

MARRASKUU 2016

KAIVOKSEN SULKEMINEN

Terrafame Oy

Alustava sulkemissuunnitelma



Terrafame Oy
Talvivaarantie 66
88120 Tuhkakylä

puh. 020 7130 800
etunimi.sukunimi@terrafame.fi

Tässä suunnitelmassa esitetyn tiedon on koonnut:

Pöyry Finland Oy
puh. 010 3311
etunimi.sukunimi@poyry.com
Projektinumero 101003702-002

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	3
TERMIT JA LYHENTEET	4
TIIVISTELMÄ	5
1 JOHDANTO	6
2 AIKATAULU	7
3 KAIVOKSEN TOIMINNAN KUVAUS	9
4 ALUEEN LYHYT KUVAUS	11
4.1 SIJAINTI	11
4.2 LUONNONOLOSUHTEET	11
4.3 TOIMINTOJEN MAANKÄYTTÖ JA MAANOMISTUSOLOSUHTEET	11
4.4 KAAVOITUSTILANNE	11
5 SULKEMISTA KOSKEVAT VAATIMUKSET	12
5.1 KAIVOKSEN SULKEMISTA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ	12
5.2 TERRAFAMEN KAIVOKSEN SULKEMISTOIMINTAAN VAIKUTTAVAT YMPÄRISTÖLUVAT JA LUPAMÄÄRÄYKSET ..	12
5.3 HYVÄT KÄYTÄNNÖT KAIVOKSEN SULKEMISESSÄ	14
5.4 YMPÄRISTÖOLOSUHTEIDEN ASETTAMAT VAATIMUKSET	15
6 SULKEMISEN TAVOITTEET	16
6.1 YLEISET TAVOITTEET	16
6.2 TURVALLISUUSTAVOITTEET	16
6.3 TAVOITTEET KOSKIEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN MINIMOINTIA.....	16
6.4 MAANKÄYTTÖ- JA MAISEMATAVOITTEET	17
6.5 SIDOSRYHMIEN KUULEMINEN SULKEMISTAVOITTEISTA.....	17
6.6 TAVOITTEIDEN YHTEENVETO JA MITATTAVUUS	17
7 ALUEIDEN SULKEMINEN	19
7.1 BIOLIUOTUSKASAT	19
7.2 KIPSISAKKA-ALTAAT	23
7.3 SIVUKIVEN LÄJITYSALUEET	25
7.4 PINTAMAIDEN LÄJITYSALUEET	26
7.5 TEOLLISUUS- JA VARASTOALUEET	27
7.6 PILAANTUNUT MAA	29
8 VESIENHALLINTA	31
8.1 KAIVOKSEN VESIKIERTO	31
8.2 SULKEMISVAIHEEN VESIENHALLINTA	31
9 RISKINHALLINTA JA SULKEMISEEN LIITTYVÄT MAHDOLLISUUDET	37
9.1 RISKIEN TUNNISTAMINEN JA TOIMENPITEET NIIDEN MINIMOIMISEKSI	37
9.2 MAHDOLLISUUKSIEN TUNNISTAMINEN JA TOIMENPITEET NIIDEN OPTIMOIMISEKSI	38
10 JATKOTOIMENPITEET JA SULKEMISSUUNNITELMAN TARKISTAMISKÄYTÄNTÖ	39
11 LÄHDELUETTELO	41

TERMIT JA LYHENTEET

Raportissa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

LYHENNE	SELITYS
Agglomerointi	Hienojakoisen materiaalin rakeistaminen, jolloin malmipöly kiinnittyy suurempiin malmirakeisiin
BAT	Best available technology (Paras käytettävissä oleva tekniikka)
Bioliuotus	Malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoiminnan kautta liukoiksi yhdisteiksi.
BREF	BAT Reference Document (BAT-vertailuasiakirja)
ICMM	International Council on Mining and Metals (Kansallisten kaivosalan järjestöjen kansainvälinen yhteenliittymä)
PLS-liuos	Pregnant Leach Solutions eli bioliuotuksen tuoteliuos
Raffinaatti	Metallien talteenottolaitoksen paluuliuos

TIIVISTELMÄ

Pöyry Finland Oy on koonnut tämän alustavan sulkemissuunnitelman yhdistäen Terrafame Oy:n Sotkamon kaivoksen aiempia olemassa olevia suunnitelmia ja täydentäviä selvityksiä. Lisäksi työssä on käytetty Terrafame Oy:n laatimia priorisointeja ja laskelmia tuotantoprosessien päättämisestä aikatauluineen ja vesitaseineen. Tässä alustavassa sulkemissuunnitelmassa on kuvattu sulkemisen suunnittelua varten tehtävä koe-toiminta, sulkemistoimenpiteiden alustava aikataulu sekä kustannukset, mikäli kaivostoimintoja aletaan ajaa alas vuonna 2017.

Sulkemisen tavoitteet ja toimenpiteet määritellään olemassa olevan kaivostoiminnan mukaisesti, vesi- ja ympäristöluvat huomioon ottaen. Mikäli sulkemistratkaisuun päädytään, sulkemiselle haetaan ympäristö lupaa vuoden 2017 aikana.

Sulkemistoimenpiteet on aikaisemmin esitetty toteutettavaksi vaiheittaisen sulkemisen periaatteella, mm. jätealueiden täyttymisaikataulua mukailen. Aikaistetussa sulkemisessä päättyvän kaivostoiminnan työjärjestys ei sovellu käytettäväksi sellaisenaan.

Koska louhinta on ensimmäisiä päättyviä toimintoja, louhoksen jälkihoitotoimet ja vesitäyttö kuuluvat myös ensimmäisiin sulkemistoimenpiteisiin, alkaen vuodesta 2017. Primaari- ja sekundääriliuotusalueiden purkaminen suoritetaan vaiheittain liuotusprosessien tullessa päätökseen. Metallien talteenottolaitoksen toiminta jatkuu liuotusprosessin loppuun ja talteenottolaitos suljetaan vuoteen 2022 mennessä. Aktiivista vesienpuhdistusta varaudutaan jatkamaan noin 10 vuoden ajan metallien talteenoton päättymisen jälkeen. Kipsisakka-altaat suljetaan vaiheittain, mutta lopullisesti kuitenkin vasta keskuspuhdistamon käytön päättyessä.

Muita keskeisiä sulkemiskohteita ovat pienemmät puhdistamot, geotuubien tyhjennys ja loppusijoitus sekä voimalinjojen ja prosessilaitosten purkutyöt tai siirtäminen uusiokäyttöön. Myös alueen suojapumppauksia varaudutaan jatkamaan toiminnan päättymisen jälkeen. Suojapumppauksista luovutaan asteittain, viimeistään kuitenkin ennen aktiivisen vesienpuhdistuksen päättymistä. Myös louhosveden laatua varaudutaan säätämään ensimmäisen kymmenen vuoden aikana toiminnan päättymisen jälkeen.

Pilaantunut maa-aines loppusijoitetaan ja alueet peitetään puhtaalla maa-aineksella.

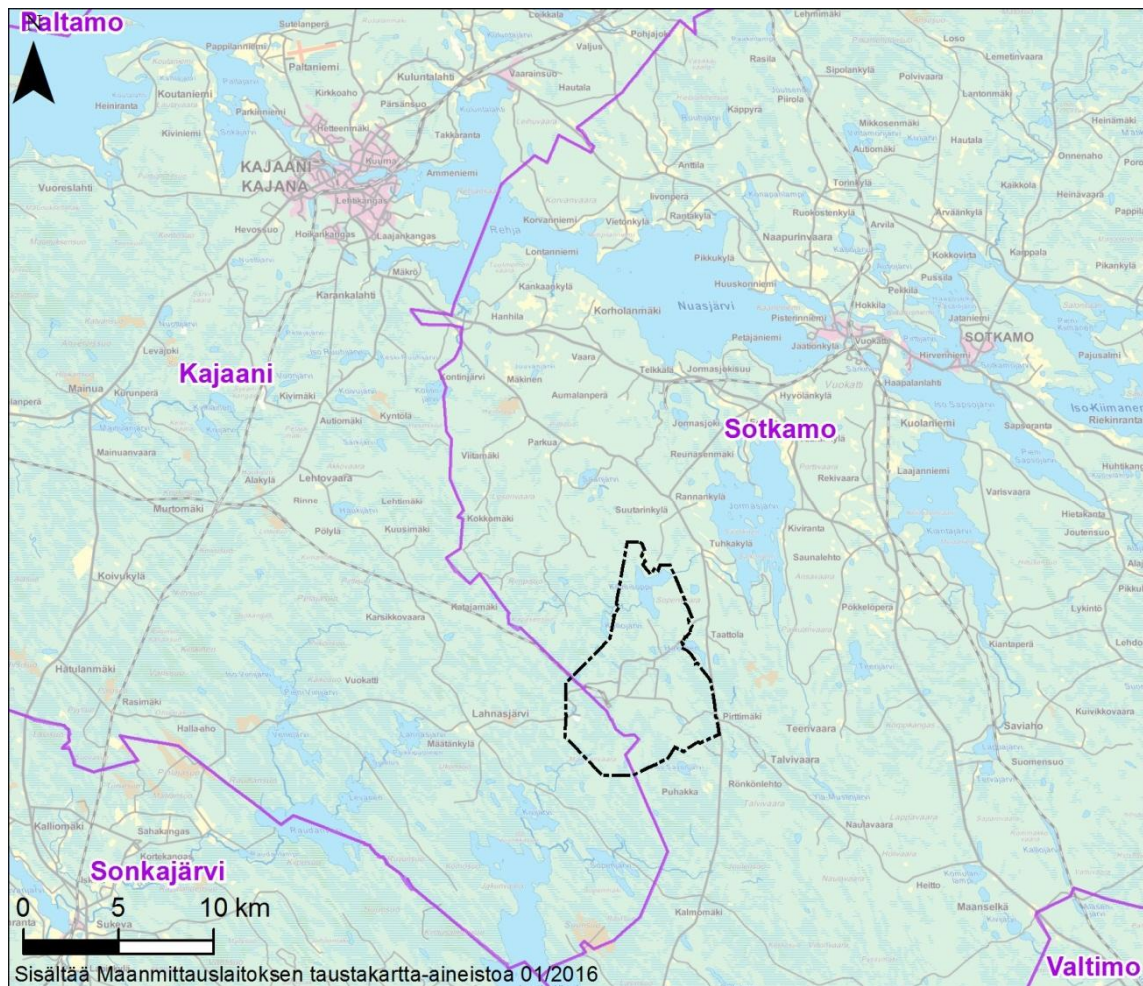
Toisen vaiheen bioliuotusalue, johon on sijoitettuna myös sivukiveä (pohjarakenteissa), peitetään vedenpitävillä kerroksilla kaivoksen sulkemisen jälkeen. Kaivospiirin jätealueet peitetään vedenpitävillä kerroksilla, huomioiden vaarallisen jätteen kaatopaikoille asetetut vaatimukset Valtioneuvoston asetuksessa kaatopaikoista sekä valtioneuvoston kaivannaisjätteistä annetun asetuksen (190/2013) vaatimukset. Mikäli sulkemistratkaisuun päädytään, sulkemista koskevassa uudessa ympäristöluvassa määritellään lopullisesti sulkemisen vaiheet ja tarvittavat sulkemistrakenteet.

Ympäristölle aiheutuvia vaikutuksia tarkkaillaan niin kauan kunnes ympäristössä ei enää havaita kaivostoiminnan aiheuttamia muutoksia, vähintään 30 vuotta kaivoksen sulkemisen jälkeen.

1 JOHDANTO

Talouspoliittinen ministerivaliokunta on 25.5.2016 käsitellyt Terrafame Oy:n tilannetta ja toiminnan jatkoa. Toukokuussa valtio-omistaja totesi, että operatiiviset edellytykset kaivostoiminnan menestykselliseen ylösajoon ovat olemassa, ja myönsi jatkorahoitusta kaivoksen ylösajoon vuoden 2016 loppuun saakka. Samalla valtio linjasi, että mikäli Terrafame ei löydä vuoden 2016 loppuun mennessä yksityistä rahoitusta kaivoksen ylösajamiseen, valmistaudutaan kaivoksen hallittuun sulkemiseen.

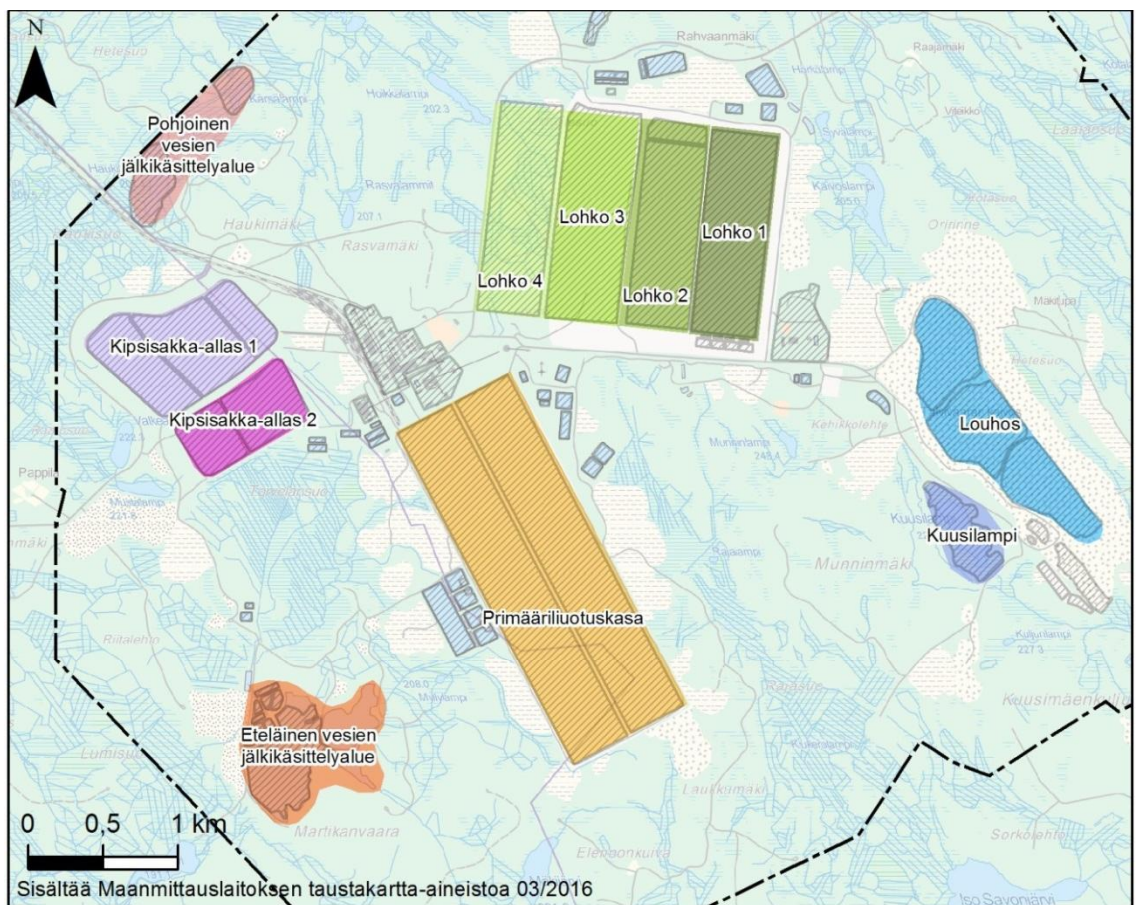
Tässä alustavassa sulkemissuunnitelmassa on kuvattu ennenaikaisen sulkemisen aikataulus sekä kustannukset, mikäli kaivostoimintoja aletaan ajaa alas vuonna 2017. Raportti perustuu kaivoksen aiempiin sulkemissuunnitelmiin ja Terrafame Oy:n toimittamiin eri tekijöiden laatimiin täydentäviin selvityksiin. Alustava sulkemissuunnitelma on myös osa Terrafamen ympäristövaikutusten arviointiprosesseja, joissa tarkastellaan kaivoksen vesitasetta sekä tuotannon kehittämistä tai vaihtoehtoisia kaivostoimintojen lopettamista. Alustava sulkemissuunnitelma toimii myös pohjana vuonna 2017 laadittavalle yksityiskohtaisemmalle sulkemissuunnitelmalle, joka jätetään Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle ympäristölupahakemuksen liitteenä.



Kuva 1-1. Terrafamen kaivoksen sijainti ja kaivospiirin raja.

2 AIKATAULU

Sulkemisen alustava aikataulu on esitetty kuvassa (Kuva 2-1) sekä tarkemmin taulukossa (Taulukko 2-1). Koska louhinta on ensimmäisiä päättyviä toimintoja, louhoksen jälkihoitotoimet ja vesitäyttö kuuluvat myös ensimmäisiin sulkemistoimenpiteisiin, alkaen vuodesta 2017. Primääriliuotusalueiden purkaminen ja sekundääriliuotusalueiden peittäminen suoritetaan vaiheittain liuotusprosessien tullessa päätökseen. Metallien talteenottolaitoksen toiminta jatkuu liuotusprosessin loppuun ja talteenottolaitos suljetaan vuoteen 2022 mennessä. Aktiivista vesienpuhdistusta varaudutaan jatkamaan noin 10 vuoden ajan metallien talteenoton päättymisen jälkeen. Kipsisakka-altaat suljetaan vaiheittain, mutta lopullisesti kuitenkin vasta keskuspuhdistamon käytön päättyessä.



	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Louhoksen täyttäminen/täytyminen vedellä	[Blue bar]									
Primääriliuotuskasan purkaminen	[Orange bar]									
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 4.lohko	[Green bar]									
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 1.lohko			[Green bar]							
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 2.lohko				[Green bar]						
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 3.lohko					[Green bar]					
Pohjoisen vesien jälkikas. alueen puhdistaminen	[Red bar]									
Kuusilammen vesialtaan tyhjentäminen		[Blue bar]								
Eteläisen vesien jälkikas. alueen puhdistaminen			[Orange bar]							
Kipsisakka-altaan 1 sulkeminen			[Purple bar]							
Kipsisakka-altaan 2 sulkeminen*									[Purple bar]	

*lopullinen kipsisakka-altaan sulkeminen riippuu keskuspuhdistamon käytöstä

Kuva 2-1. Alueiden sulkemisen alustava aikataulu.

Taulukko 2-1. Kaivostoimintojen alasajon ja alueiden sulkemisen alustava aikataulu.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027 →
Avolouhos											
a) Louhoksen täyttäminen/täyttyminen vedellä											
b) Louhoksen tyhjennetään ensin ja annetaan täyttyä vedellä											
Bioliuotus											
Primääriliuotuskasan purkaminen											
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 4. lohko											
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 1. lohko											
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 2. lohko											
Sekundääriliuotuskasan sulkeminen, 3. lohko											
Metallien talteenottolaitos (MTO)											
MTO rikkivetysaostus käynnissä											
MTO natriumvetysulfidisaostus käynnissä											
Vesienkäsittely											
Keskuspuhdistamo toiminnassa**											
Kärsälampi-Haukilampi altaiden puhdistaminen											
Kuusilammen vesialtaan puhdistaminen											
Vesienkäsittelysakkatuubien tyhjentäminen ja loppusijointus											
Kortelampi-Majava altaiden puhdistaminen											
Kipsisakka-altaan 2 korotus 1											
Kipsisakka-altaan 2 korotus 2											
Kipsisakka-altaan 1 sulkeminen											
Kipsisakka-altaan 2 sulkeminen*											
Suojapumppaukset mm. sekundääriliuotusalueen suotovesille											

* loppullinen kipsisakka-altaan sulkeminen riippuu keskuspuhdistamon käytöstä

** Keskuspuhdistamon jälkeen esim. passiivinen vesien käsittely

3 KAIVOKSEN TOIMINNAN KUVAUS

Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto vuonna 2009. Tuolloin kaivoksen toiminnasta vastasi Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaara Sotkamo Oy:n mentyä konkurssiin Terrafame Oy osti kaivoksen liiketoiminnan Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä 14.8.2015 ja on tämän jälkeen harjoittanut kaivostoimintaa Sotkamossa 15.8.2015 alkaen. Terrafamen omistaja on Terrafame Group Oy, jonka Suomen valtio on perustanut erityistehtäväyhtiöksi vastaamaan entisen Talvivaaran kaivoksen tilanteen ympäristön kannalta kestävästä hoidosta ja ratkaisemisesta niin lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä. Valtio-omistajan lähtökohtana on ollut, että kaivostoiminnan jatkaminen on paras tapa estää uusien ympäristövahinkojen syntyminen ja vakauttaa vesitaseen hallinta kaivosalueella. Vuoden 2016 aikana yhtiön kaikki tuotanto-osastot ovat olleet toiminnassa.

Terrafame Oy:n kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen avolouhos, primääriliuotuskasat (n. 200 ha), sekundääriliuotuskasat (n. 200 ha), pintamaiden läjitysalue (n. 190 ha), kipsisakka-allas (n. 100 ha) ja tehdasalue (Kuva 3-1). Erillisille sivukivien läjitysalueille on aluevarauksia, mutta sivukiveä ei ole vielä läjitetty, koska se on hyödynnetty sekundääriliuotusalueen rakentamisessa.

Terrafamen tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla liukoiksi yhdisteiksi. Biokasaliuotuksessa mikrobeille luodaan optimaaliset kasvuolosuhteet. Tuotantoprosessin keskeisimmät vaiheet ovat: louhinta, murskaus, agglomerointi, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Agglomeroinnin jälkeen malmi kasataan noin kahdeksan metriä korkeiksi kasoiksi, joissa sitä liuotetaan bakteerien avulla noin puolentoista vuoden ajan. Kasaan asennetun putkiston läpi puhalletaan malmikasaan alhaisella paineella ilmaa. Kasaa kastellaan vesiliuoksella, jonka happamuutta säädetään laimealla rikkihapolla (H₂SO₄). Hapanta vesiliuosta kierrätetään kasan läpi metallien liuotuksen ja mikrobitoiminnan kannalta välttämättömien, happamien olosuhteiden luomiseksi. Happaman vesiliuoksen metallipitoisuuden noustessa riittävän korkeaksi, liuos johdetaan metallien talteenottoon. Primääriliuotuksen jälkeen kasa siirretään sekundäärialueelle, missä liuotusta jatketaan, jotta metallit saadaan talteen myös osittain liuenneista kasan osista. Sekundäärikasa on myös liuotetun malmin loppusijoituspaikka.

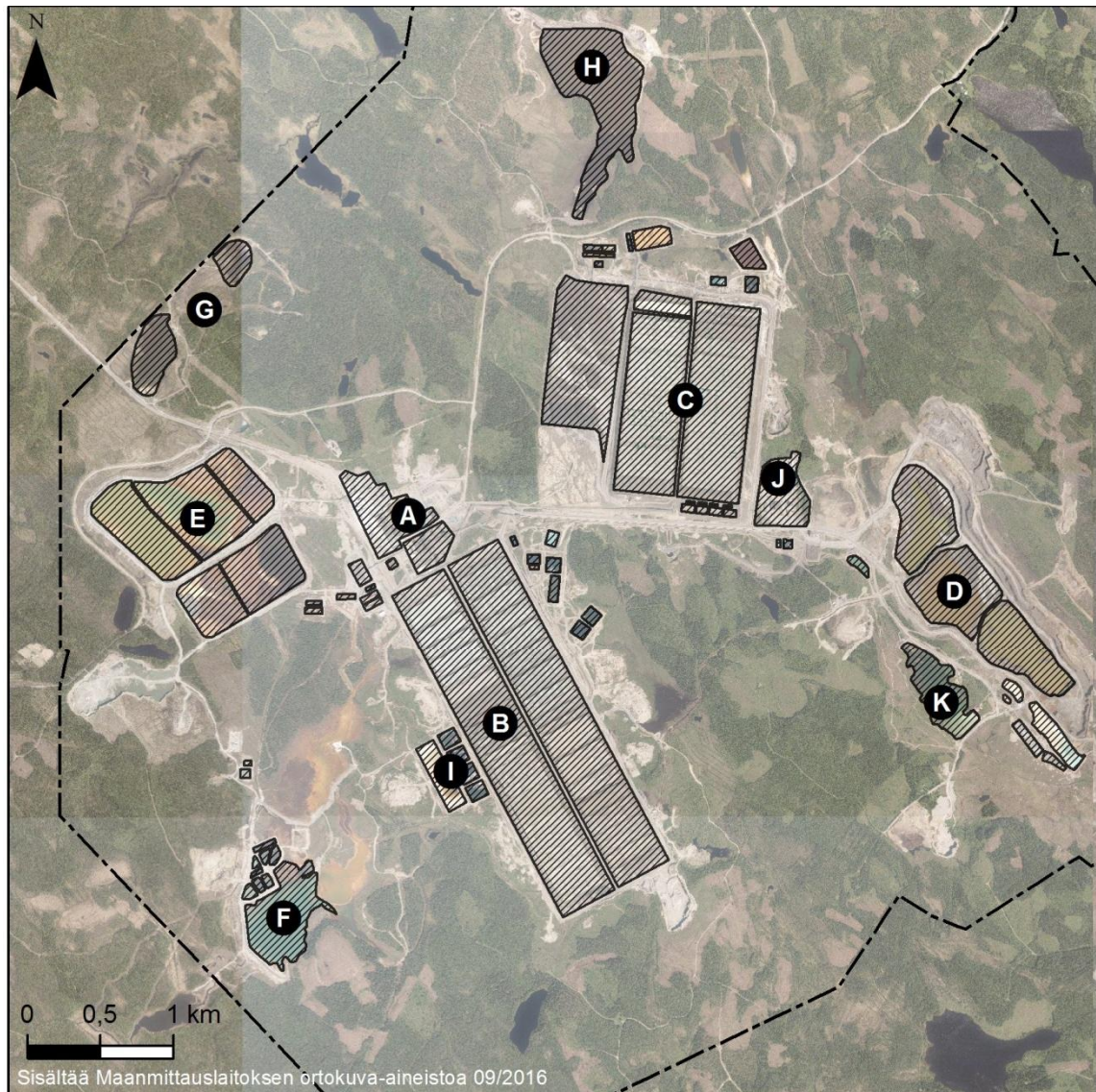
Metallien talteenotossa nikkeli, kupari, sinkki ja koboltti saostetaan liuotuskasalta saatavasta liuksesta metallisulfideiksi. Saostus suoritetaan rikkivedyllä kolmessa eri vaiheessa. Prosessit ovat toteutusjärjestyksessä kuparisulfidin, sinkkisulfidin ja nikkeli-kobolttisekasulfidin saostus. Saostukset tehdään kahdella eri saostuslinjalla, jotka ovat prosessivaiheiden suhteen lähes identtiset. Sakat erotetaan liuksesta sakeuttimessa. Osa sakasta kierrätetään takaisin saostusprosessiin, mutta suurin osa siitä suodattetaan tuotteeksi.

Metallien talteenotossa on vuonna 2015 testattu myös natriumvety-sulfidin käyttöä saostuskemikaalina (koetointi, PSAVI päätös 29.9.2015 nro 120/2015/1). Natriumvety-sulfidin käyttö saostuskemikaalina mahdollistaa metallien saostamisen PLS-liuksesta ilman kaasulaitosten (rikkivetylaitos, vetylaitos) käyttöä. Koeajossa todettiin natriumvety-sulfidisaostuksen olevan toimiva menetelmä, mikäli rikkivedyn käyttö ei olisi mahdollista tai kannattavaa. Tuotteena syntyy kaupallisesti hyödynnettävissä olevat ZnS- ja NiS-tuotesakat. Menetelmä soveltuu hyvin arvometallipitoisuuksiltaan melko alhaisen liuksen käsittelyyn. Näin se soveltuu sulkemisvaiheessa käytettäväksi, kun malmin tuotannon lopettamisen jälkeen bioliuotuksen kiertoliuoksen pitoisuustaso laskee.

Viimeisen prosessivaiheen jälkeen liuos syötetään raudansaostukseen ja loppuneutralointiin. Osa liuksesta palautetaan raffinaattina eli paluuliuksena bioliuotuskiertoon. Raudansaostusvaiheessa liuksen pH nostetaan kalkkikivilietteen avulla. Loppuneutra-

lointivaiheen saostus toteutetaan nostamalla liuoksen pH selkeästi emäksiselle tasolle (pH = 10) kalkkimaidolla, mikä mahdollistaa jäännös- ja muiden metallien saostamisen hydroksidina. Kipsiä sisältävä hydroksidisakka erotetaan sakeuttamalla. Sakat näistä prosessivaiheista johdetaan kipsisakka-altaaseen.

Kaivoksen toimintoihin kuuluvat myös kemikaalien valmistus (lähinnä vety, rikkivety ja kalkkimaito), räjähdysaineiden varastointi ja räjähdysaineen valmistus, polttoainevarastot ja jakelupisteet, alueet sivukivien ja pintamaiden läjitystä varten, toimisto-, huolto- ja sosiaalityilat sekä raakavesiputki ja jätevesien purkuputket erikseen teollisuusjätevedelle ja talousjätevedelle.



- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| A | Tehtasalue | G | Pohjoinen vesien jälkikäsittelyalue |
| B | Primääriliuotuskasa | H | Latosuon allas |
| C | Sekundääriliuotuskasa | I | Primääriliuoksen (PLS) keräysaltaat |
| D | Avolouhos | J | Varikkoalue |
| E | Kipsisakka-altaat | K | Kuusilampi / Kuljunlampi -allas |
| F | Eteläinen vesien jälkikäsittelyalue | | |

Kuva 3-1. Kaivostoimintojen sijainti (A-K) kaivospiirin alueella.

4 ALUEEN LYHYT KUVAUS

4.1 Sijainti

Kaivosalue sijaitsee Kainuussa, Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen.

4.2 Luonnonolosuhteet

Kaivosalue sijaitsee Kainuun vaaramaisemassa, missä vaaroilla kasvaa kuusi- ja mäntymetsää ja alavammilla mailla on soita ja lampia. Alueen suot ovat lähinnä rämeitä ja paikoitellen esiintyy myös pienialaisia avosoita. Huomattava osa soista on ojitettu ja alue on ollut aktiivisessa metsätalousoikeudessa.

Alueen kasvillisuus, eläimistö ja linnusto ovat Kainuulle tyypillistä. Huomionarvoiset lajit ovat liito-orava ja lepakot.

Kaivosalue kuuluu Kainuun liuskekivijaksona tunnetun geologisen vyöhykkeen eteläosaan, jossa vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Kaivosalueella maapeite on ohut, keskimäärin 1,8 m. Myös kalliopaljastumat ovat tavallisia. Maapeite on korkeilla maastonkohdilla moreenia ja alavilla alueilla turvetta. Moreenin nikkeli- ja kuparipitoisuudet ovat luontaisesti koholla malmioiden tuntumassa.

Kaivosalue sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueiden vedenjakajalla. Kaivosalueen vesiä johdetaan molempiin vesistöihin. Lähivedet ovat pieniä puroja ja lampia. Vesistöjen vesi on perustilassaan tyypillisesti humuspitoista, hapanta ja väriltään tummaa. Mustaliuskealueella sijaitsevien pienten lampien ja purojen pH on alhainen ja puskuri-kyky pieni. Paikoin alueen vesistöissä tavataan luonnostaan kohonneita metallipitoisuuksia. Alueen vesistöt ovat tyypillisesti karuja ja fosforirajoitteisia.

Kaivoalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Alueen pohjavesipinta on 0 – 8 m syvyydellä maanpinnasta. Pohjaveden päävirtaus-suunta alueella on pohjoiseen. Malmioiden kohdalla kalliopohjavesi on metallipitoista, mutta etäämpänä veden metallipitoisuudet ovat pienempiä.

4.3 Toimintojen maankäyttö ja maanomistusolosuhteet

Kaivospiirin kokonaispinta-ala on noin 60 km² ja kaivoksen toimintojen vaatima suora maankäyttötarve on noin 18 km². Alueen kaivosoikeudet omistaa Terrafame Oy. Kaivospiirin alueella olevista kiinteistöistä valtaosa on kaivosyhtiön hallinnassa.

4.4 Kaavoitustilanne

Kainuun maakuntakaavassa kaivosalue on varattu merkinnällä EK, kaivostoimintaan tarkoitettu alue. Maakuntavaltuusto on hyväksynyt maakuntakaavan 7.5.2007 ja valtioneuvosto vahvisti kaavan 29.4.2009. Kainuun maakuntavaltuusto on päättänyt käynnistää maakuntakaavan laatimisen Kainuun kokonismaakuntakaavan tarkistamiseksi 1.6.2015. Kaavaluonnos on ollut nähtävillä julkisesti tutustumista varten 16.6.2016–19.8.2016 välisen ajan.

Hanke-alueelle sijoittuvalle metallien talteenottolaitokselle on Sotkamon kunnanvaltuustossa 29.8.2006 hyväksytty asemakaava.

5 SULKEMISTA KOSKEVAT VAATIMUKSET

5.1 Kaivoksen sulkemista koskeva lainsäädäntö

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

Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) 133 § määrää tuotantolaitoksen osalta toiminnan lopettamisesta aiheutuvista velvoitteista. Sen mukaan tuotantolaitoksen käytöstä poistettavan osan rakenteet ja alueet on tarvittaessa puhdistettava ja 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, toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta lupamääräysten mukaisesti. Jos lupa ei sisällä riittäviä määräyksiä toiminnan lopettamiseksi, on lupaviranomaisen annettava tätä tarkoittavat määräykset. Ympäristönsuojeluasetuksen 16 §:n mukaan voidaan kaatopaikkojen osalta esittää määräyksiä liittyen käytöstä poistamiseen ja sulkemiseen sekä 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 asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013) edellytetään, että toiminnanharjoittaja vastaa jätealueen käytöstä poistamisen jälkeen tehtävistä toimista niin kauan kuin se on tarpeen sen varmistamiseksi, että alueesta ei aiheudu ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, alue on vakaa ja pysyvästi maisemoitu, alueesta ei aiheudu onnettomuuden vaaraa ja siitä aiheutuvaa ympäristökuormitusta tai vaikutusalueen pinta- tai pohjavesien tilaa ei ole enää tarpeen tarkkailla. Tarvittavista toimista määrätään ympäristönsuojelulain nojalla annettavissa määräyksissä.

5.2 Terrafamen kaivoksen sulkemistoimintaan vaikuttavat ympäristöluvut ja lupamääräykset

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto on antanut kaivokselle ympäristö- ja vesitalousluvan 29.3.2007, lupapäätös Nro 33/07/1 Dnro PSY-2006-Y-47. Päätös on tullut lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä (numero 2953) 24.11.2008.

Sulkemistoimiin liittyen lupaehdoissa on määrätty mm. seuraavaa:

Lupaehto 39. Kaikista kaatopaikoille sijoitettavista jätejakeista, lukuun ottamatta sivukiveä, kipsisakkaa ja välineutralointisakkaa, on tehtävä kaatopaikkakelpoisuuden määrittely kaatopaikkapäätöksen mukaisesti ennen niiden pysyvää loppusijoittamista.

Lupaehto 40. Luvan saaja vastaa alueella olevien jätteiden loppusijoituspaikkojen jälkihoidosta, tarkkailusta ja suotovesien käsittelystä niin kauan, kuin läjitysalueilla voidaan olettaa olevan haitallisia vaikutuksia ympäristöön, kuitenkin vähintään 30 vuoden ajan.

Lupaehto 61. Luvan saajan on tuotannon alettua jatkuvasti seurattava läjitettyjen kiivainesten käyttäytymistä ja läjitysalueiden sisäisiä olosuhteita ja hyödynnettävä saatavaa tietoa sulkemistoimien suunnittelussa. Tuotettavan tiedon perusteella on tehtävä tarpeellisia koerakenteita sulkemiseen sopivimman pintarakeneratkaisun löytämiseksi. Tehdyistä toimista ja selvityksistä on raportoitava kaivoksen tarkkailun vuosiyhteenvedossa

Lupaehto 90. Ennen kaivostoiminnan aloittamista luvan saajan on tehtävä kaivoksen sulkemista koskeva, jälkitoimien hoitamista ja kaivoksen sulkemisen ympäristöriskejä koskeva suunnitelma ja toimitettava se ympäristölupaviranomaisen hyväksyttäväksi. Sulkemissuunnitelman tulee sisältää luonnonsuojelu- ja vesilain mukaiset toimenpiteet.

Suunnitelman on katettava kaikki sulkemistoimenpiteet, jotka tullaan tekemään sen julkistamisesta kolmen vuoden sisällä ja sitä on päivitettävä joka toinen vuosi hyödyntäen uusia tutkimustuloksia, kaivostoiminnasta saatuja tietoja, jätealueiden olosuhteita ja tehtyjä sulkemiserätyksiä. Suunnitelman tulee myös sisältää asiantuntijan (maisema-arkkitehti) laatima maisemointisuunnitelma.

Lupaehto 91. Luvan saajan on aloitettava läjitysalueiden sulkeminen tuotantotoiminnan aikana sitä mukaa kun alueet saavuttavat lopullisen kokonsa ja muotonsa ja jatkettava sitä vuosittain täyttötoiminnan edetessä. Sulkemistyön yhteydessä sivukivien läjitysalueille, 2. vaiheen liuotusalueille, kipsisakka-altaalle ja metallitehtaan sakkujen kaatopaikka-alueelle sekä mahdollisen alueelle jäävän 1. vaiheen liuotusalueen osalle on tehtävä tiivis pintarakenne, joka estää sadeveden ja hapen kulkeutumisen läjitysalueiden sisälle. KL1, KL2 ja KS1 osalta luvan saajan on toteutettava kunkin täyttölohkon pintarakenne kolmen vuoden kuluessa täytön alkamisesta.

Lupaehto 92. Kun bioliotus lopetetaan, kaikki ensimmäisen bioliotusalueen ja läheisten liotusaltaiden rakenteet on poistettava ja mahdollisesti saastunut maa poistettava ja sijoitettava luvan mukaisille jätealueille. Tarvittaessa alueelle on lisättävä uutta maata kasvillisuuden palautumiseksi.

Lupaehto 95. Toiminnan loputtua on alueelta poistettava kaikki ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavat koneet ja laitteet, kemikaalit, polttoaineet ja jätteet, lukuun ottamatta alueelle loppusijoitettuja jätteitä. Louhokset ja jätteiden läjitysalueet on saatettava yleisen turvallisuuden edellyttämään kuntoon.

Alueen rakenteita koskevissa lupaehdoissa on annettu alueille jäävien läjitysalueiden pohja- ja pintarakenteille minimivaatimuksia, jotka tulee huomioida sulkemistöiden suunnittelussa. Vaatimukset poikkeavat osittain Valtioneuvoston kaatopaikka-asetuksen määräyksistä. Valtioneuvoston päätöstä kaatopaikoista ei jatkossa sovelleta kaivannaisteollisuuden jätteisiin. Myös suotovesien käsittely ja johtaminen on huomioitu lupaehdoissa.

Sulkemistyöt on edellytetty aloitettavaksi tuotantotoiminnan aikana sitä mukaa kun alueet saavuttavat lopullisen kokonsa ja muotonsa. Lisäksi luvan mukaan rakentamisaikana tehtävät lopulliset tai pitkäaikaiset rakenteet, kuten pintavesin muutokset ja ojitusjärjestely, vesien jälkikäsittelyaltaat ja pintavalutuskentät ja maa-ainesten läjityspaikat toteutetaan jo rakennusvaiheessa siten, että ne voivat kehittyä osaksi luontaista ympäristöä.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on antanut päätöksen (Nro 36/201457) Talvivarannin kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan muuttamisesta 30.4.2014. Päätös ei ole lainvoimainen, sillä siitä on valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen.

5.3 Hyvät käytännöt 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 BAT vertailuasiakirjoja (*BAT Reference Documents, BREF*). Lisäksi voidaan soveltaa luotettavia kansainvälisiä selvityksiä ja ohjeita.

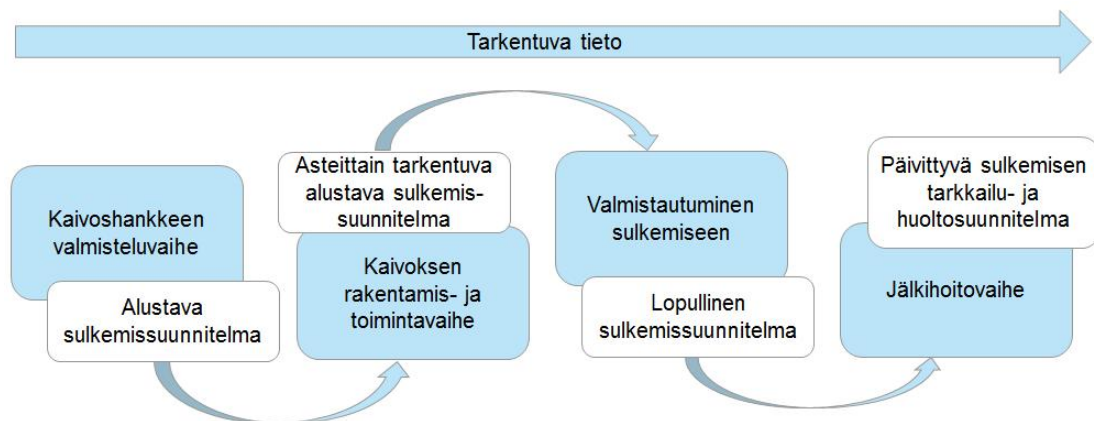
Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-dokumentissa (*Reference Document on Best Available techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities, European Commission, 2009*) määritellään kaivannaisjätealueiden sulkemisen keskeisimmiksi kysymyksiksi seuraavat:

- rakenteiden fyysinen stabiiliteetti,
- jätteen kemiallinen stabiiliteetti sekä
- maa-alueiden palauttaminen luonnonmukaiseen tilaan

BREF-dokumentissa korostetaan myös rakenteiden kestävyttä poikkeusolosuhteissa, kuten äärimmäiset sääolosuhteet, tulvat sekä maanjäristykset. Myös eroosion kestävyys on keskeisiä tavoitteita. Lisäksi eräs keskeinen poiminta BREF-dokumentista on tapauskohtaisten sulkemisvaihtoehtojen arvioinnin perusta, johon kuuluvat mm. seuraavat:

- vesitase
- peitemateriaalien saatavuus
- pohjaveden pinnan taso

ICMM:n laatimassa Integroidun kaivoksen sulkemisen työkalupakki (*Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit, International Council on Mining and Metals, 2008*) ohjeistaa kaivoksen sulkemista prosessina. Sulkemissuunnittelu alkaa käsitteellisellä tasolla jo kaivoshankkeen elinkaaren alkuvaiheissa. Vaikka sulkemissuunnitelma onkin käsitteellisellä tasolla vielä jopa huomattavan osan kaivoksen operatiivisen toiminnan ajasta, se kuitenkin tarkentuu jatkuvasti tiedon karttuessa. Prosessi esitetään löyhästi ICMM:n mallia mukaillen alla (Kuva 5-1). ICMM:n suosittelemaan prosessiin kuuluu osatyökaluja liittyen mm. sidosryhmäyhteistyöhön, ympäröivään yhteisöön, riskien ja mahdollisuuksien tunnistamiseen ja hallintaan, tietopohjan kartoittamiseen, tavoitteiden asettamiseen ja muutoksen hallintaan. Esimerkiksi tavoitteiden asettamisessa käytetään progressiivista tavoitemenettelyä (tavoitteiden oletetaan täyttyvän vaiheittain), jota pienimuotoisesti sovelletaan mm. tässä suunnitelmassa.



Kuva 5-1. Sulkemissuunnittelun pääprosessi.

5.4 Ympäristöolosuhteiden asettamat vaatimukset

Suljetusta kaivosalueesta ei tule aiheutua haittaa tai vaaraa ympäristölle tai ihmisten terveydelle. Mahdollisiin ympäristöhaittavaikutuksiin lukeutuvat pöly-, pintavesi- ja pohjavesivaikutukset sekä maisema.

Pölyvaikutukset metallipitoisuuksiin tulee minimoida niin, ettei pölyäminen häiritse lähialueen asukkaita, vaikuta merkittävästi ympäröivän alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön eivätkä pölyn pitoisuudet aiheuta vaaraa esimerkiksi marjojen käyttäjille.

Pohjaveden laadun tulee olla turvallinen sen käyttökohteissa myös pitkällä aikavälillä, joten haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveden välityksellä on minimoitava. Suljettu kaivosalue ei saa myöskään heikentää merkittävästi veden laatua vastaanottavissa vesistöissä eikä vaarantaa vesistöjen tilalle asetettujen tavoitteiden toteutumista.

Alueen tulee jälkikäyttötilassaan sopia maisemallisesti ympäristöönsä.

Terrafamen kaivoksen sulkemisessa tulee huomioida sulfidimalmin laatu. Pohja- ja pintarakenteissa huomioidaan happamien ja metallipitoisten vesien muodostuminen. Tiiviillä pohjarakenteilla ja tiiviillä pintarakenteilla estetään veden pääsy täyttöihin.

6 SULKEMISEN TAVOITTEET

6.1 Yleiset tavoitteet

Kaivoksen sulkemisen yleisenä tavoitteena on kaivoksen saattaminen lainsäädännön määräykset huomioiden fyysisesti ja kemiallisesti mahdollisimman stabiiliin tilaan, niin ettei alueesta ja siellä olevista rakenteista aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle tai ihmisten terveydelle, pitkälläkään aikavälillä. Tällöin tarve suljetun alueen aktiiviseen ylläpitoon ja hoitoon jää vähäiseksi.

Jälkihoidon tavoitteena on, että:

- kaivostoiminnan muuttama alue on fyysisesti ja kemiallisesti turvallinen
- alueelle jäävistä rakenteista ja jätteistä ei ole vaaraa tai haittaa ihmisille ja eläimille tai ympäristölle
- alue palautetaan biologisesti monimuotoiseksi elinympäristöksi, huomioiden kuitenkin mahdollisuus toiminnan uudelleen aloittamiselle
- alue sopeutuu maisemaan
- passiivisen tarkkailuvaiheen saavuttaminen on mahdollista suhteellisen aikaisin

6.2 Turvallisuustavoitteet

Turvallisuuden osalta louhokset ja jätteiden läjitysalueet saatetaan yleisen turvallisuuden edellyttämään tilaan, siten että pitkällä aikavälillä alueella liikkumista ei ole tarpeellista rajoittaa. Lyhyellä aikavälillä (vaiheittainen sulkeminen huomioiden) liikkumista joudutaan rajoittamaan. Turvallisuusriskin aiheuttavat alueet pidetään aidattuna ja varustetaan varoituskyltein. Suomen olosuhteissa erityistä huomiota vaatii myös alueiden talviturvallisuus: esimerkiksi aitojen on oltava riittävät rajoittaakseen liikkumista myös lumipeitteen aikana.

Keskeisiä turvallisuusnäkökohtia ovat esimerkiksi louhosten reunojen laatu, kaltevuus ja stabiliteetti, vesipinnan taso louhoksen täytyttyä sekä veden sopivuus ihmisten ja eläinten käytettäväksi. Läjitysalueiden osalta keskeistä on stabiliteetti ja siihen vaikuttavat tekijät kuten luiskien kaltevuudet, peitemateriaali ja eroosion vaikutus. On myös tarkistettava, että patojen stabiliteetti, peitteet ja luiskakaltevuudet ovat pitkällä aikavälillä kestäviä, sulkemisen jälkeisissä olosuhteissa. Rakenteiden stabiliteetin tulee olla taattu myös poikkeuksellisissa olosuhteissa.

Liikkumisrajoitukset alueella on tarkoitus saattaa minimiinsä vuoteen 2028 mennessä, jolloin mm. louhoksen vedenpinta on lopullisessa asemassaan ja kipsisakka-aldaiden sulkeminen saatu päätökseen. Veden laatu louhoksessa tulee vaatimaan säätämistä myös pidemmällä aikavälillä ja tästä syystä sovelletaan joko varoituskylttejä tai liikkumisen rajoittamista veden laadun tilanteesta riippuen.

6.3 Tavoitteet koskien ympäristövaikutusten minimointia

Sulkemistoimenpiteiden yleisenä tavoitteena on, että kaivoksesta aiheutuvat ympäristövaikutukset voidaan minimoida mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi tavoitteena on estää ihmisille aiheutuvat vaikutukset. Yleisellä tasolla tavoitteena on päästölähteen poistaminen tai sen hallinta. Lisäksi tavoitteena on palauttaa alueen ekosysteemi mahdollisimman monimuotoiseksi.

Niillä alueilla, joilla rakenteet ja rakennukset poistetaan, tavoitteena on mahdollisen päästölähteen poistaminen. Tähän kuuluu pilaantuneen maa-aineksen kattava siirto jätealueille.

Alueelle jäävien jätealueiden aiheuttamat päästöt minimoidaan. Tavoitteena on, että suljetusta kaivoksesta ei aiheudu merkittäviä vesistövaikutuksia ja alueen vesistöt pääsevät palautumaan luontaiseen tilaan. Tavoitteena on myös estää haitta-aineiden merkittävä kulkeutuminen pohjaveden välityksellä. Lisäksi tavoitteena on saada suoto- ja suojapumppausvesien määrä ja laatu sellaiselle tasolle, että aktiivisesta vesien käsittelystä pystytään luopumaan vuoteen 2032 mennessä.

6.4 Maankäyttö- ja maisematavoitteet

Maankäyttötavoitteena on pystyä mahdollisimman pitkälle hyödyntämään alueelle tehdyt rakennukset ja rakenteet, ympäristöön ja ympäröivään yhteisöön soveltuvalla tavalla. Maisemakuvultaan alue pyritään sopeuttamaan ympäristöönsä. Mahdollisimman suuri osa alueesta pyritään palauttamaan luonnontilan ja/tai metsätalouskäytön kaltaiseen tilaan.

6.5 Sidosryhmien kuuleminen sulkemistavoitteista

Sulkemista on käsitelty yleisellä tasolla kaivoksen ympäristövaikutusten arvioinnin ja lupakäsittelyjen yhteydessä, jolloin myös sidosryhmiä on kuultu kaivoksen eri vaiheisiin liittyen. Tämänhetkisen käsityksen mukaan, yleisen ympäristöturvallisuuden ohessa, alueen palautuminen pääosiltaan metsätalouskäyttöön ja luonnon monimuotoisuuden varmistaminen ympäröivälle alueille tyypillisessä muodossa kuuluvat eri sidosryhmien keskeisimpiin tavoitteisiin. Tietoa sidosryhmien odotuksista tullaan päivittämään ja tarkentamaan erilaisten sidosryhmätapaamisten yhteydessä 2016–2017, tarkentuvan sulkemissuunnittelun tueksi.

6.6 Tavoitteiden yhteenveto ja mitattavuus

Tässä sulkemissuunnitelmassa tavoitteet esitetään käsitteellisessä muodossa. Lopullisessa sulkemissuunnitelmassa on kuitenkin tärkeää esittää soveltuvilta osin mitattavissa olevia tavoitteita. Näin pystytään myös sulkemistoimien jälkeen, jälkiseurantavaiheessa arvioimaan tai sulkemaan pois täydentävien toimenpiteiden tarve.

Sulkemisen tavoitteiden toteutumista on suositeltavaa seurata vaiheittain, kuten myös ICMM:n ohjeistuksen työkalussa numero 7 esitetään (Katso kappale 5.3). Sulkemisen tavoitteet ja välitavoitteet on tiivistetty periaatetasolla alla (Taulukko 6-1).

Taulukko 6-1. Sulkemisen tavoitteet ja välitavoitteet.

Tavoite	Sulkemisen aloitustilanne	Osatavoitteet	Kokonaistavoite
Alueturvallisuus	Ylläpidetään operatiivisen toiminnan aikaisia liikkumisrajoituksia ja turvallisuuskäytäntöjä.	1. Louhoksen luiskaukset ovat lopullisessa asemassaan ja stabiiletti on varmistettu. 2. Jätealueiden ensimmäiset (mallialueet) on luiskattu lopulliseen asemaansa ja peitetty. Rakenteiden stabiiletti on varmistettu.	Alue on (fysikaalisesti ja kemiallisesti) turvallinen ihmisille ja eläimille. Liikkumisrajoitukset alueella on minimoitu lopulliseen muotoonsa.
Maaperä ja pohjavesi	Pilaantuneisuus on inventoitu.	1. Pilaantuneeksi luokiteltava maa-aines on siirretty tai peitetty. 2. Pohjaveden mahdollisten käsittelyjen tarve, laajuus ja tyyppi ovat tiedossa.	Maaperän ja pohjaveden laatu eivät ylitä pilaantuneisuuden ohjearvoja tai poikkea merkittävästi alueen taustapitoisuuksista. Alueen metallitase on ympäristön kannalta kestävä. Haitta-aineiden kulkeutumiskit on minimoitu eikä maaperä tai pohjavesi aiheuta haittaa ympäristölle tai ihmisten terveydelle.
Pintavesi		Ensimmäisenä osatavoitteena on sulfaatti- ja metallipäästöjen pienentäminen bioliuotusalueiden sulkemisen ja metallien talteenoton päättymisen yhteydessä.	Alueen metallitase on ympäristön kannalta kestävä. Alueen pintavesikuormitus ei ylitä vastaanottavien vesistöjen kantokykyä (yhdessä vesistön muiden kuormittajien kanssa).
Biodiversiteetti		Ensimmäisenä osatavoitteena ympäristö saatetaan fysikaalisesti ja kemiallisesti stabiiliin tilaan ja luodaan tarvittavat edellytykset kasvillisuuden kehittymiseksi.	Lukuun ottamatta jätealueiden peittoja (joissa rakenteen turvaaminen rajoittaa kasvillisuustyyppejä) alueen monimuotoisuuden tulee pääpiirteissään vastata pitkällä aikavälillä vähintään metsätalouden monimuotoisuutta. Lisäksi pyritään edesauttamaan liito-oravien ja lepakoiden elinalueiksi soveltuvien osaluokien muodostumista.
Maankäyttö ja maisema		Kts. ensimmäinen osatavoite biodiversiteetille.	Alue ei merkittävästi poikkea ympäröivästä maisemasta, lukuun ottamatta mahdollisesti muuhun hyötykäyttöön siirtyviä rakennuksia ja rakenteita sekä jätealueita. Jätealueetkin on maisemoitu ja viherretty.
Rakennusten ja infrastruktuurin uusiokäyttö/purku		Ensimmäisenä osatavoitteena on tunnistaa rakennuksille ja infrastruktuurille sopivat taloudelliset käyttömahdollisuudet ja luoda yhteydet mahdollisiin kiinnostuneisiin tahoihin.	Alueen rakennukset, voimalinjat ja tiestö ovat pääosin uudessa taloudellisessa käytössä ja tarpeettomat rakenteet on purettu.

7 ALUEIDEN SULKEMINEN

7.1 Bioliuotuskasat

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.
- Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Lupapäätös Nro 33/07/1, Lupaehto 39 koskien jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden testaamista, Lupaehto 61 koskien läjitettyjen kiviainesten tarkkailua ja tiedon hyödyntämistä sulkemissuunnittelussa, Lupaehto 92 koskien toimenpiteitä bioliuotuksen lopetuksen yhteydessä ja Lupaehto 95 koskien ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavien jätteiden poistamista.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiiliteettia.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pölyn estäminen, pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

Tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla. Biokasaliuotuksessa mikrobeille luodaan optimaaliset kasvuolosuhteet. Tuotantoprosessin keskeisimmät vaiheet ovat: louhinta, murskaus, agglomerointi, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Agglomeroinnin jälkeen malmi kasataan noin kahdeksan metriä korkeiksi primääribioliuotuskasoiksi, joissa sitä liuotetaan bakteerien avulla noin puoleltoista vuoden ajan. Bioliuotuksessa malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoiminnan kautta liukoiksi yhdisteiksi. Kasaan asennetun putkiston läpi puhalletaan malmikasaan alhaisella paineella ilmaa. Kasaa kastellaan vesiliuoksella, jonka happamuutta säädetään laimealla rikkihapolla (H_2SO_4). Hapanta vesiliuosta kierrätetään kasan läpi metallien liuotuksen ja mikrobitoiminnan kannalta välttämättömien, happamien olosuhteiden luomiseksi. Happaman vesiliuoksen metallipitoisuuden noustessa riittävän korkeaksi, liuos johdetaan metallien talteenottoon.

Primääribioliuotus

Kun kaivos suljetaan ja bioliuotus lopetetaan, kaikki primääribioliuotuskasalla (Kuva 7-1) oleva malmi siirretään sekundääribioliuotuskasan lohkolle 3 (Kuva 7-2). Primääribioliuotusalueen alla olevat salaojakerrokset, salaojitukset ja ilmastusputkisto poistetaan. Maa-ainekset sijoitetaan kipsisakka-altaaseen tai toisen vaiheen bioliuotusalueelle ja putkistot kuljetetaan luvallisiin sijoituskohteisiin. Vaihtoehtoisesti liuotusalueen pohjarakenteiden purkamista siirretään siten että purkaminen aloitetaan vasta kun metallitehtaan käyttö on loppunut. Tällä varmistetaan mahdollisuus käynnistää tuotanto nopeasti, mikäli toiminnalle löytyy jatkaja lopetuspäätöksestä huolimatta. Tässä tapauksessa primääribioliuotusalueelle satavat vedet on käsiteltävä keskuspuhdistamolla. Uudelleen käynnistäminen edellyttää myös malminkäsittelyn kuljettimien ylläpitoa.

Jäljelle jäävien rakenteiden ja alla olevan maaperän mahdollinen pilaantuneisuus ja happamuus tutkitaan. Tarvittaessa suoritetaan puhdistus- tai neutralisointitoimenpiteitä. Vedenpitävät rakenteet jätetään paikoilleen, mikäli ne ovat puhtaita. Saastuneet tiivisteet ja materiaalit poistetaan.

Puhdistustoimenpiteiden jälkeen vedenpitävät rakenteet puhkaistaan, jolloin maaperän kosteusolosuhteet ja kasvittumisen edellytykset parantuvat. Tätä kautta myös stabiiliteetti parantuu. Alueelle levitetään 0,5 metriä paksu maakerros hyödyntäen lähialueelle

varastoituja rakennusvaiheen maanpoistomaita. Alue siirtyy vähitellen metsätalouskäyttöön. Mikäli kaivostoimintoja aletaan ajaa alas vuonna 2017, primäärioliuotuskasan purkaminen on aikataulutettu vuosille 2017–2018 (Taulukko 2-1).



Kuva 7-1. Ilmakuva ja valokuva primäärioliuotusalueesta (kts. Kuva 3-1 alue B). Mittasuhteita voi hahmottaa valokuvasta, jossa näkyy ihminen kävelemässä kasan päällä.

Sekundääriliuotus

Primääriliuotuksen jälkeen malmi siirretään sekundäärialueelle (Kuva 7-2), missä liuotusta jatketaan, jotta metallit saadaan talteen myös osittain liuenneista kasan osista. Sekundääririkasa on myös liuotetun malmin loppusijoituspaikka.

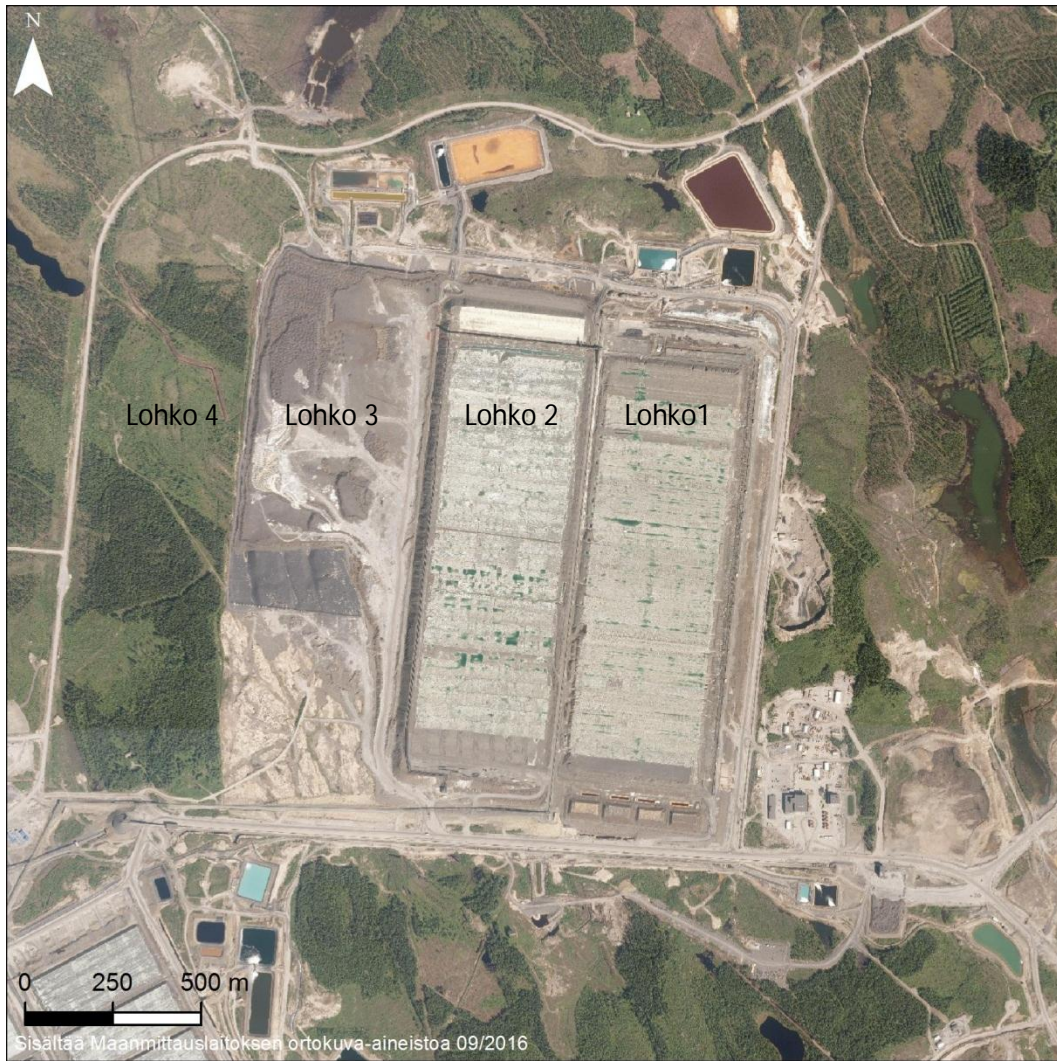
Toisen vaiheen bioliotuskasat jätetään paikoilleen kaivostoiminnan päätyttyä ja ne peitetään asianmukaisilla vedenpitävillä eristeillä, jos jäännösmalmin ominaisuudet sitä edellyttävät. Pinnat ja luiskat tasoitetaan ja muotoillaan. Lakialueet muotoillaan reunoja kohti viettäviksi. Sisäisillä kallistuksilla ja salaojilla varmistetaan, että sadevettä ei kertyisi vedenpitävien rakenteiden päälle. Pohjan ollessa varsin tiivis myös peiterakenteelta vaaditaan mahdollisimman vähäistä vedenjohtavuutta. Suljettua jätealuetta onkin tarkasteltava yhtenäisenä toiminnallisena kokonaisuutena, jossa peiterakenne, jätemateriaali, pohjarakenne, alapuoliset maakerrokset, vallitsevat ilmasto- ja pohjavesiolosuhteet sekä kasvillisuus vaikuttavat toisiinsa. Sekundääriliuotusalue peitetään luvitettulla tavalla. Rakenne tarkentuu käynnissä olevien rakennetestausten perusteella.

Bioliotuskasojen rinteet luiskataan kaltevuuteen 1:3 tai loivemmiksi. Luiskan pysymisen varmistamiseksi ja kasvillisuutta varten tehdään porrastus. Suljetut kasat eivät sovi metsätaloukseen. Kasvillisuuden edistämiseksi levitetään osalle aluetta paksumpi maakerros. Osalle aluetta levitetään kivimurskaa kasvillisuuden ja juurten aiheuttamien vaurioiden estämiseksi. Maa-aineksen laadulla ja ravinteisuuden säätämällä voidaan myös edistää lyhytjuurisen kasvillisuuden kehittymistä ja rajoittaa voimakasjuuristoisen kasvillisuuden leviämistä peiterakenteen alueilla, erityisesti alkuvaiheessa.

Sekundääriliuotuskasojen peiterakenteiden kokeellista tutkimusta varten on perustettu koealueita syksyllä 2012. Koealueet on perustettu sekundäärialueen sivuluiskaan, jossa on sivukiveä ja louhetta. Tutkimuksissa selvitetään peitettävien kasa-alueiden lopullisen peittämisen tekniikat, käytettävät peiterakenteet ja niiden toimivuus, lähinnä tiivisyys, sekä rakenteiden pysyvyys suhteessa aikaan. Näiden kokeiden, testien ja tutkimusten perusteella bioliotuskasojen valitaan sopivat pintarakenteet ja tehdään yksityiskohdalliset suunnitelmat.

Toisen vaiheen bioliotusalueiden sulkemissuunnittelu vaatii vielä tarkistamista lähtötietojen päivityksessä. Bioliotetun malmin jäännösmateriaalin ympäristökelpoisuudesta ei ole toistaiseksi ollut käytettävissä riittävästi tietoa: vasta kesällä 2016 on muodostunut ensimmäistä kertaa loppuun liuennutta malmijäännöstä, jonka karakterisointi ja ympäristökelpoisuuden testaaminen aloitetaan saman vuoden kuluessa. Toisen vaiheen bioliotusalueet on ympäristöluvassa luokiteltu ongelmajätteen kaatopaikoiksi – näin jätelaadun epävarmuuteen liittyvät riskit tulevat minimoiduksi.

Mikäli kaivostoimintoja aletaan ajaa alas vuonna 2017, sekundääriliuotuskasojen sulkeminen on aikataulutettu lohkoittain vuosille 2017–2021 (Taulukko 2-1). Lohkolla 4 on käynnissä rakennustyöt, mutta sitä ei ole otettu vielä bioliotuskäyttöön, joten lohko 4 suljetaan ensimmäisenä. Seuraavina suljetaan lohkot 1 ja 2 kun malmi on liuennut loppuun. Primääriliuotuskasan malmi on suunniteltu siirrettäväksi lohkolle 3, joten lohko 3 suljetaan viimeisenä vuonna 2021.



Kuva 7-2. Ilmakuva ja valokuva sekundääribioliuotusalueesta (Kts. Kuva 3-1 alue C).

7.2 Kipsisakka-altaat

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 asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Lupapäätös Nro 33/07/1, Lupaehto 39 koskien jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden testaamista, Lupaehto 40 koskien jätteiden loppusijoituspaikkojen ja suotovesien hoitamista toiminnan jälkeen sekä Lupaehto 95 koskien ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavien jätteiden poistamista.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiiliteettia.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pölyn estäminen, pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

Metallien talteenotto-prosessissa syntyy sakkaa, joka varastoidaan kipsisakka-altaaseen (Kuva 7-3). Lisäksi lohkolle 1 läjitetään tällä hetkellä geotuubeissa tiivistettyä sakkaa. Tulevaisuudessa altaisiin läjitetään lisäksi keskuspuhdistamalla muodostuvaa lietettä. Kaivosalueella on kaksi kipsisakka-allasta, jotka jakautuvat kuuteen lohkoon. Lainvoimaisen vuoden 2007 ympäristöluvan mukaan kipsisakka-altaat ovat tavanomaisen jätteen kaatopaikkoja.

Terrafame Oy on aloittanut kesällä 2016 sulkemiseen liittyvän koetoiminnan, jossa tutkitaan kipsisakka-altaille tulevia peiterakenteita. Koetoiminta toteutetaan kipsisakka-altaan 1 lohkolle 1, jossa testataan neljää eri peiterakennetta.

Peiterakennekokeiden päätavoitteena on tutkia eri rakennevaihtoehtojen vedenläpäisevyyttä. Koetoiminnan tavoitteena on löytää ympäristövaikutuksiltaan ja tehokkuudeltaan optimaalinen sekä kustannustehokas peiterakennerekonstruktio kipsisakka-altaan peittämistä varten. Lisäksi koetoiminnan tavoitteena on selvittää kaivosalueella jo olemassa olevien materiaalien hyödyntämismahdollisuudet peiterakenteissa. Rakennekerrosten kokeellinen vertailututkimus toteutetaan yhdessä Oulun yliopiston Prosessi- ja ympäristötekniikan osaston Vesi- ja ympäristölaboratorion kanssa.

Peiterakenteen materiaalien valinnan ensisijainen kriteeri on ollut tiiviys. Välttämätön ehto on myös rakenteen eroosion ja vuodenaikojen kestävyys. Lisäksi on edellytetty, että tutkittavia materiaaleja on riittävästi käytettävissä täyden mittakaavan sulkemistyössä, altaita peitettäessä. Koska varsinainen peitettävä alue tulee olemaan erittäin suuri, myös tarvittavat materiaalmäärät tulevat olemaan hyvin suuria ja niiden jatkuva saatavuus on varmistettava.

On huomattava, että peiterakenne on aina vain yksi osa suljetun jätealueen toiminnallista kokonaisuutta. Muita osia ovat itse jätemateriaali, pohjarakenne ja sen alapuoliset kerrokset, vallitsevat ilmasto- ja pohjavesiolosuhteet sekä kasvillisuus. Edellä mainittujen tekijöiden yhdistelmät vaihtelevat jätealueittain eikä sama peiterakonstruktio ole välttämättä optimaalinen eri kohteissa. Todellisissa olosuhteissa suoritettavalla koejärjestelyllä voidaan usein parantaa erityisesti kokonaisuustarkastelun luotettavuutta.



Kuva 7-3. Ilmakuva ja valokuva kipsisakka-altaista (Kts. Kuva 3-1 alue E).

Lopulliset rakenteet, seurantatulokset ja johtopäätökset raportoidaan syksyllä 2017 koetoiminnasta laadittavassa raportissa. Seurantajakso on vähintään vuosi, jotta raportoitaessa voidaan arvioida rakenteiden toimivuutta kaikkina vuodenaikoina ja erilaisissa sääolosuhteissa.

Koetoiminnan jälkeen kipsisakka-allas 1 voisi olla valmiina suljettavaksi vuonna 2019. Koska altaisiin läjitetään vesienkäsittelyssä muodostuvaa sakkaa, kipsisakka-allasta 2 joudutaan korottamaan vuosina 2017 ja 2019, ja allas voidaan sulkea vasta noin vuonna 2026 kun suurin osa vesistä on käsitelty ja keskuspuhdistamo lopettaa toimintansa (Taulukko 2-1).

Vesienkäsittelyssä vedessä olevat haitta-aineet saostetaan kalkkimaidolla hydroksideiksi. Saostumisreaktiossa syntyvä sakka ruopataan altaista varastoitavaksi geotubeihin joilla liete tiivistetään, tai käsittely-yksiköiden yhteydessä oleviin tilapäisiin sakka-altaisiin. Geotubikentät on kalvotettu HDPE-kalvolla ja niiden pohjarakenteet on hyväksytetty valvovalla ympäristönsuojeluviranomaisella. Geotubeista erottuva vesi juoksetetaan takaisin vesienkäsittelyyn.

Yhtiö on 30.3.2015 jättämällänsä ympäristölupahakemuksella hakenut lupaa sijoittaa vesienkäsittelyssä syntyneet, kaivosalueella välivarastoidut sakat ns. Urkin altaaseen eteläisen vesienkäsittely-yksikön alueelle sekä ns. Maauimalan altaaseen kaivosalueen vesienkäsittely-yksikön alueelle. Lisäksi lupaa on haettu sijoittaa geotubikentille sijoitetut sakat peitettynä nykyisille geotubikentille.

7.3 Sivukiven läjitysalueet

Terrafamen kaivoksella ei ole vielä läjitetty sivukiveä, koska se on hyödynnetty sekundääriliuotusalueen rakentamisessa. Sivukiven läjitysalueille on olemassa aluevaraus. Mikäli sulkemispäätös tehdään vuoden vaihteessa 2016–2017, sivukiveä ei ole vielä ehditty läjittää eikä sivukivialueita tarvitse sulkea.

7.4 Pintamaiden läjitysalueet

Vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Lupapäätös Nro 33/07/1, Lupaehto 61 koskien läjitettyjen kiviainesten tarkkailua ja tiedon hyödyntämistä sulkemissuunnittelussa.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiiliteettia.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pölyn estäminen, pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

Kaivostoiminnan vuoksi poistettu pintamaa on kasattu väliaikaisille läjitysalueille ympäri kaivosaluetta (Kuva 7-4). Poistetun pintamaan varastointialueet ovat väliaikaisia rakenteita ja maata käytetään kaivoksen sulkemisvaiheessa esimerkiksi kipsisakka-aldaiden ja toisen vaiheen bioliuotuskasojen peittämiseen. Sulkemisvaiheessa maa-ainesten varastointialueiden pilaantuminen tutkitaan ja tarvittaessa suoritetaan kunnostustoimenpiteitä. Maan oletetaan olevan puhdasta pintamaata. Sijoituspaiikat kunnostetaan tarvittaessa, maa tasoitetaan ja muotoillaan ja alueille istutetaan puita. Pitkällä aikavälillä sijoituspaiikat palautuvat ennalleen. Alueita voidaan käyttää esimerkiksi metsätalouteen.



Kuva 7-4. Valokuva pintamaiden läjitysalueesta.

7.5 Teollisuus- ja varastoalueet

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.
- Lupapäätös Nro 33/07/1, Lupaehto 95 koskien ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavien koneiden, laitteiden, kemikaalien ja polttoaineiden poistamista.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jätteen fysikaalista ja kemiallista stabiiliteettia.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pölyn estäminen, pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.
- Rakennusten ja rakenteiden hyödyntäminen.

Metallien talteenottolaitos on käynnissä vuoteen 2021 saakka vaikka kaivostoimintoja alettaisiin ajaa alas vuonna 2017. Sekundäärikasalta liukenee metalleja vuoteen 2021 saakka jotka otetaan saostettavaksi metallien talteenottolaitokselle (Taulukko 2-1).

Kaivostoiminnan päätyttyä tehdasalueelle (Kuva 7-5) pyritään ensisijaisesti löytämään uusi käyttäjä, jolle rakennukset myydään.

Muussa tapauksessa alueelta poistetaan kaikki koneet, laitteet, jätteet, kemikaalit ja tuotteet ja toimitetaan ne luvanvaraiseen vastaanottoaikaan. Tehdasalueen ympärille rakennetaan aita. Ellei uutta käyttöä löydy kohtuullisessa ajassa, tullaan rakennukset ja rakenteet purkamaan. Myös rautatie ja sähkölinjat puretaan, mikäli niille ei löydy jatkokäyttöä. Alueella olevat ylimääräiset kaivoksen toimintaa palvelevat tiet tasataan maastoon ja maisemoidaan. Purkujätteet analysoidaan ja ne toimitetaan luvanvaraiseen vastaanottoaikaan. Rakennusten perustukset jätetään paikoilleen, jos ne todetaan puhtaiksi.

Maaperän ja pohjaveden pilaantuminen selvitetään asianmukaisin menetelmin ja tarvittaessa tehdään kunnostustoimenpiteitä. Kunnostus voidaan tehdä maata poistamalla. Teillä, joita pitkin kemikaaleja ja jätteitä on kuljetettu, selvitetään maaperän puhtaus ja tarvittaessa maaperä kunnostetaan. Puhtaita maa-aineksia voidaan hyödyntää alueen sulkemisessa. Pilaantuneita maa-aineksia voidaan sijoittaa kipsisakka-altaaseen tai toisen vaiheen bioliotusalueille. Kunnostustoimenpiteet suunnitellaan yksityiskohtaisesti, mikäli pilaantumista havaitaan.

Puretut teollisuus- ja varastoalueet peitetään puhtaalla maakerroksella. Tähän käytetään alueelle varastoitua pintamaata. Kerroksesta tehdään riittävän paksu perustusten peittämiseksi ja kasvillisuuden palautumiseksi. Alueelle istutetaan puita, joita voidaan hyödyntää metsätaloudessa.



Kuva 7-5. Ilmakuva ja valokuva teollisuusalueesta (Kts. Kuva 3-1 alue A).

7.6 Pilaantunut maa

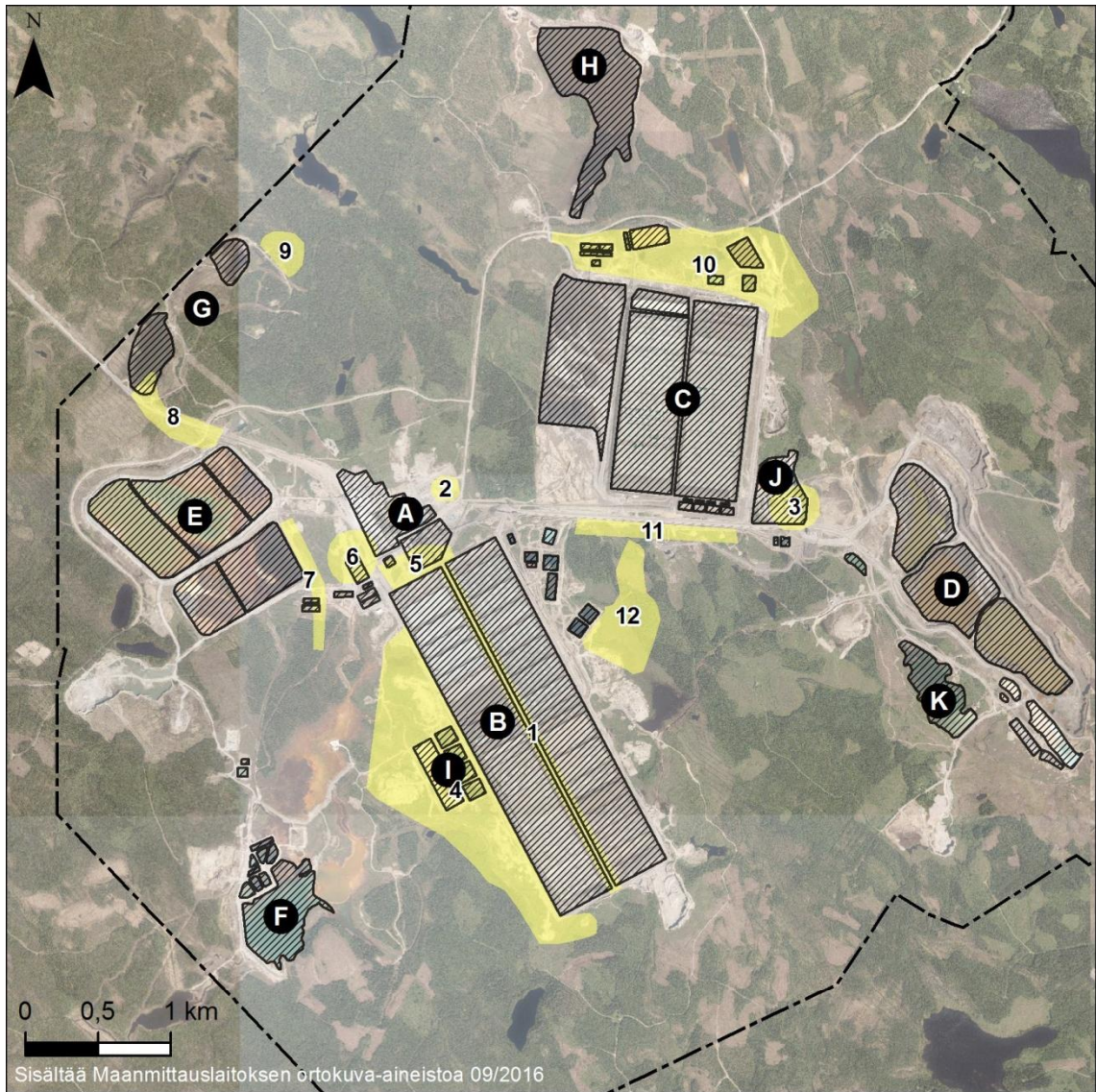
Vaatimukset:

- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Lupapäätös Nro 33/07/1, Lupaehto 90 koskien toiminnan aikana muodostuneen tiedon hyödyntämistä sulkemissuunnittelussa ja Lupaehto 92 koskien mahdollista pilaantunutta maata bioliuotuksen lopetuksen yhteydessä ja Lupaehto 95 koskien ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavien jätteiden poistamista.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

Kaikki mahdollisesti pilaantuneet maa-alueet tutkitaan ja tarvittaessa toteutaan puhdistus- tai neutralisointitoimenpiteitä. Mahdollisesti pilaantuneiden maa-alueiden sijainti on esitetty Golder Associatesin raportissa (Kuva 7-6).

Kunnostus voidaan tehdä maata poistamalla. Kunnostustoimenpiteet suunnitellaan yksityiskohtaisesti, mikäli pilaantumista havaitaan.

Kaivos- ja prosessialueiden maaperän pilaantuminen on usein pistemäistä tai vyöhykemäistä, noudatellen toimintojen sijoittumista. Maa-ainesten poisto voidaan toteuttaa esimerkiksi kaivosympäristöihin hyvin soveltuvan valikoivan kuormauksen menetelmällä, jossa maaruuduille määritetään status kenttämittauksin (esim. kannettava xrf + tarkistusnäytteitä laboratoriossa) ja pilaantuneet osa-alueet kuormataan pois. Kenttämittauksia ja maansiirtoja toistetaan tarvittaessa syvyysvyöhykkeittäin.



- A Tehdasalue
- B Primäärioliutuskasa
- C Sekundäärioliutuskasa
- D Avolouhos
- E Kipsisakka-altaat
- F Eteläinen vesien jälkikäsittelyalue
- G Pohjoinen vesien jälkikäsittelyalue
- H Latosuon allas
- I Primäärioliuksen (PLS) keräysaltaat
- J Varikkoalue
- K Kuusilampi / Kuljunlampi -allas

Mahdollisesti kunnostusta vaativat alueet

- 1 Primäärikasojen välinen alue
- 2 Tankkauspiste lämpökeskus
- 3 Tankkauspiste varikko
- 4 Primäärikasojen länsipuolinen alue
- 5 Tehdasalue
- 6 Rautatien lastausalue
- 7 Kipsisakka-altaan v.2012 onnettomuuden eteläpuolinen alue
- 8 Kipsisakka-altaan v.2012 onnettomuuden pohjoispuolinen alue
- 9 Entinen pohjoinen vesienkäsittelyalue
- 10 Sekundäärikasojen pohjoispuolinen alue
- 11 Sekundäärikasojen eteläpuolinen alue
- 12 Primäärikasan kasteluvesialtaiden eteläpuolinen alue

Kuva 7-6. Kaivostoimintojen sijainti (A-K) kaivospiirin alueella sekä mahdollisesti kunnostusta vaativat alueet (1-12).

8 VESIENHALLINTA

8.1 Kaivoksen vesikierto

Terraframien kaivosalueelle kertyy vuosittain keskimäärin 6 Mm³ sade- ja valumavesiä, jotka tulee voida käsitellä ja johtaa pois kaivosalueelta. Käsiteltävät vedet ovat alueen suojaumpaus-, hule- ja sadevesiä, kipsisakka-altaan ylitevettä sekä alueelle varastoituja kontaminoituneita vesiä.

Ylimääräiset vedet johdetaan vesienkäsittelyn jälkeen luontoon kolmea eri reittiä. Vettä johdetaan Vuoksen vesistöön Eteläisen jälkikäsittelyalueen kautta. Oulujoen suuntaan vettä juoksetetaan Pohjoisen jälkikäsittelyalueen kautta ja lisäksi vettä johdetaan Oulujoen vesistöön Nuasjärveen purkupuutken kautta (Kuva 8-1).

8.2 Sulkemisvaiheen vesienhallinta

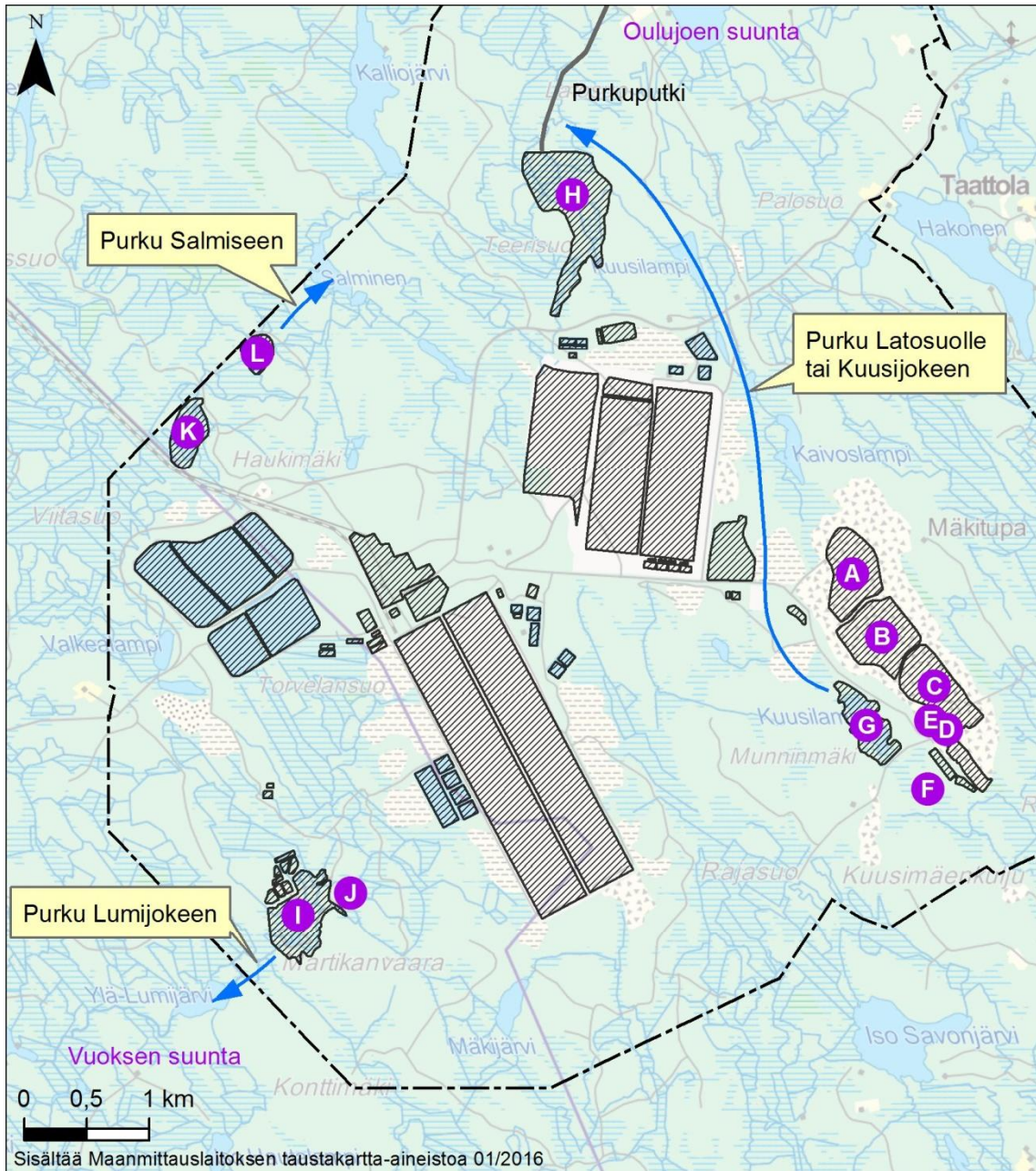
Tässä kappaleessa kuvataan suunnitellut sulkemisvaiheen vesienhallintatoimenpiteet. Toimenpiteet on kohdistettu taulukossa (Taulukko 8-1) ja kuvassa (Kuva 8-1) esitetyille osa-alueille:

Taulukko 8-1. Vesienhallinta-alueet

Pääalue	Osa-alueet
Kuusilammen avolouhos	Pohjoinen avaus Pääramppi Eteläinen avaus
Kaivosalueen jälkikäsittelyalueet	Maaumala Tammalampi Kuljun allas Kuusilampi Latosuon allas
Kipsisakka-altaat	-
Eteläinen jälkikäsittelyalue	Kortelammen allas Majavan allas
Pohjoinen jälkikäsittelyalue	Haukilampi Kärsälampi

Sulkemisen vesienhallintatoimenpiteet käsittävät yleisellä tasolla seuraavat vaiheet:

1. Kaivosalueelle varastoitujen käsittelemättömien vesien puhdistus;
2. Puhdistettujen vesien osittainen purku louhokseen (sulkemisvaihtoehdossa a);
3. Altaiden tyhjennys ja vesien purku pois kaivosalueelta;
4. Allasalueiden tyhjentämisen jälkeinen maaperän puhdistus.



A	Pohjoinen avaus	G	Kuusilampi
B	Pääramppi	H	Latosuon allas
C	Eteläinen avaus	I	Kortelammen allas
D	Mauimala	J	Majavan allas
E	Tammalampi	K	Haukilampi
F	Kuljun allas	L	Kärsälampi

Kuva 8-1. Kaivosalueen vesien johtaminen nykytilanteessa etelään Vuoksen ja pohjoiseen Oulujoen vesistöön.

8.2.1 Sulkemistoimenpiteet alueittain

Kuusilammen avolouhos

Syyskuussa 2016 Kuusilammen avolouhokseen on varastoitu vesiä noin 2,7 Mm³. Tämän hetken ennusteen mukaan tammikuussa 2017 varastoitujen vesien määrä tulee olemaan 1,6 Mm³. Louhoksen pohjalla on vahvasti kontaminoituneita vesiä, jotka ovat peräisin kaivoksen historian aikana avolouhokseen poikkeustilanteissa ja ympäristövahtien välttämiseksi johdetusta raffinaattiliuoksesta. Nämä vedet tullaan puhdistamaan ennen vesistöön johtamista.

Kuusilammen avolouhoksen sulkemiselle on vielä tässä vaiheessa kaksi vaihtoehtoa¹:

- a) Louhos tyhjenetään sinne nyt varastoiduista kontaminoituneista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhosta aletaan heti vuoden 2017 alkupuolella täyttää puhdistetuilla vesillä. Puhdistettuja vesiä johdetaan louhokseen noin 3 Mm³, minkä jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta. Louhoksen täytyminen ajoittuisi noin vuoteen 2025.
- b) Louhos tyhjenetään sinne nyt varastoiduista vesistä. Vedet johdetaan neutralointikäsittelyyn. Louhos pidetään kuivana vuoden 2018 loppuun asti. Tämän jälkeen louhoksen annetaan täyttyä sadannan ja pohjavesipurkauman vaikutuksesta. Louhoksen täytyminen ajoittuisi noin vuoteen 2028.

Molemmassa vaihtoehdoissa jälkiseurantavaiheen aikana tarkastellaan louhosjärven vedenlaadun toteutumista ennusteeseen nähden ja tarvittaessa arvioidaan lisätoimenpidetarpeet. Vedenlaadun ennuste laaditaan sulkemissuunnittelun seuraavissa vaiheissa.

Koko louhoksen tilavuus on noin 25 Mm³. Mallissa arvioitu louhoksen täyttymisnopeus on siinä mielessä konservatiivinen, että se laskee tasaisen pohjavesipurkauman louhokseen huolimatta siitä, että louhoksen vesipinnan noustessa pohjaveden painekorkeus pienenee ja samoin purkauman määrä pienenee.

Kaivosalueen jälkikäsittelyalue

Syyskuussa 2016 kaivosalueen jälkikäsittelyalueilla (Maauimala, Tammalampi, Kuljun allas, Kuusilampi, Latosuon allas) on varastoituna vapaata vettä noin 1,5 Mm³. Tämän hetken ennusteen mukaan tammikuussa 2017 varastoitujen vesien määrä tulee olemaan 1,8 Mm³.

Sulkemisvaiheen toimenpiteet ovat:

- Altaat tyhjenetään ja likaisten vesien altaissa (Maauimala, Tammalampi,) olevat vedet johdetaan käsittelyyn keskuspuhdistamolle vuoden 2017 loppuun mennessä. Puhtaiden vesien altaista Kuusilampi ja Kuljun allas tyhjenetään Kuusilammen avolouhokseen tai purkupuutkeen vuoden 2017 loppuun mennessä. Latosuon allas säilyy käytössä sulkemisen loppuun asti.
- Altaiden tyhjentämisen jälkeen alue puhdistetaan. Myös puhdistamisen aikana alueella sadannasta muodostuva vesi varaudutaan johtamaan neutralointikäsittelyyn keskuspuhdistamolle, mikäli vesi pääsee kontaminoitumaan.
- Puhdistaminen käsittää pilaantuneiden maamassojen poistamisen. Maamassojen läjittämiselle/käsittelylle ei tällä hetkellä ole voimassa olevaa ympäristölupaa. Alu-

¹ Vaihtoehdot ovat mukana myös vesienhallinnan ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

eella olevat padot puretaan siten, että alueelle tulevat sadevedet pääsevät jatkossa virtaamaan alueen ohi luontaisiin uomiin.

Kipsisakka-altaat

Tällä hetkellä kipsisakka-altaissa on varastoituna vapaata vettä noin 0,7 Mm³. Tämän hetken ennusteen mukaan tammikuussa 2017 varastoitujen vesien määrä tulee olemaan 0.3 Mm³.

Sulkemisvaiheen toimenpiteet ovat:

- Kipsisakka-altaiden vesipinta ajetaan mahdollisimman alas heti sulkemistoimenpiteiden alettua.
- Altaiden korotukset tehdään suunnitellusti 2017 ja 2019, koska vedenkäsittelysakkoja muodostuu sulkemisen aikanakin. Vesienkäsittelysakat läjitetään kipsisakka-altaisiin.

Lopullisesti kipsisakka-altaiden sulkeminen tapahtuu sen jälkeen, kun keskuspuhdistamoa ei enää tarvita veden neutraloinnissa.

Eteläinen jälkikäsittelyalue

Syyskuussa 2016 Eteläisellä jälkikäsittelyalueella (Kortelammen allas, Majavan allas) on varastoituna vapaata vettä noin 1,8 Mm³. Tämän hetken ennusteen mukaan tammikuussa 2017 varastoitujen vesien määrä tulee olemaan 1,6 Mm³.

Sulkemisvaiheen toimenpiteet ovat:

- Altaat tyhjennetään ja alueella olevat vedet johdetaan käsittelyyn keskuspuhdistamolle vuoden 2019 loppuun mennessä.
- Altaiden tyhjentämisen jälkeen alue puhdistetaan. Myös puhdistamisen aikana alueella sadannasta muodostuva vesi varaudutaan johtamaan neutralointikäsittelyyn keskuspuhdistamolle, mikäli vesi pääsee kontaminoitumaan.
- Puhdistaminen käsittää pilaantuneiden maamassojen poistamisen. Maamassojen läjittämiselle/käsittelylle ei tällä hetkellä ole voimassa olevaa ympäristölupaa. Alueella olevat padot puretaan siten, että alueelle tulevat sadevedet pääsevät jatkossa virtaamaan alueen ohi luontaisiin uomiin.

Pohjoinen jälkikäsittelyalue

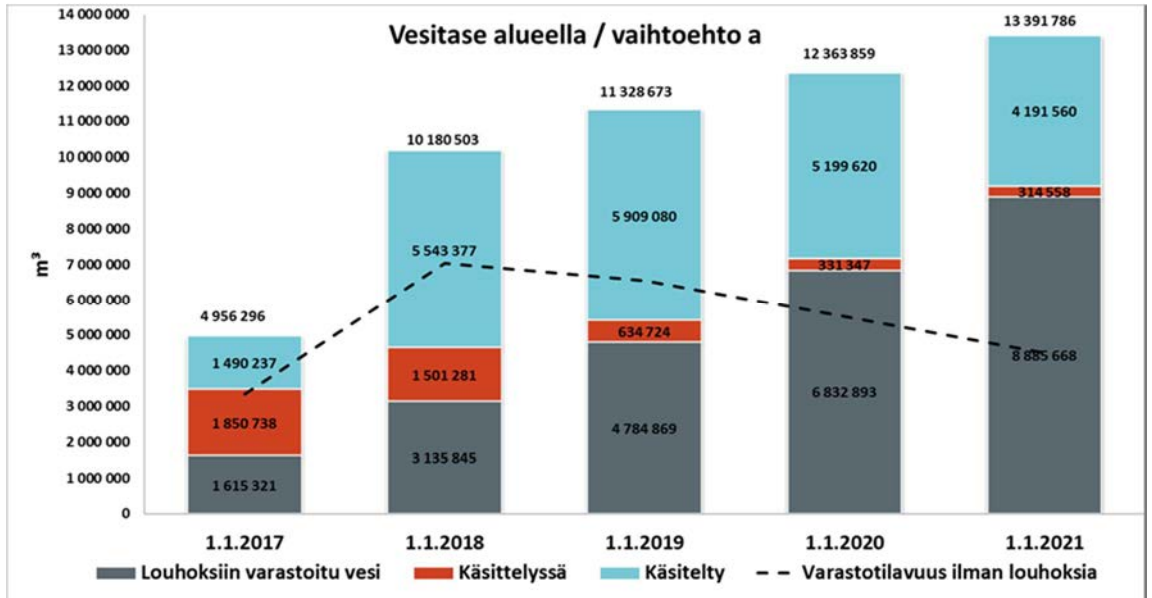
Syyskuussa 2016 Pohjoisella jälkikäsittelyalueella (Haukilampi, Kärsälampi) on varastoituna vapaata vettä noin 0.19 Mm³. Tämän hetken ennusteen mukaan tammikuussa 2017 varastoitujen vesien määrä tulee olemaan 0,3 Mm³.

Sulkemisvaiheen toimenpiteet ovat:

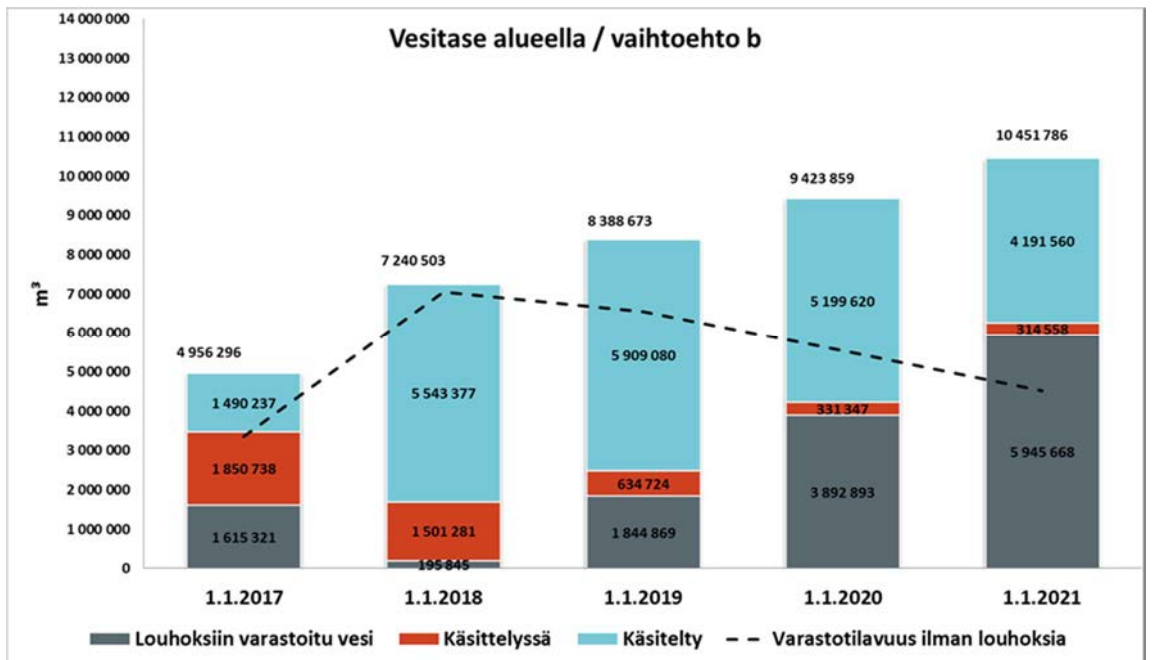
- Altaat tyhjennetään ja alueella olevat vedet johdetaan käsittelyyn keskuspuhdistamolle. Altaat tyhjennetään heti vuoden 2017 alussa.
- Altaiden tyhjentämisen jälkeen alue puhdistetaan. Myös puhdistamisen aikana alueella sadannasta muodostuva vesi varaudutaan johtamaan neutralointikäsittelyyn keskuspuhdistamolle, mikäli vesi pääsee kontaminoitumaan.
- Puhdistaminen käsittää pilaantuneiden maamassojen poistamisen. Maamassojen läjittämiselle/käsittelylle ei tällä hetkellä ole voimassa olevaa ympäristölupaa. Alueella olevat padot puretaan siten, että alueelle tulevat sadevedet pääsevät jatkossa virtaamaan alueen ohi luontaisiin uomiin.

8.2.2 Sulkemistilanteen vesitase ja vesistö päästöt

Sulkemistilanteen kokonaisvesitaseen kehittyminen riippuu Kuusilammen avolouhoksen sulkemisstrategiasta (Kuva 8-2 ja Kuva 8-3). Vuoden 2017 alussa alueelle varastoitujen vesien määrä on noin 5 Mm³. Vesialtisiin (ei avolouhos) varastoitujen vesien määrä lähtee ensimmäisen sulkemivuoden aikana kasvuun, mutta tämän jälkeen varastotilavuus pienenee.



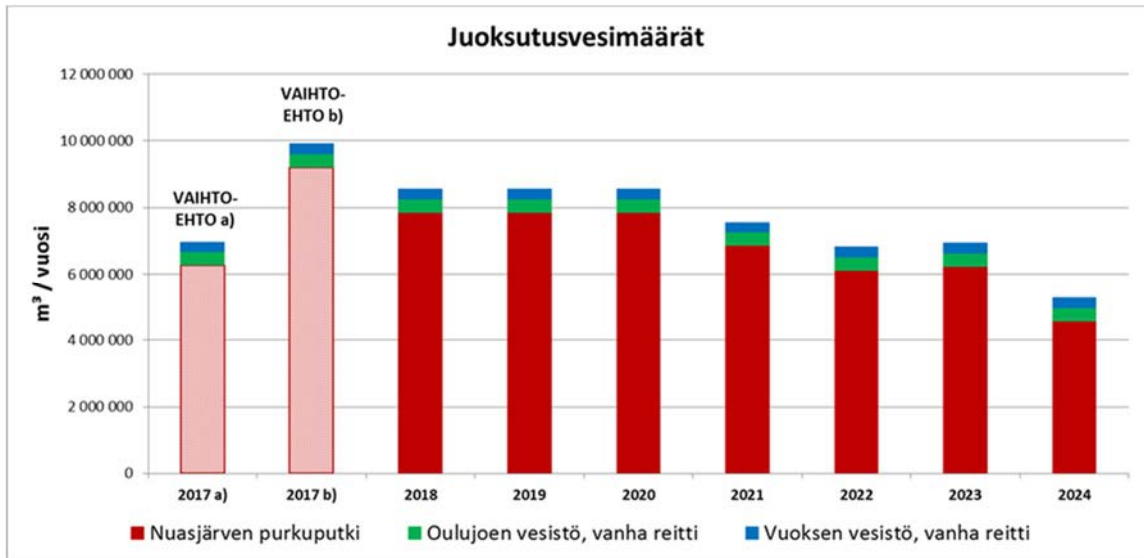
Kuva 8-2. Kaivoksen sulkemisen aikaisen vesitaseen kehittyminen 2017-2021, sulkemisvaihtoehto a.



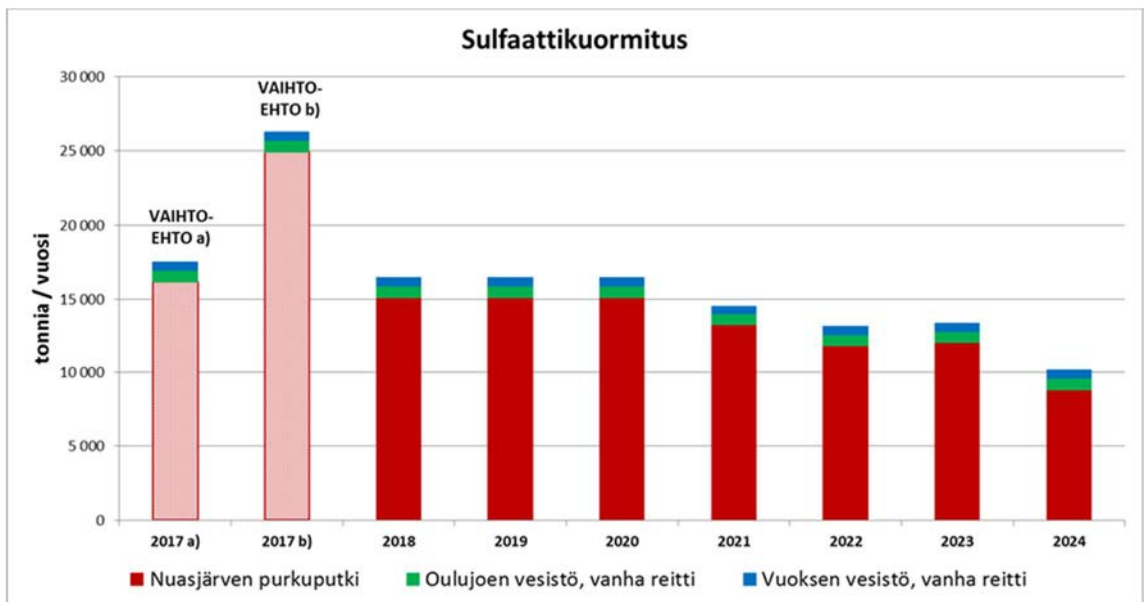
Kuva 8-3. Kaivoksen sulkemisen aikaisen vesitaseen kehittyminen 2017-2021, sulkemisvaihtoehto b.

Sulkemistilanteen vesistö päästöt riippuvat Kuusilammen avolouhoksen sulkemisstrategiasta. Kaivoksen sulkemisen aikaiset juokutusvesimäärät ja juoksutuksista aiheutuvat sulfaattikuormitukset vesistönsittain on esitetty kuvissa alla (Kuva 8-4 ja Kuva 8-5):

- Sulkemisvaihtoehdossa a) Nuasjärveen purettavan veden määrä on enimmillään 7,9 Mm³ vuosina 2018–2020. Sulfaattikuormitus on enimmillään 16 000 tonnia vuonna 2017.
- Sulkemisvaihtoehdossa b) Nuasjärveen purettavan veden määrä on enimmillään 9,2 Mm³ vuonna 2017. Sulfaattikuormitus vuonna 2017 on noin 25 000 tonnia. Haettava lupaa lisäjuoksuksille Nuasjärveen.
- Vanhoja reittejä pitkin johdettavissa vesimäärissä ja kuormituksissa sekä Oulujoen vesistön että Vuoksen vesistön suuntiin ei ole eroavaisuuksia vaihtoehtojen tai vuosien välillä.



Kuva 8-4. Kaivoksen sulkemisen aikaiset juoksutusvesimäärät vesistönsittain.



Kuva 8-5. Kaivoksen sulkemisen aikainen sulfaattikuormitus vesistönsittain.

9 RISKINHALLINTA JA SULKEMISEEN LIITTYVÄT MAHDOLLISUUDET

9.1 Riskien tunnistaminen ja toimenpiteet niiden minimoimiseksi

Sulkemisvaiheen riskejä on tarkasteltu 2.3.2016 päivätyssä ennenaikaista sulkemista koskevassa raportissa (Golder Associates). Tähän kappaleeseen on tiivistetty edellä mainitun tarkastelun keskeisiä asioita sekä eräitä muita sulkemissuunnitelmien tarkasteluissa esille nousseita seikkoja.

Koska onnistuneen sulkemissuunnittelun perusteisiin kuuluvat tarkka vaatimusmäärittely sekä kattava taustatieto, näiden tarkentaminen on ensisijaisen tärkeää hyvän lopullisen sulkemissuunnitelman saavuttamiseksi. Mahdollisen lähitulevaisuudessa tapahtuvan sulkemisen tapauksessa erään riskin muodostaa myös ajan riittävyys osittain pitkäkestoisiakin tarkentavia selvityksiä silmällä pitäen.

Teknisiin riskeihin kuuluvat myös bioliuotusjäännöksen mahdollisesti hidaskuivuminen heikosti vettä johtavien vyöhykkeiden muodostuessa. Tämä voi muuttaa sekundäärimineraalien muodostumisen kautta jäteaineksen laatua tai viivyttää haitta-aineiden suotautumista. Keinoja näiden ilmiöiden ehkäisemiseksi ei ole juuri käytettävissä ja siksi keskeistä onkin ilmiöiden ennakointi ja realistinen tieto vaikutuksista, jotta esimerkiksi suotovesien käsittely voidaan suunnitella nämä tarpeet huomioiden. Samaa riskikategoriaan kuuluu myös mahdollinen sakkujen heikko tai hidaskiinteytyminen, joka voisi vaikeuttaa peittämistä suunnitellussa aikataulussa. Lisäksi jäätyminen voi vaikeuttaa tai viivyttää suunniteltuja toimenpiteitä.

Kasojen luiskien epästabiilius muodostaa sekä mahdollisen turvallisuusriskin että riskin peittorakenteen onnistumiselle. Myös itse peittorakenteen toimivuus kuuluu toki aina sulkemissuunnittelun keskeisiin riskeihin, samoin kuin vesitase-ennusteen oikeellisuus pitkällä aikavälillä. Vesitase, pohjarakenne, jättemateriaali sekä suunnitellut peittorakenteet onkin ensisijaisen tärkeää tarkastella yhtenä toiminnallisena kokonaisuutena huolellisesti.

Pitkän aikavälin vesitase-ennuste on keskeisessä roolissa myös vesienkäsittelyn mitoituksessa. Vesitaseen virhemarginaali onkin otettava huomioon ja sen suuruutta voidaan pyrkiä määrittelemään herkkyystarkastelun keinoin.

Jätekarakterisointi on sulkemissuunnittelun keskeisimpiä riskejä lähes poikkeuksetta. Jätteen ominaisuudet määrittävät osaltaan sekä tavoiteasettelua että sulkemistratkaisuja. Sulkemisen kannalta erityisen tärkeää on pysyä ennakoimaan jätteen pitkäaikaiskäyttämistä, mihin päästään syvennetyn tarkastelun keinoilla. Tässä tapauksessa on erityisesti huomioitava bioliuotuksen jäännösmateriaali, jota on ensimmäistä kertaa saatavilla perusteellisempiin tarkasteluihin vasta nyt, kesän 2016 jälkeen. Karakterisoinnin tulosten saataville tulon jälkeen suunnitelmat perusteineen tulevat vaatimaan tarkastamista ja tarkentamista. Jätekarakterisoinnin täydentäminen mahdollistaa myös haitta-aineiden kulkeutumisriskein lopullisen määrittämisen sekä ennaltaehkäisevien toimenpiteiden täsmentämisen.

Hydrogeologiaan liittyviä riskejä ovat kallio- ja maaperän pohjaveden virtausten määrät ja virtaussuunnat sulkemisen jälkeen. kaivostoiminnan jälkeinen virtaustila muistuttaa osin alueen perustilaa, mukaan lukien kuitenkin kaivostoiminnan seurauksena syntyneet muutokset, kuten louhostila vettä johtavana rakenteena ja jätealueet painonsa puolesta maaperää tiivistävänä rakenteena. Mikäli hydrogeologinen tieto on puutteellista, ei voida eliminoida louhoksen ylitäyttymisen ja tulvimisen riskejä tai haitta-aineiden kulkeutumista pohjavedessä odottamattomaan suuntaan. Hydrogeologisen tiedon kat-

tavuuden tarkastelu ja puutteiden täydentäminen kuuluvatkin suosituksiin sulkemissuunnittelun edetessä tarkempaan vaiheeseen.

Muut sulkemistyön riskit liittyvät kustannuksiin, kertyvien sakkojen lopulliseen määrään, odottamattomien päästölähteiden löytymiseen (esimerkiksi aiemmin havaitsematon saastunut maa), peitemateriaalien saatavuuteen sekä vesienjohtamisen lupiin sulkemisvaiheen aikana. Näitä riskejä minimoidaan aktiivisella suunnittelulla ja luvitustyöllä.

9.2 Mahdollisuuksien tunnistaminen ja toimenpiteet niiden optimoimiseksi

Sulkemiseen liittyviä keskeisiä mahdollisuuksia ovat rakennusten ja rakenteiden uusi teollisuuskäyttö tai muu käyttö. Olemassa oleva infrastruktuuri mahdollistaa myös sähkövirtaa huomattavissa määrin tarvitsevia teollisia käyttötarkoituksia. Myös kaivostöinnän myöhempi jatkuminen jossakin muodossa kuuluu mahdollisuuksiin. Tätä silmällä pitäen esimerkiksi louhoksen mahdollisimman vähäinen muokkaaminen (kuitenkin taaten turvallisuuden) sekä tiestön ja sähkölinjojen säilyttäminen mahdollisuuksien mukaan tukevat näitä mahdollisuuksia. Tiestö ja mahdolliset lastaukseen sopivat alueet voivat hyödyttää myös esimerkiksi metsätaloutta ja bioenergian tuotantoa (väliaikaisesti tai pitkässä juoksussa), joten nämä mahdolliset käyttötarpeet huomioidaan lopullisessa sulkemissuunnittelussa.

10 JATKOTOIMENPITEET JA SULKEMISSUUNNITELMAN TARKISTAMISKÄYTÄNTÖ

Alustava (käsitteellinen) sulkemissuunnitelma kuvaa sulkemistoimet periaatetasolla ja mahdollistaa alustavan tason kustannusarvioinnin. Alustava suunnitelma ei vielä mahdollista toimeenpanon valmistelua. Kaivoksen sulkemissuunnittelun prosessi on vaiheittainen ja kehitys kohti lopullista sulkemissuunnitelmaa vaatii tietopohjan tarkentamista tässäkin tapauksessa. Merkittävimmät tietopohjan täydennystyöt ja niihin liittyvien toimenpiteiden tila on esitetty alla (Taulukko 2).

Taulukko 2. Täydentävä työ sulkemissuunnittelussa ja työn tilanne syyskuussa 2016

Aihe	Täydentävä työ	Tilanne syyskuussa 2016
Jätekarakterisointi	Ensimmäiset malmin liuotuksen jäännösmateriaalit ovat käytettävissä vasta kesän 2016 jälkeen. Seuraavana työvaiheena on jätteen karakterisointi kaivannaisjätteen staattisen karakterisoinnin sekä ympäristökelpoisuuden testaamisen menetelmin. Tarvitaan myös tietoa jättemateriaalin pitkäaikaiskäyttymisestä (esim. kosteuskammioitestit).	Työsuunnitelma valmistuu loppuvuodesta 2016. Testaukset jättemateriaalille tehtävä 2017-2018 aikana.
Jätekarakterisointi	Täydentäviä geoteknisiä tarkasteluja, mukaan lukien mm. stabiliteettitekijät ja vedenjohtavuus jäteaineksessa.	Tieto osittain käytettävissä, täydentävää työtä meneillään koejärjestelyjen yhteydessä.
Jätekarakterisointi	Muut jätejakeet (kipsisakka/ vesienkäsittelyn sakat): yhteenveto toteutuneista jätelaaduista, perustuen jätelaatujen tarkkailuihin. Tarvitaan myös arvioita jättemateriaalien pitkäaikaiskäyttymisestä.	Sakkoja on tutkittu ja niiden laatu ja laadun vaihtelu on pääosin tiedossa. Täydentävät tarkastelut pystytään suorittamaan ennen kipsisakka-altaan sulkemista 2019.
Käytettävissä olevien peittomateriaalien karakterisointi	Geokemiallisten ja geoteknisten ominaisuuksien määrittely.	Tieto osittain käytettävissä, täydentävää työtä meneillään koejärjestelyjen yhteydessä.
Peittomateriaalikokeet kipsisakka-alueella	Priorisoidaan peittorakenne, joka minimoi veden kulkeutumisen ja kulkeutumisriskit jätteainekseen ja jätteaineksesta sekä perustuu mahdollisimman pitkälle paikallisesti käytettävissä oleviin peittomateriaaleihin.	Koe on meneillään alkaen 2016 ja alustavat tulokset ovat käytettävissä syksyllä 2017.
Peittomateriaalikokeet sekundääriliuotusalueella	Optimoidaan peittorakenne, joka minimoi veden/hapen kulkeutumisen ja kulkeutumisriskit jätteainekseen ja jätteaineksesta sekä perustuu mahdollisimman pitkälle paikallisesti käytettävissä oleviin peittomateriaaleihin.	Koe on meneillään alkaen 2012 ja alustavat tulokset ovat käytettävissä vuoden 2016 lopussa.
Peittorakenteiden ja muiden sulkemisra-	Nykyisen alustavan sulkemissuunnitelman mukaiset rakenteet tarkistetaan uusien (yllä	Tarkastelu voidaan aloittaa kun jätekarakterisoinnin ja

kenteiden täydentävä tarkastelu.	esitettyjen) jätekarakterisointien ja pilottikokeiden tulosten valossa. Tarvittaessa toteutetaan täydentävää suunnittelua.	koejärjestelyjen tulokset ovat käytettävissä.
Louhosjärven veden laatu	Louhosjärven vedenlaatuennusteen laatiminen.	Ennuste laaditaan ennen kuin avolouhosta aletaan täyttää.
Pohjaveden virtaukset ja laatu	Kokonaisvaltainen näkemys pohjaveden virtauksen suunnista, määrästä ja ennusteellisesta laadusta, sekä maaperässä että kallioperässä, jotta voidaan tunnistaa pitkän aikavälin haitta-aineiden kulkeutumiskäsitteet ja liittää mahdolliset ennaltaehkäisevät toimet sulkemissuunnitelmaan. Ensimmäisenä työvaiheena on hydrogeologisen tiedon kokonaiskoostaminen ja mahdollisten täydennystarpeiden arviointi.	Työsuunnitelma valmistuu vuoden 2016 lopussa.
Pitkän aikavälin vesienkäsittely	Vesienkäsittelytarve nykyisellä tekniikalla toteutettavan aktiivisen vesienkäsittelyvaiheen jälkeen. Lisäksi tarvitaan tietoa mahdollisesta pitkän aikavälin vesienkäsittelyssä muodostuvasta sakasta ja sen sijoittamisesta. Jätekarakterisointi ja jätteen pitkän aikavälin käyttäytymisen ovat lähtötietoja. Huom. pitkän aikavälin vesienkäsittelytarve ja sen laatu riippuvat jätelaatujen lisäksi myös valittavista sulkemiskäsitteistä.	Tarkastelu voidaan aloittaa kun jätekarakterisoinnin tiedot ja päivitetty peittorakennevaihtoehdot ovat käytettävissä.
Pitkän aikavälin ennusteellinen vesitase.	Suunniteltavien sulkemiskäsitteiden toimivuuden arvioinnissa käytetään tietoja vesitaseesta. Käytettävissä on tällä hetkellä vesitase aktiivisen sulkemiskäsitteiden ja vesienkäsittelyn ajalle, perustuen tämän hetken ympäristöparametreihin. Lopulliseen sulkemissuunnitelmaan vesitasetta voidaan täydentää mm. ilmastokehityksen ennustetiedoilla.	Nykyparametreihin perustuva vesitase-ennuste on käytettävissä aktiivisen sulkemiskäsitteiden kannalta tärkeimmälle aikavälille. Ennustava malli on rakenteilla.
Täydentävä sidosryhmäyhteistyö	Sulkemissuunnittelun nykytilanteen esittely keskeisimmille sidosryhmille ja näkemysten kokoaminen.	Sidosryhmien kanssa keskustellaan talven 2016-2017 aikana.

Täydentävän tiedon valmistuessa voidaan siirtyä huomattavasti pidemmälle kehittyneen sulkemissuunnitelman valmisteluun sekä sulkemisen jälkeisen tarkkailun ja huollon suunnitteluun.

Lupaehto 90:n mukaan sulkemissuunnitelma tulee tarkistaa joka toinen vuosi. Täydentävää tietoa valmistuu kuitenkin siten, että sulkemissuunnitelmaa tarkennetaan seuraavan kerran syksyllä 2017 eli vuoden kuluessa tämän suunnitelman valmistumisesta. Mikäli sulkemistoimet alkavat vuonna 2017, suunnitelma tarkistetaan vuosittain toimenpiteiden edistyessä. Toiminnan jatkuessa tätä sulkemissuunnitelmaa hyödynnetään soveltuville osin sulkemissuunnittelun päivityksessä syksyllä 2017, minkä jälkeen suunnitelman tarkistaminen suoritetaan joka toinen vuosi tai toiminnan oleellisesti muuttuessa.

11 LÄHDELUETTELO

Golder Associates 2015. Report on phase I environmental site assessment.
22.5.2015

Golder Associates 2016. Mine Closure Planning – Terrafame Oy’s Sotkamo Mine.
3.3.2016

Pöyry Environment Oy 2009. Talvivaaran kaivos. Alustava sulkemissuunnitelma.
9M208092.