjityksen prosessien käsitteellistäminen on tämän raportin laadinnan aikana vielä keskeneräinen ja meneillään osana suunnittelutyötä. Magneettinen jake on kaivannaisjäte, joka sisältää kohonneita metalli- ja metalloidipitoisuuksia, mutta ei luokitua vaaralliseksi jätteeksi. Sulfidipitoisuus on alhainen. Käsitteelliseen malliin tulee piirteitä sekä rikastushiekka-altaan että prefloat-altaan mallista.

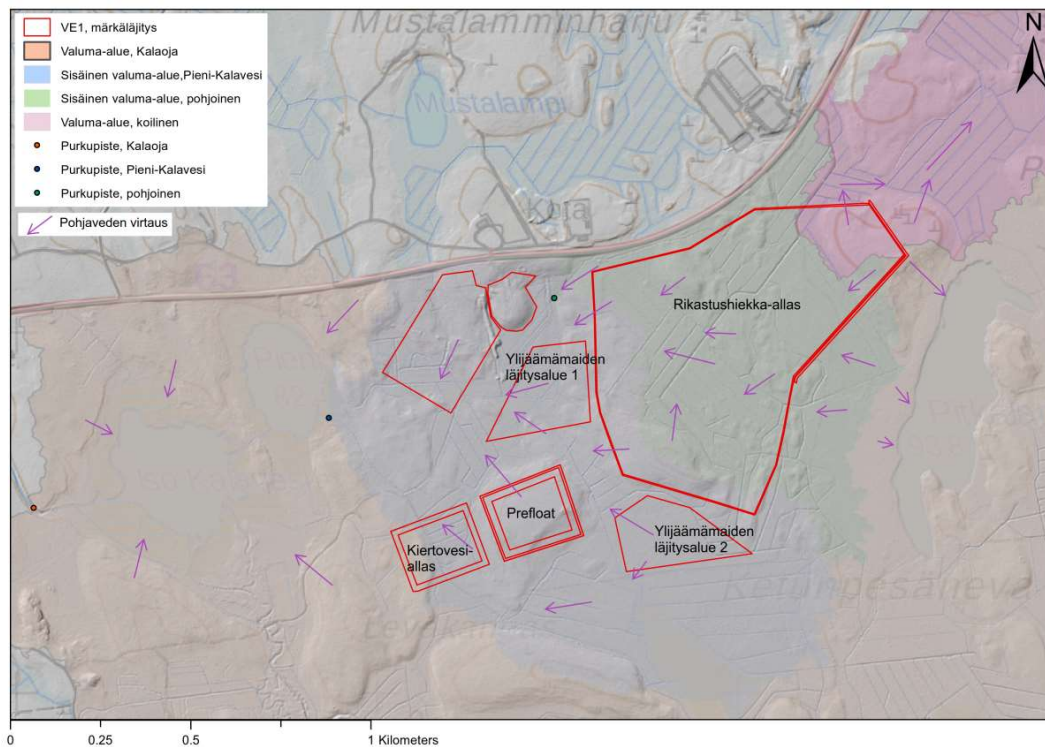
7.6 Hydrologinen käsitteellistäminen (VE1 ja VE2)

Vaihtoehdossa VE1 (rikastamo Kalaveden alueella) rikastushiekka-alue kattaa suurimman osan hankealueen itäosasta. Alueen pääsiallinen pohjaveden virtaussuunta on länteen päin, laskien ensin Pieni Kalaveteen ja siitä Iso Kalaveteen. Paikallisesti suunta voi kuitenkin vaihdella. Rikastushiekka-altaan länsiosan topografia on hyvin tasaista aivan läntisintä reunaa lukuun ottamatta. Alla (Kuva 7-8) nähdään rikastushiekka-altaan pintavalunnan seuraavan ojaverkkoa ja purkavan hankealueen pohjoisosasta (purkupiste, pohjoinen). Myös suotovesien teoreettinen virtaus on paikoitellen länsi-luoteeseen, kohti pohjoista purkauspistettä. Rikastushiekka-altaan länsireunan korkeampi maasto jakaa virtausta minkä vuoksi läntisimmän reunan suotovesi virtaa länteen, kohti Pieni Kalavesi purkauspistettä. Rikastushiekka-altaan koillisnurkassa on pieni valuma-alue, jossa suotovesien teoreettinen virtaussuunta on koilliseen, mahdollisesti kohti Köyhäjoen valuma-aluetta. Rikastushiekkan lopullinen korkeusasema kasvattaa hydraulista gradienttia, mikä voi voimistaa virtausta maakerrokseen, mikäli näissä

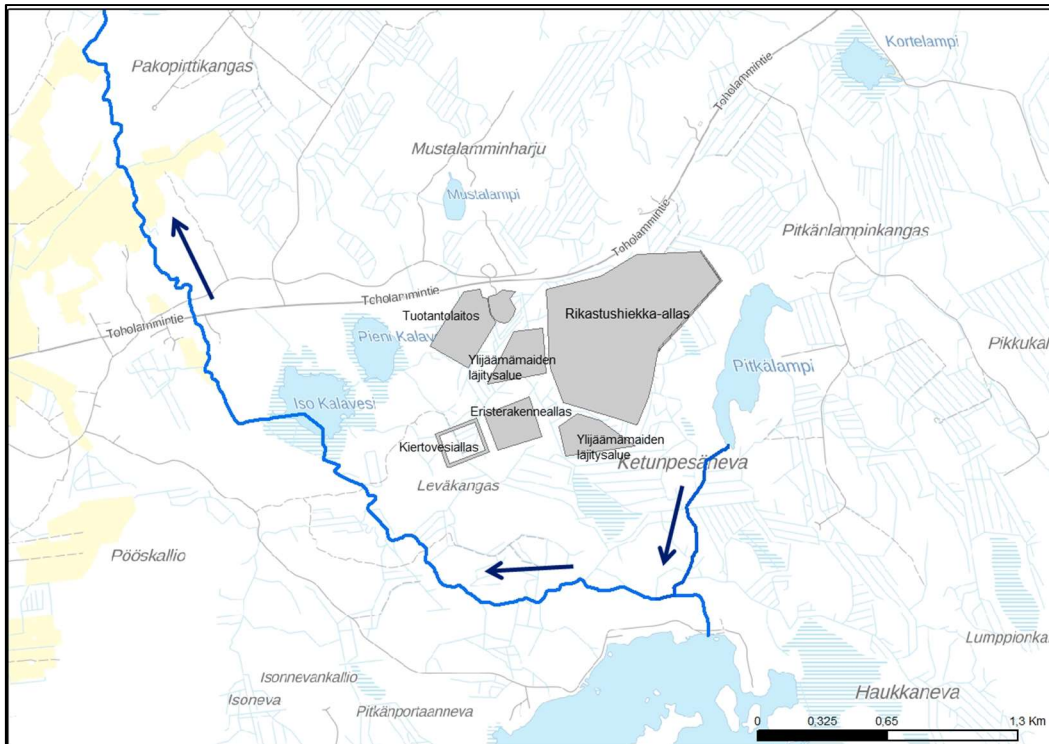
on hyvin vettä läpäiseviä kerroksia, ja edelleen kallioperään, jossa voi tapahtua virtausta, mikäli kalliiossa on rikkonaisuutta.

Hankealueen keskiosassa, Prefloat-altaan, kiertovesialtaalta ja ylijäämämaiden läjitysalue 2:n suotovesien teoreettinen suunta on luoteeseen, kohti Pieni Kalaveden purkauspistettä. Hankealueen läntisimmän reunan pohjavedet virtaavat kohti järviä, kohtisuoraan korkeuskäyriin nähden.

Suotautumiseen ja virtaukseen vaikuttaa alueen yleinen pohjavesipinta, johon vaikuttavat maakerroksen vedenjohtavuus, kallioperän topografia ja vedenjohtavuus. Lisäksi virtauksiin vaikuttavat läjityksiin muodostuvat sulkemisen jälkeiset veden pinnan tasot (vedellä kyllästyneen vyöhykkeen pinnan tasot).



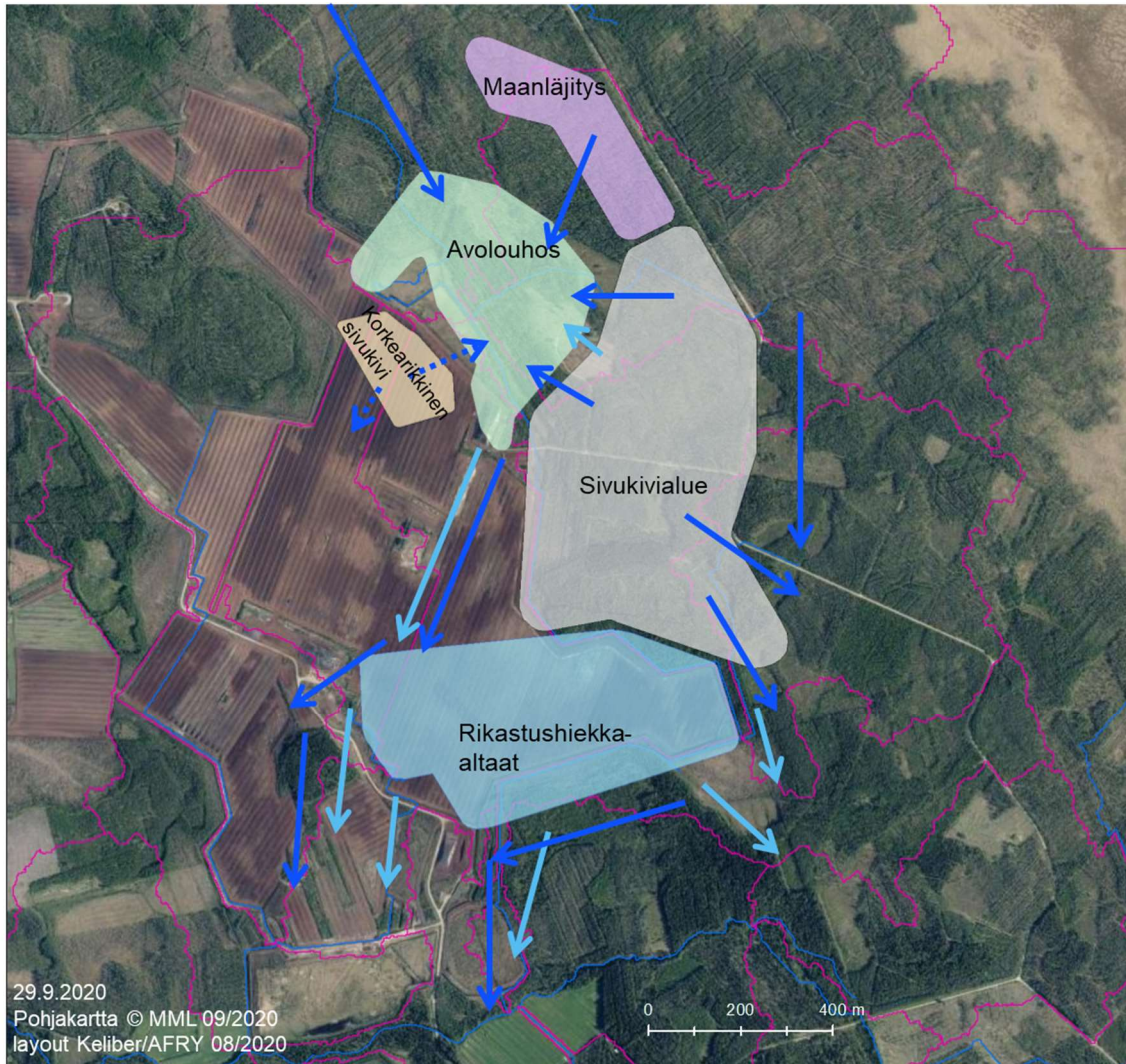
Kuva 7-8. Kaivannaisjätealueiden sijoittuminen kartalla (VE1) sekä pintavesien ja pinnanläheisten pohjavesien virtaussuunnat.



Kuva 7-9. Rikastamoalueen lähivesistöt ja virtaussuunnat (VE1) (MML, taustakartta).

Vaihtoehtoon VE1 kuuluu myös Rapasaaren louhosalue. Louhosalueen hydrologiasta ilman Päivänevan rikastamoaluetta ei kuitenkaan ole laadittu tähän dokumenttiin erillistä kuvausta.

Vaihtoehdossa VE2 rikastamoalue sijaitsee Päivänevalla, Rapasaaren louhosalueen välittömässä läheisyydessä. Kuvassa 7-10 on esitetty pinta- ja pohjavesien virtaussuunnat kaivoksen sulkemisen jälkeen, louhoksen täyttymisvaiheessa. Rapasaaren avolouhokseen virtaa pintavesiä maanlajitys- ja sivukivialueilta sekä kaivosalueen ulkopuolelta luoteesta-pohjoisesta. Myös korkearikkiseltä sivukivialueelta voi tapahtua vähäistä virtausta avolouhokseen, jolloin on kyse sivukivialueen pintarakenteen päältä tulevasta valunnasta. Avolouhoksesta virtaa pinta- ja pohjavesiä etelään-lounaaseen, turvetuotantoalueen suuntaan ja edelleen rikastushiekka-aitaiden ohi päätyen Kärmeojaan/Näätinkiojaan. Sivukivialueelta poistuu pintavesiä avolouhoksen ohella koillisen suuntaan ja edelleen Kärmeojaan/Näätinkiojaan. Sivukivialueelta virtaa myös pohjavesiä avolouhokseen. Rikastushiekka-aitailta virtaa pohjavettä pääasiassa etelän suuntaan. Myöhemmässä vaiheessa, louhosjärven täytyttyä, alueen vesien virtaussuunnat palautuvat alkuperäisiksi. Alueen vesien johtumiseen vaikuttavat olennaisesti turvetuotantoalueella tehtävät vesienjohtamisjärjestelyt, minkä johdosta kuvassa esitetty, erityisesti sivukivialueen länsipuolen vesien kulkeutuminen on ohjeellinen.



Kuva 7-10. Kaivannaisjätealueiden sijoittuminen kartalla sekä pintavesien virtaussuunnat (tummansiniset nuolet) ja pohjavesien virtaussuunnat (vaaleansiniset nuolet) VE2:ssa. Mikrovaluma-alueiden rajat on merkitty pinkillä.

8 Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen

8.1 Riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen yleisen tavoitteenasettelun tueksi

Yleisen tavoitteenasettelun tueksi suoritettiin riskien ja mahdollisuuksien tunnistaminen. Sulkemissuunnitelman laatimisen aikana tunnistettiin alla esitettävät yleiset ja sijaintikohtaiset riskit. Luettelossa käsitetään myös suunnitelmaan sisällytetyt hallintakeinot:

- a) Avolouhosten jyrkät seinämät aiheuttavat turvallisuusriskin alueella liikkuville louhosjärvien vedenpinnan ollessa vielä alhaalla (pian sulkemisen jälkeen).
- Hallinta: Avolouhokset aidataan ja pääsy alueelle estetään varoituskyltein.
- b) Louhosjärvien veden pinnan yläpuolelle jäävät luiskat aiheuttavat riskin alueella liikkuville jyrkkyyden tai sortumavaaran takia tai veden pinnan alapuolella ei ole riittävästi luiskaa, jotta veteen joutunut ihminen tai eläin pääsisi sieltä poistumaan.
- Hallinta: Louhosseinämät luiskataan riittävän loivaksi esim. louhimalla ja loiva luiskaus ulotetaan muutamia metrejä arvioidun lopullisen vedenpinnan alapuolelle. Näin vedenvara joutunut ihminen tai eläin pääsee poistumaan louhoksesta.
- c) Louhosjärven tai louhosjärvien vedenlaatu muodostuu osoitettua huonompilaatuiseksi tai erityisesti huonolaatuista vettä esiintyy louhosjärven pintaosissa, missä haitta-aineiden kulkeutumisriski ympäristöön on tyypillisesti suurimmillaan. Heikkolaatuinen suotovesi voi heikentää pohjaveden laatua kaivosalueen ympäristössä.
- Hallinta: Varaudutaan tarvittaessa louhosjärven veden in situ – käsittelyyn. Arseenipitoisuus voi kuitenkin rajoittaa esimerkiksi mahdollisuuksia käyttää kalkkia.
- d) Heikkolaatuinen pohjavesi voi mahdollisesti purkautua pintavesiin; VE1:ssä lähinnä Vissavedenojaan, Vissaveteen ja Kalavedenojaan ja VE2:ssa Näätinkiojaan, Kärmeojaan, Ruohojärvenojaan, Rytilampeen ja Konttilampeen.
- Hallintakeinoa ei varsinaisesti ole sisällytetty suunnitelmaan. Pyritään ehkäisemään pohjaveden laadun heikkeneminen (kohta c).
- e) Louhosjärvien vuorovaikutus ympäröivän alueen pohjavesien kanssa osoittautuu arvioitua suuremmaksi.
- Hallinta käsitelty osittain kohdassa c.
- f) Läjitysalueiden luiskat jäävät epästabiiliksi ja sortumavaara aiheuttaa turvallisuusriskin alueella liikkuville.
- Läjitysalueiden rinteet loivennetaan (1:3).
- g) Läjitysalueiden suotovesiä muodostuu odotettua suurempia määriä. Suurempi suotovesimäärä voisi aiheutua ennustettua suuremmasta imeytymisestä, mikä taas liittyy peittorakenteen materiaaleihin ja fysikaaliseen tilaan.
- Hallinta: Hallinta suoritetaan pääasiassa peittorakenteilla ja osin pinnan muotoilulla.
 - Korkearikkiselle sivukivialueelle rakennetaan tiivis pintakerros rajoittamaan muodostuvan suotoveden määrää. Valumat ja suotovedet kerätään ojiin ja sulkemisen yhteydessä kerätyt vedet käsitellään.

- Matalarikkiselle sivukivialueelle rakennetaan "store & release"-tyyppinen peitto lisäämään haihdutusta ja tasaamaan muodostuvan suotoveden määrää.
 - Rikastushiekka-alueelle kaavaillulla peittorakenteella pystytään rajoittamaan suotautuman muodostumista vain vähän (lievä tasaava vaikutus ja haihdutus).
 - Prefloat ja magneettierottelun jakeille sovelletaan tiivistä pintarakennetta, jonka avulla suotautuma pienenee merkittävästi.
 - Niille jätealueille, joille kaavaillaan vähiten tiiviitä peittorakenteita, suotautuman määrä profiilin läpi tarkistetaan mallinnuksen avulla. Esimerkiksi matalarikkisen sivukivialueen peittoon muodostuva kosteus (joka säätelee happivuota) on varmennettu mallinnuksella.
 - Kuivatusvaiheessa on edelleen käytössä suotovesien talteenotto ja käsittely. Korkeampia haitta-ainepitoisuuksia sisältäville jätejakeille (Prefloat ja magneettierottelun jae) asennetaan tiiviit peitot, joten tasapainotilan saavuttamisen jälkeen sisään suotautuva määrän rajoittaminen rajoittaa myös veden suotautumista ulos läjityksestä.
- h) Läjitysalueiden suotovedet muodostuvat arvioitua huonompilaatuiseksi, esimerkiksi metalli- tai ravinnepitoisuuksien osalta. Huonompilaatuinen vesi voi johtua esimerkiksi arvioidusta poikkeavasta sivukivilaadusta tai laskettua suuremmasta hapen läpäisystä. Arvioidusta poikkeava sulkemisen jälkeinen vesilaatu voi johtua myös esimerkiksi räjähdysainejäämistä, joita poistuu alueelta odotettua pidempään. (Seurausvaikutukset kuten kohdassa c).
- Hallinta: Sivukivialueet peitetään mahdollisimman nopeasti. Prefloat-jakeen tai korkearikkisen sivukiven (joissa on merkittävämpiä sulfidipitoisuuksia) suotovesilaatuihin voidaan vaikuttaa minimoimalla sulfidimineraalien hapettuminen. Sivukivialueella hapettumisen ehkäisijänä sovelletaan tiivistä peittoa ja prefloat-altaalla tiivistä peittoa yhdistettynä tiivisteen omaaviin patoihin. Tosin jo tuotannon aikana on tapahtunut hapettumista ja hapettumistuotteita varastoitunut läjitykseen. Muilta osin tärkeimpiä keinoja vesilaatujen hallintaan (sulkemisen jälkeisen ajan alussa) ovat yleiset hyvään tuotantotoimintaan liittyvät asiat, kuten huolellinen kemikaalien annostelu ja huolellinen räjähdysaineiden käyttö ja räjäytystyön suunnittelu. Myös sulkemisen jälkeiset suotovesiarviot tarkistetaan tiedon karttuessa jätemateriaaleista tuotantotoiminnan aikana. Tämä antaa mahdollisuuden tarvittaessa tarkistaa myös toimenpidevalintoja.
- i) Rikastusjätealueiden patojen stabiliteetti heikkenee pitkällä aikavälillä. Sortumavaara voi aiheuttaa turvallisuusriskin alueella liikkuville tai rikastushiekan leviäminen padon sortuessa voi aiheuttaa vaikutuksia lähialueelle ja vesistöön (VE 1:ssä Vissavedenojaan, Vissaveteen ja

- Kalavedenojaan, VE 2:ssa Näätinkiojaan ja Kärmeojaan). Riski pienenee läjitysten kuivumisen edetessä kohti tasapainotilaa.
- Hallinta: Normaalit hyvät toimintatavat patojen rakentamisessa, laadunvarmistuksessa ja tarkkailussa.
- j) Arvioitua merkittävämpi suotautuminen rikastamoalueen jätealueiden patojen ja/tai pohjan lävitse (lähinnä ennen tasapainovaiheen saavuttamista). Heikkolaatuisen veden päätyminen vesistöön.
- Hallinta: Kuivatusvaiheessa on edelleen käytössä suotovesien talteenotto ja käsittely. Korkeampia haitta-ainepitoisuuksia sisältäville jätejakeille (Prefloat ja magneettierottelun jae) asennetaan tiiviit peitot, joten tasapainotilan saavuttamisen jälkeen sisään suotautuva määrän rajoittaminen rajoittaa myös veden suotautumista ulos läjityksestä.
- k) Alueelta poistuvat pintavedet ovat kokonaisuudessaan arvioitua heikkolaatuisempia. Veden laatuun ja vesiekologiaan kohdistuu vaikutuksia VE 1:ssä lähinnä Vissavedenojaan, Vissaveteen ja Kalavedenojaan ja VE2:ssa Näätinkiojaan, Kärmeojaan ja mahdollisesti Ruohojärvenojaan.
- Hallinta: Sulkemisen jälkeisen kuormitustaseen laadinta ja taseen tarkistaminen tiedon karttuessa. Toimenpidevalintojen tarkistus tarvittaessa.
- l) Valittu sulkemisen jälkeinen vesienhallintastrategia osoittautuu riittämättömäksi. (Seurausvaikutukset kuten kohdassa l)
- Sulkemisen jälkeinen pintavesien hallinnan strategia tarkistetaan sulkemissuunnitelman määräaikaikäspäivitysten yhteydessä, toiminnan aikana kertyvän lisätiedon valossa.

Alustavasti on tunnistettu seuraavat sijaintikohtaiset mahdollisuudet. Nämä esitetään alla toimintatapoineen.

- a) Maaston muotojen muokkauksella voidaan edistää biodiversiteettiä.
- Toimintatapa: Vältetään "teollista" maaston muotoilua, siellä missä se on mahdollista ja helpoimmin toteutettavissa. Sovelletaan mahdollisimman luonnonmukaisia pinnanmuotoja siellä missä se on mahdollista.
- b) Maaston muotojen muokkauksella voidaan luoda soveltuvia elinolosuhteita uhanalaisille lajeille.
- Toimintatapa: Hyödynnetään maaston muotoilua kosteusolosuhteiltaan erilaisten alueiden muodostamiseksi.
- c) Alue palaa soveltuvilta osin ulkoilu- ja virkistys sekä metsä-taloukseen.
- Kasvitetaan alue soveltuvilta osin ja varmistetaan alueturvallisuus siten, että liikkumisrajoitukset alueella voidaan sulkemisen jälkeen purkaa mahdollisimman suurelta osin.
- d) Alueen tiestöä ja varikoita pystytään hyödyntämään esim. metsätalouden tai muun toiminnan piirissä.

- Tiestö jätetään paikoilleen ja sitä kunnossapidetään tarkkailutoiminnan vaatimusten osalta. Kunnossapito muilta osin ja tarkkailun jälkeen ratkaistaan ja vastuutetaan yhteistyössä alueen sidosryhmien kanssa.

9 Sulkemisen tavoitteet

Kaivoksen sulkemisen tavoitteet muodostuvat lainsäädännön määräyksistä, tunnetuista hyvistä käytännöistä, paikallisen ympäristön erityisvaatimuksista sekä tunnistetuista riskeistä ja mahdollisuuksista.

Jälkihoidon yleiset tavoitteet ovat:

- Alue saatetaan fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin tilaan.
- Alueesta ja siellä olevista rakenteista ei aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle, eläimille tai ihmisille lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä.
- Tarve suljetun alueen aktiiviseen ylläpitoon ja hoitoon pitkällä aikavälillä minimoidaan.
- Jälkihoito toteutetaan siten, että varsinainen implementointityö on tehtävissä alue- ja ympäristöturvallisuutta vaarantamatta ja hyvää työturvallisuutta noudattaen.
- Liikkuminen alueella ja sen ympäristössä on pitkällä aikavälillä mahdollisimman vähän rajoitettua.
- Alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi. Vaihtoehtoisesti alue ohjataan paikalliset tarpeet huomioivaan ja ympäristön kannalta kestävään uuteen maankäyttöön.
- Alue sopeutuu maisemaan.
- Jälkihoito on kustannusten osalta realistista ja kohtuullista.

Sijaintikohtaisesti tunnistetuista riskeistä johdetut sulkemistavoitteet ovat:

- a) Avolouhosten alueille pääsyä on rajoitettu turvallisuuden kannalta riittävästi louhosjärvien vedenpinnan ollessa vielä alhaalla.
- b) Louhosjärvien veden pinnan yläpuolelle jäävät luiskat on muotoiltu siten, että alueella liikkuminen on turvallista. Poistumisreitti louhosjärveen päätyneille ihmisille tai eläimille on varmistettu. Vaihtoehtoisesti alueella liikkumista rajoitettu myös pitkällä aikavälillä.
- c) d) ja e) Louhosjärven pintaosien veden laadusta ei aiheudu haittaa ihmisille tai eläimille. Louhosjärven ja ympäristön vuorovaikutuksesta ei aiheudu haittaa ympäröivän alueen pohjavesille tai vesistöille.
- f) ja i) Läjitysalueiden luiskaukset ja patorakenteet ovat vakaat myös pitkällä aikavälillä ja muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa.
- g) h) ja j) Läjitysalueilla (sivukivi- ja rikastushiekka-alueet) muodostuvien suotovesien määrää on rajoitettu riittävästi ja/tai
- i) Patojen stabiliteetti ja patoturvallisuus on riittävä pitkällä aikavälillä ja padoille on turvattu säännöllinen tarkkailu.

- k) Ja l) Alueelta poistuvan veden laatu on riittävän hyvä ja mahdollistaa vesien johtamisen käsittelemättömänä alapuoliseen vesistöön. Vesien käsittelyyn on varauduttu tarvittaessa.

Sijaintikohtaisiin mahdollisuuksiin liittyviä tavoitteita on:

- a) ja b) Alueelle luodaan soveltuvilta osin luonnollisen kaltaisia maastonmuotoja, joiden avulla myös edistetään alueelle palaavan luonnon monimuotoisuutta.
- c) ja d) Alue on ainakin osittain maastomuodoiltaan, turvallisuudeltaan (fysikaalinen ja kemiallinen turvallisuus) ja tiestöltään soveltuva metsätalous- sekä ulkoilu- ja virkistyskäyttöön.

10 Sulkemistoimenpiteiden suunnittelu

10.1 Avolouhos (Rapasaari)

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Suotovesien mahdollinen välillinen vaikutus alapuolisten vesistöjen (Näätinkioja, Kärmeoja, Köyhäjoki) tilaan huomioidaan. Louhosvesiä tai ylitevesiä voidaan tarvittaessa käsitellä erityisesti ns. huuhtoutumisvaiheen aikana, jolloin vaatimukset kohdistuvat käsitellyn veden laatuun.

Avolouhoksen sulkeminen:

- Jyrkät seinämät loivennetaan esimerkiksi louhinnalla siten, että loiva rinne ulottuu muutamia metrejä myös arvioidun lopullisen vedenpinnan tason alapuolelle. Tämä varmistaa veden varaan joutuneille ihmisille tai eläimille pääsyn pois louhoksesta.
- Avolouhoksen annetaan täyttyä vedellä. Vedenlaatua valvotaan osana toiminnan jälkeistä valvontaa.
- Louhoksen täyttymisvaiheessa lisäkeinona toimii avolouhoksen aitaaminen ja varoituskylttien pystyttäminen ulkopuolisten pääsyn estämiseksi, vähintään louhoksen täyttymiseen asti.
- Kulkutie louhosalueelle säilytetään tarkkailua varten.

Louhosjärvellä on rooli alueen suotovesien kokoajana. Merkittävä osa Rapasaaren kaivosalueen suotovesistä poistuu ympäristöön louhosjärven kautta.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Louhosjärven ylivuotoveden johtaminen ympäristöön.	Seuraavissa työvaiheissa on suositeltavaa laatia suunnitelma ylivuotoveden vesienjohtamisrakenteelle ja rakenteen tarkalle sijainnille.
Louhosjärven veden laatu	Rapasaaren vesistä (ml. läjitykset) huomattava osa kulkee ympäristöön epäsuorasti louhosjärven kautta. Louhosjärven luontaisilla prosesseilla on siis merkitystä alueelta poistuvan veden laadun muodostumisessa. Myös kerrostumisella voi olla vaikutusta, sillä useimmiten louhosjärvi kommunikoii ympäristönsä kanssa eniten louhoksen yläosan (maaperä & rikkonaisempi pintakallio) kautta.

10.2 Pintamaiden läjitysalue (Rapasaari)

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiliteettia.

Pintamaan läjitysalueille sijoitettua maa-ainesta hyödynnetään kaivannaisjätealueiden peittorakenteissa. Mahdollinen ylijäävä pintamaa muotoillaan läjitysalueille tasoittamalla alue ja luiskaamalla se maksimikaltevuuteen 1:3. Mahdollista ylijäämäpintamaata voidaan myös hyödyntää alueen luonnonmukaisessa pintamuotoilussa.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Pintamaaläjitysten ohjaus laadun mukaisesti	Suunnittelun edetessä varmistetaan onko tarvetta läjittää erikseen erilaisia pintamaita hyötykäytön tarpeita silmällä pitäen, esimerkiksi kemiallisen laadun nojalla.
Maa-ainetaseen laadinta	Kaivosalueella muodostuvat poistomaat, rakennusmateriaalit ja peitemateriaalit tarpeet käsitellään tulevissa työvaiheissa materiaalitaseena. Tämä tarkoittaa myös mahdollisen ulkopuolisen materiaalitarpeen hallintaa.

10.3 Sivukivialueet (Rapasaari)

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.



- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jätteen fysikaalista ja kemiallista stabiliteettia.
- Huomioidaan suotovesien vaikutus louhosjärven veden laatuun ja mahdollinen välillinen vaikutus alapuolisen vesistön tilaan (Näätinkioja, Kärmeoja, Köyhäjoki, Kuhalampi, Isojärvi, Perhonjoki). Suotovesiä voidaan tarvittaessa käsitellä erityisesti ns. huuhtoutumisvaiheen aikana, jolloin vaatimukset kohdistuvat käsitellyn veden laatuun.

Vuoden 2020 läjittämisen ja sulkemisen suunnittelun alkuvaiheessa todettiin, että korkearikkisen sivukiven läjitys on parempi toteuttaa erillisenä matalarikkisistä sivukivistä. Tällöin voidaan suunnitella korkearikkisen sivukiven alueelle muita alueita tiiviimmät pinta- ja pohjarakenteet. Samalla todettiin tarve varautua läjittämään Syväsaaren avolouhoksesta louhittava korkearikkisen sivukivi samalle alueelle.

Korkearikkiselle sivukiven läjitysalueelle peittorakenteelle asetettiin tavoitteeksi, että sen avulla tulee vähentää selvästi läjityksen läpi suotautuvan veden määrää ja samalla happivuota. Matalarikkisen sivukiven peittorakenteelle asetettiin tavoitteeksi, että sen avulla voidaan lisätä haihdunnan määrää ja tasata läjityksen lävitse virtaavan veden määrää. Tavoiteltu pintarakenne pienentää tätä kautta hapen kulkeutumista läjitykseen. Pintarakenteelle ei asetettu tavoitetta pienentää merkittävästi happivuota, koska matalarikkisen sivukiven läjityksessä happivuon vähentämisellä olisi todennäköisesti saavutettavissa suhteellisen vähän hyötyä.

Korkearikkisen sivukiven läjitysalueelle mallinnusta varten arvioitiin tarvittavan kaksikerrosrakenne, jotta voidaan varmistua siitä, että tiivismoreeni pysyy sulkemisen jälkeen riittävän kosteana ja pystyy vähentämään happivuota. Tiiviin moreenin kerroksen päälle suojakerrokseksi arvioitiin tarvittavan noin 80 cm kerros moreenia routasuojakerrokseksi. Alueella routa ulottuu noin 70-80 cm syvyyteen. Matalarikkisen sivukiven läjitysalueelle arvioitiin tarvittavan moreenikerros, jossa riittävä kosteus säilyy, vähentää jonkin verran happivuota ja on rakennettavissa.

Mallinnuksen (Hydrus 1D) avulla lähdettiin selvittämään sopivia kerrospaksuuksia. Kummallekin sivukivialueelle tehtiin yksi mallinnuspylväsprofiili alueen maksimikorkeuteen ja toinen noin 1/3 korkeuteen maanpinnan ja maksimikorkeuden välille. Molemmille sivukivialueille luonnosteltiin peittorakenne tavoiteasettelun valossa. Peittorakenteita testattiin mallien herkkyytarkastelujen avulla. Matalarikkisen sivukiven alueen peittokerroksen paksuus todettiin riittäväksi tilanteessa jossa kerrospaksuuden lisäämisellä ei saavutettu merkittävää lisähyötyä suotautumisen tasaamisessa. Korkearikkisen sivukivialueen tiiviskerroksessa taas varmistettiin mallinnuksen avulla sellaisen kosteuden saavuttaminen (sulan maan kaudelle), joka oli arvioitu tarvittavan happivuon merkittävään pienentämiseen. Suhteelliseksi kosteudeksi saatiin profiilissa 70-100 % (ka. 82%).

Korkearikkisen sivukiven alueelle valittiin kaksikerrosrakenne, jossa sivukiven päälle tulee ensin tiivismoreeni ja sen päälle peittomoreeni. Peittomoreenin minimipaksuudeksi määriteltiin routasyvyyksien perusteella 80 cm. Tiivismoreenikerroksen paksuudeksi valittiin 40 cm. Matalarikkisen sivukiven alueelle valittiin yksikerrosrakenne, jossa sivukiven päälle tulee peittomoreeni, 50 cm.

Varsinaisen peiton lisäksi sivukivialueille tarvitaan luiskaus, pinnan muotoilu ja kiilaus.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Sivukivialueiden suotovesilaadun muodostuminen	Sivukivialueiden läpisuotautuman määrä on mallinnettu ja massamäärät ovat tiedossa. Näiden tietojen pohjalta voidaan laatia myös laatuarvio suotovedelle. Veden laatu- ja määrätiedot tarvitaan sulkemisen jälkeiseen kuormitustaseeseen.

10.4 Rikastamon jätealueet

Huomioitavat vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetus kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jätteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiliteettia.

Rikastamon jätealueiden sulkemisen suunnittelun jatkosuosituksukset ovat samat kaikille jätejakeille:

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Malmin vaihtelusta johtuva rikastushiekan laadun kokonaisvaihtelu	Laaditaan arvio rikastamon jätealueiden koko elinkaaren jätelaaduista. Ensisijaisina keinoina ovat koerikastusten rikastushiekan karakterisointi tai prosessimallinnukset ja toissijaisena keinona malmin vaihteluun perustuva epätarkempi arviointi.
Peittorakenteiden varsinainen suunnittelu	Rakennemäärittelyt tehdään ympäristölupavaiheessa.

10.4.1 Prefloat (Kalavesi tai Päiväneva)

Prefloat-altaan keskeisiä suunnitteluperusteita ovat:

- Kysymyksessä on vaarallinen jäte (arseeni ja sinkki - chronic H410). Jakeessa on läsnä mahdollisesti sulfideihin sitoutuneita haitta-aineita, jolloin hapelle altistuminen lisää haitta-aineiden vapautumista. Eriyksen korkeina pitoisuuksina jakeessa on arseenia ja sinkkiä.
- Ensisijaisena tavoitteena on läpivirtaaman minimointi, minkä lisäksi tavoitellaan happivuon minimointia.

Peittorakenne tarkentuu lupahakemusvaiheessa, jolloin tarkistetaan myös rakenteen asentamisen kustannukset. Lupavaiheen sulkemissuunnittelutyössä mallinnetaan suunnitellun peittorakenteen läpi tapahtuva suotautuminen ja vesilaatu. Tulosten perusteella arvioidaan mahdolliset parannustarpeet. Alustavasti prefloat-altaan sulkemisen toimenpideratkaisu sisältää seuraavat asiat:

- Ensisijaisena pinnanmuotovaihtoehtona tarkastellaan kuperaa muotoa, maatäytöllä toteutettuna. Toistaiseksi ei kuitenkaan suljeta pois koveraa tai toiselta reunalta korkeampaa muotoiluvaihtoehtoa.

- Irtoava vesi kootaan pohjan kuivatusjärjestelmällä (tuotannon ja aktiivisen sulkemistyön aikana). Vettä koottaessa jätemateriaali tiivistyy ja sen oletetaan käyttäytyvän jokseenkin saturoituneen kaltaisesti.
- Peittona toimii yhdistelmä rakenne, joka on erityisen tiivis. Rakenne sisältää kalvon ja/tai bentoniittimaton tiivisteenä. Tiiviskerros vaatii suojakerrokset molemmin puolin.
- Kun peittorakenne on tehty, läjityksen kuivatus loppuu.

10.4.2 Magneettinen jae

Magneettisen jakeen altaan keskeisiä suunnitteluperusteita ovat:

- Kyseessä on ei-pysyvä, ei-vaarallinen jäte, mutta eräitä haitta-aineita (arseeni, nikkeli ja kupari) esiintyy kohonneina pitoisuuksina. Sulfidipitoisuus jakeessa on alhainen, mutta haitta-aineiden esiintymismuotoon liittyy vielä osittaisia epävarmuuksia.
- Tavoitteena on läpivirtaaman minimointi.

Peittorakenne tarkentuu lupahakemusvaiheessa, jolloin tarkistetaan myös rakenteen asentamisen kustannukset. Lupavaiheen sulkemissuunnittelutyössä mallinnetaan suunnitellun peittorakenteen läpi tapahtuva suotautuminen ja vesilaatu. Tulosten perusteella arvioidaan mahdolliset parannustarpeet. Alustavasti magneettisen jakeen altaan sulkemisen toimenpideratkaisu sisältää seuraavat asiat:

- Ensisijaisena pinnanmuotovaihtoehtona tarkastellaan kuperaa muotoa, maatäytöllä toteutettuna. Toistaiseksi ei kuitenkaan suljeta pois koveraa tai toiselta reunalta korkeampaa muotoiluvaihtoehtoa.
- Peittona toimii yhdistelmä rakenne, joka on suhteellisen tiivis. Rakenne sisältää kalvon ja/tai bentoniittimaton tiivisteenä. Tiiviskerros vaatii suojakerrokset molemmin puolin.
- Tuotantovaiheen ja sulkemisen alussa tapahtuvan kuivatusvaiheen aikana kuivatusmekaniikkana on juurisalaoja. Tuotannon aikana pumpataan vedet altaan pinnalle, mistä ne johdetaan lauttapumppaamalla ulos. Kuivatusvaiheessa pumpattu vesi ohjataan toisaalle, esimerkiksi suoraan käsittelyyn.

10.4.3 Rikastushiekka-allas

Rikastushiekka-altaan keskeisiä suunnitteluperusteita ovat:

- Kyseessä on mahdollisesti pysyvä kaivannaisjäte, mutta huomioidaan epävarmuuksien valossa myös mahdollisuus, että kysymyksessä on ei-pysyvä, ei-vaarallinen jäte (Rapasaaren malmin ominaisuudet poikkeavat Syväjärvestä.)
- Tavoitteena on läpivirtaaman tasaus ja haihdutuksen lisäys. Valitaan siis *“store and release”* (sadannan imeytymistä tasaava ja vähentävä) tai kasvukerros-tyyppinen peitto.

Peittorakenne tarkentuu lupahakemusvaiheessa, jolloin tarkistetaan myös rakenteen asentamisen kustannukset. Lupavaiheen sulkemissuunnittelutyössä mallinnetaan suunnitellun peittorakenteen läpi tapahtuva suotautuminen ja

vesilaatu. Tulosten perusteella arvioidaan mahdolliset parannustarpeet. Alustavasti rikastushiekka- altaan sulkemisen toimenpideratkaisu sisältää seuraavat asiat:

- Pinnanmuoto: ensisijaisena vaihtoehtona tarkastellaan kuperaa muotoa, maatäytöllä, mutta myös kovera vaihtoehto tai reunalta viettävä voi tulla kysymykseen. Muotoilu tehdään läjityksellä (riippuu rikastushiekan kaltevuuskulmasta).
- Kuivatus tuotannon aikana perustuu juurisalaojaan padon juuressa. Pumppaus tapahtuu altaan keskelle, mahdollisesti penkereen päässä olevan konttipumppaamon avulla (muita vaihtoehtoja ei ole suljettu pois). Kuivatusvaiheessa pumpattu vesi ohjataan toisaalle, esimerkiksi suoraan käsittelyyn.

10.5 Teollisuusalue ja infrastruktuuri

Huomioidut vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Kemikaaliturvallisuuslaki (390/2005), 133 §, koskien alueen puhdistamista vaarallisista kemikaaleista.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.

Teollisuusalueiden ja infrastruktuurin osalta sulkemistoimenpiteiksi kaavaillaan seuraavaa:

- Toiminnan jälkeinen maaperän laatu tarkistetaan, keskittyen niihin osiin kaivostoimintojen alueilla, joissa pilaantumisriski on suurin. Tarvittaessa suoritetaan maaperän kunnostustoimenpiteet ympäristöviranomaisen hyväksymällä tavalla.
- Tarpeettomat maanpäälliset rakennukset, rakenteet, putkistot, kaapelit ja tiet poistetaan.
- Mikäli alueille ei tule pintoja vaativaa jatkokäyttöä, asfaltti- ja mahdolliset betonipinnoitukset rikotaan, poistetaan ja toimitetaan mahdollisuuksien mukaan hyötykäyttöön tai loppusijoitetaan niille soveltuvaan paikkaan
- Soratierakenteet jätetään paikalleen sulkemisen jälkeisten tarkkailu- ja mahdollisten hoitotoimintojen käyttöön.
- Alueet kasvitetaan soveltuvilta osin.
- Voimalinja puretaan, mikäli sille ei ole jatkotarvetta.

10.6 Vesien johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät rakenteet

Huomioidut vaatimukset:

- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Vesilaki (2011/587), koskien mahdollisia vaikutuksia pohjavedenpinnan tasoon ja veden käyttöön ympäristössä.

Vesistöön johdettavat louhos-, suoto- ja aluevedet eivät saa merkittävästi heikentää alueen veden luontaista laatua tai vesiekologiaa. Sivukivi- ja pintamaa-alueille tulevasta sadannasta osa haihtuu ja osa suotautuu jätetäyttöön tai kulkeutuu pintavaluntana reunaojiin. Korkearikkiseltä sivukivialueella jätetäyttöön suotautuvan veden määrä vähenee oleellisesti tiivispeiton vaikutuksesta.

Sivukivialueen suotovedet johdetaan aktiivisessa sulkemisvaiheessa vesienkäsittelyyn.

Louhosalueen puhtaat valumavedet (ei-kontaktivedet) johdetaan sulkemisvaiheessa avolouhokseen, jonka annetaan täyttyä vedellä.

Kun kiertovesialtaalle tai käsiteltävien vesien alueille ei ole enää tarvetta, tyhjennetään altaat hallitusti, puretaan patorakenteet ja pohjan tiivistysrakenteet ja alue muotoillaan siten, että pintavedet päätyvät hallitusti ojastoihin.

Suosituksia seuraaviin sulkemissuunnitelmapäivityksiin	Toimenpiteet
Vesienkäsittelysakan (tasausallas) loppusijoituksen tarkempi suunnittelu	Laaditaan arvio sakan laadusta ja määrästä ja tehdään vaihtoehtotarkastelu, jota seuraa suunnittelutyö.

11 Sulkemisaikataulu

Kaivoslain (621/2011) 143 § mukaan sulkemistyöt tulee saattaa päätökseen viimeistään kaksi vuotta tuotannon päättymisestä. Sinä aikana kaivos ja sen apualueet tulee saattaa yleisen turvallisuuden vaatimaan kuntoon sekä kunnostaa, siistiä ja maisemoida. Sulkemisaikataulun luonnos esitetään alla.

Vuodet 1–3 toiminnan päättymisestä

- Infrastruktuurin purkaminen soveltuville osin
- Sivukivialueiden peittäminen
- Rikastamoalueen märkäläjäytysten kuivatus peittorakenteiden asentamista varten

Vuodet 3–5 toiminnan päättymisestä

- Rikastamoalueen läjitysten peittäminen
- Jäljellä olevan infrastruktuurin purkaminen

Vuodet 5–7 toiminnan päättymisestä

- Vesienkäsittelyrakenteiden ja sähkölinjan purkaminen

12 Sulkemistoimenpiteiden vaikutukset ympäristöön ja ihmisiin

12.1 Yleistä ympäristövaikutuksista ja sosiaalisista vaikutuksista

YVA-vaiheen sulkemissuunnitelmassa sulkemisen jälkeisiä ympäristövaikutuksia tarkastellaan käsitteellisellä tasolla. Numeerisia arvioita toteutetaan ympäristölupavaiheen sulkemissuunnitelmassa.

12.2 Vaikutukset ilmanlaatuun

Sulkemisvaiheessa rakenteiden purkaminen, materiaalien lastaus ja purkaminen sekä sivukivi- ja rikastushiekka-alueiden peittäminen aiheuttavat jonkin verran pölyä. Pölyn leviäminen rajoittuu kuitenkin kaivosalueelle ja sen välittömään läheisyyteen sääolosuhteista riippuen. Sulkemistöiden päätyttyä alueen pintamaa/kasvukerrokset voivat kuivissa olosuhteissa pölytä ennen kuin kasvillisuus ehtii kiinnittämään sen. Kun kasvillisuuspeite on muodostunut, alueen



pölypäästöt vähenevät kaivostoimintoja edeltävälle tasolle ja ilmanlaatu palautuu kaivostoimintoja edeltäneelle tasolle.

Sulkemisvaiheessa ei tehdä räjäytyksiä tai ne ovat vain pieniä, louhosten seinämien loiventamiseksi tehtäviä. Jälkihoidon aikaiset pakokaasu- ja kasvihuonekaasupäästöt ovat alhaisemmat kuin toiminnan aikana. Sulkemisvaiheen loputtua pakokaasu- ja kasvihuonekaasupäästöt loppuvat, pois lukien normaalit maaperän päästöt. Pitkällä aikavälillä kasvitetuilla alueilla alkaa tapahtua myös hiilen sidontaa.

12.3 Vesistövaikutukset

12.3.1 Vesienhallinta sulkemisen jälkeen

Rapasaaren louhosjärvi täyttyy sulkemisen jälkeen sadannan sekä pinta- ja pohjavesivirtausten vaikutuksesta. Louhosjärveen virtaa täyttymisvaiheessa vesi sekä kaivosalueelta että pieneltä alalta kaivoksen ulkopuolista metsäaluetta (Kuva 7-10). Louhosjärven täyttymisen jälkeen pinta- ja pohjavesien virtaukset palautuvat alkuperäisen kaltaisiksi. Kaivosalueen vedet johdetaan sulkemisen jälkeen entisen turvetuotantoalueen halki Kärmeojaan/Näätinkiojaan. Pinta- ja pohjavesien virtausta sulkemisen jälkeen on kuvattu kappaleessa 7.6.

12.3.2 Vedenlaadun tavoitteet

Kaivoksen sulkemisen jälkeisenä vesistöihin kohdistuvana tavoitteena on vedenlaadun heikentymisen estyminen. Sulkemisen aikana ja sen jälkeen tehtävillä toimenpiteillä pyritään siihen, että alapuolisten vesistöjen ekologinen tila säilyy samana kuin ennen toiminnan aloittamista ja että niiden kemiallinen tila ei merkittävästi muutu. Alapuolisissa vesistöissä aineiden pitoisuudet pyritään pitämään tasolla, jossa vesipuitedirektiivissä (2000/60/EY) säädetyt ympäristölaatu normit eivät ylity. Niiden aineiden kohdalla, joita ei ole mainittu vesipuitedirektiivissä, sovelletaan muita kansainvälisiä vedenlaatukriteereitä.

12.3.3 Alustava kuvaus kuormituksesta

Sivukivialueen osalta huomionarvoisimpia potentiaalisia kuormitustekijöitä ovat arseeni, kromi, kupari, nikkeli ja vanadiini. Näiden käyttäytymistä sulkemisen jälkeen tullaan tarkentamaan ympäristölupavaiheen sulkemissuunnitelmassa. Alkuvaiheessa sulkemisen jälkeen myös typen voidaan olettaa olevan merkittävä kuormitustekijä.

Korkearikkisen sivukiven alueelta päästöjä vähennetään ensisijaisesti tiiviin peittämisen ja lisäksi happivuon alentamisen avulla. Voidaan olettaa, että keskeinen osa sulkemisen jälkeen korkearikkiseltä sivukivialueelta poistuvasta kuormasta muodostuu jo tuotannon aikana. Huomattavasti suurempi määrä sulkemisen jälkeisiä suotovesiä tulee matalarikkisen sivukiven alueelta, mihin pinta-alakin huomioiden kohdistuu enemmän sadantaa.

Sivukivialueiden suotovedet kulkeutuvat merkittävilta osin ensin louhosjärveen, missä myös louhosjärven prosessit (biologiset ja kemialliset reaktiot ja kerrostuminen) vaikuttavat ympäristöön kulkeutuvaan veden laatuun.

Rikastamoalueen osalta (riippumatta sijoituspaikasta) huomionarvoisimpia potentiaalisia kuormitustekijöitä ovat arseeni, litiumin, nikkeli, kupari ja fosfori sekä mahdollisesti typpi ja uraani. Huomioiden muiden läjitysten erityistyytiit rakenteet, kooltaankin suurimman yksikön eli rikastushiekka-altaan kuormitus on avainasemassa.

Sijointupaikka vaikuttaa kuitenkin läjitysdimensioihin ja sitä kautta vesikiintoainekontaktisuhteen suuruuteen. Lisäksi haitta-aineiden potentiaaliset kulkeutumisolosuhteet poikkeavat toisistaan. Ympäristölupavaiheen sulkemissuunnitelmassa (kun sijointupaikkavaihtoehtoja ja läjitysdimensioita on jäljellä vain yksi/jätejäte) laaditaan numeerinen arvio sekä päästöistä että vaikutuksista vesistössä.

12.3.4 Alustava kuvaus vesistövaikutuksista

Kaivostoiminnan vesipäästöjen laatu sulkemisen jälkeen riippuu mm. louhitusta malmityypistä, käytetyistä räjähteistä ja kemikaaleista, kaivannaisjätteiden laadusta sekä vesienkäsittelymenetelmistä. Kaivosalueelta ympäristöön johdettavat vedet voivat aiheuttaa esim. vesistöjen samentumista. Myös metalli- ja/tai ravinnekuormitusta voi aiheutua ja niistä edelleen seurata vesieliöiden elinolojen muutoksia.

Kuormitus kohdistuu VE1:ssä rikastamotoiminnan osalta ensisijaisesti Kalavedenojaan, Hyötyvedenojaan, Tastulanojaan ja Köyhäjokeen. VE2:ssa rikastamotoiminnan kuormitus kohdistuu ensisijaisesti Näätinkiojaan/Kärmeojaan ja Köyhäjokeen. Molemmassa vaihtoehdoissa (VE1 ja VE2) louhostoiminnan aiheuttama kuormitus kohdistuu ensisijaisesti Ruohonjärvenojaan, Ryttilampinojaan, Näätinkiojaan/Kärmeojaan ja Köyhäjokeen.

VE1:n osalta Kalavedenoja-Tastulanoja on ensimmäinen luokiteltu vesistö. Kalavedenoja on pieni, noin 3,5 km pitkä oja, jonka keskivirtaama on noin 0,46 m³/s, keskialivirtaama noin 0,05 m³/s ja keskiylivirtaama noin 2,7 m³/s (Ramboll 2018). VE2:n osalta ensimmäinen ekologiselta tilaltaan luokiteltu vesistö on Köyhäjoki. Köyhäjoki on 36,6 kilometriä pitkä, keskisuuri turvemaiden joki (Kt), jonka keskivirtaama on Tastulanojan kohdalla noin 2,3 m³/s ja Jylhän kohdalla noin 2,4 m³/s. Keskialivirtaama on Tastulanojan kohdalla noin 0,23 m³/s ja Jylhän kohdalla noin 0,24 m³/s. Keskiylivirtaama on Tastulanojan kohdalla noin 25 m³/s ja Jylhän kohdalla noin 27 m³/s (Ramboll 2018).

Merkittävin vesistövaikutus aiheutuu todennäköisesti louhostoiminnan räjähdysaineperäisestä typpikuormituksesta. Myös fosfori voi lisätä osaltaan ravinteisuutta. Alapuoliset vesistöt ovat voimakkaasti humusvaikutteisia, mikä voi vähentää metallikuormituksen ympäristövaikutuksia.

12.3.5 Vesistöjen muutosherkkyys

Alapuolisten vesistöjen nykytilaa on arvioitu aikaisempien YVA-vaiheiden yhteydessä ja kalastoselvityksin (mm. Ramboll 2017a, AFRY Finland Oy 2020). Selvitysten perusteella Köyhäjoessa, Ullavanjoessa ja Näätikinjoessa tavataan vesistöjen tilan muutoksille herkkiä taimenkantoja ja/tai lohikalojen kutupaikkoja. Rambollin (2017a) mukaan on mahdollista, että myös Näätinkiojaan ja Kärmeojaan nousee Köyhäjoessa esiintyviä kalalajeja.

12.4 Vaikutukset maaperään ja pohjaveteen

Rikastushiekka-allas, matalarikkinen sivukivi ja louhosjärvi ovat keskeisessä roolissa pohjavesivaikutusten osalta, sillä näillä osakohteilla on suurin potentiaali kommunikoida ympäristön kanssa.

Rikastushiekka-altaan pohjarakenteena toimii luontainen tai rakennettu turvekerros. Kerroksen arvioitu vedenläpäisevyys on 10⁻⁹...10⁻¹⁰ m/s. Rikastushiekka-altaan läheisyydessä maaperä on pääosin hiekkaista silttiä ja



silttistä hiekkamoreenia, joiden veden johtavuuden arvioidaan olevan suhteellisen alhainen. Mahdolliset rikastushiekka-altaasta suotautuvat vedet kulkeutuisivat pääosin etelään/lounaaseen päin kohti Näätkiojaa. Suotovesien ainepitoisuuksien arvioidaan käytettävissä olevan tiedon perusteella alhaisia, joten rikastushiekka-altaasta suotautuvien vesien vaikutuksen maaperään ja pohjaveteen jää todennäköisesti vähäiseksi.

Kiertovesialtaiden pohjalle mahdollisesti kerääntyvän lietteen on päätelty olevan ominaisuuksiltaan rikastushiekkaa vastaavaa. Näin ollen liejun kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet ajatellaan olevan pieniä. Olettaen, että maaperä olisi suotovesien pääasiallinen kulkeutumisreitti, suotovedet kulkeutuvat samoin kuin rikastushiekka-altaan suotovedetkin kohti Näätkiojaa.

Prefloat-altaan pohjalle rakennetaan erillinen pohja- ja eristerakenne, joten suotovesien ei arvioida leviävän ympäristöön, mikäli eristerakenne toimii suunnitellulla tavalla. Eristeallasalueen luontainen pohjavesien virtaussuunta on etelään/lounaaseen päin kohti Näätkiojaa.

Hankkeen vaikutuksia lähiympäristön pohjavesiin seurataan pohjavesiputkista otettavien näytteiden avulla.

12.5 Vaikutukset kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelualueisiin

Hankkeen luontoon (kasvillisuus, eläimistö ja linnusto) kohdistuvat vaikutukset on arvioitu YVA-ohjelmavaiheessa korkeintaan keskisuuriksi huomioiden alueen metsien melko vähäinen luonnontilaisuus, yksipuolinen rakenne ja mm. soiden ojitustilanne. Pääosin vaikutusten arvioidaan rajautuvan hankealueille, mutta esim. kuivattavat vaikutukset voivat ulottua myös hankealueen ulkopuolelle.

Kuivatuksen vaikutus kasvillisuuteen loppuu vähitellen sulkemisen jälkeen. Tällöin palautuu joiltakin osin edellytyksiä toimintaa edeltävälle kasvillisuudelle. Myös vaikutukset (mm. melu ja pöly) linnustoon ja eläimistöön vähenevät asteittain aktiivisen sulkemisvaiheen päätyttyä. Sulkemisen jälkeen maaston muotoilulla voidaan luoda vaihtelevia ja monipuolisia elinympäristöjä alueen biodiversiteetin lisäämiseksi. Hankkeen suunnittelun edetessä voidaan arvioida lajikohtaisten elinympäristöjen luomista tarpeen mukaan.

Vionnevan Natura-selvityksessä (Ramboll 2017b) on arvioitu louhostoiminnan vaikutuksia suojelualueisiin. Natura-alueen linnustoon kohdistuvat vaikutukset muodostuvat pääasiassa Rapasaaren louhoksen toiminnan aikaisten räjäytysten meluvaikutuksista. Meluvaikutuksille on suunniteltu toiminnan ajalle lieventämistoimia, jotka huomioidaan myös sulkemistyössä. Meluvaikutuksia lievennetään melua tuottavien toimintojen sekä meluesteenä toimivien moreeni- ja turvekasojen sijoittelun avulla.

Aktiivisen sulkemisvaiheen aikana alueella tehdään vielä konetyötä ja räjäytyksetkin ovat mahdollisia louhosseinämien loiventamisessa. Meluhaitat poistuvat vasta aktiivisen sulkemisvaiheen päätyttyä.

12.6 Vaikutukset maisemaan

Keski-Pohjanmaa sijoittuu kahden maisemamaakunnan, Pohjanmaan ja Suomenselän, alueille. Tarkastelussa olevat alueet sijaitsevat Pohjanmaan maisemamaakunnan alueella, jolle on tyypillistä järvien vähäisyys sekä jokilaaksojen halkaisemat metsä- ja suoseudut (Kuoppala 2014 Rambollin 2017a mukaan). Rapasaaren louhosalueen lähimaisema on pääosin ihmisen muokkaamaa

metsätalousmaisemaa. Alue on tasaista ja korkeuserot alueella ovat suhteellisen pieniä, lukuun ottamatta joitakin harjanteita, jotka kohoavat jonkin verran ympäristöä korkeammalle. Myös Kalaveden rikastamoalueen lähiympäristö on tasaista ja luonnonmaisema kohtalaisen sulkeutunutta. Tultaessa sulkemisvaiheeseen tuotantolaitosalueiden rakentaminen on jo muuttanut maisemaa metsätalousmaisemasta rakennetuksi ympäristöksi. Vaihtoehtoissa VE1 ja VE2 rakennettavilla sivukivialueilla on pitkäaikainen maisemallinen vaikutus, jota pienennetään jälkihoitotoimenpiteillä. Sivukiven läjitysalueen maksimikorkeudeksi on Rapasaassa määritelty 30 m. Muut läjitysalueet jäävät sivukiven läjitysalueelta matalammiksi, ollen korkeintaan 20 m korkeita. Louhosalueiden ympäristö on Pohjanmaalle tyypilliseen tapaan tasaista, joten sivukiven läjitysalueet ovat kohtalaisen korkeita verrattuna alueen muihin maastonmuotoihin (Ramboll 2017a).

Metsäisessä maastossa sivukivikasan maisemavaikutus saattaa olla hyvinkin paikallinen kohdistuen lähinnä louhosalueelle ja sen välittömään lähiympäristöön. Puusto ja kasvillisuus ovat merkityksellisiä myös maisemoinnin yhteydessä, sillä maisemoidut läjitysalueet lieventävät maisemavaikutuksia myös lähialueella, kun paljaat kivikatat eivät enää muodosta suurta poikkeamaa muuhun metsäluontoon verrattuna. Vaikka louhosalue tulee kokemaan muutoksia, eikä alueen maisema palaakaan enää toimintaa edeltävään tilaan, voidaan maisemoinnilla lieventää maisemaan kohdistuvia pysyviä vaikutuksia (Ramboll 2017a).

12.7 Melu- ja värinävaikutukset

Sulkemisvaiheen melu- ja värinävaikutukset aiheutuvat liikenteestä ja ne rajautuvat teiden läheisyyteen. Melu- ja värinävaikutukset vähenevät asteittain sulkemisvaiheessa ja päättyvät täysin siinä vaiheessa, kun sulkemistyöt on saatu päätökseen. Melun ja värinän osalta alue palautuu sulkemisen jälkeen ennen kaivostoimintaa vallinneeseen tilaan eikä toiminnasta jää pysyviä vaikutuksia tai vahinkoja. Meluvaikutukset ovat keskeisimpiä Vionnevan luontoarvoihin kohdistuvina (kappale 12.5).

12.8 Liikennevaikutukset

Rapasaaren kaivosalue sijoittuu Kaustisen kunnan metsäautoteiden varsille tai niiden läheisyyteen. Päivänevan rikastamoalue sijoittuu osittain turvetuotantoalueelle, jolla jo nykyisellään liikennöi raskasta ajoneuvokalustoa. Kalaveden rikastamoalue sijoittuu Kaustisen kunnan kirkonkylältä itään noin 5 km, kantatien 63 varteen (Envineer 2020). Toiminnan päättyttyä myös kaivosliikenne ja rikastekuljetukset päättyvät, joten liikenteestä johtuvia vaikutuksia ei arvioida syntyvän enää kaivostoiminnan päättymisen jälkeen. Mahdolliset parannukset hankealueelle johtavilla teillä ja silloilla palvelevat tienkäyttäjiä kaivoksen sulkemisen jälkeenkin.

12.9 Vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan

Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen liittyvät vaikutukset eivät ole mitattavia, vaan laadullisia ja sidottuja yksilöön, aikaan ja paikkaan. Elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset voivat olla suoria (esim. marjastuspaikan häviäminen) tai välillisiä (esim. pölyn aiheuttama haitta marjastukselle) (Envineer 2020).

Louhos- ja rikastamoalueet kuljetusreitteineen sijoittuvat pääasiassa metsätalousalueille, jotka muuttuvat louhos- tai rikastamotoiminnan alueiksi, mutta palaavat toiminnan loputtua osittain hitaasti takaisin metsätalousalueiksi, ellei tuotantolaitosalue siirry muuhun teolliseen käyttöön. VE 2:n osalta alue on jo nyt osittain teollisessa toiminnassa (turvetuotanto). Kaivoksen vaikutusalueella ei

Taulukko 13-1. Kaivannaisjätteiden hallinnan BAT-päätelmien toteutuminen Päivänevan rikastushiekka-alueen sulkemisen suunnittelussa.

BAT-päätelmä		Toiminnan vastaavuus kaivoksella
Geneeriset päätelmät		
BAT1	Hallintajärjestelmät	Keliber Oy:n tarkoituksena on ottaa käyttöönsä ja sertifioida järjestelmät ISO9001, ISO14001, ISO45001 ja ISO50001 vuonna 2022. Yrityksen johto on sitoutunut ympäristön kannalta vastuulliseen toimintaan myös jäte- ja sulkemisasioissa.
BAT2	Jätteen karakterisointi	Päätöksen 2009/359/EC mukainen pysyvä/ei-pysyvä jätteen määrittely tullaan suorittamaan sivukivelle ja rikastushiekalle BATin mukaisesti. Jätteen luokittelu, myös vaaraominaisuuksien arviointi, tullaan tekemään myöhemmässä suunnitteluvaiheessa.
BAT3	Jätteen ominaisuuksien seuranta ja verifiointi	Ei relevantti sulkemisvaiheessa. Jätejakeita tarkkaillaan toiminnan aikana.
BAT4	Läjityspaikkavaihtoehtojen tunnistaminen	Ei relevantti sulkemisvaiheessa. Vaihtoehtoisia läjityspaikkoja on mietitty suunnitteluvaiheessa.
BAT5	Ympäristöriskien ja -vaikutusten arviointi	Alustavaa riskien ja vaikutusten arviointia on tehty (kpl 8) ja arviot tarkentuvat suunnitelmien täsmentyessä. Riskinarvion perusteella valitaan läjitysalueille soveltuvat pohja- ja peittorakenteet. Sulkemissuunnittelu on jatkuvaa työtä joka tarkentuu vaihe vaiheelta.
BAT6	Kiinteiden kaivannaisjätteiden määrän vähentäminen	Ei relevantti sulkemisvaiheessa. Hyödyntämiskelpoista materiaalia (BAT6c) käytetään rakentamisvaiheessa ja kaivannaisjätealueiden sulkemisessa hyödyksi. Hyödyntämisen turvaamiseksi materiaalit sijoitetaan toimintavaiheessa erillisille alueille (BAT6a).
BAT7	Ei-pysyvän ja vaarallisen jätteen määrän vähentäminen	Ei relevantti sulkemisvaiheessa.
Riskiperusteiset		
BAT8 BAT9	Liittyvä öljy/kaasu-toimialaan	Ei relevantti
BAT10	Kaivannaisjätteen uudelleenprosessointi	Nykyisellään ei ole teknis-taloudellisesti mahdollista käsitellä sivukiviä tai rikastushiekkaa raaka-aineeksi.
BAT11	Sulkemisen huomioiva kaivossuunnittelu	Sulkeminen on sulkemisen kustannuksen on huomioitu toiminnan suunnitteluvaiheessa. Sulkemis- ja jätehuoltosuunnitelmia tullaan päivittämään myöhemmin sovittavalla aikataululla. Sulkemissuunnittelua tarkennetaan vaiheittaisesti toiminnan edetessä. Peittorakenteiden varhainen tunnistaminen käsitellään kohdassa BAT38.
BAT12	Laadun valvonta	Peittorakenteiden rakentamistöitä valvotaan erillisen laadunvalvontasuunnitelman mukaisesti, jotta varmistutaan siitä, että peitot rakennetaan suunnitelmien mukaisesti. Rakentamistyöt sekä mahdolliset poikkeamat suunnitelmiin nähdään dokumentoidaan.
BAT13	Pohjatutkimukset	Ei relevantti sulkemisvaiheessa. Rakennettaville alueille on tehty pohjatutkimukset suunnitteluvaiheessa.
BAT14 BAT15 BAT16	Padot	Padon rakennusmateriaalien (BAT14), rakennusmenetelmien (BAT15) ja korotusmenetelmien (BAT16) valinta ei ole relevanttia enää sulkemisvaiheessa vaan asiat on huomioitu suunnittelun yhteydessä. Patojen kuntoa tarkkaillaan, seurataan ja ylläpidetään sulkemis- ja jälkihoitovaiheessa.
BAT17	Jätealueen rakenteet	Sulkemisvaiheessa ja sen jälkeen alueelle jäävien rakenteiden sekä niiden kunnon, toiminnan ja stabiiliteetin tarkkailu huomioidaan osaksi toiminnan jälkeistä tarkkailusuunnitelmaa. Suunnitelmaa tullaan päivittämään ja tarkentamaan toiminnan aikana saatavan tiedon perusteella.



BAT-päätelmä		Toiminnan vastaavuus kaivoksella
BAT18 BAT21 BAT37 BAT42 BAT43 BAT45 BAT46 BAT47	Vesienhallinta	Läjäytysalueiden sijoittuminen mikrovaluma-alueille sekä pinta- ja pohjavesien kulkeutumisreitit on tunnistettu kuvassa 7-10. Sulkemisen jälkeinen vesitase laaditaan hankkeen myöhemmissä vaiheissa. Toiminnanaikaista aktiivista vesienkäsitteilyä käytetään myös sulkemisvaiheen aikana, kunnes huuhtoutuminen on hidastunut riittävästi.
BAT19	Patojen mitoitus	Suunnitteluvaiheessa on määritetty mitoitustulvan huomioimalla sen suuruus ja toistuvuus. Peittorakenteina käytetään kuivapeittoa, jolloin kohta ei ole relevantti enää sulkemisvaiheessa.
BAT20	Rikastushiekka-altaan vesienjohtaminen ja vesitaseturvallisuus	Prefloat altaan tiivis pohjarakenne koostuu HDPE-kalvosta ja bentoniittimatosta. Tiivisterakenteen päälle tehdään sisäpuolinen salaojitus ympäristöriskin pienentämiseksi ja altaan sulkemisen helpottamiseksi. Vettä kootaessa jätemateriaali tiivistyy. Magneettinen jae: Tuotantovaiheen ja sulkemisen alussa tapahtuvan kuivatusvaiheen aikana kuivatustekniikkana on juurisalaoja. Vettä kootaessa jätemateriaali tiivistyy. Rikastushiekka-altaan padon sisäpuolelle luiskan juureen rakennetaan sisäpuolinen salaojarakenne tulevan rikastushiekkaläjäytyksen kuivatusta varten. Salaojitusrakenteen avulla vähennetään padon ja pohjarakenteen kautta tapahtuvaa suotautumaa, parannetaan sisäänpäin korotuksen stabiliteettia ja altaan sulkemisolosuhteita.
BAT22 BAT23 BAT24	Geotekninen analyysi ja rakenteiden stabiliteetti sekä tarkkailu	Geotekniset analyysit laaditaan suunnitteluvaiheessa. Läjäytysten sulkemisen vaatimuksissa huomioidaan vakaus. Sulkemisen jälkeiseen tarkkailusuunnitelmaan määritellään käytäntö mm. sivukivialueen luiskien ja rikastushiekka-altaan patojen stabiliteetin seurannalle
BAT25 BAT26	Liittyy maanalaiseen kaivostoimintaan ja kaivannaisjätteiden maanalaiseen sijoittamiseen	Sivukiveä hyödynnetään maanalaisen louhosten täytössä mahdollisuuksien mukaan.
BAT27 BAT28 BAT29	Liittyy läjityksen suunnitteluun ja operatiiviseen toimintaan	Ei relevantti sulkemisvaiheessa.
BAT30	Liittyy erityisen alkaliseen kaivannaisjätteeseen	Ei relevantti.
BAT31 BAT35 BAT38 BAT54	Kemiallinen stabiliteetti ja happaman valuman ehkäisy	Mahdollisesti happoa tuottavat kaivannaisjätteet on tunnistettu suunnitteluvaiheessa, mahdolliset valuma/suotaumavedet on otettu huomioon esim. tiivisrakenteilla. Sulkemissuunnittelussa em. jätejakeet huomioidaan esim. erityisen tiiviiden peittorakenteiden tarve. Prefloat-altaan tiivis pohjarakenne koostuu HDPE-kalvosta ja bentoniittimatosta. (BAT 35b) Rikastushiekka-altaan pohjarakenteena tiivis vettä läpäisemätön luonnonmaa. (BAT 35a)
BAT32	Liittyy itsestäänsyttymisriskin omaaviin jätteisiin	Ei relevantti.
BAT33 BAT34	Syanidin hajoaminen sekä öljy- ja kaasuteollisuus	Ei relevantti.



14 Tarkkailu

Sulkemisen aikaista ja sen jälkeistä tarkkailua ei ole ohjeistettu Suomen lainsäädännössä ja tarkkailua koskevat vaatimukset on määritetty erikseen jokaiselle kaivokselle ympäristöluvan yhteydessä. Tarkkailuohjelman luonnos liitetään ympäristölupahakemukseen ja se hyväksytetään Pohjanmaan ELY-keskuksella ennen toiminnan aloittamista.

14.1 Päästötarkkailu

Jätevesien tarkkailuun sulkemisen aikana sisältyy käsittelyn poisteveden laadun ja määrän tarkkailu. Myös jätealueiden suotovesiä on tarkkailtava. Sivukiven ja rikastushiekkojen mineraalipitoisuus ja kemialliset ominaisuudet huomioidaan tarkkailuun sisällytettävien parametrien valinnassa.

Aktiivisen sulkemisen aikana näytteenotto poikkeaa vain vähän tuotannon aikaisesta tarkkailutoiminnasta. Näytteet otetaan käsittelystä, ympäristöön johdettavasta vedestä. Näytteenottoväli kasvaa aktiivisen sulkemisvaiheen päätyttyä ja jatkossa sitä voidaan muuttaa edelleen tarkkailutulosten perusteella.

Myös alueen sisäisiä päästöjä tarkkaillaan (läjitysten suotovedet ja louhokseen muodostuva veden laatu) soveltuvilta osin.

14.2 Ympäristötarkkailu

Sulkemisen aikainen ympäristötarkkailu koostuu kaivoksen alapuolisten vesistöjen pintaveden tarkkailusta, pohjaveden laadun tarkkailusta, kaivosalueen ja sen lähistön biodiversiteetin tarkkailusta sekä muodostuvan ja kulkeutuvan pölyn tarkkailusta. Näytteenottoväli harvenee siirryttäessä aktiivisesta sulkemisvaiheesta jälkiseurantaan.

Pintavesien tarkkailuun sisältyy kaivoksen alapuolisten vesistöjen pintaveden laadun tarkkailu. Ennakkotarkkailupisteitä on VE 1:ssä rikastamoalueen alapuolella mm. Kalavedenojassa, Hyötyvedenojassa, Tastulanojassa, Köyhäjoessa ja Isojärvellä. VE 2:ssa rikastamon alapuolisia tarkkailupisteitä on mm. Näätinkiojassa, Kärmeojassa ja Köyhäjoessa. Sekä VE 1:ssä, että VE 2:ssa louhosten alapuolisia tarkkailupisteitä on mm. Ruohojärvenojassa, Rytilampinojassa ja Ullavanjoessa sekä Näätinkiojassa ja Kärmeojassa. Samoja tarkkailupisteitä voidaan todennäköisesti käyttää myös sulkemisen jälkeiseen tarkkailuun, jolloin vertailuaineistoa on käytettävissä. Myös kalastoa ja muita vesieliöitä tarkkaillaan ympäristöluvassa määrättävän tarkkailuohjelman mukaisesti.

Pohjavettä tarkkaillaan alueilla, joihin sivukivialueet ja rikastushiekka-alueet ovat mahdollisesti vaikuttaneet *tai voivat sulkemisen jälkeen vaikuttaa*. Pohjaveden tarkkailua toteutetaan samoista pisteistä kuin tuotantovaiheessa, ei kuitenkaan kaikista toimintavaiheen tarkkailuputkista eikä välttämättä samalla näytteenottovälillä. Tarkkailu keskitetään alueille, joihin kaivannaisjätealueet ja/tai sulkemistoiminnot mahdollisesti vaikuttavat.

Biodiversiteetin tarkkailua jatketaan sulkemisen aikana samalla tavalla ja aikaväleillä kuin kaivoksen tuotantovaiheen aikana.

Osana ympäristötarkkailua seurataan sulkemistöiden aikana muodostuvaa ja kulkeutuvaa pölyä. Pölyn muodostumista tarkkaillaan käyttämällä tuotannon aikana käytössä ollutta lähestymistapaa.

Kasvillisuuden ennallistamista valvotaan kaivoksen suljetuissa osissa. Kasvillisuuden ennallistamista valvotaan näköhavaintojen ja joka vuosi kesällä otettujen valokuvien perusteella.

14.2.1 Geotekninen tarkkailu

Geotekniseen tarkkailuun sulkemisen aikana sisältyy avolouhosten ja jätealueiden luiskien ja penkereiden vakauden tarkkailu ja sulkemisrakenteiden laaduntarkastus. Veden keräys- ja käsittelyjärjestelmien toimintaa tarkkaillaan. Geotekninen tarkkailu suoritetaan kerran vuodessa keväällä. Geotekninen tarkkailu suoritetaan pääasiassa näköhavaintojen perusteella, mutta myös esim. vakausmittauksia tehdään tarvittaessa.

15 Sulkemiskustannusten ja vakuuksien arviointi

Sulkemiskustannukset käsitellään lupavaiheen sulkemissuunnitelmassa, missä vakuuslaskelma tulee esittää, kuten kaivannaisjäteasetuksessa 190/2013 todetaan. YVA-vaiheessa vakuuslaskelman esittämiseen ei ole velvoitetta ja käsiteltävät sijoituspaikkavaihtoehdot vaikuttaisivat lopputulokseen esimerkiksi peittomateriaalien kuljetuksen osalta.

16 Väliaikainen ja ennenaikainen sulkeminen

16.1 Väliaikainen sulkeminen

Väliaikaisella sulkemisella tarkoitetaan kaivostoiminnan lakkaamista tilapäisesti, esimerkiksi taloudellisista syistä. Kaivos siirretään ns. care & maintenance -tilaan, jossa suoritetaan keskeiset ylläpitotoimet, kuten kaivoskuivatuksen jatkaminen (kokonaan tai tarvittavaan tasoon). Tällöin voidaan olettaa, että pohjavesivirtaukset kaivosalueella ovat edelleen louhokseen suuntautuvia. Myös esimerkiksi rikastamon huoltotyöt, ja vesienkäsittely jatkuvat. Kaivosalue pidetään tilassa, joka mahdollistaa suhteellisen nopean tuotantoon palaamisen.

Väliaikaisessa sulkemisessa varmistetaan, että kontakti- ja ei-kontaktivesien erillään pito jatkuu ja kontaktivedet käsitellään ennen johtamista kaivosalueelta pois.

Turvallisuus taataan ensisijaisesti rajoittamalla liikkumista alueella, lähinnä aitaamisen keinoin.

Väliaikaisen sulkemisen merkittävimpiin huolenaiheisiin kuuluu sulfidimineraalien hapettumisen edistyminen (Rapasaaren korkearikkinen sivukivialue ja rikastamoalueen Prefloat-jae). Tässä tilanteessa on mahdollista, että jätealueille muodostuviin sekundäärimineraaleihin varastoituva haitta-ainemäärä kasvaa verrattuna sulkemissuunnittelun yhteydessä arvioituun. Korkearikkiset jätteet on kuitenkin tarkoitus peittää varsin tiivisti lopullisessa sulkemisessa. Siten minimoidaan läpivirtaava vesimäärä ja samalla minimoidaan myös sekundäärimineraaleihin sitoutuneen haitta-aineiden varastokuorman kulkeutuminen ympäristöön. Näin ollen väliaikaisen sulkemisen ei katsota aiheuttavan merkittävää päästöriskin kasvua verrattuna tilanteeseen, jossa kaivostoiminta jatkuu normaalisti kaavailtuun päätepisteeseen asti.

16.2 Ennenaikainen sulkeminen

Mikäli kaivos suljetaan suunnitteluvaiheessa kaavailtua aikaisemmin, sulkeminen suoritetaan kuitenkin pääpiirteissään samalla tavalla kuin tässä sulkemissuunnitelmadokumentissa esitetään. Jättemäärät jäävät vähäisemmäksi ja louhos pienemmäksi. Kivilajisuhteet voivat poiketa mallinnetusta lopputilanteesta ja johtuen läjitysalueiden erilaista loppumittasuhteista kiintoaine-nestekontaktisuhde läjityksissä voi poiketa suunnitteluvaiheessa tarkastellusta skenaariosta.

Pääsääntöisesti valitun sulkemiskonseptin voidaan olettaa toimivan myös ennenaikaisessa sulkemisessa, mutta päästö- ja vaikutusennusteiden epävarmuudet kasvavat jonkin verran.

17 Sulkemissuunnitelman tarkentaminen ja päivittäminen

17.1 Konseptualisointi lupavaiheessa

Lupavaiheen sulkemissuunnitelmassa tarkennetaan YVA-vaiheen sulkemissuunnitelmassa laadittua konseptualisointia erityisesti rikastamoalueen ja Rapasaaren louhoksen osalta. Rikastamoalueelle on mukana YVA-vaiheessa vielä kaksi sijaintivaihtoehtoa, minkä takia viimeistelty tarkkuustaso ei ole tarkoituksenmukaista. Lupavaiheessa konseptualisointeja käytetään numeeristen mallien laatimisen kehyksenä.

17.2 Vesimäärien arviointi lupavaiheessa

Rapasaaren sivukivialueille vesimäärät on jo arvioitu maaperä-kasvillisuus-ilmastomallinnuksen avulla. Samassa yhteydessä on tuotettu tiedot peittorakenteen kosteudesta (joka on tunnettava esimerkiksi happivuon arvioimiseksi). Lisäksi on saatu tietoa mahdollisen vedellä kyllästyneen vyöhykkeen laajuudesta läjityksen sisällä.

Rikastamoalueen läjityksille vesimäärien arviointia ei ole vielä suoritettu, mutta tarvittavat lähtötiedot ovat valmistumassa siten, että ne ovat käytettävissä lupavaiheen sulkemissuunnitelmaan. Padotuilla kaivannaisjätealueilla ei voida käyttää täysin samaa mallinnuslähestymistapaa kuin sivukivialueilla, mutta rikastushiekka-alueella tullaan käyttämään kahden mallinnustavan yhdistelmää suotovesimäärien ja muiden (jo sivukiven yhteydessä kuvattujen) parametrien määrittämiseksi.

Rapasaaren louhokseen tulevien vesimäärien arvioinnissa ei todennäköisesti tulla lupavaiheessa soveltamaan uutta tai täydentävää pohjavesimallinnusta (lupavaiheen salliman aikataulun puitteissa). Sulkemisen jälkeinen läpivirtaama arvioidaan karkeasti ja yksinkertaistetusti käytettävissä olevien tietojen varassa. Mahdollisten tarkentavien arvioiden tarve arvioidaan lupavaiheessa ja mahdollinen tarkentava työ voi jatkua myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

17.3 Vesilaatujen arviointi lupavaiheessa

Jätealueiden vesilaatujen arviointi suoritetaan lupavaiheessa skenaariomallinnuksena. Tähän sisältyy mallinnettavien skenaarioiden valinta, aineiston skaalaus (laboratorio vs. todellisuus) ja skaalattujen vesilaatujen geokemiallinen tasapainomallinnus.



Rapasaaren louhosjärvelle arvioidaan jokseenkin vastaavasti seinämävaikutus, huomioiden louhosseinämien kivilaadut ja rapautuvissa olevat mineraalipinta-alat. Huomioidaan louhoksen läpivirtaama ja erilaatuiset vesimassat. Mahdollisesta kerrostumisesta laaditaan arvio.

17.4 Pinta- ja pohjavesiin kohdistuvien sulkemisen jälkeisten vaikutusten arviointi lupavaiheessa

Yllä on kuvattu eri osa-alueiden päästöparametrien ("source term") mallinnus lupavaiheessa. Lupavaiheen vaikutusarviot laaditaan näiden pohjalta konservatiivisesti, toisin sanoen huomioimatta haitta-aineiden pidättymistä pohjavesiteitse tapahtuvassa haitta-aineiden kulkeutumisessa. Vaikutusarviossa keskitytään ensisijaisesti numeerisiin pitoisuusmuutoksiin vastaanottavissa pienvesistöissä kaivosalueen sulkemisen jälkeen.

17.5 Myöhemmät sulkemissuunnitelman päivitysvaiheet

Sulkemissuunnitelma tullaan tarkistamaan vähintään 5 vuoden välein tai toiminnan oleellisesti muuttuessa. Kussakin suunnitteluvaiheessa esitetään myös suositukset seuraavaa suunnitteluvaihetta varten, tunnistettujen riskien, epävarmuuksien ja vaikutusten pohjalta.

18 Lähdeluettelo

Afry Finland Oy (2020). Päivänevan alueen virtavesien koekalastukset v. 2020. Keliber Oy.

Alviola, R., Mänttari, I., Mäkitie, H. & Vaasjoki, M. 2001. Svecofennian rare-element granitic pegmatites of the Ostrobothnia region western Finland: their metamorphic environment and time of intrusion. In: Mäkitie, H. (ed.) Svecofennian granitic pegmatites (1.86-1.79 Ga) and quartz monzonite (1.87 Ga), and their metamorphic environment in the Seinäjoki region, western Finland. Geological Survey of Finland. Special Paper 30, 9–29.

EC 2018. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries.

Envineer Oy, 2018. Kalaveden tuotantoalueen perustilaselvitys.

Envineer 2020. Keliber Oy. Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin laajennuksen YVA-ohjelma. 29.5.2020.

GTK 2018. Rikastuskokeiden työraportti, luonnos (16.2.2018).

ICMM 2019. Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd Edition.

Kuoppala, A., R. Asunmaa & H. Purola 2013b. Maaseudun kulttuurimaisemat ja maisemanähtävyydet. Ehdotukset Pohjanmaan, Etelä- ja Keski-Pohjanmaan valtakunnallisesti arvokkaiksi maisema-alueiksi 2013. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Käpyaho A., Saranpää O., Kaunismäki J., Lohva J., Ahtola T., Johansson B., Huhta P, 2007 b. Tutkimustyöselostus Kaustisen kunnassa valtausalueella Matoneva (Kaivosrekisterinumero 7881/1) vuosina 2004 ja 2005 tehdystä LI-pegmatiittitutkimuksista. Valtausraportti. GTK M06/2323/2007/10/78.

Länsi-Suomen ympäristökeskus 2007. Länsi-Suomen ympäristöstrategia 2007-2013.

Manninen, A. Moreeninäytteenotto ja analysointi. 12/2015. Keliber Oy.

Ramboll Finland Oy 2017a. Keski-Pohjanmaan litiumprovinssin ympäristövaikutusten arviointiselostus. Keliber Oy.

Ramboll Finland Oy 2017b. Keski-Pohjanmaan litiumprovinssi. Natura-arviointi.

Ramboll Finland Oy 2018. Kalaveden tuotantolaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Keliber Oy.

Suomen ympäristökeskus 2020. Vesistöjen kemiallinen tila edelleen huono. Tiedote 28.8.2020 [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesistöjen_kemiallinen_tila_on_edelleen_\(58390\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesistöjen_kemiallinen_tila_on_edelleen_(58390))

Sweco, 2016. Pre-feasibility Study, Keliber lithium project.

Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017. Kaivosvastuu. <https://www.kaivosvastuu.fi/>

Ympäristöministeriö, 2020. Kivipelto (toim.), Joni, Nieminen, Soile, Jokiranta, Tomi, Nurmi, Heli, Koivuhuhta (toim.), Auri, Kauppila, Päivi, Karlsson, Teemu, Tornivaara, Anna, Kauppila, Tommi. Opas kaivannaisjätteiden hallinnan MWEI BREF -



vertailuasiakirjan parhaita käyttökelpoisia tekniikoita koskevien päätelmien soveltamiseen. Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:12

Ympäristöhallinnon verkkopalvelu 2020. Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. <https://www.ymparisto.fi/pintavesientila>. Viitattu 28.6.2020.

Ympäristöministeriö 2019. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas)