

ELOKUU 2017

KAIVOKSEN SULKEMINEN

Terrafame Oy 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	5
TIIVISTELMÄ	6
1 JOHDANTO	7
1.1 TAUSTA	7
1.2 SULKEMISSUUNNITTELUN TOIMINTAMALLI.....	8
2 KAIVOKSEN TOIMINNAN KUVAUS	10
3 ALUEEN LYHYT KUVAUS	13
3.1 SIJAINTI	13
3.2 LUONNONOLOSUHTEET	13
3.3 TOIMINTOJEN MAANKÄYTTÖ JA MAANOMISTUSOLOSUHTEET	13
3.4 KAAVOITUSTILANNE	13
4 SULKEMISTA KOSKEVAT VAATIMUKSET	14
4.1 KAIVOKSEN SULKEMISTA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ	14
4.2 TERRAFAMEN KAIVOKSEN SULKEMISTOIMINTAAN VAIKUTTAVAT YMPÄRISTÖLUVAT JA LUPAMÄÄRÄYKSET ..	14
4.3 HYVÄT KÄYTÄNNÖT KAIVOKSEN SULKEMISESSÄ	16
4.4 YMPÄRISTÖOLOSUHTEIDEN ASETTAMAT VAATIMUKSET	17
5 SULKEMISEN TAVOITTEET	18
5.1 YLEISET TAVOITTEET	18
5.2 TURVALLISUUSTAVOITTEET	18
5.3 TAVOITTEET KOSKIEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN MINIMOINTIA	18
5.4 MAANKÄYTTÖ- JA MAISEMATAVOITTEET	20
5.5 SIDOSRYHMIEN KUULEMINEN SULKEMISTAVOITTEISTA	20
5.6 TAVOITTEIDEN YHTEENVETO JA MITATTAVUUS	20
6 ALUEIDEN SULKEMINEN	23
6.1 BIOLIUOTUSKASAT	23
6.2 KIPSISAKKA-ALTAAT	28
6.3 SIVUKIVEN LÄJITYSALUEET	33
6.4 PINTAMAIDEN LÄJITYSALUEET	35
6.5 TEOLLISUUS- JA VARASTOALUEET	36
6.6 PILAANTUNUT MAA JA AIEMMIN MUODOSTUNUT VESIENKÄSITTELYN SAKKA	38
6.7 AVOLOUHOS	40
7 VESIENHALLINTA	42
8 AIKATAULU	44
9 ENNENAIKAINEN TAI TILAPÄINEN SULKEMINEN	45
10 RISKINHALLINTA JA SULKEMISEEN LIITTYVÄT MAHDOLLISUUDET	46
10.1 RISKIEN TUNNISTAMINEN JA TOIMENPITEET NIIDEN MINIMOIMISEKSI	46
10.2 MAHDOLLISUUKSIIEN TUNNISTAMINEN JA TOIMENPITEET NIIDEN OPTIMOIMISEKSI	49
11 SULKEMISSUUNNITTELUN JATKOTOIMENPITEET JA SULKEMISSUUNNITELMAN TARKISTAMISKÄYTÄNTÖ	50
11.1 JATKOTOIMENPITEET	50
11.2 PÄIVITTÄMISKÄYTÄNTÖ	52
12 HYVIEN KÄYTÄNTÖJEN JA PARHAAN KÄYTTÖKELPOISEN TEKNIIKAN SOVELTAMINEN	53
13 LÄHDELUETTELO	55

Liite 1. Ramboll Finland Oy:n tekemiä alustavia maisemointikuvia sivukivialueista.

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 metallsulfidit 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 laatinut tämän koosteen sulkemissuunnitelmista yhdistäen Terrafame Oy:n Sotkamon kaivoksen olemassa olevia suunnitelmia ja täydentäviä selvityksiä. Lisäksi työssä on käytetty Terrafame Oy:n laatimia priorisointeja ja laskelmia tuotantoprosessien päättämisestä aikatauluineen.

Sulkemisen periaatteet ovat sovellettavissa sekä tuotannon aikaiseen jätealueiden sulkemiseen että kaivoksen lopulliseen sulkemiseen tuotannon päättyttyä. Lisäksi huomioidaan kaivoksen mahdollinen ennenaikainen sulkeminen määrittelemättömänä ajankohtana. Kooste sisältää myös esitykset asteittain tarkentuvan sulkemissuunnittelun eteenpäin viemiseksi, hyvien käytäntöjen valossa, ja ehdotuksen sulkemissuunnitelman päivittämiskäytännöksi.

Sulkemisen tavoitteet ja toimenpiteet määritellään olemassa tai rakenteilla olevan kaivostoiminnan mukaisesti, vesi- ja ympäristöluvot huomioon ottaen.

Sulkeminen tapahtuu vaiheittain. Tuotannon aikana sulkemistoimia voidaan suorittaa jätealueiden täyttymisaikataulua mukaillen. Kaivostoiminnan päättyessä (normaaliaikaisesti tai ennenaikaisesti) louhinta on ensimmäisiä päättyviä toimintoja ja louhoksen jälkihoitotoimet sekä vesitäytön aloittaminen kuuluvat ensimmäisiin sulkemistoimenpiteisiin. Ensimmäisen vaiheen liuotusalueiden purkaminen ja toisen vaiheen liuotusalueiden sulkeminen suoritetaan vaiheittain liuotusprosessien tullessa päätökseen. Metallien talteenottolaitoksen toiminta jatkuu liuotusprosessin loppuun ja talteenottolaitos suljetaan sulkemistyön loppuvaiheissa. Pilaantunut maa-aines käsitellään tai poistetaan ja alueet peitetään puhtaalla maa-aineksella.

Aktiivista vesienpuhdistusta varaudutaan jatkamaan todennäköisesti noin 10 vuoden ajan metallien talteenoton päättymisen jälkeen, minkä jälkeen siirryttänee passiiviseen vesienkäsittelyyn. Kipsisakka-altaat suljetaan vaiheittain, mutta viimeinen lohko kuitenkin vasta keskuspuhdistamon käytön päättyessä. Myös alueen suojaumpppauksia varaudutaan jatkamaan toiminnan päättymisen jälkeen. Suojaumpppauksista luovutaan asteittain, viimeistään kuitenkin ennen aktiivisen vesienpuhdistuksen päättymistä. Myös louhosveden laatua varaudutaan säätämään tarvittaessa toiminnan päättymisen jälkeen. Sulkemistyön aikaisen ja jälkeisen vesienkäsittelyn osalta tarkkailu on keskeisessä roolissa ja tarkkailutulosten valossa tehdään myös ratkaisuja vesienhallinnan toimenpiteiden muodoista ja kestosta.

Toisen vaiheen bioliuotusalue, johon on sijoitettuna myös sivukiveä (pohjarakenteissa), peitetään vedenpitävillä kerroksilla kaivoksen sulkemisen jälkeen. Kaivospiirin muut jätealueet peitetään vedenpitävillä kerroksilla, huomioiden tarvittavilta osin vaarallisen jätteen kaatopaikoille asetetut vaatimukset Valtioneuvoston asetuksessa kaatopaikoista sekä valtioneuvoston kaivannaisjätteistä annetun asetuksen (190/2013) vaatimukset.

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

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

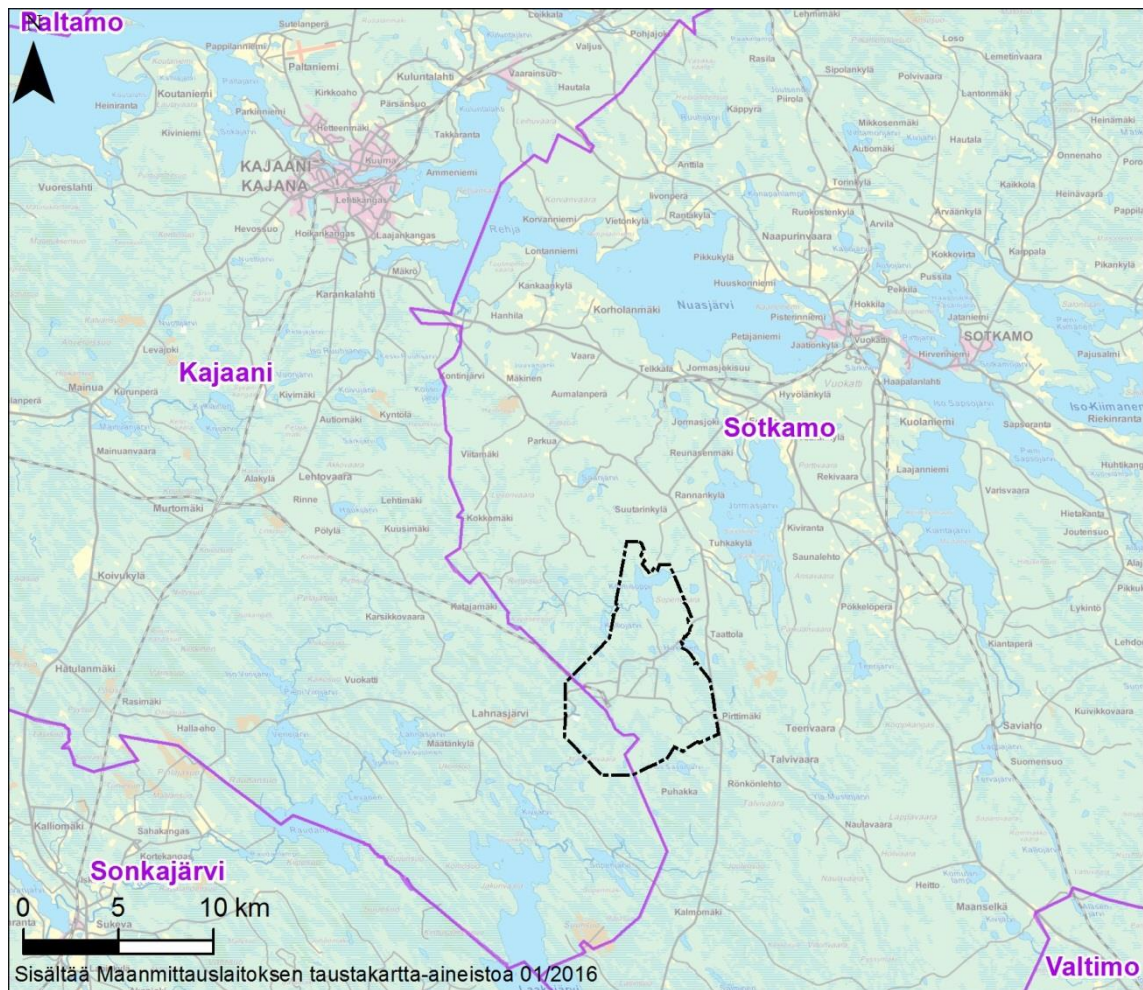
Terrafame Oy:n Sotkamon kaivoksella alkoi louhinta vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto vuonna 2009. Alkuvuosina kaivoksesta vastasi aikaisempi toiminnanharjoittaja, Talvivaara Sotkamo Oy ja elokuusta 2015 alkaen toiminnasta on vastannut Terrafame Oy. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Louhinta tapahtuu avolouhoslouhintana. Malmi murskataan, agglomeroidaan ja kasataan ensimmäisen vaiheen bioliuotuskasaksi. Metallit bioliuotetaan malmista, ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotusalueilla, mistä osa bioliuotuskasoilla kiertävästä kiertoliuoksesta johdetaan metallitehtaalte. Alueella on läjitysalueita, kuten pintamaiden läjitysalue ja kipsisakka-allas. Sivukiven läjitys erilliselle sivukivialueelle alkaa syksyllä 2017. Kaivospiiri sijaitsee pääosin Sotkamon kunnan alueella, Vuoksen ja Oulujoen vesistöjen vedenjakaja-alueella. Sijainti esitetään kartalla (Kuva 1-1).

Pöyry Finland Oy on laatinut tämän koosteen Terrafame Oy:n Sotkamon kaivoksen olemassa olevista käsitteellisistä sulkemissuunnitelmista, koetoiminnoista sekä täydentävistä selvityksistä. Lisäksi työssä on käytetty Terrafame Oy:n laatimia priorisointeja ja laskelmia tuotantoprosessien päättämisestä aikatauluineen. Koosteen tarkoituksena on esittää eri tarkkuustasojen sulkemissuunnitelmat yhtenäisessä muodossa, osa- ja yhteistavoitteineen – sekä kustannuksineen. Koosteen laadinnassa ei ole tuotettu uusia suunnitelmia.

Tässä sulkemissuunnitelmassa on esitetty sulkemiseen liittyviä periaatteita, jotka ovat sovellettavissa sekä tuotannon aikaiseen jätealueiden sulkemiseen että kaivoksen lopulliseen sulkemiseen tuotannon päätyttyä. Sulkemissuunnitelmassa on huomioitu myös kaivoksen mahdollinen ennenaikainen sulkeminen ilman tarkemmin määriteltyä ajankohtaa. Syksyllä 2016 ennenaikaisen sulkemisen katsottiin olevan yksi vaihtoehto, mikäli kaivokselle ei löytyisi jatkorahoitusta. Toiminnan ylösajon turvaava jatkorahoitus varmistui vuoden 2017 alkupuolella, joten ennenaikainen sulkeminen ei ole tällä hetkellä näköpiirissä oleva vaihtoehto. On kuitenkin huomioitava, että nykyaikaisiin sulkemissuunnittelun vaatimuksiin kuuluu (esim. ICMM 2012) ennenaikaisen tai tilapäisen sulkemisen mahdollisuuden huomioiminen.

Sulkemisen tavoitteet ja toimenpiteet määritellään olemassa olevan kaivostoiminnan mukaisesti, vesi- ja ympäristöluvot huomioon ottaen. Sulkemistoimenpiteet esitetään toteutettavaksi vaiheittaisen sulkemisen periaatteella, mm. jätealueiden täyttymisaikataulua mukaillen. Ympäristö vaikutuksia tarkkaillaan kunnes ympäristössä ei enää havaita kaivostoiminnan aiheuttamia muutoksia, vähintään kuitenkin 30 vuotta kaivoksen sulkemisen jälkeen. Jälkihoitosuunnitelmiin kuuluu varautuminen myös huoltotoimiin alueella.

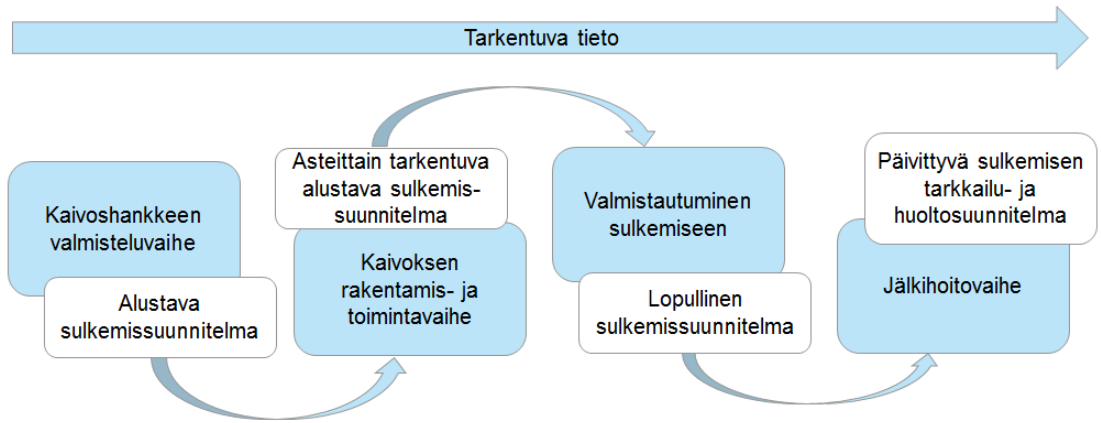
Tämä kooste ei vielä sisällä sulkemisen alustavaa työturvallisuussuunnitelmaa. Suunnittelun seuraavilla tasoilla yhdistetään sulkemissuunnitteluun myös alustava työturvallisuusriskien tunnistaminen, jotta voidaan varmistaa suunnitelmien yksityiskohtien toteutettavuus turvallisuusnäkökulmasta.



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

1.2 Sulkemissuunnittelun toimintamalli

ICMM:n laatima Integroidun kaivoksen sulkemisen työkalupakki (*Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit, International Council on Mining and Metals*) ohjeistaa kaivoksen sulkemista prosessina. Sulkemissuunnittelu alkaa käsitteellisellä (konseptuaalisella) tasolla jo kaivoshankeen elinkaaren alkuvaiheissa. Kaivoksen operatiivisen toiminnan aikana sulkemissuunnitelma on edelleen käsitteellinen, mutta se kuitenkin tarkentuu jatkuvasti tiedon karttuessa, jolloin myös epävarmuudet pienenevät. Prosessi esitetään havainnollistettuna, lyöhyästi ICMM:n mallia mukaillen alla (Kuva 1-2). ICMM:n suositteluun prosessiin kuuluu osatyökaluja liittyen mm. sidosryhmäyhteistyöhön, ympäröivään yhteisöön, riskien ja mahdollisuuksien tunnistamiseen ja hallintaan, tietopohjan kartoittamiseen, tavoitteiden asettamiseen ja muutoksen hallintaan.



Kuva 1-2. Sulkemissuunnittelun pääprosessi.

Terrafame Oy:n Sotkamon kaivoksen sulkemissuunnittelu on asteittain etenevä prosessi, joka koostuu useasta erilaisesta osa-alueesta. Tähän raporttiin on koottu suunnitelmat tiivistettynä, edustaen sitä suunnittelun tarkkuustasoa, joka on ollut käytettävissä elokuun alussa 2017. Raportissa esitetään myös työsuunnitelmat ja koosteraportin päivittämisen aikataulu, joiden puitteissa osasulkemissuunnitelmat ja kokonaisuus tarkentuvat asteittain. Suunnittelutyön tukena käytetään erilaisia selvityksiä, tutkimusohjelmia ja koejärjestelyjä. Näiden valmistuminen osa-alueittain mahdollistaa vastaavasti tarkentuvan suunnittelun. Vaikka sulkemissuunnittelussa ei kaivostoiminnan alkuvaiheessa ole hyödynnetty ICM:n työkalupakkia, pyritään jatkossa soveltamaan työkalupakkia osittain siten, että erityisesti suunnittelun osa-alueiden integraatio ja vaikutusarvioinnin kokonaisvaltaisuus tehostuvat.

2 KAIVOKSEN TOIMINNAN KUVAUS

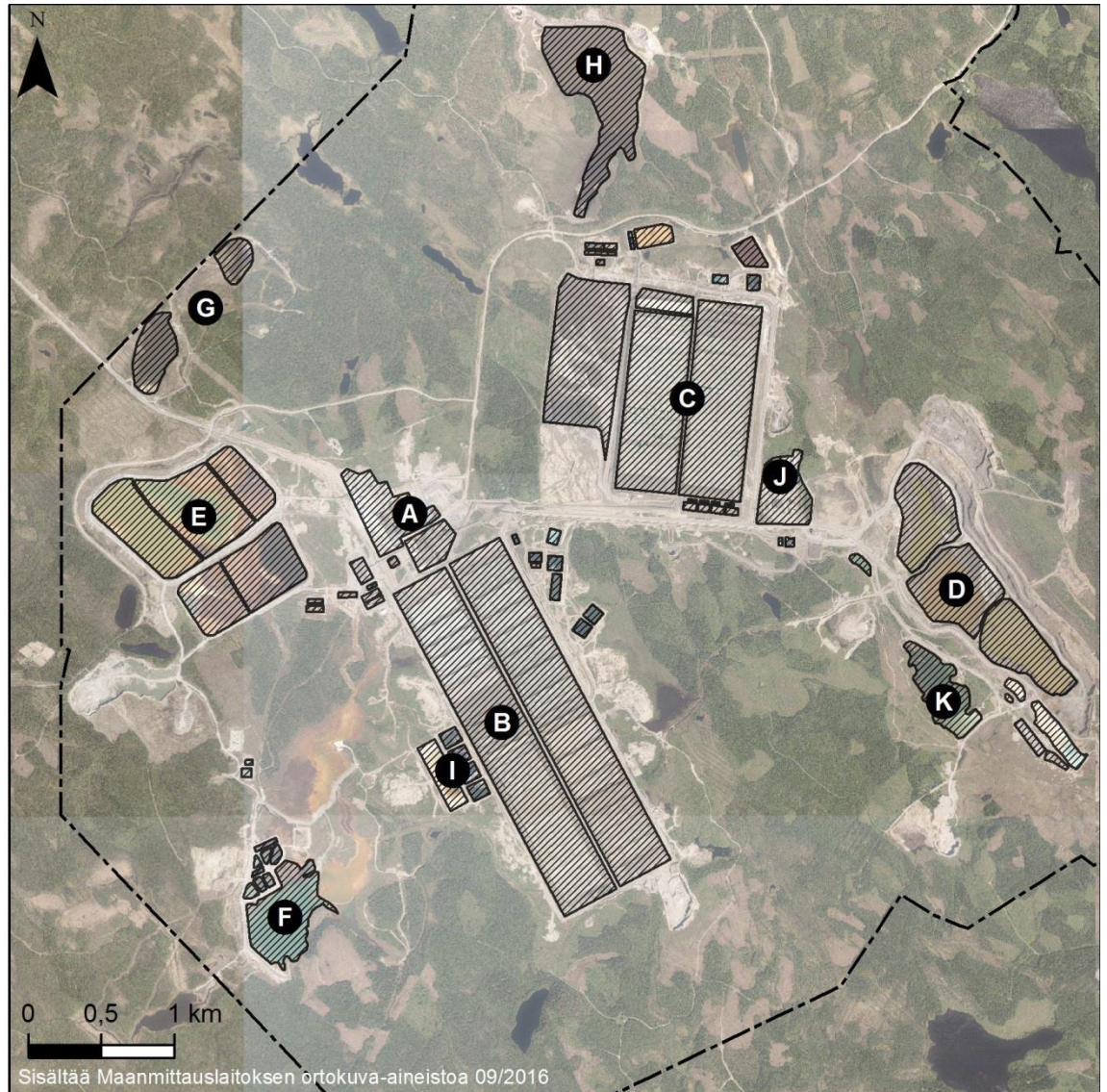
Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto vuonna 2009. Tuolloin kaivoksen toiminnasta vastasi Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaara Sotkamo Oy:n mentyä konkurssiin Terraframe Oy osti kaivoksen liiketoiminnan Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä 14.8.2015 ja on tämän jälkeen harjoittanut kaivostoimintaa Sotkamossa 15.8.2015 alkaen.

Terraframe Oy:n kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Tällä hetkellä käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen avolouhos (tällä hetkellä n. 223 ha), primääriliuotuskasat (n. 200 ha), sekundääriliuotuskasat (n. 200 ha), pintamaiden läjitysalue (n. 190 ha), kipsisakka-allas (n. 100 ha) ja tehdasalue (Kuva 2-1). Sivukiveä ei ole vielä läjitetty, koska se on hyödynnetty sekundääriliuotusalueen rakentamisessa. Sivukivialueesta KL2 on jätetty ympäristölupahakemus aluehallintovirastoon lokakuussa 2016. Lupapäätöstä odotetaan alkusyksyllä 2017.

Terraframen tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla liukoisiksi 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 nikkelikobolttisekasulfidin saostus. Saostukset tehdään kahdella eri saostuslinjalla, jotka ovat prosessivaiheiden suhteen lähes identtiset. Sakat erotetaan liuksesta sakeuttimessa.

Viimeisen prosessivaiheen jälkeen liuos syötetään raudansaostukseen ja loppuneutralointiin. Osa liuksesta palautetaan raffinaattina eli paluuliuoksena bioliuotuskiertoon. Raudansaostusvaiheessa liuoksen pH nostetaan kalkkikivilietteen avulla. Loppuneutralointivaiheen saostus toteutetaan nostamalla liuoksen pH selkeästi emäksiselle tasolle (pH = 10) kalkkimaidolla, mikä mahdollistaa jäännös- ja muiden metallien saostamisen hydroksidina. Kipsiä sisältävä hydroksidisakka erotetaan sakeuttamalla. Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite eli loppuneutralointisakka n johdetaan kipsisakka-altaaseen. Raudansaostuksen sakka johdetaan edelleen neutraloitavaksi keskusvedenpuhdistamolle, jossa sen pH nostetaan selkeästi emäksiselle tasolle. Keskusvedenpuhdistamon aliteliete johdetaan laskeutettavaksi kipsisakka-altaalle.



- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| A Tehdasalue | 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 2-1. Kaivostoimintojen sijainti (A-K) kaivospiirin alueella.

Kaivoksen tehdasalueella sijaitsee myös uraanin talteenottolaitos, jota ei kuitenkaan ole vielä otettu käyttöön. Laitos perustuu uraanin erottamiseen metalliliuoksesta uuttamalla. Prosessissa saadaan erotettua valtaosa liuoksessa olevasta luonnonuraanista. Talteenotto prosessissa käytetään uuttokemikaaleja, jotka ovat suljetussa kierrossa. Talteenotossa saatava uraanipuolituote saostetaan ja kuivataan. Apuaineena ja pe-suissa käytetään lisäksi happoja ja emäksiä. Laitoksella ei muodostu erikseen käsiteltäviä tai nykyisessä metallien erotusprosessissa syntyvistä laadultaan poikkeavia jätteitä.

Kaivoksen toimintoihin kuuluvat myös erilaiset tukitoiminnot, kuten kemikaalien valmistus (lähinnä vety, rikkivety ja kalkkimaito), laboratorio- ja tutkimustyöt, räjähdysaineiden

varastointi ja räjähdysaineen valmistus, polttoainevarastot ja jakelupisteet, alueet sivukivien ja pintamaiden läjitystä varten, toimisto-, huolto- ja sosiaalityöt sekä raakavesiputki ja jätevesien purkuputket erikseen teollisuusjätevedelle ja talousjätevedelle.

3 ALUEEN LYHYT KUVAUS

3.1 Sijainti

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

3.2 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 metsätalouskäytössä.

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 nikkelipitoisuudet ovat luontaisesti koholla malmioiden tuntumassa.

Kaivosalue sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueiden vedenjakajalla. Kaivosalueen vesi 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.

3.3 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.

3.4 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 kokonaismaakuntakaavan 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.

4 SULKEMISTA KOSKEVAT VAATIMUKSET

4.1 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 päättyttyä 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 päättyttyä 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.

Valtioneuvoston asetuksen vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun asetuksen muuttamisesta (1308/2015) liitteissä määritellään vesiympäristölle haitalliset aineet ympäristölaatuunormeineen vastaanottavissa vesistöissä.

4.2 Terrafamen kaivoksen sulkemistoimintaan vaikuttavat ympäristöluvut ja lupamääräykset

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto on antanut kaivokselle ympäristö- ja vesitalouslupan 30.4.2014, lupapäätös Nro 36/2014/1 Dnro PSAVI/58/04.08/2011. Päätös on tullut lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 9.5.2017.

Sulkemistoimiin liittyen lupaehdoissa on määrätty mm. seuraavaa:

109. Luvan haltija vastaa toiminnan päättyttyä edelleen tarpeellisista toimenpiteistä pilaantumisen ehkäisemiseksi, toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta.
110. Luvan saajan on tämän päätöksen lupamääräykset huomioon ottaen päivitettävä Talvivaaran kaivoksen sulkemissuunnitelmaa (19.10.2009) ja

toimitettava se aluehallintoviraston hyväksyttäväksi 28.2.2015. Sulkemissuunnitelman on katettava sekä ympäristönsuojelulain että vesilain nojalla toteutetut ja toteutettavat toimet.

Sulkemissuunnitelmaan on liitettävä myös suunnitelma liuotusprosessien hallituksi alas ajamiseksi sekä jätealueiden ja jätevesipäästöjen hallitsemiseksi tilanteessa, jossa kaivoksen toiminta keskeytyy osittain tai kokonaan normaalia huoltojaksoa pidemmäksi ajaksi.

Jos toiminta loppuu suunniteltua aiemmin, on sulkemista koskeva hakemus ja tilannetta vastaava sulkemissuunnitelma toimitettava viipymättä lupaviranomaisen ratkaistavaksi ympäristönsuojelulain 90 §:n 3 momentin mukaisesti.

111. Luvan saajan on aloitettava jätealueiden ja kaatopaikkojen sekä liuotusalueiden sulkeminen tiiviillä pintarakenteella tuotantotoiminnan aikana sitä mukaa kun jätealueen tai kaatopaikan osa saavuttaa lopullisen kokonsa ja muotonsa tai sen käyttö on muusta syystä loppunut. Sulkemistoimia on jatkettava vuosittain täyttötoiminnan edetessä.

Suoto- ja kaatopaikkavesien muodostumisen estämiseksi muotoiltujen kaivannaisjätteen jätealueiden ja kaatopaikkojen sekä liuotusalueiden päälle on tehtävä 19.10.2009 päivätyn kaivoksen sulkemissuunnitelman mukainen tiivis pintarakenne. Lakialueella pintarakenteessa on oltava alhaalta lukien yhtenäinen 1,5 mm:n HDPE- muovikalvosta tehty keinotekoinen eriste ja sen päälle asennettuna levitettävä vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros. Keinotekoinen eriste on suojattava ylä- ja alapuolelta pistemäisiä kuormituksia vastaan.

Luiskissa keinotekoisien eristeiden päälle on asetettava sulkemissuunnitelman mukaisesti vähintään 200 mm:n kuivatuskerros, jonka päälle tulee vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros.

Kerrokset on tarvittaessa erotettava suojatekstiilillä.

Kipsisakka-altaan 1 lohkoille 1–3 on rakennettava valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) ja sen liitteen 1 mukainen vaarallisen jätteen kaatopaikkaa koskeva pintarakenne.

112. Ennen toiminnan suunniteltua lopettamista kaikki ensimmäisen vaiheen liuotusalueen malmi on oltava liuotettuna ja siirrettynä toisen vaiheen liuotusalueelle. Toisen vaiheen liuotusta ja metallien talteenottoa on jatkettava siihen asti, kunnes pääosa toiminnan aikana kertyneen kokemuksen mukaan liukenevasta metallista on liuotettu ja otettu talteen.

Liuotustoiminnan loputtua ensimmäisen vaiheen liuotusalue ja liuosaltat rakenteineen on poistettava ja mahdollinen pilaantunut maa- aines sijoitettava luvan saaneelle kaatopaikalle tai muutoin kunnostettava. Ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle on malmin poistamisen jälkeen levitettävä kasvukerros alueen kasvittumisen nopeuttamiseksi.

Jätealueiden ja kaatopaikkojen suotovesialtaat on pidettävä vesien käsittelyaltaina toiminnan loppumisen jälkeen.

113. Toisen vaiheen liuotusalueiden, sivukivien jätealueiden ja kaatopaikkojen suotovedet on toiminnan loppumisen jälkeen käsiteltävä ja johdettava vesistöön siten, että pitoisuudet alittavat johdettavien vesien raja-arvot.

Jätealueiden ja kaatopaikkojen tiivistyskerroksen yläpuoliset puhtaat vedet voidaan johtaa suoraan maastoon.

114. Luvan saajan on toiminnan lopettamisen jälkeen käsiteltävä avolouhoksesta ylivirtaava vesi ennen johtamista vesistöön, siten, että pitoisuudet alittavat johdettavien vesien raja-arvot.
115. 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.

Luvan saajan on huolehdittava siitä, että kaivostoiminnan lopettamisen jälkeenkin kaivannaisjätealueista, kaatopaikoista ja muista kohteista aiheutuvien päästöjen rajoittamiseksi tarpeelliset rakenteet ja laitteet ovat käytössä ja pysyvät toimintakuntoisina siihen asti kunnes lupaviranomainen jälkihoitovaiheen päästö- ja vaikutustarkkailutietojen perusteella päättää, että järjestelmät eivät ole tarpeen.

Lisäksi Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) on osaltaan huomionnut sulkemiseen liittyviä asioita kaivosluvassa annettavien yleisten ja yksityisten etujen turvaamiseksi tarpeellisista määräyksistä antamassaan päätöksessä.

4.3 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.

Sulkemissuunnitteluun liittyvien dokumenttien tarkastuksessa, riskien ja mahdollisuuksien tunnistamisessa sekä jatkosuunnittelun tarvearvioinnissa on löyhästi sovellettu periaatteita mm. seuraavista lähteistä: EC BREF dokumentti "Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities" (EC 2009), "Planning for Integrated Mine Closure – toolkit" (ICMM 2012), Kaivoksen Sulkemisen Käsikirja (GTK 2005), suomalaisen kaivosvastuujärjestelmän toimintaperiaatteita (Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017) sekä dokumenttia "Mine closure and completion" (Australian Government, Dept. of industry, Tourism and Resources 2006).

Eräänä poimintana hyvistä käytännöistä mainittakoon, että sulkemissuunnittelun tulee alkaa varhain kaivoksen suunnitteluvaiheessa ja edetä suunnitelmallisesti asteittain ja päivitysten kautta (ICMM 2012, Australian Government, Dept. of industry, Tourism and Resources 2006, Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto 2017). Sulkemissuunnitelmaa kutsutaan konseptuaaliseksi eli käsitteelliseksi suunnitelmaksi lähes kaivostoiminnan loppuun asti, jolloin suunnitelma perustuu jo toteutuneeseen tilanteeseen ja tarkkuus- tasoltaan alkaa soveltua hankintatyön tueksi. Hyvän käytännön mukaista onkin nivoa sulkemissuunnittelu osaksi kaivoksen investointisuunnittelua, mutta samalla kytkeä tarkistukset ja päivitykset myös toiminnan rutiineihin.

Toisena hyvien käytäntöjen poimintana nostettakoon esille eräs määrittely kaivannaisjätteen hallinnan BREF-dokumentista (*Reference Document on Best Available techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities, European Commission 2009*). Määrittely koskee kaivannaisjätealueiden sulkemisen keskeisimpiä kysymyksiä:

- rakenteiden fyysinen stabiliteetti,
- jäteaineksen kemiallinen stabiliteetti sekä
- maa-alueiden palauttaminen luonnonmukaiseen tilaan

Kolmannessa poiminnassa, joka myös on yllä mainitusta BREF-dokumentista, korostetaan rakenteiden kestävyttä poikkeusolosuhteissa, kuten äärimmäiset sääolosuhteet, tulvat sekä maanjäristykset. Myös eroosion kestävyys on keskeisiä tavoitteita.

Myös viimeinen poiminta koskien hyviä käytäntöjä on BREF-dokumentista. Kaivoksen sulkemissuunnittelun tulee olla tapauskohtaista eikä täysin valmiita paikasta toiseen kopioitavissa olevia ratkaisuja ole. Tapauskohtaisten sulkemisvaihtoehtojen arvioinnin perustana käytetään kaivoksen ja kaivannaisjätteen piirteiden ohessa paikkakohtaisia ympäristötietoja, kuten vesitase, peitemateriaalien saatavuus sekä pohjaveden pinnan taso.

4.4 Ympäristöolosuhteiden asettamat vaatimukset

Suljetusta kaivosalueesta ei tule aiheutua haittaa tai vaaraa ympäristölle tai ihmisten terveydelle. Mahdollisiin ympäristöhaittavaikutuksiin lukeutuvat pöly-, pintavesi- ja pohjavesivaikutukset sekä maisema. Erityisesti huomiota on kiinnitettävä siihen, että sulkemistoimenpiteiden jälkeiset kaivoksen osa-alueiden yhteisvaikutukset vastaanottaville vesistöille jäävät mahdollisimman vähäisiksi eivätkä ylitä vastaanottavien vesistöjen kantokykyä. Koska kaivos sijoittuu Oulujoen ja Vuoksen vesistöjen vedenjakajalueelle, vaikutusarvioinnin onnistuminen vaatii myös luotettavaa tulkintaa toiminnan jälkeisistä pinta- ja pohjavesijakajista, jotta pystytään laskemaan vaikutusten kohdistuminen oikeisiin vesistöalueisiin.

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.

5 SULKEMISEN TAVOITTEET

5.1 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

5.2 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 12 mennessä sulkemisesta, jolloin mm. louhoksen vedenpinta on lopullisessa asemassaan ja kipsisakka-aldaiden sulkeminen saatu päätökseen. Muodostuvan louhosjärven veden laatu tulee mahdollisesti vaatimaan säätämistä, ainakin alkuvaiheessa. Tästä syystä sovelletaan joko varoituskylttejä tai liikkumisen rajoittamista veden laadun tilanteesta riippuen.

Radioaktiivisuusmittausten osalta turvallisuustavoite toteutuu, kun aktiivisuusindeksin arvo on pienempi tai yhtä suuri kuin 1. Jo toiminnan aikana aktiivisuuspitoisuudet ovat olleet hyvin alhaisia. Sulkemistoimintojen jälkeen ja mahdollisesti niiden aikana tehdään säteilyselvityksiä, joilla varmistetaan että käytetyt sulkemistoimenpiteet ovat riittävät säteilyturvallisuuden kannalta. Sulkeminen toteutetaan siten, ettei myöskään vesiliukoisista aineista tai kaasumaisesta radonista pääse muodostumaan haittaa ihmisille tai ympäristölle (Ramboll Finland Oy 2010).

5.3 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.

Kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvassa 30.4.2014 (36/2014/1), joka on tullut lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 9.5.2017, todetaan vesilaadusta, että toisen vaiheen liuotusalueiden, sivukivien jätealueiden ja kaatopaikkojen suotovedet on toiminnan loppumisen jälkeen käsiteltävä ja johdettava vesistöön siten, että pitoisuudet alittavat johdettavien vesien raja-arvot. Jätealueiden ja kaatopaikkojen tiivistyskerroksen yläpuoliset puhtaat vedet voidaan kuitenkin johtaa suoraan maastoon. Lisäksi toiminnan lopettamisen jälkeen on käsiteltävä avolouhoksen ylivirtaama ennen johtamista vesistöön, siten, että pitoisuudet alittavat johdettavien vesien raja-arvot. Toiminnan aikaisia raja-arvoja sovelletaan toistaiseksi myös sulkemisen jälkeisinä laatuavoitteina.

Oulujoen ja Vuoksen purkureiteille yksittäisten näytteiden pitoisuuksien raja-arvot ovat Ni <0,3 mg/l, Cu <0,3 mg/l, Zn <0,5 mg/l, U <10 µg/l, SO₄ <6 000 mg/l, Hg(liuk.) <5 µg/l ja Cd (liuk.) <10 µg/l. pH:n tulee olla rajoissa 5,5-9,0. Lisäksi on raja-arvoja virtaamapainotteisille kuukausikeskiarvoille: Al(kok) <0,5 mg/l, Fe(kok) <4 mg/l, SO₄ <4 000 mg/l, kiintoaine <15 mg/l, Mn(kok) <6 mg/l, Hg (liuk.) <1,5 µg/l ja Cd <3 µg/l (liuk.). Nämä raja-arvot perustuvat Vaasan hallinto-oikeuden päätökseen (16/0089/2) 28.4.2016.

Lähinnä aktiivisen sulkemistyön aikaisia vesiä silmällä pitäen, purkuputken kautta Nuasjärveen johdettaville vesille sovelletaan purkuputken ympäristölupapäätöksessä (43/2015/1 ja VHO 16/0091/2) asetettuja virtaamapainotteisten kuukausikeskiarvojen raja-arvoja: Al <0,5 mg/l, Ni <0,3 mg/l, Cu 0,3 mg/l Zn <0,5 mg/l, Fe <4 mg/l, U <10 µg/l, SO₄ < 4 000 mg/l, kiintoaine <15 mg/l, Mn <6 mg/l, Hg (liuk.) 1,5 µg/l ja Cd(liuk.) 3,0 µg/l. Yksittäisten näytteiden raja-arvot ovat SO₄ <6 000 mg/l, Hg(liuk.) 5 µg/l ja Cd(liuk.) 10 µg/l.

Tavoitteisiin kuuluvat myös hyvä maaperän laatu ja haitta-aineiden merkittävän kulkeutumisen estäminen pohjaveden välityksellä. Olemassa oleva ympäristölupa velvoittaa myös sulkemaan jätealueita sitä mukaa kuin ne tulevat lopulliseen täyttöönsä. Lupa määrää, että kaivannaisjätteen jätealueille yhtenäisen 1,5 mm:n HDPE- muovikalvoeristeen suoja- ja kasvukerroksineen (0,5 m). Lakialueella keinotekoinen eriste on suojattava ylä- ja alapuolelta pistemäisiä kuormituksia vastaan. Luiskissa keinotekoisien eristeen päälle on asetettava vähintään 200 mm:n kuivatuskerros, jonka päälle tulee vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros. Nykyisessä ympäristöluvassa kipsisakka-altaan 1 lohkoille 1–3 on määrätty valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) ja sen liitteen 1 mukainen vaarallisen jätteen kaatopaikkaa koskeva pinta-rakenne.

Jätealueiden ja kaatopaikkojen suotovesialtaat on pidettävä vesien käsittelyaltaina toiminnan loppumisen jälkeen. Lisäksi tavoitteena on saada vesien määrä ja laatu sellaiselle tasolle, että aktiivisesta vesien käsittelystä pystytään luopumaan noin 10 vuoden kuluessa sulkemisesta ja esimerkiksi siirtymään passiiviseen vesienkäsittelyyn.

5.4 Maankäyttö- ja maisematavoitteet

Maankäyttötavoitteena on pystyä mahdollisimman pitkälle hyödyntämään alueelle tehdyt rakennukset ja rakenteet, ympäristöön ja ympäröivään yhteisöön soveltuvalla tavalla. Maisemakuvaltaan alue pyritään sopeuttamaan ympäristöönsä. Mahdollisimman suuri osa alueesta pyritään palauttamaan luonnontilan kaltaiseen tilaan ja soveltuvilta osin metsätaloustalouteen.

5.5 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, metsät ja luonnon monimuotoisuus kuuluvat eri sidosryhmien keskeisimpiin tavoitteisiin. Sidosryhmien odotuksista tulee kuitenkin koota aika ajoin uutta päivitettyä tietoa asteittain tarkentuvan sulkemissuunnittelun tueksi.

5.6 Tavoitteiden yhteenveto ja mitattavuus

Tässä sulkemissuunnitelmassa tavoitteet esitetään käsitteellisessä muodossa. Viimeistään toimeenpanovaiheen 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 4.3). Sulkemisen tavoitteet ja välitavoitteet on tiivistetty periaatetasolla alla (Taulukko 5-1).

Taulukko 5-1. Sulkemisen tavoitteet ja välitavoitteet.

Tavoite	Sulkemisen aloitustilanne	Osatavoitteet	Kokonaistavoite
Alueturvallisuus	Ylläpidetään operatiivisen toiminnan aikaisia liikkumisrajoituksia ja turvallisuuskäytäntöjä.	1. Louhoksen luiskaukset ovat lopullisessa asemassaan ja stabiliteetti on varmistettu. 2. Jätealueiden ensimmäiset (mallialueet) on luiskattu lopulliseen asemaansa ja peitetty. Rakenteiden stabiliteetti 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 kulkeutumisriskit on minimoitu eikä maaperä tai pohjavesi aiheuta haittaa ympäristölle tai ihmisten terveydelle.
Pintavesi	Vedet lähtevät alueelta keskusvedenpuhdistamon kautta.	Ensimmäisenä osatavoitteena on sulfaatti- ja metallipäästöjen pienentäminen bioliuotusalueiden sulkemisen ja metallien talteenoton päättymisen yhteydessä.	Alueen metallitase on ympäristön kannalta kestävä. Alueelta poistuvan veden laatu on vähintään kaivoksen toiminnan aikaisen ympäristöluvan mukainen (kappale 5.3).
Biodiversiteetti	Alue on teollisuuskäytössä.	Ensimmäisenä osatavoitteena ympäristö saatetaan fysikaalisesti ja kemiallisesti stabiiliin tilaan ja luodaan tarvittavat edellytykset kasvilisyyden kehittymiseksi.	Lukuun ottamatta jätealueiden peittoja (joissa rakenteen turvaaminen rajoittaa kasvillisuustyyppejä) alueen monimuotoisuuden tulee pääpiirteissään vastata pitkällä aikavälillä vähintään metsätalousmaan monimuotoisuutta. Lisäksi pyritään edesauttaamaan liito-oravien ja lepakoiden elinalueiksi soveltuvien osa-alueiden muodostumista.
Maankäyttö ja maisema	Alue on teollisuuskäytössä.	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.
Jätealuerakenteet	Pohjarakenteet ovat olemassa ja pintarakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa on huomioitava myös pohjarakenteet.	Välitavoite on lopputavoitteen kaltainen, mutta toteutetaan osa-alue kerrallaan alueiden sulkemisen myötä.	Tavoite sisältää rakennemäärittelyn: Kaivannaisjätteen jätealueille asennetaan yhtenäinen 1,5 mm:n HDPE-muovikalvoeristeen suoja- ja kasvukerros (0,5 m). Keinotekoinen eriste suojataan ylä- ja alapuolelta pistemäisiä kuormituksia vastaan. Luiskissa keinotekoisien eristeen päälle on asetettava vähintään 200 mm:n kuivatuskerros. Päällimmäiseksi tulee vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros. Nykyisen ympäristöluvan mukaan kipsisakka-altaan 1 lohkoille 1–3 sovelletaan pintarakennetta, joka täyt-

			tää valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) ja sen liitteen 1 mukaisen vaarallisen jätteen kaatopaikkaa koskevat vaatimukset.
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.

6 ALUEIDEN SULKEMINEN

6.1 Bioliuotuskasat

Vaatimukset:

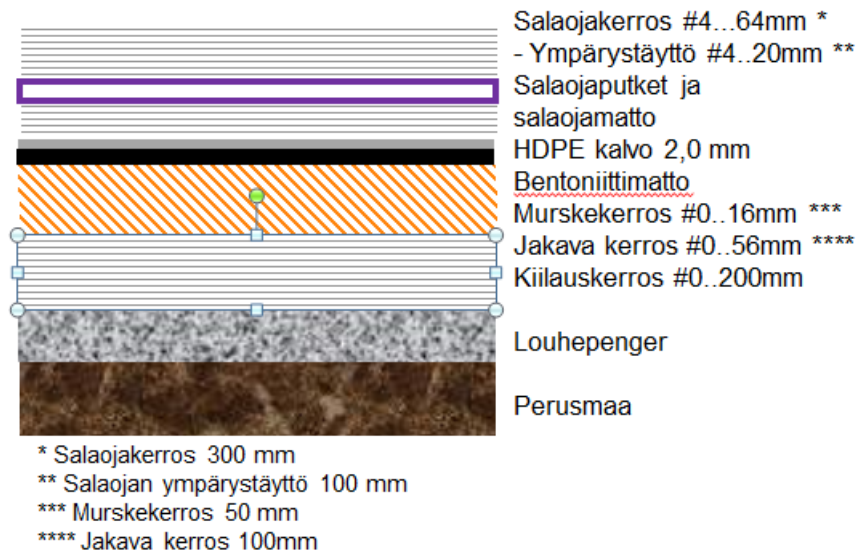
- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Kemikaaliturvallisuuslaki (390/2005), 133 §, koskien alueen puhdistamista vaarallisista kemikaaleista.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetus vaarallisista aineista (1308/2015), 4§ ja liite 1E, koskien vaarallisten aineiden päästökieltoa pohjaveteen.
- Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Lupapäätös Nro 36/2014/1, Lupamääräykset 109 ja 115 koskien pilaantumisen ehkäisemistä, lupamääräys 110 koskien liuotusprosessin hallittua alasajoa kaivoksen toiminnan keskeytyessä ennen varsinaista loppumista, Lupamääräys 111 koskien jätealueiden muotoilua ja peittämistä, lupamääräys 112 koskien ensimmäisen vaiheen liuotusalueen liuotuksen loppuunviemistä ja massojen siirtoa toisen vaiheen liuotusalueelle ennen toiminnan lopettamista sekä lupamääräys 113 koskien suotovesien hallintaa.
- 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 puolentoista vuoden ajan. Bioliuotuksessa malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoiminnan kautta liukoisiksi 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.

Ensimmäisen vaiheen liuotus

Kun kaivos suljetaan ja malmintuotanto loppuu, bioliuotuksen primäärioliuotukseen ei kasata uutta malmiä. Primäärioliuotuksessa oleva malmi siirretään tuotannonaikaiseen tapaan ensimmäisen vaiheen liuotuksen jälkeen toisen vaiheen liuotukseen. Kun kaikki alueella ollut malmi on siirretty toisen vaiheen liuotukseen, ensimmäisen vaiheen liuotusalueen alla oleva kalvo, bentoniittimatto, salaojakerrokset, salaojitukset ja ilmastusputkisto poistetaan. Maa-ainekset sijoitetaan kipsisakka-altaaseen tai toisen vaiheen bioliuotusalueelle tai muuhun sijoituspaikkaan aineiden laadusta riippuen ja putkistot kuljetetaan luvallisiin sijoitus- tai käsittelykohteisiin.

Jäljelle jäävien mineraalimateriaalien ja maaperän mahdollinen pilaantuneisuus ja happamuus tutkitaan. Tarvittaessa suoritetaan puhdistus- tai neutralointitoimenpiteitä. Saastuneet materiaalit poistetaan. Jälkihoidettava pohjarakenne esitetään alla (Kuva 6-1).



Kuva 6-1. Ensimmäisen vaiheen liuotusalueen pohjarakenne, lohkot 1-4 + 5 ja 6. Kuva Terrafame Oy.

Lopuksi alueelle levitetään 0,5 metriä paksu maakerros hyödyntäen lähialueelle varastoituja rakennusvaiheen maanpoistomaita. Alue siirtyy vähitellen metsätalouskäyttöön. Sulkemisen aikataulussa ensimmäisen vaiheen bioliuotusalueen purkaminen sijoittuu toimenpiteiden alkupäähän, vuosille 1 ja 2 sulkemistyön aloittamisesta.



Kuva 6-2. Ilmakuva ja valokuva primääribioliuotusalueesta (kts. Kuva 2-1 alue B). Mittasuhteita voi hahmottaa valokuvasta, jossa näkyy ihminen kävelemässä kasan päällä.

Toisen vaiheen liuotus

Primääriliuotuksen jälkeen malmi siirretään toisen vaiheen liuotusalueelle (Kuva 6-4), missä liuotusta jatketaan, jotta metallit saadaan talteen myös osittain liuenneista kasan osista. Toisen vaiheen liuotusalue on myös liuotetun malmin loppusijoituspaikka.

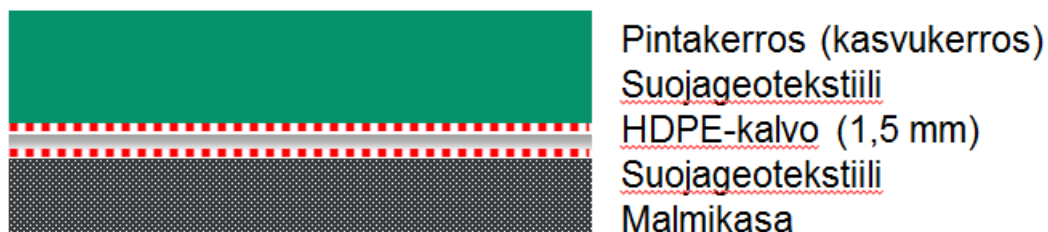
Vuonna 2016 toisen vaiheen liuotusalueilla oli materiaalia yhteensä 18 392 032 m³. Materiaalin jätenumero on 01 03 07* ja se koostuu sekä loppuun liuenneesta malmista että kasoille muodostuvista reaktiotuotteista (sekundäärimineraaleista). Materiaalin oletetaan olevan happamia suotovesiä muodostavaa. Pilot-kokeen lopullisessa liuotusjäännöksessä rikkipitoisuus oli 7,18 %. Nikkeliä oli 0,05 %, sinkkiä 0,11 %, kuparia 0,07 %, kobolttia 0,01 %, lyijyä 0,01 %, arseenia 0,01 % ja molybdeenia 0,01 %.

Tuotannon aikaisen jäännöksen karakterisointituloksia ei ole vielä käytettävissä. Suunnitelmia joudutaan siis tarkistamaan lähtötiedon tarkentuessa ja tieto hyödynnetään sulkemissuunnitelman päivitysten yhteydessä. Toisen vaiheen bioliuotusalueet ovat nykyisessä ympäristöluvassa luokiteltu vaarallisen jätteen kaatopaikoiksi, jotta jäteläadun epävarmuuteen liittyvät riskit tulevat minimoiduksi.

Jätealueen 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.

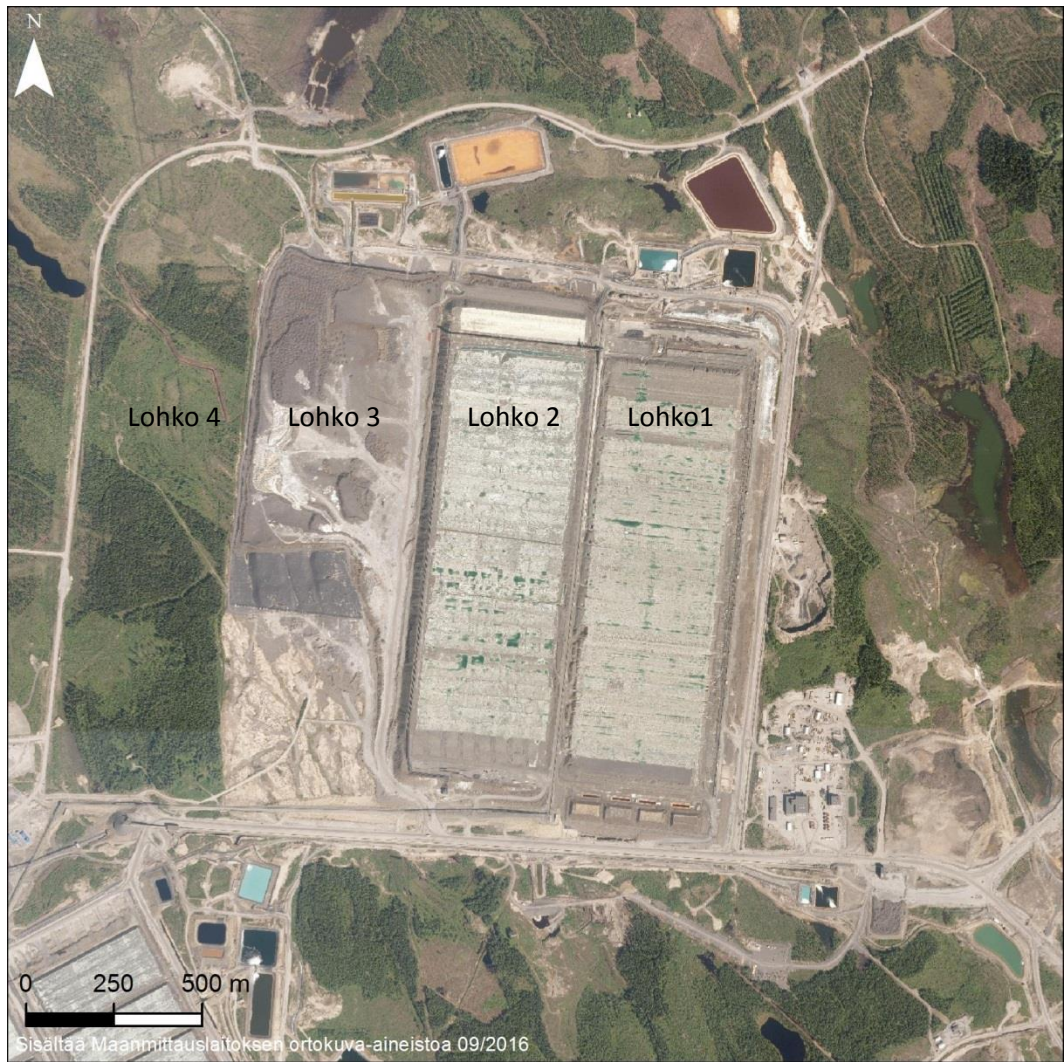
Sulkemistyön alkaessa pinnat ja luiskat tasoitetaan ja muotoillaan. Lakialueet muotoillaan reunoja kohti viettäviksi, kaltevuuteen 1:3 tai loivemmiksi. Sisäisillä kallistuksilla ja salaojilla varmistetaan, että sadevettä ei kertyisi päälle asennettavien vedenpitävien rakenteiden päälle. Luiskan pysymisen varmistamiseksi ja kasvillisuutta varten tehdään porrastus.

Toisen vaiheen bioliotuskasat jätetään paikoilleen kaivostoiminnan päättyttyä ja ne peitetään ympäristöluvan vaatimukset täyttävillä eristeillä, joilla minimoidaan hapen ja veden kulkeutuminen jätteeseen. Nykyinen peittorakennesuunnitelma esitetään alla (Kuva 6-3).



Kuva 6-3. Toisen vaiheen bioliuotusalueen tuleva peittorakenne. Kuva Terrafame Oy.

Suljetut kasat eivät sovi metsätaloustalouteen. Kasvillisuuden edistämiseksi levitetään osalle aluetta paksumpi maakerros. Osalle aluetta levitetään kivimurskaa kasvillisuuden ja juurten aiheuttamien vaurioiden estämiseksi. Maa/kivi-aineksen laadulla ja ravinteisuuden säätämällä voidaan myös edistää lyhytjuurisen kasvillisuuden kehittymistä ja rajoittaa voimakasjuuristoisen kasvillisuuden leviämistä peiterakennealueilla, erityisesti alkuvaiheessa. Osana jälkihoitoa varaudutaan poistamaan tarvittaessa puustoa, esimerkiksi noin kymmenen vuoden välein.



Kuva 6-4. Ilmakuva ja valokuva sekundääribioluotusalueesta (Kts. Kuva 2-1 alue C).

Toisen vaiheen liuotuskasojen 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 tiiviys, sekä rakenteiden pysyvyys suhteessa aikaan. Jälkihoidon tarvemäärityt ja peitosuunnitelmat tullaan tarkistamaan näiden koerakenteiden sekä muun tehtävän tutkimuksen sekä hankkeista saatavan tiedon, niiden seurantatulosten sekä tarkentuvan kaivannaisjätteen karakterisointitiedon perusteella.

Sekundääriliuotuskasoja suljetaan sitä mukaa, kun ne on kasattu lopulliseen täyttötalavuuteensa ja liuotettu loppuun. Nykyisistä sekä suunnitelluista sekundääriliuotuskasosista lohkojen 1-4 valmistuminen ja siten myös sulkeminen on aikataulutettu lohkoittain ensimmäiseksi. Toistaiseksi rakentamattomat, suunnitellut lohkot 5-8 suljetaan näiden jälkeen liuotuksen loputtua näillä kasoilla. Mahdolliset tulevat muut lohkot suljetaan vastaavan aikataulutuspäätöksen mukaisesti.

6.2 Kipsisakka-altaat

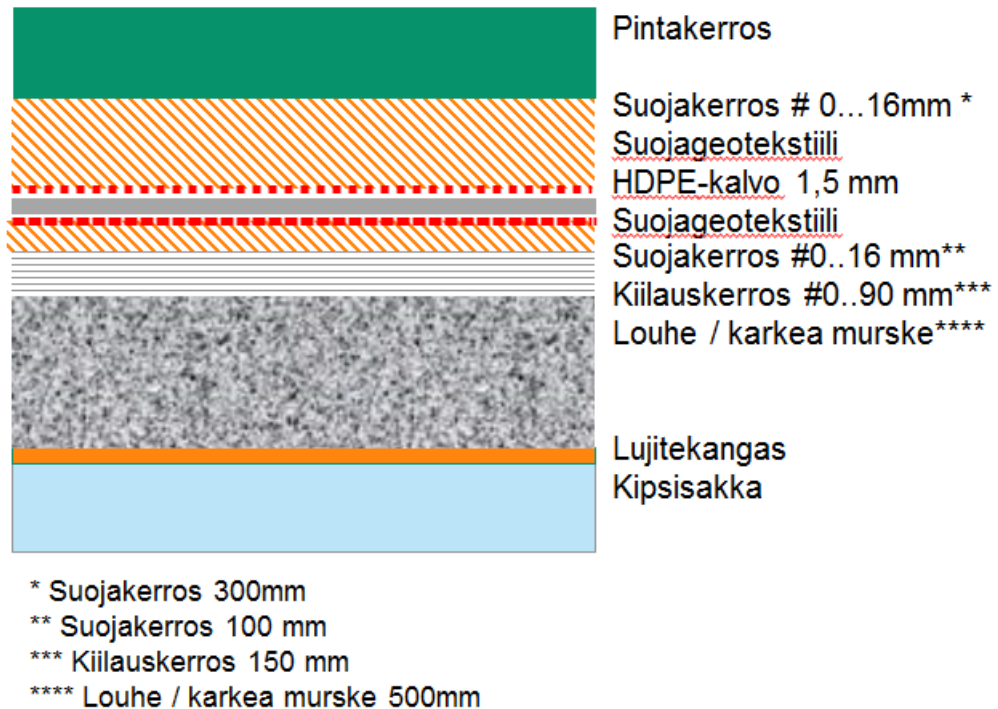
Huomioitavat vaatimukset:

- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Valtioneuvoston asetus vaarallisista aineista (1308/2015), 4§ ja liite 1E, koskien vaarallisten aineiden päästökieltoa pohjaveteen.
- Lupapäätös Nro 36/2014/1, Lupamääräykset 109 ja 115 koskien pilaantumisen ehkäisemistä, Lupamääräys 111 koskien jätealueiden muotoilua ja peittämistä sekä lupamääräys 113 koskien suotovesien hallintaa.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiiliteettia.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pölyn estäminen, pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

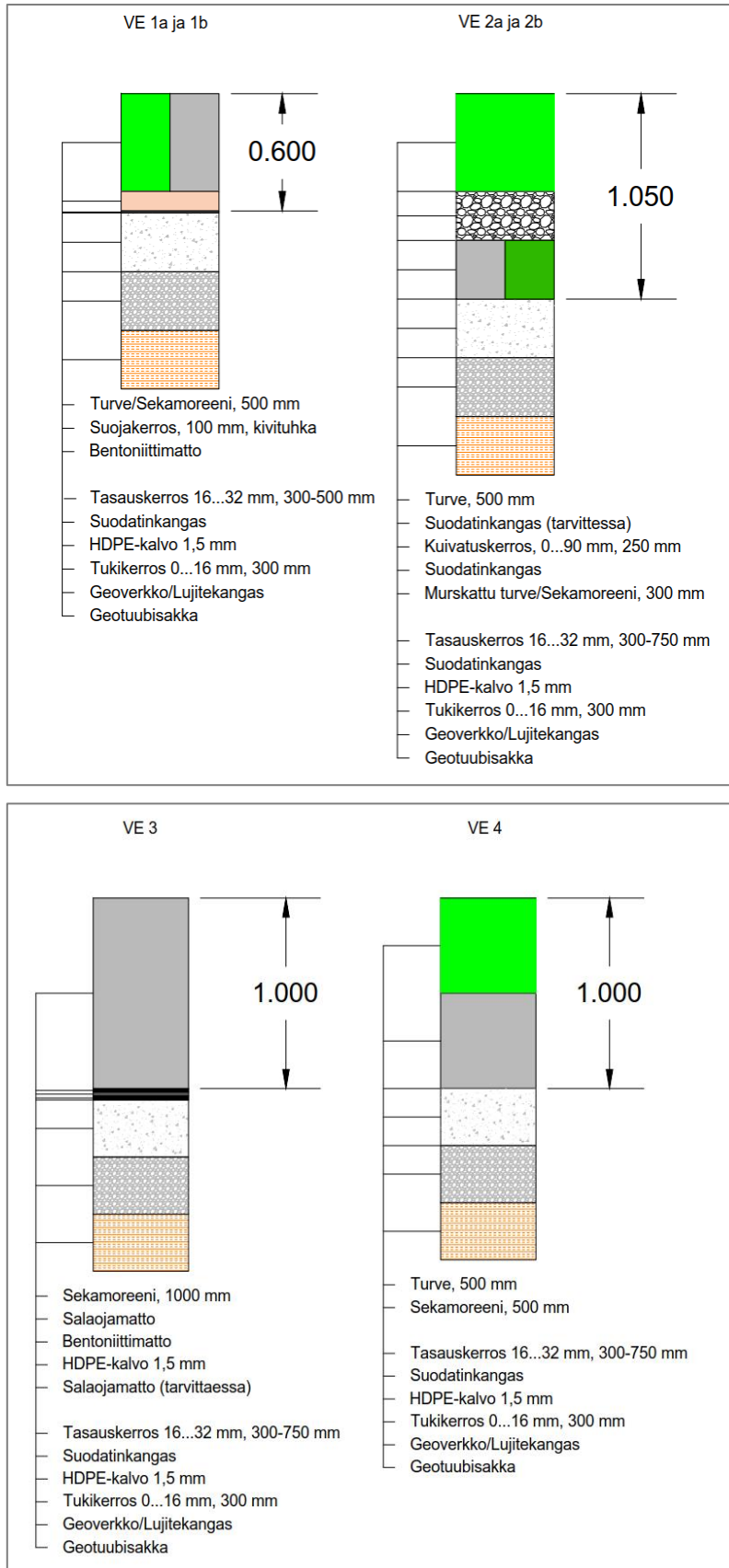
Kaivosalueella on kaksi kipsisakka-allasta, jotka jakautuvat kuuteen lohkoon. Metallien talteenotto-prosessissa syntyy sakkaa, joka varastoidaan kipsisakka-altaisiin (Kuva 6-7). Loppuneutraloinnin sakan jätenumero on 11 02 07* (Ramboll Finland Oy 2016). Kipsisakka-altaille on läjitetty kaivoksen toiminnan aikana myös raudansaostuksen sakkaa (jätenumero 11 02 07*), jota ei nyttemmin muodostu enää erillisenä jätejakeena vaan sakka johdetaan neutraloitavaksi keskusvedenpuhdistamolla, ja se läjitetään kipsisakka-altaille korkeassa pH:ssa osana keskusvedenpuhdistamolla muodostuvaa sakkaa (19 02 05*, 19 02 06). Lisäksi lohkolle 1, joka ei ole ollut tuotannollisessa käytössä vuoden 2012 jälkeen, on läjitetty geotuubeissa tiivistettyä vesienkäsittelysakkaa osana lohkon täyttömuotoilua. Vuoden 2014 ympäristöluvan mukaan kipsisakka-altaat ovat vaarallisen jätteen kaatopaikkoja. Sakalla on vaaraominaisuus H7 (syöpää aiheuttava) perustuen nikkelyyhdisteisiin ja se luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi.

Jätelaadun osalta voidaan todeta, että loppuneutralointi- ja rautasakoissa nikkeli-, sinkki- ja mangaanipitoisuudet ovat olleet koholla. Pitoisuudet jäivät kuitenkin alle vaarallisten jätteiden raja-arvojen. Loppuneutralointisakassa on korkea kokonaisrikkipitoisuus, mutta vain vähän sulfidista rikkiä. Vuoden 2016 tammi-maaliskuun kokoomänäytteenä (Ramboll Finland Oy 2016) kokonaisrikkipitoisuus oli 11,9 %, mutta sulfidisen rikin pitoisuus ainoastaan 0,04 %. Neutralointipotentiaali (NP kg CaCO₃/t) oli korkea, 143 ja neutralointipotentiaalisuhde 115. Loppuneutralointisakka ei siis ole happoa tuottavaa materiaalia. Haitallisten aineiden liukoisuudet ovat olleet alhaisia, mutta esimerkiksi sulfaatti on ylittänyt tavanomaisen jätteen kaatopaikan kriteerin.

Nykyinen suunnitelma kipsisakka-altaiden sulkemisesta on peittää altaat HDPE-kalvoon perustuvalla tiivisrakenteella ja sen suojakerroksilla (alla oleva Kuva 6-5). Terrafame on lisäksi aloittanut vuonna 2016 koetoiminnan, jossa se tutkii vaihtoehtoisia peiterakenteita. Koetoiminta on toteutettu kipsisakka-altaan 1 loholla 1, jossa testataan neljää eri peiterakennetta (Kuva 6-6).



Kuva 6-5. Kipsisakka-altaiden suunniteltu peitterakenne.

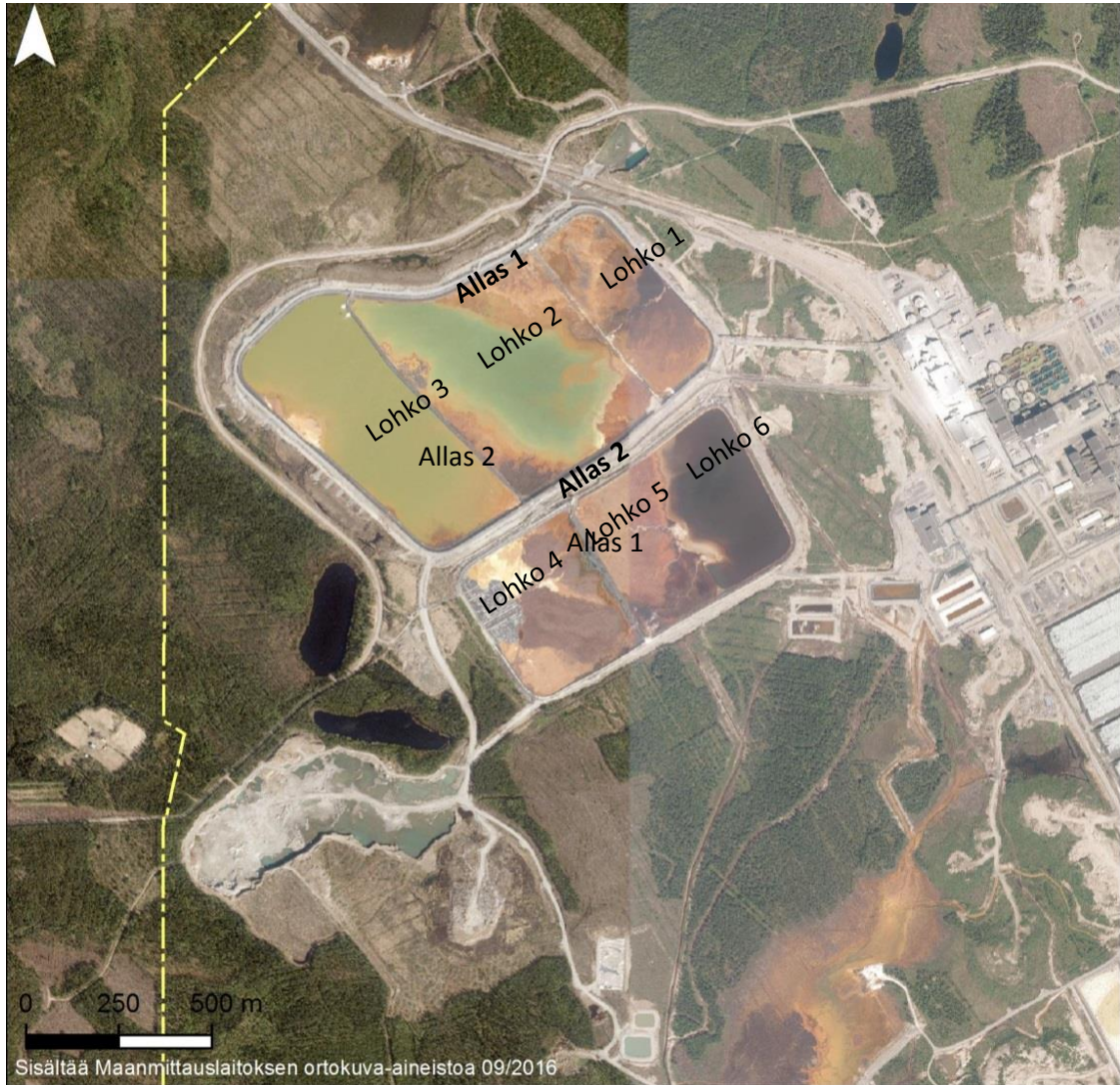


Kuva 6-6. 2016 rakennettujen peiterakennekokeiden rakennevaihtoehdot lohkoille 1-2

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

On muistettava, 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 peiteratkaistu ole välttämättä optimaalinen eri kohteissa. Todellisissa olosuhteissa suoritettavalla koejärjestelyllä voidaan usein parantaa erityisesti kokonaisuustarkastelun luotettavuutta.

Lopulliset rakenteet, seurantatulokset ja johtopäätökset raportoidaan vuoden 2017 lopussa koetoiminnasta laadittavassa raportissa. Sulkemissuunnitelmaa tullaan myöhemmin päivittämään näistä kokeista saatavan tiedon perusteella



Kuva 6-7. Ilmakuva kipsisakka-altaista (Kts. Kuva 2-1 alue E).

Kipsisakka-altaista allas 1 on valmis suljettavaksi ensimmäisenä. Toiminnan aikana kipsisakka-altaita täytetään vaiheittain sitä mukaa, kun ne on täytetty. Kaivoksen toiminnan loppuessa, koska altaiisiin läjitetään vesienkäsittelyssä muodostuvaa sakkaa, viimeinen kipsisakka-altaan lohko voidaan sulkea vasta noin vuonna 10 kun suurin osa vesistä on käsitelty ja keskuspuhdistamo lopettaa toimintansa.

6.3 Sivukiven 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.
- Valtioneuvoston asetus vaarallisista aineista (1308/2015), 4§ ja liite 1E, koskien vaarallisten aineiden päästökieltoa pohjaveteen.
- Lupapäätös Nro 36/2014/1, Lupamääräykset 109 ja 115 koskien pilaantumisen ehkäisemistä, Lupamääräys 111 koskien jätealueiden muotoilua ja peittämistä, sekä lupamääräys 113 koskien suotovesien hallintaa.
- Kaivannaisjätteen hallinnan BREF-asiakirja koskien jäteaineksen fysikaalista ja kemiallista stabiiliteettia.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pölyn estäminen, pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

Terrafamen kaivoksella ei ole vielä läjitetty sivukiveä erilliselle sivukivialueelle, koska muuhun rakennuskäyttöön soveltumaton sivukivi on hyödynnetty toisen vaiheen bioliuotusalueen rakentamisessa. Sivukiven läjitysalue KL2 on rakenteilla ja sivukiven läjitysalueella alkaa syksyllä 2017.

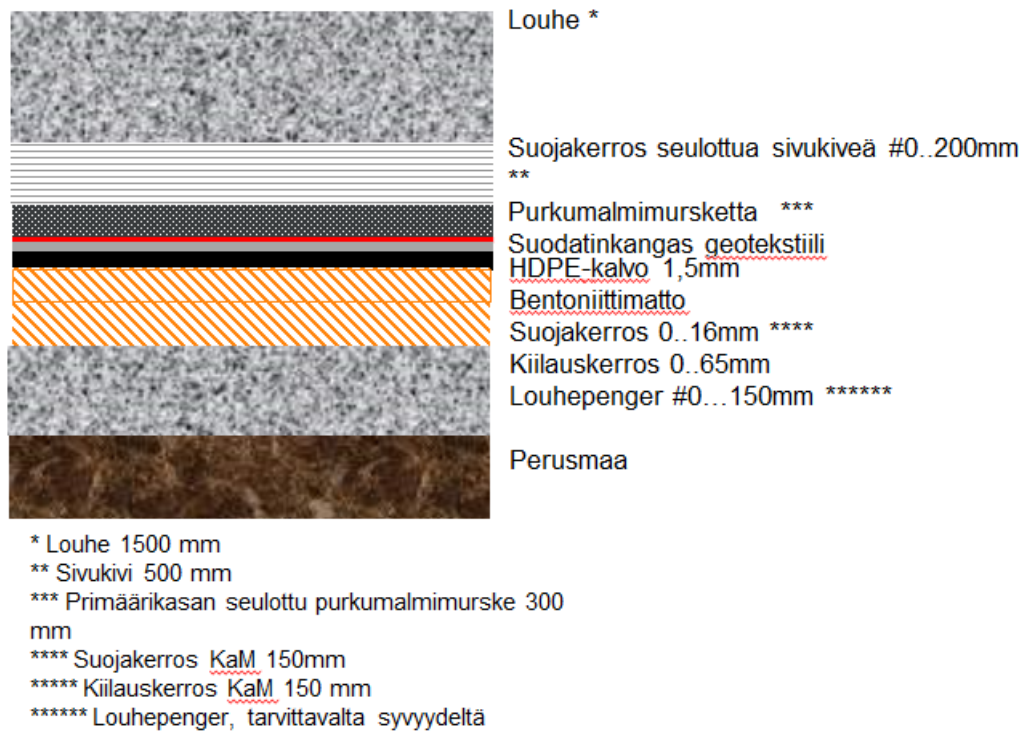
Sivukivialueen KL2 pohja on suunniteltu maanpintaa myötäileväksi. Pehmeät pinta-maat poistetaan ja maa tasataan louhetäytöllä. Tämän päälle asennetaan tiiviskerros sekä suojakerros. Sivukivialueen K2 pohjarakenne esitetään alla (Kuva 6-8). Siellä missä rakenne toteutetaan moreenin päälle, yllä mainittujen rakennekerroksien sijasta sovelletaan olemassa olevaa moreenialustaa tiivistettynä. Alueelle rakennetaan myös vesienjohtamisrakenteet ja alapohjan kuivatusrakenteet. Käytön aikana sivukivi tuodaan sivukivialueelle autokuljetuksina.

Sivukiven jäteluokat ovat 01 01 01 ja 01 01 02. Maksimituotannon olosuhteissa sivukiveä muodostuu vuosittain louhintatilanteesta riippuen noin 18–45 Mt. Mustaliuskesivukiveä hyödynnetään toisen vaiheen liuotusalueiden rakenteissa ja puhtaita sivukiviä (rikkipitoisuus enintään 0,8 %) hyödynnetään teissä ja muussa rakentamisessa kaivoksella.

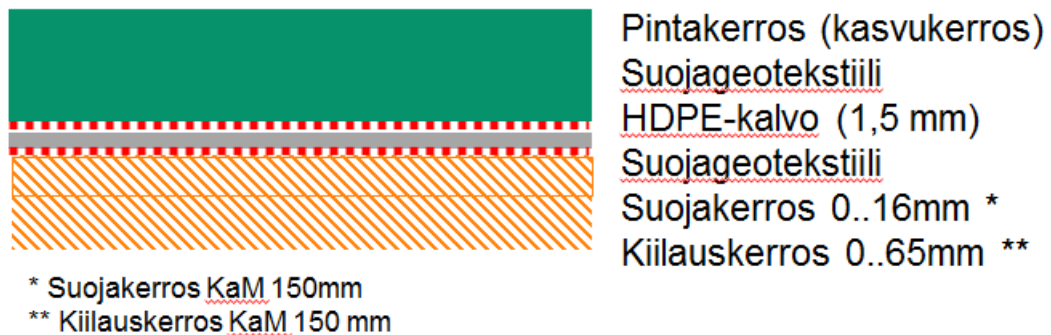
Mustaliuskesivukivi sisältää hiilen ja rikin lisäksi mm. arseenia, kadmiumia, kobolttia, kromia, kuparia, rautaa, mangaania, nikkeliä, lyijyä, antimonia, sinkkiä ja uraania. Liuokoiskokeiden perusteella merkittävimmin liukenevat metallit ovat nikkeli ja sinkki. Kaikki mustaliuske-sivukivet ja metakarbonaattikivi sekä osa kiilleliusketta ja kvartsiittia olevasta sivukivestä on karakterisoitu mahdollisesti happamia suotovesiä muodostaviksi (PAF, *potentially acid forming*). Sivukivi, jonka nikkelpitoisuus ylittää 200 mg/kg, sijoitetaan kalvopohjaisille alueille, joista suotovedet kootaan käsittelyyn. Pysyväksi kaivannaisjätteeksi sivukivistä luokitellaan esimerkiksi alueella esiintyvä kiilleliuske. Tämä kivi pyritään kuitenkin hyötykäyttämään.

Sivukivialueen KL2 sulkeminen toteutetaan vaiheittain. Peittorakenteiden suunnittelu pohjautuu sivukiven karakterisointitietoon ja vuoden 2014 lupapäätöksen määräykseen 111. Kiven ominaisuudet vaativat tiivistä peittoa sivukiven sulfidimineraalien hapettumisen estämiseksi. Tiivis peite minimoi myös läpivirtaaman, jolloin happamia ja metallipitoisia suotovesiä muodostuu pienempinä määrinä. Lisäksi pohjarakenteen tiivisy edellyttää tiivistä pintarakennetta. Lupamääräysten valossa jätteiden läjitysalueille tehdään tiivis pintarakenne heti alueiden täytyttyä loppuunsa. Suotovesien muodostumisen estämiseksi muotoillun jätetäytön päälle rakennetaan yhtenäinen 1,5 mm:n HDPE-muovikalvosta tehty eriste suoja-/kasvukerroksineen (0,5 m). Lisäksi kalvo suojataan

pistekuormilta. Nykyisen suunnitelman mukainen sivukivialueen K2 pohjarakenne esitetään alla (Kuva 6-8) ja peittorakenne sen jälkeen (Kuva 6-9). Alustavia maisemointikuvia sivukivialueista on esitetty liitteessä 1 (Ramboll Finland Oy 2017).



Kuva 6-8. Sivukivialue KL2:n pohjarakenne (vaihtoehtona purkumalmimurskeelle: kiilleliuske KaM #0..12mm + vahvempi suodatinkangas). Kuva Terrafame Oy.



Kuva 6-9 Sivukivialueen tuleva peittorakenne. Kuva Terrafame Oy.

6.4 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 36/2014/1, Lupamääräykset 109 ja 115 koskien pilaantumisen ehkäisemistä, Lupamääräys 111 koskien jätealueiden muotoilua ja peittämistä, sekä lupamääräys 113 koskien suotovesien hallintaa.
- 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 6-10). Louhinnan yhteydessä poistettavien pintamaiden jätenumero on 010101 ja sitä on ollut varastoituna vuonna 2016 noin 1 290 000 m³. Lisäksi alueella on muodostunut ja muodostuu rakentamisen yhteydessä poistettavia maa-aineksia (17 05 04) sekä metallipitoista maa-ainesta (17 05 03*). Metallipitoiset maa-ainekset on pidetty erillään puhtaista.

Poistetun pintamaan varastointialueet ovat väliaikaisia rakenteita ja maata käytetään kaivoksen sulkemisvaiheessa esimerkiksi kipsisakka-altaiden ja toisen vaiheen bioliuotuskasojen peittämiseen. Sulkemisvaiheessa maa-ainesten varastointialueiden pilaantuminen tutkitaan ja tarvittaessa suoritetaan kunnostustoimenpiteitä. Maan oletetaan olevan puhdasta pintamaata. Sijoituspaikat kunnostetaan tarvittaessa, maa tasoitetaan ja muotoillaan ja alueille istutetaan puita. Pitkällä aikavälillä sijoituspaikat palautuvat ennalleen. Alueita voidaan käyttää esimerkiksi metsätalouteen.



Kuva 6-10. Valokuva pintamaiden läjitysalueesta.

6.5 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.
- Valtioneuvoston asetus vaarallisista aineista (1308/2015), 4§ ja liite 1E, koskien vaarallisten aineiden päästökieltoa pohjaveteen.
- Lupapäätös Nro 36/2014/1, Lupamääräykset 109 ja 115 koskien pilaantumisen ehkäisemistä.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pölyn estäminen, pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.
- Rakennusten ja rakenteiden hyödyntäminen.

Toisen vaiheen liuotusalueelle siirretystä massasta liukenee metalleja vuoteen 5 saakka sulkemisesta. Metallipitoinen liuos otetaan saostettavaksi metallien talteenottolaitokselle. Metallien talteenottolaitos on käynnissä noin 5 vuotta sulkemisen alkamisesta.

Kaivostoiminnan päätyttyä tehdasalueelle (Kuva 6-11) pyritään ensisijaisesti löytämään uusi käyttäjä, jolle rakennukset myydään. Alueelta poistetaan kaikki koneet, laitteet, jätteet, kemikaalit ja tuotteet ja toimitetaan ne uusiokäyttöön, kierrätettäväksi tai muuhun luvanvaraiseen vastaanottopaikkaan. Tehdasalueen ympärille rakennetaan aita myös niiltä osin, kuin aluetta ei ole jo aidattu. Ellei uutta käyttöä löydy, 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 vastaanottopaikkaan. 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. Kunnostustoimenpiteet suunnitellaan yksityiskohteisesti, 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 ja aloitetaan siten siirtymä metsätalouskäyttöön.

Mikäli uraanin talteenottolaitos otetaan käyttöön, uraanin talteenottolaitoksen purkutoimia suunniteltaessa huomioidaan ja mittauksin varmistetaan, onko purkujätteessä, esimerkiksi putkistojen sakkaumista johtuen, radioaktiivista materiaalia. Tarkastelun pohjalta varmistetaan purkumateriaalin luokittuminen suhteessa säteilylakiin (10§). Mahdolliset säteilevät materiaalit toimitetaan asianmukaiset luvat omaavalle taholle, huomioiden säädökset ja ohjeet käsittelystä ja kuljetuksesta.



Kuva 6-11. Ilmakuva ja valokuva teollisuusalueesta (Kts. Kuva 2-1 alue A).

6.6 Pilaantunut maa ja aiemmin muodostunut vesienkäsittelyn sakka

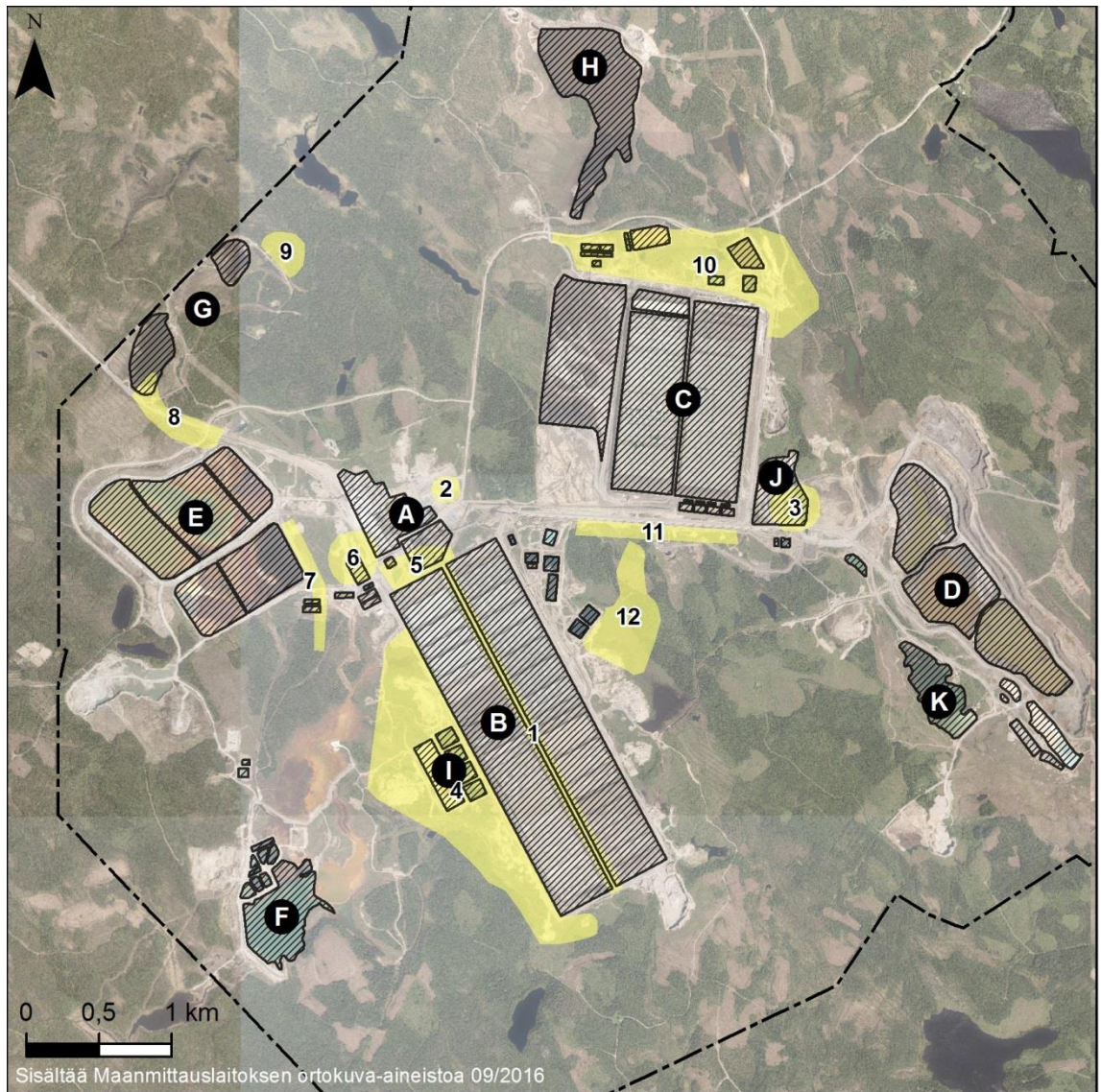
Vaatimukset:

- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Valtioneuvoston asetuksessa kaivannaisjätteistä (190/2013), koskien vastuuta jätealueista toiminnan jälkeen ja pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemistä.
- Valtioneuvoston asetus vaarallisista aineista (1308/2015), 4§ ja liite 1E, koskien vaarallisten aineiden päästökieltoa pohjaveteen.
- Lupapäätös Nro 36/2014/1, Lupamääräykset 109 ja 115 koskien pilaantumisen ehkäisemistä.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

Pilaantunut maa

Kaikki mahdollisesti pilaantuneet maa-alueet tutkitaan ja tarvittaessa toteutetaan puhdistus- tai neutralointitoimenpiteitä tai pintamaiden poistoa. Mahdollisesti pilaantuneiden maa-alueiden sijainti on esitetty Golder Associatesin raportissa (Kuva 6-12). Raportin valmistumisen jälkeen on arvioitu todennäköistä puhdistustarvetta esiintyvän myös Kortelammen altaan alueella, missä altaan tyhjentyminen vesien käsittelyn kautta mahdollistavat tulevaisuudessa myös maaperänäytteiden ottamisen (Pöyry Finland Oy 2017).

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. On myös huomattava, että vaikutusten, riskien ja käytännön mahdollisuuksien (pilaantuneen maan sijoittuminen) mukaan, tunnistetut ja tutkitut pilaantuneet alueet pyritään käsittelemään jo toiminnan aikana.



Mahdollisesti kunnostusta vaativat alueet	
A Tehdasalue	1 Primäärikasojen välinen alue
B Primääriliuotuskasa	2 Tankkauspiste lämpökeskus
C Sekundääriliuotuskasa	3 Tankkauspiste varikko
D Avolouhos	4 Primäärikasojen länsipuolinen alue
E Kipsisakka-altaat	5 Tehdasalue
F Eteläinen vesien jälkikäsittelyalue	6 Rautatien lastausalue
G Pohjoinen vesien jälkikäsittelyalue	7 Kipsisakka-altaan v.2012 onnettomuuden eteläpuolinen alue
H Latosuon allas	8 Kipsisakka-altaan v.2012 onnettomuuden pohjoispuolinen alue
I Primääriliuoksen (PLS) keräysaltaat	9 Entinen pohjoinen vesienkäsittelyalue
J Varikkoalue	10 Sekundäärikasojen pohjoispuolinen alue
K Kuusilampi / Kuljunlampi -allas	11 Sekundäärikasojen eteläpuolinen alue
	12 Primäärikasan kasteluvesialtaiden eteläpuolinen alue

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

Kaivoksella aiemmin muodostunut vesienkäsittelyn sakka

Syksyllä 2016 valmistuneen keskuspuhdistamo on korvannut eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt sekä keskittänyt sakkojen käsittelyn kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen ns. kenttäpuhdistamojen käyttö on ollut hyvin vähäistä, jolloin niillä ei ole juuri muodostunut sakkaa ja siten vesienkäsittely-

lyssä syntyvien sakkojen sijoittaminen eripuolilla kaivosta sijaitseviin väliaikaisiin varastoihin on voitu lopettaa. Tämä on myös edellytys sille, että välivarastoissa olevia sakkoja päästään loppusijoittamaan. Tämä osa jälkihoitotyötä on tarkoitus toteuttaa kaivoksen toiminnan aikana.

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 geotuubikentille sijoitettut sakat peitettynä nykyisille geotuubikentille.

6.7 Avolouhos

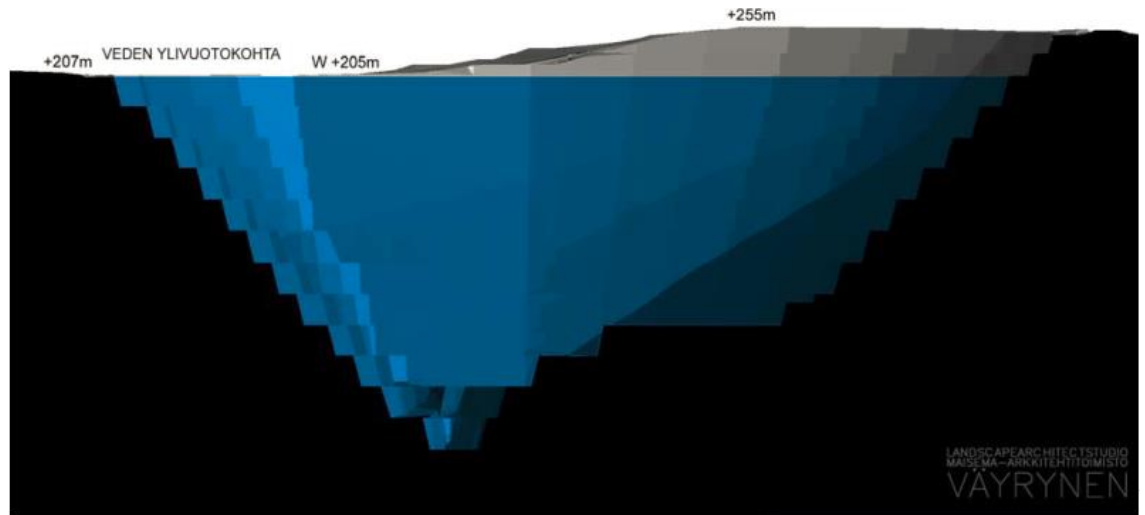
Vaatimukset:

- Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 94 §, koskien ympäristön pilaantumisen estämistä.
- Kaivoslaki (621/2011), 15. luku, koskien alueen yleisen turvallisuuden vaatimaa kuntoa toiminnan lopettamisen yhteydessä.
- Valtioneuvoston asetus vaarallisista aineista (1308/2015), 4§ ja liite 1E, koskien vaarallisten aineiden päästökieltoa pohjaveteen.
- Lupapäätös Nro 36/2014/1, Lupamääräykset 109 ja 115 koskien pilaantumisen ehkäisemistä sekä lupamääräys 114 koskien avolouhoksen ylitevesien hallintaa.
- Paikkakohtaiset ympäristövaatimukset: pohjaveden käyttöturvallisuus ja vastaanottavien vesistöjen tilatavoitteet.

Varsinaisen kaivostoiminta on toteutettu avolouhintana. Tämä sulkemissuunnitelma perustuu siihen, että vain Kuusilammen louhos on käytössä (Kolmisopen louhos on suunniteltu avattavan myöhemmin, se edellyttää myös toiminnan luvittamisen ja sulkemissuunnitelman päivittämisen näiltä osin.. Louhinnan päätyttyä kaivos tulee nykyarvioiden mukaan olemaan noin 440 metriä syvä. Kuusilammen kaivoksen pituus tulee olemaan arviolta 3 500 metriä ja kokonaisala 230 hehtaaria. Louhoksen yleiskaltevuus tulee olemaan noin 46-53 astetta.

Louhinnan päätyttyä avolouhos täyttyy vedellä. Täyttymisen nopeuttamiseksi louhokseen ohjataan vettä ympärysojista sekä muista kohteista joille erityistä puhdistusta ei tarvita. Louhos ympäröidään aidalla, kunnes vedenpinta on tarpeeksi korkealla turvallisuuden näkökulmasta.

Normaaleissa olosuhteissa avolouhoksen vesitaso on likimain pohjaveden korkeudella. Kuusilammen avolouhoksen lähellä pohjavesi on noin tasolla +205...+210 m. Kuusilammen louhoksen vedenpinnan pinta-alaksi on arvioitu noin 160 ha (1.6 Mm²) ja veden määräksi 240 Mm³. Kuusilammen avolouhoksen vedenpinnan taso on esitetty kuvassa.



Kuva 6-13. Kuusilammen vedellä täyttyneen louhoksen poikkileikkaus.

Koska sivukivi on metallipitoista ja suurelta osin mahdollisesti happoa muodostavaa, rikkonaisten seinämäpintojen ja jäännöslouheen voidaan olettaa vaikuttavan haitallisesti louhoksen vedenlaatuun, erityisesti alkuvaiheessa. Lisäksi louhosveden laatuun vaikuttaa louhoksen valuma-alueella sijaitseva maaperä ja kiviainesmassat. Louhosvetä varaudutaan käsittelemään alkuvaiheessa sulkemisen jälkeisenä aikana, happamuuden ja metallipitoisuuksien vähentämiseksi. Käsittely voidaan toteuttaa paikallaan kalkituksena ja laskeutuksena.

Louhosjärvi tulee todennäköisesti kerrostumaan painovoimaisesti pysyvästi, metallipitoisemman ja suolaisemman veden asettuessa pohjalle. Tulevissa louhosjärvitarkasteiluissa pyritään arvioimaan louhosjärven vesilaatua eri syvyysvyöhykkeissä ja sitä kuinka eri syvyysvyöhykkeet kommunikoivat esimerkiksi rakojen kautta ympäröivän alueen kanssa. Selvitysten perusteella tarkennetaan veden käsittelytarvetta ja mahdollisia muita toimenpidetarpeita.

Louhosjärven mittasuhteet vaativat tarkistamista tulevien sulkemissuunnitelmapäivitysten yhteydessä, nykyisten louhintasuunnitelmien valossa. Myös lopullisten louhosseinämien laatu on arvioitava ajantasaisten louhintasuunnitelmien mukaisesti.

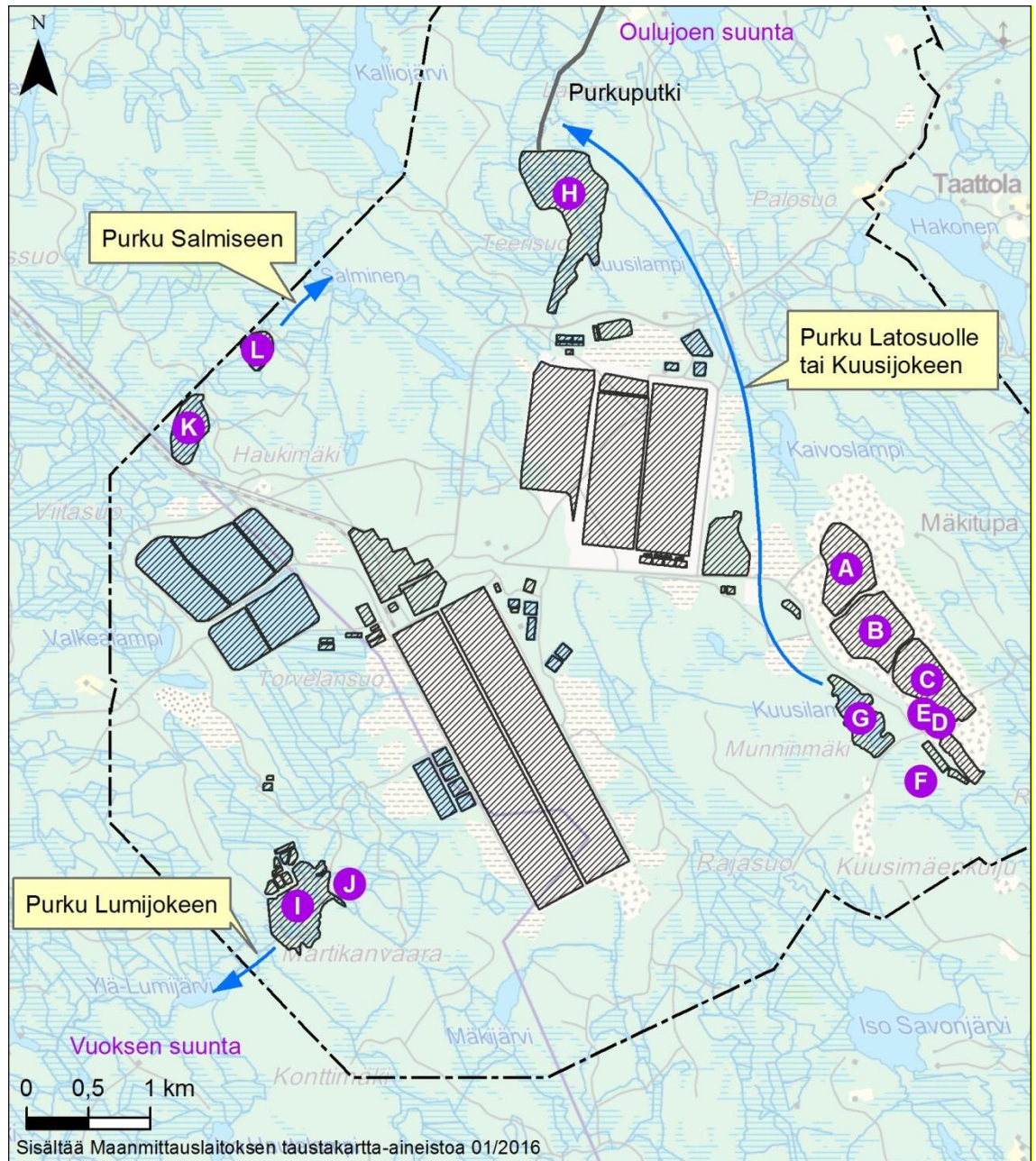
7 VESIENHALLINTA

Terrafamen kaivosalueelle kertyy kaivoksen toimiessa vuosittain keskimäärin 6 Mm³ sade- ja valumavesiä, jotka tulee voida käsitellä ja mikäli käyttö tuotannossa ei ole mahdollista, ne tulee voida myös johtaa pois kaivosalueelta. Käsiteltävät vedet ovat alueen suojapumppaus-, hule- ja sadevesiä, kipsisakka-altaan ylitevettä sekä alueelle varastoituja kontaminoituneita vesiä. Myös sulkemisen jälkeen vesitase on positiivinen.

Ylimääräiset vedet johdetaan vesienkäsittelyn jälkeen luontoon kolmea eri reittiä. Vettä johdetaan Vuoksen vesistöön Eteläisen jälkikäsittelyalueen kautta. Oulujoen suuntaan vettä juoksutetaan Pohjoisen jälkikäsittelyalueen kautta ja lisäksi vettä johdetaan Oulujoen vesistöön Nuasjärveen purkuputken kautta (Kuva 7-1). Aktiivisen sulkemistyön päätyttyä ja keskusvedenpuhdistamon poistuttua käytöstä, purkuputki poistuu käytöstä ja vesien johtaminen muuttuu painovoimaiseksi. Aktiivista vesienpuhdistusta varaudutaan jatkamaan kuitenkin todennäköisesti noin 10 vuoden ajan metallien talteenoton päättymisen jälkeen. Tämän jälkeen siirrytään tarvittavilta osin vaiheittain passiiviseen vesienkäsittelyyn.

Sulkemisvaiheen kuormituksia ja ympäristövaikutuksia on tarkasteltu erillisessä vesienhallinnan YVA-menettelyssä (Pöyry Finland Oy 2017b). Tarkastelussa laskettiin sulfaatti- ja metallikuormituksia kuuden vuoden jaksolle sekä sulkemis- että toiminnan jatkamistilanteissa. Pitoisuusjakauma myös mallinnettiin vastaanottaville järville. Tarkastelu koski kuitenkin ennen aikaista sulkemista tilanteessa, jossa myös kaivoksen vanhoja vesivarastoja olisi jouduttu purkamaan sulkemisen yhteydessä. Näin ollen tuloksia voidaan soveltaa sulkemissuunnittelussa vain suuntaa antavina. Uudelle sulkemisskenaariolle ei ole vielä käytettävissä vesitasetta - sulkemisen jälkeiselle ajalle tai sulkemistyön ajaksi.

Vesienkäsittelyalueiden sulkemisessa poistetaan kalvo- ja putkirakenteet. Pilaantuneiden maa-ainesten ja keskuspuhdistamo edeltävän ajan vesienkäsittelysakkojen osalta periaatteet kuvataan kappaleessa 6.6.

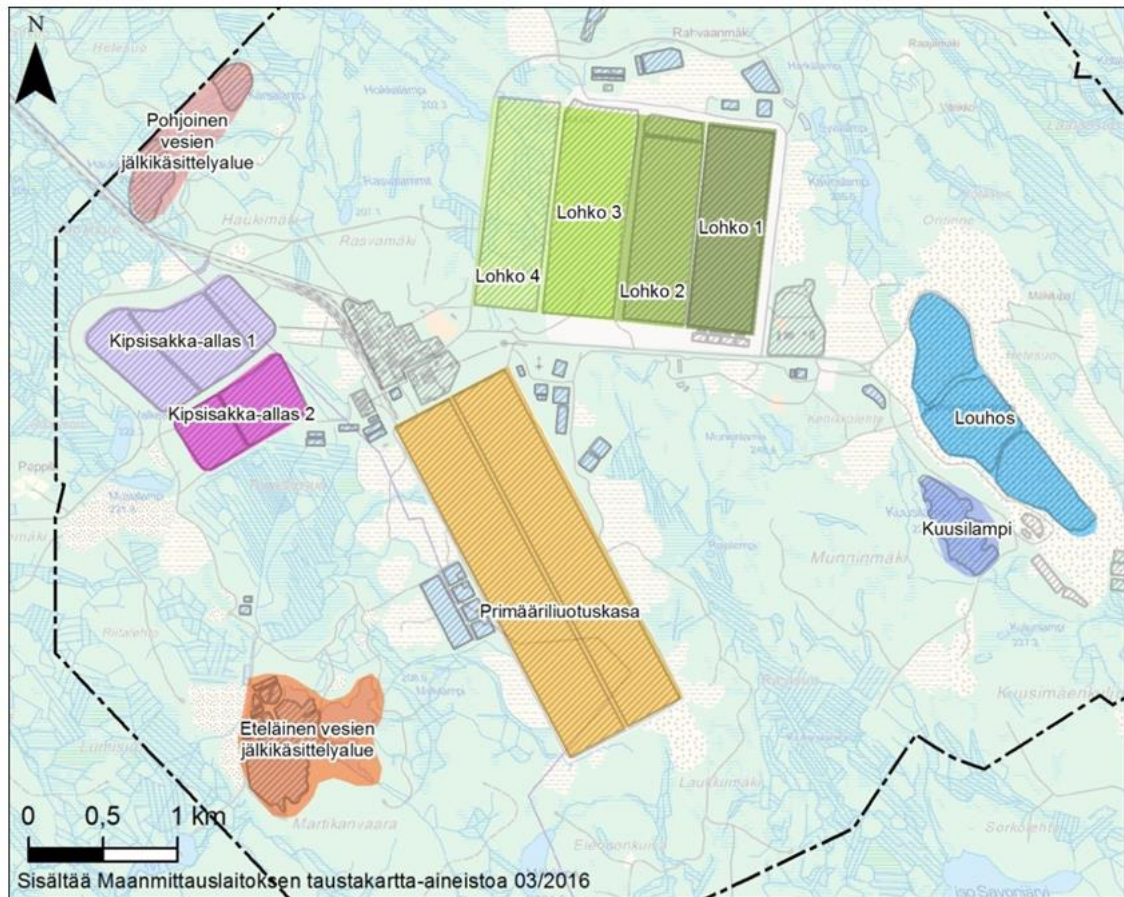


A	Pohjoinen avaus	G	Kuusilampi
B	Pääramppi	H	Latosuon allas
C	Eteläinen avaus	I	Kortelammen allas
D	Maauimala	J	Majavan allas
E	Tammalampi	K	Haukilampi
F	Kuljun allas	L	Kärsälampi

Kuva 7-1. Kaivosalueen vesien johtaminen etelään Vuoksen ja pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Mukana kuvassa ovat käytöstä poistuvat vesialtaat, jotka pyritään jälkihoitamaan jo kaivoksen toiminnan aikana.

8 AIKATAULU

Sulkemisen alustava aikataulu on esitetty kuvassa alapuolella (Kuva 8-1). Sulkemisaikataulu on esitetty vuosina sulkemisaikankohdasta laskettuna. Koska louhinta on ensimmäisiä päättyviä toimintoja, louhoksen jälkihoitotoimet ja vesitäyttö kuuluvat myös ensimmäisiin sulkemistoimenpiteisiin. Primääriliuotusalueiden purkaminen ja sekundääriliuotusalueiden peittäminen suoritetaan vaiheittain liuotusprosessien tullessa päätökseen. Metallien talteenottolaitoksen toiminta jatkuu liuotusprosessin loppuun ja talteenottolaitos suljetaan vuoteen 6 mennessä. Vesiennpuhdistusta varaudutaan jatkamaan noin 10 vuoden ajan metallien talteenoton päättymisen jälkeen. Kipsisakka-altaat suljetaan vaiheittain, mutta viimeinen lohko vasta keskuspuhdistamon käytön päättyessä.



	vuosi 1	vuosi 2	vuosi 3	vuosi 4	vuosi 5	vuosi 6	vuosi 7	vuosi 8	vuosi 9	vuosi 10
Avolouhoksen täyttäminen vedellä										
Ensimmäisen vaiheen liuotusalueen purkaminen										
Toisen vaiheen liuotusalueen sulkeminen 1.lohko										
Toisen vaiheen liuotusalueen sulkeminen 2.lohko										
Toisen vaiheen liuotusalueen sulkeminen 3.lohko										
Toisen vaiheen liuotusalueen sulkeminen 4.lohko										
Sivukivialueen sulkeminen										
Metallien talteenotto										
Keskuspuhdistamo jatkaa toimintaa tarpeen mukaan										
Pohjoisen vesien jälkikäsittelyalueen puhdistaminen										
Kuusilammen vesialtaan tyhjentäminen										
Eteläisen vesien jälkikäsittelyalueen puhdistaminen										
Kipsisakka-altaan 1 sulkeminen										
Kipsisakka-altaan 2 sulkeminen (viimeinen lohko)										
Suojapumpaukset tarpeen mukaan										

Kuva 8-1. Alueiden sulkemisen suhteellinen ja alustava aikataulu.

9 ENNENAIKAINEN TAI TILAPÄINEN SULKEMINEN

Nykyaikaisessa sulkemissuunnittelussa huomioidaan aina tilapäisen tai ennenaikaisen sulkemisen mahdollisuus. Kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvassa 30.4.2014, (36/2014/1), joka lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 9.5.2017, todetaan, että mikäli toiminta loppuu suunniteltua aiemmin, on sulkemista koskeva hakemus ja tilannetta vastaava sulkemissuunnitelma toimitettava viipymättä lupaviranomaisen ratkaistavaksi ympäristönsuojelulain 90 §:n 3 momentin mukaisesti.

Pääpiirteissään ennenaikainen sulkeminen ei toimenpidejatkumoltaan poikkeaisi merkittävästi lopullisesta sulkemisesta, sillä bioliuotuksen huomioiden, prosessi ei ole nopeasti pysäytettävissä ja sulkeminen etenisi malmintuotannon loppumisesta louhoksen ja valmiiden jätealueiden sulkemiseen. Metallien talteenottolaitoksen, vesienkäsittelyn ja sakkojen sijoitusalueen sulkeminen toteutettaisiin viimeisenä.

Mikäli sulkeminen on enneaikainen tai tilapäinen, liuotusalueen pohjarakenteiden purkamista siirretään siten että purkaminen aloitetaan vasta kun metallitehtaan käyttö on loppunut. Tällä varmistetaan mahdollisuus käynnistää tuotanto nopeasti, mikäli toimintaa päätetään jatkaa. Tässä tapauksessa myös ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle satavat vedet on käsiteltävä keskuspuhdistamolla. Uudelleen käynnistäminen edellyttää myös malminkäsittelyn kuljettimien ylläpitoa.

10 RISKINHALLINTA JA SULKEMISEEN LIITTYVÄT MAHDOLLISUUDET

10.1 Riskien tunnistaminen ja toimenpiteet niiden minimoimiseksi

Sulkemisvaiheen riskejä on tarkasteltu 2.3.2016 päivätyssä ennen aikaista sulkemista koskevassa raportissa (Golder Associates). Alle on koottu edellä mainitussa tarkastelussa havaittuja riskejä, niiltä osin kuin ne ovat sovellettavissa myös normaaliaikaiseen sulkemiseen. Lisäksi esitetään eräitä muita riskejä ja riskinhallintakeinoja, jotka ovat nousseet esille Pöyry Finland Oy:n tarkastaessa Terrafame Oy:n sulkemiseen liittyviä dokumentteja 2016 ja 2017 sulkemissuunnitelmien yhteenvetoja varten. Osa riskeistä on sulkemistyön yleisiä riskejä ja osa paikalliselle kaivannaisjätetyypille luonteenomaisia. Pääperiaatteet riskien minimoimiseksi esitetään kunkin riskimäärittelyn alakohtina.

- Epätarkka vaatimusmäärittely voi johtaa epätyytyttävään sulkemismenettelyyn ja epätyytyttäviin vaikutuksiin.
 - Laaditaan vaatimusmäärittelyt perustuen mahdollisimman tarkkaan tietoon vastaanottavien vesistöjen kantokyvystä. Sulkemissuunnittelun edetessä asetetaan kaivosalueen eri osakohteiden yhteiskuormatavoitteet, jotka voidaan johtaa vastaanottaviin vesistöihin eri virtaamatilanteissa.
 - Maaperän ja pohjaveden laadulle asetetaan vaatimukset huomioiden pohjaveden virtausolosuhteet sekä pohjaveden laadulle asetetut vaatimukset (huomioiden erityisesti vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan asetuksen 1308/2015 liitteen 1 kohdassa E mainitut aineet). Aineen mahdollisesta pohjavesikontaktista ei saa aiheutua pohjaveden laadun heikkenemistä tai sen vaaraa lyhyellä tai pitkällä aikavälillä.
 - Laaditaan vaatimusmäärittelyt pölyämisen rajoittamiseksi siten, että erikseen nimettävissä asutuissa tai muissa häiriintyvissä kohteissa ei ole merkittäviä sulkemisen jälkeisiä vaikutuksia.
- Puutteet käytettävissä olevassa taustatiedossa voivat johtaa puutteellisiin toimenpidevalintoihin ja puutteellisiin vaikutusarviointeihin. Tällaisessa tilanteessa jälkihoidetun kaivoksen ympäristövaikutuksen voivat muodostua ennakoitua suuremmiksi.
 - Hyödynnetään olemassa olevaa puuteanalyysiä ja päivitetään puuteanalyysi merkittävien muutosten yhteydessä (kuten LOM-arvion muutokset tai uusien jätealueiden käyttöönotto).
 - Viedään päivitettyjen puuteanalyysien havainnot sulkemissuunnittelun työsuunnitelmaan. Täydentävien selvitysten suunnittelussa huomioidaan myös toiminnassa olevan kaivoksen tarpeet ja pyritään tekemään selvityksiä, jotka palvelevat sekä toimivaa kaivosta että sen sulkemista.
 - Täydennetään taustatietoja ja vaatimusmäärittelyä sulkemissuunnittelun tarkentamisohjelman mukaisesti.
- Bioliuotusjäätymisen mahdollisesti hidas kuivuminen, heikosti vettä johtavien vyöhykkeiden muodostuessa, voi muuttaa sekundäärimineraalien muodostumisen kautta jäteaineksen laatua. Hidas kuivuminen voi myös viivyttää haitta-aineiden suotautumista. Hidas kuivuminen voi myös vaikeuttaa peittämistä.

- Keinoja yllä esitettyjen ilmiöiden ehkäisemiseksi ei ole juuri käytettävissä, joten keskeistä onkin ilmiöiden ennakointi, jotta esimerkiksi suotovesien käsittely voidaan suunnitella nämä tarpeet huomioiden.
- Sakkojen heikko tai hidaskiinteytyminen voi vaikeuttaa peittämistä suunnittelussa aikataulussa.
 - Asetetaan selkeät vaatimukset peitettävän materiaalin tilaa koskien ja varmistetaan vesien tehokas johtaminen kuivumisen edistämiseksi, huomioiden myös vesienkäsittelyn kuivatuksen aikana.
- Jäätymisen voi vaikeuttaa tai viivyttää suunniteltuja toimenpiteitä.
 - Havainnoidaan mahdollinen jään muodostuminen ja pysyvyys peitettävissä kohteissa.
 - Ajoitetaan työt siten, että olosuhdevaatimuksiltaan keskeisimmät työt, kuten tiivistäminen, pystytään suorittamaan jättämällä alustalla.
- Kasojen luiskien epästabilius muodostaa sekä mahdollisen turvallisuusriskin että riskin peittorakenteen onnistumiselle.
 - Sovelletaan riittävää luiskakaltevuutta ja huomioidaan luikauksen asettamat vaatimukset eri peitekerrosten paksuudessa ja leikkauslujuusominaisuuksissa.
- Peittorakenteen toimivuus, yhdessä alapuolisen pohjamaa- ja materiaaliprofiilin kanssa kuluu aina sulkemissuunnittelun keskeisiin riskeihin. Peittorakenteen toimivuusriskeihin kuuluvat mm., ettei peittorakenne estä riittävästi sulfidien haittumisesta jäteaineksessa tai että jäteainekseen muodostuu liian suuri läpivirtaama. Näistä ilmiöistä voi seurata ennakoitua enemmän tai huonompilaatuista suotovettä.
 - Perustetaan vaatimusmäärittely (hyväksyttävä veden tai hapen kulkeutuminen pinta-ala ja aikayksikköä kohden) jätteen ominaisuuksiin.
 - Varmistetaan laskennallisesti ja kokeellisesti, että tavoitteet ovat saavutettavissa nykyisenkaltaisissa normaaliolosuhteissa, ääriolosuhteissa sekä halutussa tulevaisuuden ilmastoskenaariossa.
 - Tarkastellaan jätettä, sen alapuolisia kerroksia ja peittorakennetta yhtenä kokonaisuutena, sillä peittorakenteen toiminnallisuus riippuu osittain peittorakenteen eri osien vesipitoisuuksista, jotka taas ovat riippuvuussuhteissa mm. sadantaan, haihduntaan ja alla olevan materiaalin eli jätteen fysikaalisiin ominaisuuksiin.
- Vesitase-ennusteen oikeellisuus pitkällä aikavälillä kuluu sulkemissuunnittelun yleisiin riskeihin. Vesitase-ennusteen virheet tai ennakoimaton ilmastoskenaario voivat lisätä pinta- ja pohjavesien määrää suljetulla kaivosalueella ja tuottaa ennakoimattomia suoto- tai ylitevesivesifraktioita tai aiheuttaa rakenteiden eroosiota. Tästä voi aiheutua myös seurausriskinä vesienkäsittelyn mitoituksen riittämättömyys. Vesitase-ennusteen puutteet voivat johtaa myös virhearvioihin koskien kuormitusta vastaanottavissa vesistöissä.
 - Toiminnan aikaisen vesitaseen ylläpito ja jatkuva kalibrointi parantavat myös sulkemisen jälkeiseen aikaan kohdistuvia ennusteita.
 - Vesitase-ennusteet sidotaan pidemmän aikavälin ilmastoskenaarioihin.
 - Vesitase-ennusteiden käytössä jälkihoidon suunnittelussa sovelletaan riittäviä virhemarginaaleja, siten että esimerkiksi muutokset ympäröivän

alueen maankäytössä eivät vaikuta ratkaisevasti suljetun kaivosalueen vesienhallintaan.

- Vesitaseen herkkyyttä eri tekijöille tarkastellaan herkkyystarkastelun keinoin, varotoimenpiteiden kohdistamiseksi oikein.
- Jätekarakterisointi on sulkemissuunnittelun keskeisimpiä riskejä lähes poikkeuksetta. Jätteen ominaisuudet määrittävät osaltaan sekä tavoiteasettelua että sulkemistratkaisuja. Sulkemisen kannalta erityisen tärkeää on pysyä ennakoimaan jätteen pitkäaikaiskäyttämistä, jotta sekä peittorakenteet että vesienkäsittely olisivat sekä laadultaan että mitoitukseltaan oikeanlaiset.
 - Tässä tapauksessa on erityisesti huomioitava bioliuotuksen jäännösmaateriaali, jota ei ole vanhaa pilottikoejäännöstä lukuun ottamatta ollut saatavilla perusteellisempiin tarkasteluihin ennen vuotta 2016. Karakterisoinnin tulosten saataville tulon jälkeen suunnitelmat perustuneen tulevat vaatimaan tarkastamista ja tarkentamista.
 - Myös muiden jätemateriaalien pitkäaikaiskäyttämisen ennusteita tarkennetaan kenttäkokeiden ja teoreettisten tarkastelujen avulla.
 - Jätekarakterisoinnin täydentäminen mahdollistaa myös haitta-aineiden kulkeutumisriskien lopullisen määrittämisen sekä ennaltaehkäisevien toimenpiteiden täsmentämisen.
- Hydrogeologiaan liittyvistä riskeistä keskeisimpiä ovat puutteet kallio- ja maaperän pohjaveden virtausten määrien ja virtaussuuntien tuntemuksessa. Puutteet virtaussuuntien ja hyvin vettä johtavien vyöhykkeiden (esimerkiksi kallioperän rakovyöhykkeet) tuntemuksessa voivat aiheuttaa haitta-aineiden kulkeutumisriskin suurenemista.
 - Huomioidaan, että kaivostoiminnan jälkeinen virtaustila poikkeaa toiminnan aikaisesta tilasta. Tila muistuttaa osin alueen perustilaa, mukaan lukien kuitenkin kaivostoiminnan seurauksena syntyneet muutokset, kuten louhostila vettä johtavana rakenteena ja jätealueet painonsa puolesta maaperää tiivistävänä rakenteena.
 - Erityisesti avolouhoksen osalta rakovyöhykkeiden ja rakojen yhtenäisyyden tunnistaminen on tärkeää. Mikäli louhos on huomattavassa pohjavesivirtauskontaktissa ympäröiviin alueisiin, louhosveden laadulle sen eri kerroksissa joudutaan asettamaan korkeammat tavoitteet.
 - Jätealueiden osalta haitta-aineiden kulkeutumista pyritään hallitsemaan ensisijaisesti pohja- ja pintarakenteiden avulla. Riskienhallintaa voidaan kuitenkin tehostaa mm. huomioimalla virtaussuunnat ja helposti vettä johtavat vyöhykkeet tarkkailussa.
- Jäteaineksen uraanipitoisuuksiin liittyvät säteilyriskit ja siihen liittyvät sidosryhmien huolenaiheet vaativat erityistä huomiota.
 - Uraanin talteenotto vähentää uraanipitoisuutta muodostuvassa uudessa kaivannaisjätteessä - eikä normaalikäytöstä ole muodostumassa sakkoja (Ramboll Finland Oy 2011)

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 suunnittelun tarkentamis- ja päivittämistyöllä.

10.2 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, esimerkiksi uusien malmioiden löytyessä lähialueelta kuuluu mahdollisuuksiin. Tätä silmällä pitäen esimerkiksi 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 pitkällä aikajänteellä), joten nämä mahdolliset käyttötarpeet huomioidaan lopullisessa sulkemissuunnittelussa. Vuoropuhelu alueen mahdollisten uusien hyötykäyttäjien kanssa pyritäänkin aloittamaan varhain.

11 SULKEMISSUUNNITTELUN JATKOTOIMENPITEET JA SULKEMISSUUNNITELMAN TARKISTAMISKÄYTÄNTÖ

11.1 Jatkotoimenpiteet

Nykyinen sulkemissuunnittelukooste kuvaa sulkemistoimet periaatetasolla ja mahdollistaa alustavan tason kustannusarvioinnin. Olemassa olevat käsitteelliset suunnitelmat tarkentuvat asteittain, kunnes tarkkuustaso mahdollistaa jo toimeenpanon valmistelun ja hankinnat, jolloin puhutaan lopullisesta sulkemissuunnitelmasta. 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 11-1).

Taulukko 11-1. Täydentävä työ sulkemissuunnittelussa ja työn tilanne elokuussa 2017.

Aihe	Täydentävä työ	Tilanne elokuussa 2017
Jätekarakterisointi koskien toiseen vaiheen liuotusalueen tuotantojäännökselle	Malmin liuotuksen jäännösmateriaalia eli ns. loppuun liuotettua malmia ei ole ollut aiemmin käytettävissä tuotantomittakaavan liuotusprosessista. Suoritetaan jätteen karakterisointi kaivannaisjätteen staattisen karakterisoinnin sekä ympäristökelpoisuuden testaamisen menetelmin. Tarvitaan myös tietoa jätemateriaalin pitkäaikaiskäyttäytymisestä (esim. kosteuskammiotestit). Työ jatkuu peittorakenteen vaatimusmäärittelyn ja rakenteen tarkistamisena.	Jätemateriaalin näytteenotto ja täydentävä testaus on aloitettu, työ valmistuu vuoden 2018 aikana (poislukien mahdollinen kineettinen testaus). Peittorakenteen vaatimusmäärittelyn ja rakenteen tarkistamista ei ole vielä aikataulutettu.
Täydentävä geotekninen jätekarakterisointi	Suoritetaan täydentäviä geoteknisiä tarkasteluja ja peittorakenteiden tarkentavaa suunnittelua varten, mukaan lukien mm. stabiliteettitekijät, raekoko ja vedenjohtavuus jäteaineksessa.	Tieto osittain käytettävissä, täydentävää työtä meneillään koejärjestelyjen yhteydessä.
Täydentävä geokemiallinen jätekarakterisointi	Suoritetaan täydentäviä tarkasteluja muista jätelajeista (metallientalteenottolaitoksen sakat/ vesienkäsittelyn sakat): yhteenveto toteutuneista jätelaaduista, perustuen jätelaatujen tarkkailuihin. Tarvitaan myös arvioita jätemateriaalien pitkäaikaiskäyttäytymisestä.	Sakoista on jo saatavilla uutta tietoa ja niiden laatu ja laadun vaihtelu on pääosin tiedossa. Täydentäviä tarkasteluja suunnitellaan.
Käytettävissä olevien peittomateriaalien geotekninen karakterisointi	Suoritetaan alueelle läjitettyjen materiaalien geokemiallisten ja geoteknisten ominaisuuksien määrittely.	Tieto osittain käytettävissä, täydentävää työtä meneillään koejärjestelyjen yhteydessä.
Peittomateriaalikokeet kipsisakka-alueella	Priorisoidaan peittorakenne, joka minimoi veden kulkeutumisen ja kulkeutumisriskit jäteainekseen ja jäteaineksesta sekä perustuu mahdollisimman pitkälle paikallisesti käytettävissä oleviin peittomateriaaleihin.	Koe on meneillään ja alustavat tulokset ovat käytettävissä vuoden 2017 kuluessa.
Peittomateriaalikokeiden jatkoarvioinnit	Mitattuun tietoon nojaten arvioidaan laskennallisesti priorisoidun tai priorisoitujen rakennevaihtoehtojen toimivuus ääriolosuhteissa tai	Työn aikataulu ei ole vielä varmistunut.

	ilmastonmuutoskenaariossa.	
Peittomateriaalikokeet sekundääriliuotusalueella ja sulkemissuunnitelman tarkistaminen näiltä osin.	Optimoidaan peittorakenne, joka minimoi veden/hapen kulkeutumisen peitettyssä jäteprofiilissa. Rakenteen tulee perustua mahdollisimman pitkälle paikallisesti käytettävissä oleviin peittomateriaaleihin.	Koe on aloitettu jo aiemman toimijan aikana vuonna 2012 ja tutkimusta on seurattu kuluneiden vuosien aikana. Saatu tieto koostetaan vuoden 2017 kuluessa.
Sivukiven karakterisoinnin täydennystarpeiden tarkistaminen ja mahdolliset jatkotoimenpiteet	Tarkistetaan sivukiven karakterisointitiedon edustavuus uusien louhintasuunnitelmien valossa, lopullisen louhoksen dimensioita silmäläpäitäen. Tarvittaessa suoritetaan täydentäviä karakterisointeja ja tarvittaessa edelleen täydentävää suunnittelua.	Täydennystarpeiden tarkistaminen ajoitetaan vuodelle 2018. Mahdollisia jatkotoimenpiteitä ei aikatauluteta toistaiseksi.
Louhosjärven veden laatu	Tulevien louhosseinämien karakterisointi, näytevalinta perustuen nykyiseen louhossuunnitelmaan ja käytettävissä olevaan näytemateriaaliin (esimerkiksi kairasydänaineistot). Louhosjärven vedenlaatuennusteen laatiminen.	Työn aikataulu ei ole vielä varmistunut.
Pohjaveden, asema virtaukset ja laatu	Tuotetaan kokonaisvaltainen näkemys pohjaveden virtauksen asemasta, suunnista, määrästä ja ennusteellisesta laadusta, sekä maaperässä että kallioperässä, jotta voidaan tunnistaa pitkän aikavälin haitta-aineiden kulkeutumisriskit ja liittää mahdolliset ennaltaehkäisevät toimet sulkemissuunnitelmaan. Ensimmäisenä työvaiheena on hydrogeologisen tiedon kokonaiskoostaminen ja mahdollisten täydennystarpeiden arviointi.	Työ toteutetaan vaiheittain. Ensimmäisenä vaiheena täydennetään hydrogeologista tietoa ja vedenjohtavuustietoa avolouhoksen lähialueelta. Tämän työn ja seuraavien vaiheiden aikataulu ei ole vielä varmistunut.
Pitkän aikavälin vesienkäsittely	Selvitetään vesienkäsittelytarve nykyisellä tekniikalla toteutettavan aktiivisen vesienkäsittelyvaiheen jälkeen. Ensisijaisesti etsitään passiivista käsittelyratkaisua. Lisäksi tarvitaan tietoa mahdollisesta pitkän aikavälin vesienkäsittelyssä muodostuvasta sakasta ja sen sijoittamisesta. Jätekarakterisointi ja jätteen pitkän aikavälin käyttäytyminen ovat lähtötietoja. Huom. pitkän aikavälin vesienkäsittelytarve ja sen laatu riippuvat jätelaatujen lisäksi myös valittavista sulkemisratkaisuista.	Tarkempi tarkastelu voidaan aloittaa kun jätekarakterisoinnin tiedot ja päivitetyt peittorakennevaihtoehdot ovat käytettävissä.
Pitkän aikavälin ennusteellinen vesitase.	Suunniteltavien sulkemisrakenteiden toimivuuden arvioinnissa käytetään tietoja vesitaseesta. Käytettävissä on tällä hetkellä vesitase aktiivisen sulkemisvaiheen ja vesienkäsittelyn ajalle, perustuen tämän hetken ympäristöparametreihin. Sulkemissuunnittelua varten laaditaan vesitaseversio suljetun tilanteen skenaariolla. Vesitasemallille suoritetaan herkkyystarasteluja niiden tekijöiden tunnistamiseksi, jotka voivat erityisesti horjuttaa alueen hydrologista tasapainoa.	Nykyparametreihin perustuva vesitase-ennuste on käytettävissä aktiivisen sulkemistyön kannalta tärkeimmälle aikavälille. Ennustava malli on rakenteilla. Työ ajoitetaan samaan vaiheeseen kuin Pitkän aikavälin vesienkäsittelyn tarkastelu.

Päivitetty kooste sidosryhmien odotuksista	Sulkemissuunnittelun nykytilanne ja jatko-suunnitelmat esitellään keskeisimmille sidosryhmille ja kootaan näkemykset.	Työn aikataulu ei ole vielä varmistunut.
Uraanipitoisen kaivannaisjätteen täydentävä tarkastelu ja uraanin talteenottolaitoksen purkujätteen ennakkoarvioinnin ohjeistus	Tarkastelun tavoitteena on arvioida suunnittelujen toimenpiteiden (ja mahdollisten suunnitteluvaihtoehtojen) soveltuvuus uraanipitoisen kaivannaisjätteen jälkihoidon näkökulmasta sekä ohjeistaa uraanin talteenottolaitoksen purkujätteen ennakkoarviointi. Peittorakenteiden tarkentuvan suunnittelun ohessa huomioidaan radon-näkökulma. Uraanin talteenottolaitoksen purkujätteen ennakkoarviointi alkaa riskinarvioinnista.	Uraanin talteenottolaitoksen purkuun liittyvä hyvin alustava riskinarviointi suoritetaan käyttöönottoon liittyvien täydentävien riskinarviointien yhteydessä.
Uuden sulkemisskenaarion päivitys ja vesitaseen päivitys	Uusi sulkemisskenaario tarkistetaan pinta-alojen ja tilavuuksien (kuten louhos) osalta, uusien louhintasuunnitelmien ja uudet käytönotettavat yksiköt (lähinnä sivukivialue) huomioiden. Sulkemisvaiheen ja sulkemisen jälkeisen tilan vesitaseet määritellään valuma-alueittain.	Tarkastelua tehdään jatkuvasti osana normaalin toiminnan suunnittelua.
Työturvallisuussuunnittelu	Alustava sulkemissuunnitelmien työturvallisuustarkastelu laaditaan soveltaen hyvin alustaa riskien tunnistamista, mikä laajennetaan tarvittaessa varsinaiseksi riskinarvioinniksi. Arviota käytetään sen varmistamiseksi, että laadittavat sulkemissuunnitelmat ovat yleisesti ottaen työturvallisuuden näkökulmasta toteutettavissa. Lisäksi arviota käytetään työturvallisuuden kannalta hyvän detaljisuunnittelun tukena sulkemissuunnittelun tarkentuessa.	Hyvin varhainen työturvallisuusasioiden huomiointi sisällytetään seuraavaan sulkemissuunnitelmapäivitykseen.

11.2 Päivittämiskäytäntö

Sulkemissuunnitelma tarkistetaan seuraavan kerran vuonna 2020, erityisesti uuden karakterisointitiedon tullessa saataville.

Muissa tilanteissa sulkemissuunnitelma tarkistetaan vähintään joka kolmas vuosi osana kaivoksen sisäistä ympäristöasioiden hallintaa. Sulkemissuunnitelma kuitenkin päivitetään myös, mikäli toiminnassa tapahtuu merkittäviä muutoksia. Samalla tarkistetaan kustannuslaskelmien ajantasaisuus. Merkittävät täydennykset raportoidaan valvontaviranomaiselle ja tarvittaessa niille haetaan ympäristölupaa.

12 HYVIEN KÄYTÄNTÖJEN JA PARHAAN KÄYTTÖKELPOISEN TEKNIIKAN SOVELTAMINEN

Koska sulkemissuunnitelmiin on tulossa päivityksiä lyhyellä aikavälillä, arvioidaan hyvien käytäntöjen noudattamista ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamista kahdella eri tasolla: sisältyvätkö hyvät käytännöt nykyiseen suunnitelmaan ja voidaanko niiden olettaa tulevan sisällytetyiksi suunniteltujen päivitysten myötä. Arviot esitetään alla, yleisluotoisella tasolla ja koskien vain kappaleessa 4.3 esille nostettuja poimintoja.

- Sulkemissuunnittelun suunnitelmallinen asteittainen eteneminen
 - Tässä koosteessa esitetään suunnittelun jatkotoimenpiteet aikatauluineen. Nämä koskevat kuitenkin ensisijaisesti seuraavia tunnettuja työvaiheita. Suunnitteluyötä on suositeltavaa edistää selkeän rakenteen ja suunnitelman mukaan. Kappaleessa 11.2 on esitetty sulkemissuunnittelun etenemistavan selkeää ja tiivistä määrittelyä. Tämän täydennyksen myötä hyvien käytäntöjen voidaan katsoa olevan käytössä.
- Sulkemissuunnitelman päivittämiskäytäntö
 - On määritelty.
- Rakenteiden fyysisen stabiliteetin huomiointi sulkemissuunnittelussa.
 - Geoteknistä tietoa jätteistä ja peitemateriaaleista luodaan parhaillaan lisää. Teoreettisia arvioita pyritään varmentamaan kenttäkokein. Stabiilitteetti on huomioitu suunnittelussa alustavasti. Suunnittelun tarkentuessa on syytä esittää myös stabiliteettiarviot perusteluineen.
- Jäteaineiden kemiallinen stabiliteetti
 - Jäteaineiden karakterisoinnissa on puute liuotusjäätymisen osalta. perusteellinen ja tuotantonäytteeseen perustuva geokemiallinen karakterisointi tarvitaan tälle jätefraktioille. Puute on huomioitu työsuunnitelmassa (kappale 11.1).
- Maa-alueiden palauttaminen luonnonmukaiseen tilaan.
 - On huomioitu sulkemissuunnittelussa.
- Rakenteiden kestävyys poikkeusolosuhteissa.
 - Asiaa ei ole toistaiseksi tarkasteltu merkittävässä määrin, mutta on sisällytetty työsuunnitelmaan (kappale 11.1).
- Sulkemissuunnittelun tulee olla tapauskohtaista eikä valmisratkaisuihin perustuva.
 - Sulkemissuunnitelmat perustuvat nykyisellään kategorisesti tietoihin kaivannaisjätteen hapontuottokapasiteetista, neutralointipotentiaalista ja metallipitoisen valuman todennäköisyydestä. Lisäksi on huomioitu vesienkäsittelyn tarve alkuvaiheessa. Suunnitellut rakenteet perustuvat kuitenkin lupaehtoihin ja niiden taustalla oleviin yleisluontoisiin vaatimuksiin/suosituksiin. Vaikka kaivannaisjätteen luokitteluun perustuvalla vaatimusmäärittelyllä saavutettaneenkin perusasiat, ei lähestymistavassa kuitenkaan toteudu koko profiilin paikkakohtainen toiminnallisuuden arviointi, jossa huomioitaisiin alapuolinen kerros, jäte, peitto, kasvillisuus, ilmastotekijät – ja erityisesti profiilin kyky ylläpitää haluttuja, toiminnan kannalta kriittisiä vesipitoisuuksia). Paikkakohtaista arviointia saadaan mukaan kuitenkin alueella käynnissä olevien peittorakennekojen avulla. Puutteena mainittakoon suhteellisen yleisluontoiseksi jää-

nyt tietopohja jätemateriaalien pitkäaikaiskäyttäytymisestä. Myös kenttäkokeiden havaintoja ja sitä kautta peittorakenteiden tehoa pitkällä aikavälillä olisi hyödyllistä arvioida tarkemmin jäteaineksen pitkäaikaiskäyttäytymisen valossa, joko käsitteellisellä tai numeerisella tasolla. Täydentävän työn tarvetta voidaan arvioida etenemistavan määrittelyn yhteydessä (kappale 11.2) ja alustavasti mahdollisia täydennystarpeita on huomioitu myös työsuunnitelmassa (kappale 11.1).

- Päivitetyin sulkemisskenaarion vesitase puuttuu, mutta on työsuunnitelmassa (kappale 11.1). (Huom. vesitasetta on hyödynnetty tehokkaasti aikaisemman, erilaisen sulkemisskenaarion tarkastelussa.)
- Paikallinen peitemateriaalien saatavuus on huomioitu sulkemissuunnittelussa ja sitä tukevassa koetoiminnassa. Tieto tarkentuu edelleen työsuunnitelman (kappale 11.1) edetessä.
- Sulkemisen jälkeiset pohjavesiolosuhteet muistuttavat pitkälti olosuhteita ennen kaivostoimintaa, mutta joitakin muutoksia on odotettavissa kaivostoiminnan seurauksena, kaivostoiminnan rakenteiden muutettua ympäristöä. Sulkemissuunnittelun tukena on ollut toistaiseksi tietoa vain kaivostoimintaa edeltävästä tilanteesta. Täydentävä hydrologinen/hydrogeologinen työ on kuitenkin huomioitu työsuunnitelmassa. (kappale 11.1).

13 LÄHDELUETTELO

Austalian Government, Department of Industry Tourism and Resources 2006. Mine closure and completion. 63 s.

EC 2009. Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities.

GTK - Heikkinen, P. ja Noras, P. (toim.) 2005. Kaivoksen sulkemisen käsikirja. 165 s.

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

ICMM (International Council on Mining and Metals) 2012. Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit. 86 s.

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

Pöyry Finland Oy 2017. Selvitys pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primääriliuotusalueen maaperään kohdistuvista päästöistä. 37 s.

Pöyry Finland Oy 2017b. Terrafame Oy. Vesienhallinnan YVA-selostus 28.3.2017.

Ramboll Finland Oy 2016. Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuraportit vuodelta 2015. <http://www.terrafame.fi/ymparisto/ymparisto-vesien-hallinta/ymparistotarkkailuraportit.html>

Ramboll Finland Oy 2010. Talvivaara. Uraanin talteenoton ympäristövaikutusten arviointi.

Vastuullisen kaivostoiminnan verkosto, 2017. Kaivosvastuujärjestelmän toimintaperiaatteet (osa "Kaivoksen sulkeminen")

Lisäksi työssä on hyödynnetty Terrafame oy:n sisäisiä piirustuksia, Oulun yliopiston meneillään oleviin peittorakennekokeisiin liittyviä piirustuksia ja Ramboll Finland Oy:n Terrafame Oy:lle tuottamaa ympäristötarkkailuaineistoa.

