

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Suunnitelma

Päivämäärä
29.8.2017

Viite
1510033357

TERRAFAME OY

JÄTEHUOLTOSUUNNITELMA

TERRAFAME OY
JÄTEHUOLTOSUUNNITELMA

Päivämäärä **29.8.2017**
Laatija **Janne Kekkonen, Ramboll Finland**
Tiina Koivurinne, Ramboll Finland
Katariina Koikkalainen, Ramboll Finland
Tarkastaja **Katariina Koikkalainen, Ramboll Finland**
Hyväksyjä **Elina Salmela, Terrafame Oy**
Kuvaus **Terrafame Oy:n päivitetty jätehuoltosuunnitelma**

Viite 1510033357

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	TOIMINNAN KUVAUS	2
2.1	Yleiskuvaus	2
2.2	Malmiesiintymä ja mineralogia	2
2.3	Louhinta	3
2.4	Murskaus ja agglomerointi	3
2.5	Kasaliuotus	4
2.6	Metallien talteenotto	4
2.7	Uraanin talteenotto	5
2.8	Kemikaalivalmistus	5
2.9	Ylijäämävedet ja vesien hallinta	6
2.10	Jätteet ja jätealueet	7
2.11	Jätteiden hyötykäyttö	10
2.12	Toiminnan lopettaminen ja jälkihoitosuunnitelma	11
3.	YMPÄRISTÖOLOSUHTEET	13
3.1	Kaavoitus ja maankäyttö	13
3.2	Maa- ja kallioperä	13
3.3	Pohjavedet	13
3.4	Pintavedet	14
3.5	Luonto ja luonnonsuojelu	15
3.6	Ilmanlaatu	17
3.7	Melu ja värinä	17
4.	JÄTTEET, OMINAISUUDET JA LUOKITTELU	18
4.1	Sivukivi	18
4.1.1	Muodostuminen, määrät ja käyttö	18
4.1.2	Geologiset ominaisuudet	19
4.1.3	Kemiallinen koostumus	19
4.1.4	Liukoisuustestit	23
4.1.5	Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali	25
4.1.6	Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus	25
4.2	Pintamaa ja maapeitteet	26
4.2.1	Muodostuminen, määrät ja käyttö	26
4.2.2	Kemiallinen koostumus	27
4.2.3	Liukoisuustestit	28
4.2.4	Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali	28
4.2.5	Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus	29
4.3	Loppuun liuotettu malmi	29
4.3.1	Muodostuminen, määrät ja käyttö	29
4.3.2	Mineralogia ja kemiallinen koostumus	30
4.3.3	Liukoisuudet	31
4.3.4	Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali	31
4.3.5	Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus	32
4.4	Metallitehtaan sakat	32

4.4.1	Muodostuminen, määrät ja käyttö	32
4.4.2	Kemiallinen koostumus	34
4.4.3	Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus	35
4.5	Uraanilaitoksen sakat	35
4.6	Keskusvedenpuhdistamon sakka	35
4.6.1	Yleistä	35
4.6.2	Näytteenotto ja tehdyt tutkimukset	36
4.6.3	Vesienkäsittelysakan kokonaispitoisuudet	36
4.6.4	Vesienkäsittelysakan alkuaineet	37
4.6.5	Haponmuodostuspotentiaali	38
4.6.6	Radiokemialliset määritykset	39
4.6.7	Vesienkäsittelysakan liukoisuusominaisuudet	39
4.6.8	Jäteluokittelu ja sijoituskelpoisuus	40
4.6.9	Johtopäätökset	41
4.7	Välivarastoidut vesienkäsittelysakat	42
4.8	Muut jätteet	42
5.	JÄTEALUEIDEN LUOKITTELU	45
6.	JÄTTEIDEN HALLINTA	48
6.1	Maa-ainekset	48
6.2	Loppuun liuotettu malmi	49
6.3	Metallitehtaan ja keskusvedenpuhdistamon sakat	49
6.4	Uraanilaitoksen sakat	51
6.5	Välivarastoidut vesienkäsittelyn sakat	51
6.6	Muut jätteet	51
7.	ONNETTOMUUSVAARAT JA NIIDEN TORJUMINEN	52
7.1	Kaivoksen toimintaan liittyvät ympäristöriskit	52
7.2	Suuronnettomuusvaaraa aiheuttavaa jätealuetta koskevat velvoitteet	52
7.3	Toimintaperiaatteet, turvallisuusjohtaminen ja sisäinen pelastussuunnitelma	53
8.	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	54
8.1	Päästöt ja vaikutukset maaperään sekä pohja- ja pintaveteen	54
8.2	Päästöt ja vaikutukset ilmaan	55
8.3	Vaikutukset maisemaan	55
8.4	Meluvaikutukset	56
8.5	Tarkkailu	56
8.5.1	Käyttötarkkailu	56
8.5.2	Päästötarkkailu	56
8.5.3	Jätteiden tarkkailu	57
8.5.4	Jätealueiden sisäisten olosuhteiden ja vesien tarkkailu	57
9.	VAKUUS	58
10.	JÄTEHUOLTOSUUNNITELMAN PÄIVITTÄMINEN	59

LIITTEET

- Liite 1 Sivukiven kaivannaisjätehuoltosuunnitelma
- Liite 2 Sivukivien analyysitodistukset vuodelta 2017
- Liite 3 Pintamaiden analyysitodistukset vuodelta 2017
- Liite 4 Sivukivien, mustaliuskealueen pintamaan ja loppuun liuotetun malmin ABA-testin analyysitodistus (SGS)
- Liite 5 Loppuun liuotetun malmin analyysitodistukset vuodelta 2017
- Liite 6 Metallitehtaan sakkojen tutkimustodistukset
- Liite 7 Vesienkäsittelysakan analyysitulosten yhteenvetotaulukko, kokonaispitoisuudet
- Liite 8 Vesienkäsittelysakan analyysitulosten yhteenvetotaulukko, liukoisuudet
- Liite 9 Vesienkäsittelysakan ABA-testin analyysitodistus (SGS)
- Liite 10 Letkujätteen analyysitodistukset vuodelta 2017

1. JOHDANTO

Ramboll Finland Oy on Terrafame Oy:n (jatkossa Terrafame) toimeksiannosta laatinut päivityksen kaivoksen aiempaan kaivannaisjätehuoltosuunnitelmaan (päiväty 24.2.2012). Tässä raportissa esitetään päivitetty suunnitelma Terrafamen kaivoksen toiminnassa syntyvien kaivannaisjätteiden ja muiden jätteiden hallitsemiseksi. Jätehuoltosuunnitelma kattaa yhtiön kaivannaisjätteet sekä muut keskeiset prosessiperäiset jätteet riippumatta siitä, ovatko jätteet lainsäädännön periaatteiden mukaan luokiteltu kaivannaisjätteiksi tai tavanomaiseksi/vaaralliseksi jätteeksi. Siksi tätä suunnitelmaa on tässä asiakirjassa kutsuttu jätehuoltosuunnitelmaksi, vaikka se kattaa myös kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman ja soveltuvilta osin kiviaineksen hallintasuunnitelman.

Terrafamen ympäristöluvuissa on useita eri määräyksiä koskien muodostuvia jätteitä, niiden seuranta sekä jätehuoltosuunnitelmien laatimista. Erityisesti kaivoksen koko toimintaa koskevassa ympäristölupapäätöksessä Nro 36/2014/1 (DNro PSAVI/58/04.08/2011, annettu julkipanon jälkeen 30.4.2014, muutettu VHO:n päätöksellä 28.4.2016, lainvoimainen KHO:n päätöksellä 9.5.2017) sekä kaivoksen vesienkäsittelyn keskuspuhdistamoa koskevassa ympäristölupapäätöksessä Nro 3/2017/1 (DNro PSAVI/702/2016, annettu julkipanon jälkeen 4.1.2017, ei lainvoimainen, täytäntöönpanokelpoinen muutoksenhausta huolimatta) on annettu määräyksiä em. asioita koskien. Keskeisin suunnitelman laadintaa koskeva lupamääräys on päätöksessä Nro 3/2017/1, määräys 53a:

”53a. Luvan saajan on ylläpidettävä ja jatkuvasti kehitettävä lupamääräyksen 46a mukaisten jätteiden hallintasuunnitelmaa, jossa esitetään toimet, joilla varmistetaan jätteiden ominaisuuksien tunnistaminen ja niiden sijoittaminen tai hyödyntäminen tämän päätöksen tarkoittamalla tavalla.

Suunnitelman ja siihen liittyvään tarkkailuun on yhdistettävä kaatopaikan sisäisien olosuhteiden ja kaatopaikkaveden laadun kattava tarkkailu. Saatavaa tietoa on hyödynnettävä sulkemistoimien suunnittelussa.

Tiedot on tallennettava siten, että loppusijoitettujen jätteiden sijainti ja määrä on tiedossa toiminnan aikana ja sen loppumisen jälkeen.

Suunnitelma on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle viimeistään 1.10.2017.”

Jätehuoltosuunnitelma on laadittu sen mukaan, mitä ympäristölupapäätöksissä Nro 36/2014/1 ja 3/2017/1 on määrätty sekä mitä kaivannaisjätteiden jätehuoltosuunnitelmasta on säädetty kaivannaisjäteasetuksessa (valtionneuvoston asetus kaivannaisjätteistä, 190/2013) ja kaatopaikkaasetuksessa niiltä osin kuin kyse ei ole kaivannaisjätteistä (valtionneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013).

Keskeisinä lähdeaineistoina suunnitelman laadinnassa on käytetty tietoja, joita on esitetty kaivoksen ympäristölupapäätöksissä Nro 36/2014/1 ja Nro 3/2017/1, Pöyry Finland Oy:n laatimassa kaivostoiminnan YVA-ohjelmassa (marraskuu 2016), Ramboll Finland Oy:n laatimassa sivukiven kaivannaisjättesuunnitelmassa (7.4.2017) ja vuoden 2016 tarkkailuraporteissa.

2. TOIMINNAN KUVAUS

2.1 Yleiskuvaus

Louhinta kaivoksella on aloitettu keväällä 2008 ja kaupallinen metallintuotanto vuonna 2009. Toiminnassa hyödynnetään Kuusilammen ja Kolmisopen monimetalliesiintymät, joista Kuusilammen avolouhos on tällä hetkellä käytössä. Kolmisopen hyödyntäminen ei ole suunnitteilla vielä lähivuosina ja esiintymän avaamiseen haetaan myöhemmin erillistä ympäristölupaa. Avolouhosten monimetalliesiintymistä erotetaan biokasaliuotuksella nikkeliä, sinkkiä, kuparia ja kobolttia, minkä jälkeen liuenneista metalleista saostetaan metallisulfideja teollisuuden raaka-aineiksi. (Ramboll Finland Oy, 7.4.2017)

Kaivoksen tuotantoprosessi koostuu seuraavista päävaiheista: louhinta, murskaus, agglomerointi, malmin kasaaminen liuotusalueille, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Kaivoksella valmistetaan myös aputoimintoina kemikaaleja (rikkivety, vety) kaivoksen omaan käyttöön. Kaivokselle on rakennettu uraanin talteenottolaitos, mutta sen toimintaa ei ole vielä aloitettu.

Kaivoksella on lainvoimaisen ympäristöluvan mukaisesti lupa louhia malmia 15 Mt/v ja sivukiveä 30 Mt/v. Vuonna 2016 kaivoksella louhittiin malmia 14,21 Mt ja sivukiveä 18,39 Mt. Nykyisen louhintasuunnitelman mukaan kaivoksella muodostuu sivukiveä vuosittain noin 18–45 Mt. Vuosina 2008–2016 ovat louhitun sivukivenmäärät vaihdelleet 1,4–18,4 Mt välillä.

2.2 Malmiesiintymä ja mineralogia

Kuusilampi ja Kolmisoppi ovat kaivospiirin sisällä olevat tunnetut malmit. Malmitutkimusten perusteella malmivarannot voivat olla ennakoitua suuremmat, joten avolouhosten toiminta-aikaa ei voida vielä arvioida. Louhittava malmi on mustaliusketta, joka sisältää keskimäärin 0,25–0,27 % nikkeliä, 0,13–0,15 % sinkkiä ja 0,02 % kobolttia. Malmin keskimääräinen rikkipitoisuus on 9,1 %. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Kuusilammen avolouhos on tämän hetken suunnitelmien mukaan lopulliselta pinta-alaltaan noin 230 hehtaaria (3500 m x 400–1200 m) ja syvyydeltään 440 metriä. Kuusilammesta louhittava kivimäärä on arvion mukaan yli miljardi tonnia. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Kuusilammen esiintymän isäntäkivenä on mustaliuske, joka on myös esiintymien pääasiallinen sivukivi. Raja malmimustaliuskeen ja sivukivimustaliuskeen välillä on analyttinen. Kuusilammen esiintymässä voidaan erottaa kolme malmityyppiä: breksiamalmityyppi, pirotealmityyppi ja metakarbonaattikivimalmityyppi (MCR). Magneettikiisurikkaat pirote- ja breksiamalmityypit ovat yleisimpiä. Piroteyyppi on hieno-keskirakeinen ja joskus sulfidit esiintyvät karkeina kasaamina. Karkearakeista sulfidiainesta esiintyy myös kvartsijuonien yhteydessä. Joskus sulfidit voivat taas olla primäärisinä kerroksina tai sekundäärisinä raitoina. Breksiatyyppin malmissa magneettikiisuus/rikkikiisuus-suhte on Kuusilammella 1:1. Rikkikiisua tavataan kahta eri tyyppiä. Primäärinen rikkikiisuus on hyvin hienorakeisina kerroksina, joita sekundääriset mineraalit breksioivat. Sekundäärinen rikkikiisuus puolestaan on karkeampi rakeista ja esiintyy usein breksioivasti. Metakarbonaattikivi esiintyy katkeilevina kerroksina tai linsseinä mustaliuskeen sisällä. Metakarbonaattikivi sisältää vaihtelevasti karbonaattia. Sulfidit täyttävät usein tremoliitin välitiloja.

Kuusilammen esiintymän sivukiviä ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske ja kvartsiitti. Kuusilammen esiintymän kanssa välittömässä kontaktissa oleva sivukivi on pääasiassa mustaliuske. Esiintymän eteläosassa malmi rajoittuu itäpuolella kvartsiittiin. Sivukivimustaliuskeen väri vaihtelee mustasta harmaaseen lähinnä kvartsin määrästä riippuen. Kivi on yleisesti suuntautunut, paikoin kerroksellista tai raitaista ja varsin usein myös breksiarakenteista. Mustaliuskeessa tavataan myös kapeita muutaman senttimetrin levyisiä raitoja, jotka ovat fylliittisiä tai kvartsivakkaa. Mustaliuske sisältää yleisesti kiisuja, pyriittiä ja magneettikiisua sekä grafiittia. Metakarbonaattikivi (käytetty myös nimitystä karsi) esiintyy kapeina katkeilevina kerroksina mustaliuskeen sisällä. Kerrosten paksuus vaihtelee muutamasta senttimetristä 4-5 metriin, keskipaksuuden

ollessa alle metrin luokkaa. Metakarbonaattikiven väri vaihtelee lähes mustasta kellertävään riip-puen karbonaattimineraalien määrästä. Myös metakarbonaattikivi sisältää kiisuja. Kiilleliusketta esiintyy paikoin kapeina kerroksina mustaliuskeen sisällä, ja laajemmin Kuusilammen malmin itäpuolella noin 300 metrin etäisyydellä malmin kontaktista Hetesuo-Riista-aho-alueella. Kiilleliuske on harmaata tai ruskehtavaa, keski- tai hienorakeista ja litologinen raja mustaliuskefylliitti-kiilleliuske on usein tulkinnanvarainen. Kiilleliuskeet ovat tavallisesti raitaisia, kiille- ja kvartsirikkaiden raitojen vuorotellussa ja lisäksi niissä on kapeita kvartsisuonia. Kiilleliuskeessa voi olla paikoin kiisu- ja grafiittipitoisia kerroksia. Kvartsiitteja on Kuusilammen esiintymän länsipuolella Kuusilampi-Kehikkolehto -alueella. Kvartsiitteja esiintyy satunnaisesti myös kapeina enintään muutaman metrin paksuisina kerroksina mustaliuskeen sisällä. Kvartsiitit ovat väriltään vaaleita, harmaanvaaleita tai tummanharmaita.

Kolmisopen mineraaliesiintymän louhiminen ei ole vielä ajankohtaista. Suunnitelman mukaan Kolmisoppi avataan vuonna 2029, ja sen avaamiseen haetaan erillistä ympäristölupaa. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

2.3 Louhinta

Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymien ominaisuuksien (geologinen rakenne, sijainti, kallion tekniset ominaisuudet) ja louhinnan kustannusten vuoksi on louhintamenetelmäksi valittu avolouhinta. Louhinta toteutetaan louhintasuunnitelman mukaisesti. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Poraus tehdään dieselkäyttöisillä telaketjuaalustaisilla poravaunuilla, joilla porataan reikiä räjäytettävään kenttään. Porausreiät ulotetaan noin 16–17 metrin syvyyteen, jotta pengerkorkeudeksi saadaan 15 metriä. Räjäytyksissä käytetään emulsioräjähteitä (tällä hetkellä Riomex 7000), jotka valmistetaan työmaalla tankkiautossa. Räjähdysaine koostuu pääasiassa (noin 90 %) ammoniumnitraattiliuoksesta (NH_4NO_3). (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Louhinnassa pyritään erittelemään malmi- ja sivukivikentät erilleen, joka ei kuitenkaan aina ole mahdollista malmin geometrian ja suurten louhintamäärien takia. Mikäli räjäytettävä kenttä sisältää sekä malmin, että sivukiveä, pyritään ne lastausvaiheessa erottelamaan mahdollisimman tarkasti toisistaan. Malmin ja sivukiven erottelamisessa käytetään hyväksi timanttikairauksessa saatuja tietoja sekä alueelta kertynyttä kokemusta. Kenttämittakaavassa nämä tiedot ovat kuitenkin liian epätarkat, minkä vuoksi malmi- ja sivukivirajoja tutkitaan tuotantokentistä käsitöillä XRF-laitteella (sisältää GPS-laitteiston). Sivukiven kaivannaisjättesuunnitelmassa (liite 1) on esitetty sivukivimateriaalien tunnistaminen ja lajittelu louhoksella tarkemmin. (Ramboll Finland Oy, 7.4.2017)

Räjäytetty malmi lastataan suuritehoisella lastauskoneella kiviautoihin, joilla malmi kuljetetaan louhoksen ulkopuolella olevalle esimurskausasemalle.

Sivukiven lastaus ja kuljetus tapahtuu kuten malminkin. Sivukivi kuljetetaan suoraan käytössä olevalle sivukivialueelle tai muulle kaivoksen suunnitelmissa esitetyille alueille (esim. sekundääri-liuotusalueiden tiivisrakennekerrosten välisiin sivukivitäyttöihin). Sivukivitäyttö muotoillaan normaalilla maanrakennuskalustolla.

2.4 Murskaus ja agglomerointi

Malmin esimurskaamo sijaitsee louhoksen välittömässä läheisyydessä. Esimurskaamossa murskaimena on kiinteä karamurskain, joka on sijoitettu kallion sisälle apulaitteineen. Mikäli malmin ei voida heti kipata murskaimeen, välivarastoidaan malmi murskaimen viereen rakennetulla kalvotutulla kentällä. Esimurskaimelle kuljetettavan kiven koko tulee olla alle 1 m^3 ja tarvittaessa ylisuuret kappaleet pienennetään hydraulivasaralla. Esimurskauksen jälkeen malmin palakoko on alle 250 mm. Louhinnan edetessä syvemmälle, arvioidaan mahdollisuus siirtää esimurskain syvemmälle louhokseen. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Esimurskattu malmi johdetaan hihnakuuljetinjärjestelmällä välivarastoon, jonka kapasiteetti on 20 000 tonnia. Välivarasto on katettu ja pohjarakenteet on tehty betonista valamalla ja asfaltomalla siten, että valuma- ja suotovedet saadaan kerättyä ja hyödynnettyä liuoskiertoon. Välivarastosta esimurskattu malmi siirretään syöttimien ja hihnakuuljettimien avulla kolmivaiheiseen hienomurskaukseen. Pölynhallinta on huomioitu jokaisessa vaiheessa erilaisilla menetelmillä esim. roikkuvilla hihnakumeilla, pölynpoistolaitteilla, kattamisella, koteloinnilla. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Hienomurskaamo sijaitsee tehdasalueella kiinteissä rakennuksissa, joiden pohjat on valettu siten, että valuma- ja suotovedet saadaan kerättyä ja hyödynnettyä liuoskierrossa. Hienomurskauksessa käytetään säädettävää kolmivaiheista murskaus- ja seulontapiiriä. Hienomurskatusta malmista 80 % läpäisee alle 8 mm raekoon. Hienomurskaamo on katettu, mikä vähentää tehokkaasti sekä pöly- että melupäästöjä. Murskaamot on varustettu pölynkeruulaitteistolla, josta kerätty pöly ohjataan takaisin prosessiin agglomeroinnin yhteydessä. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Hienomurskattu malmi siirretään hihnakuuljettimelle agglomerointiin, joka sijaitsee hienomurskaamon vieressä tehdasalueella. Agglomeroinnin päätarkoitus on kiinnittää hienojakoinen malminaines suurempiin malmipartikkeleihin. Agglomerointi tehdään pyörivissä rummuissa, mihin lisätään kaivoksen metallien talteenoton pääprosessiliuosta PLS-liuosta tai laimeaa rikkihappoa. Agglomerointiasema on perustettu betonilaatalle, jonka valuma- ja suotovedet saadaan kerättyä ja hyödynnettyä liuoskiertoon. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

2.5 Kasaliuotus

Metallien erotus malmista perustuu biokasaliuotukseen, jossa alueella luonnostaan esiintyvien bakteerien avulla metallit liuotetaan kiviaineksesta. Murskattu ja agglomeroitu malmi siirretään hihnakuuljettimilla ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle eli primäärikasolle, jossa malmi kasataan kasauslaitteistolla (ns. stakkeri) haluttuun kasan muotoon. Kasaan puhalletaan ilmaa sinne asennetun putkiston läpi ja sitä kastellaan liuoksella, jota kierrätetään kasan läpi. Tällöin happamissa olosuhteissa metallit liukenevat ja sulfidi hapettuu sulfaatiksi alentaen pH:ta. Samalla vapautuu lämpöä. Liuotuksen edistämiseksi käytetään rikkihappoa kiertoliuoksen pH:n säätämiseksi optimitasolle. (Ramboll Finland Oy, 7.4.2017, Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Noin 1–1,5 vuotta kestävän primääriliuotusvaiheen jälkeen kasa puretaan pintajyrsimellä ja siirretään hihnakuuljettimella toisen vaiheen kasa-alueelle eli sekundäärilohkolle, jossa liuotusta jatketaan edelleen. Sekundääriliuotuskasa on myös louhitun malmin loppusijoituspaikka. Sekundääriliuotusvaiheessa aktiivista liuotusta jatketaan vielä useiden vuosien ajan. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Happaman vesiliuoksen metallipitoisuuksien noustua riittävän korkeaksi osa liuoksesta johdetaan metallin talteenottoon.

2.6 Metallien talteenotto

Metallien talteenottolaitos (MTO) sijaitsee primäärikasojen pohjoispuolella olevalla tehdasalueella, joka on aidattu. Metallien talteenottolaitoksella happamasta metallipitoisesta vesiliuoksesta (PLS-liuos) saostetaan nikkeli, sinkki, kupari ja koboltti vaihteittain sulfideiksi. Liuosta johdetaan nykytilanteessa talteenottolaitokselle 600–1800 m³/h. Liuoksen pH on tyypillisesti 2,0...3,2. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Metallinen talteenoton saostus tehdään rikkivedyllä kolmessa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa saostetaan kuparisulfidi. Toisessa vaiheessa saostetaan sinkkisulfidi ja kolmannessa vaiheessa saostetaan nikkeli- ja kobolttisulfidi. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Metallien talteenoton jälkeen ns. raffinaatti (metallien talteenoton jälkeinen liuos) johdetaan osin takaisin liuoskiertoon bioliuotuskasvoille ja osin alumiiniin ja raudan saostukseen (RASA) ja sieltä edelleen loppuneutralointivaiheeseen (LONE). Loppuneutraloinnin prosesseissa syntyvät sakat johdetaan kipsisakka-altaille. Aiemmin myös raudansaostuksen sakat johdettiin kipsisakka-altaille, mutta keskusvedenpuhdistamon käyttöönoton (helmikuussa 2017) jälkeen raudansaostuksen alite on pumpattu keskusvedenpuhdistamolla niin, että sakka vastaa laadultaan loppuneutraloinnin alitetta. Loppuneutraloinnin ylittevesi on mennyt pääosin laitoksen käyttövedeksi tai käänteisosmoosilaitoksen syöttövedeksi. Käänteisosmoosilaitoksen tuotevesi käytetään tehtaalla vaativissa vedenkäyttökohteissa.

2.7 Uraanin talteenotto

Uraanin talteenottoa ei ole vielä aloitettu, mutta talteenottolaitos on jo olemassa ja laitoksen operointitapa selvillä. Uraanin talteenotto tehdään metallien talteenoton yhteydessä sinkkisulfidin saostuksen jälkeen. PLS-liuoksesta saadaan otettua yli 90 % uraanista talteen eli noin 21 mg/l, jolloin laitokselta lähtevässä liuoksessa on uraania noin 2 mg/l. Uraanin talteenotto prosessi muodostuu uutosta, takaisinuuotosta, saostuksesta, selkeytyksestä, suodattuksesta ja kuivauksesta. Lopuksi tuote pakataan ja varastoidaan. (Ympäristölupapäätös NRO 36/2014/1)

Uraanin suunniteltu valmistusmäärä vuodessa on noin 250 tonnia (metallisisältönä). Uraanin talteenoton lopputuote on uraanipuolituote (uraanioksidien seos $UO_4 \cdot x H_2O$), jonka tyyppillinen uraanipitoisuus on 70–80 painoprosenttia. Saostusolosuhteista riippuen uraaniperoksidin kidevedenmäärä vaihtelee. Kuivauslämpötila vaikuttaa uraaniperoksidin koostumukseen esim. UO_4 (matala lämpötila) ja UO_3 (korkea lämpötila). (Ympäristölupapäätös NRO 36/2014/1)

2.8 Kemikaalivalmistus

Kaivoksen alueella on useita tuotantoa tukevia toimintoja. Kaivoksen alueella valmistetaan happea, vetyä ja rikkivetyä sekä käsitellään kalkkituotteita, joista valmistetaan neutralointiaineita. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Hapetta voidaan valmistaa kaivosalueella ilmakaasutehtaalla, jonka toiminta perustuu VPSA-tekniikkaan (Vacuum Pressure Swing Adsorption). Ilmakaasutehtaan raaka-aineena on ilma, jota otetaan raaka-aineeksi enintään 35 000 m³(n)/h. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 3 350 m³(n)/h 90 %:sta hapetta. Hapetta voidaan käyttää erityisesti liuenneen raudan hapettamiseen rautasakan saostuksessa. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Vetyä valmistetaan kahdella vetylaitoksella nestekaasusta (propanista). Propaniin sekoitetaan osa tuotteena saatavasta vedystä, minkä jälkeen kaasuseos kuumennetaan lämmönvaihtimen avulla ja muutetaan reformerissa synteesisikaasuksi, joka jäähdytetään ja puhdistetaan. Vetylaitoksen tuote on 99 % puhdasta vetykaasua, jota käytetään rikkivedyn valmistuksessa. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Rikkivetyä valmistetaan sularikin ja vetykaasun välisenä reaktiona rikkivetylaitoksissa kaivoksen tehdasalueella. Sularikkiä tulee sivutuotteena esim. metallurgisissa laitoksissa tai öljyn puhdistamoilta. Sularikki toimitetaan kaivokselle säiliöautoilla ja osa kiinteänä paikan päälle. Kiinteä rikki sulatetaan tehdasalueella. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Kalkin käsittelyssä raaka-aineina ovat kalkkikivi (raekoko 0–150 mm) ja poltettu kalkki (20–40 mm), jotka toimitetaan tehdasalueella junakuljetuksin. Häiriötilanteissa korvataan kalkkikivi hyvin hienojakoisella kalsiumkarbonaatilla (liitu), joka tuodaan tehdasalueella autokuljetuksena. Kalkkikivi ja mahdollinen kalsiumkarbonaatti varastoidaan katetussa varastossa, johon kalkkikivi ohjataan katetulla kuljettimella. Varastosta kalkkikivi siirretään kuljettimella kaksivaiheiseen murskaukseen. Murskauksen jälkeen kalkkikivi seulotaan, kuulamylyjauhetaan ja lietetään kalkkikivilietteeksi (raekoko noin 20 µm). Lieite pumpataan varastosäiliöön. Kalsiumkarbonaatti siirretään kuljettimella liettolaitokseen, jossa valmistetaan liituliete. Liituliete pumpataan kalkkikiviliet-

teen kanssa samaan varastosäiliöön. Kalkkikivi- ja liitulietettä käytetään prosessissa neutralointiaineena. Poltettu kalkki jauhetaan ja sammutetaan, jossa kalsiumoksidi reagoi veden kanssa muodostaen kalsiumhydroksidia (kalkkimaito). Kalkkimaitoa käytetään neutralointiaineena loppuneutralointiprosessissa. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

2.9 Ylijäämävedet ja vesien hallinta

Kaivosalueelle kertyy yhtiön arvion mukaan keskimääräisellä sadannalla vuosittain noin 6 Mm³ vettä. Kaivosalueella on luonnontilaisia valuma-alueita, joilla muodostuvat sade- ja sulamisvedet ovat puhtaita. Puhtaat vedet johdetaan vesistöön siten, että ne eivät joudu kosketuksiin alueen kontaminoituneiden vesien tai kontaminaatiolähteiden kanssa. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Kaivoksen tuotantoon otetaan raakavettä Kolmisoppijärvestä. Kolmisopesta pumpattavasta raakavedestä valmistetaan käsittelemällä tuotantoprosessissa tarvittavaa kemiallisesti puhdistettua vettä ja herkemmissä kohteissa tarvittavaa demineralisoitua vettä. Järviveden ottoa on voitu merkittävästi vähentää käyttämällä käyttövetenä soveltuvissa kohteissa metallien talteenottolaitoksen loppuneutraloinnin ylitevettä ja vaativissa vedenkäyttökohteissa käänteisosmoosilaitoksen tuotevettä.

Kaivoksen tuotantoprosessissa kiertävä liuos johdetaan bioliuotuskasoilta metallin talteenottotehtaalteille, josta arvometallien saostuksen jälkeinen liuos palautetaan raffinaattina liuoskiertoon. Prosessista poistuu vettä myös raudansaostuksen alitteena, loppuneutraloinnin ylitteenä ja alitteena sekä tuotekasojen mukana. Raudansaostuksen alite johdetaan keskusvedenpuhdistamolle, josta muodostuva liete johdetaan kipsisakka-altaalle, jossa lietteen sisältämä kiintoaine laskeutetaan ja kirkas ylitevesi johdetaan Latosuolle ja sieltä edelleen purkuputken kautta vesistöön. Loppuneutraloinnin ylite johdetaan pääosin tehtaan käyttövedeksi tai käänteisosmoosilaitokselle, josta syntyvä hylkyvesi eli rejekti johdetaan pääosin bioliuotuskasaille (poikkeustilanteissa tarvittaessa vedenkäsittelyyn) ja puhdistettu tuotevesi metallin talteenottolaitokselle käyttövedeksi. Loppuneutraloinnin aliteliete johdetaan kipsisakka-altaalle, jossa sen sisältämä kiintoaine laskeutetaan ja kirkas ylite vesi johdetaan Latosuon ja purkuputken kautta vesistöön. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Keskusvedenpuhdistamolle johdetaan vesiä raudansaostuksesta lisäksi kaivoksen eri vesivarastoista, mm. louhokselta Kortelammen alueelta sekä Haukilammelta ja Kärsälammelta. Keskuspuhdistamon toiminta perustuu kalkkineutralointitekniikkaan, joka on todettu tehokkaaksi puhdistusmenetelmäksi kaivosvesille. Lisäksi keskuspuhdistamolle on tarkoitus jatkossa johtaa myös käsittelyä vaativat, louhoksen kuivanapidosta muodostuvat kalliopohjavedet ja sadannan kontaminoituneet vedet (sadanta altaisiin, tehdasalueelle tai kontaminoituneeseen maaperään). (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Lisäksi kaivosalueelle on jätetty aiemmin käytössä olleet vesien neutralointiyksiköt, jotka ovat käyttöönottettavissa mahdollisissa keskusvedenpuhdistamon häiriötilanteissa.

2.10 Jätteet ja jätealueet

Toiminnassa jatkuvasti muodostuvat, määrältään suurimmat jätelajit ovat sivukivi sekä metallitehtaan ja vesienkäsittelyn sakat. Myös loppuun liuotettua malmia muodostuu suuria määriä, mutta sen muodostumisajankohtaa tai määrää ei voida tarkasti yksilöidä. Taulukoissa (Taulukko 2-1 ja Taulukko 2-2) on esitetty ympäristölupien (DNro PSAVI/58/04.08/2014 ja PSAVI/702/2016) mukaan kaivoksen ja keskusvedenpuhdistamon toiminnassa syntyvät pääjätelajit.

Taulukko 2-1 Ympäristöluvan Nro 36/2014 (30.4.2014, DNro PSAVI/58/04.08/2014) mukaan kaivoksen toiminnassa muodostuvat pääjätelajit.

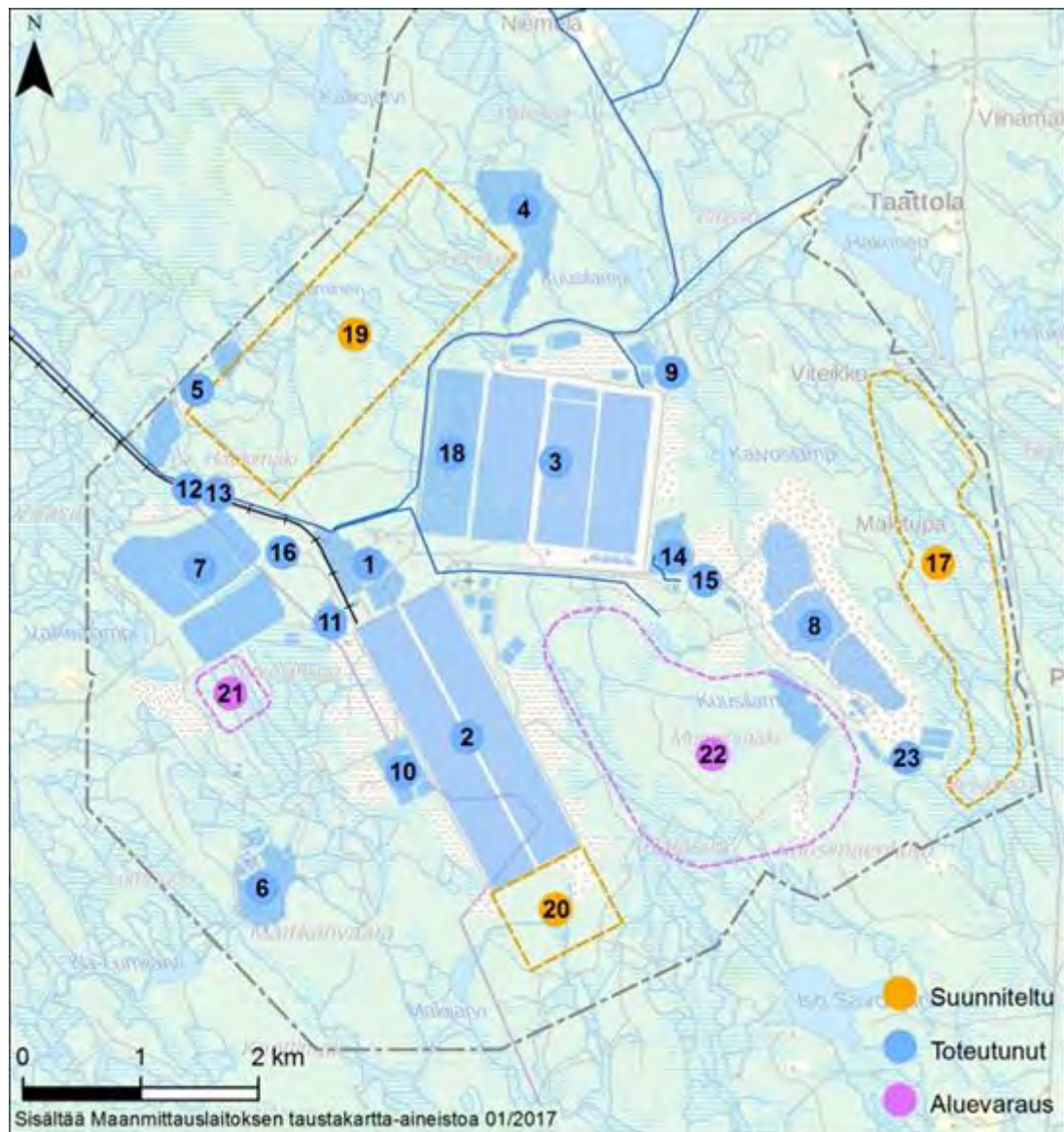
Jätelaji	Jätenumero
Malmin louhinnassa muodostuva rikkipitoinen sivukivi	01 01 01
Malmin louhinnassa muodostuva vähärikkinen sivukivi	01 01 01
Tarvekiven louhinnassa muodostuva sivukivi	01 01 02
Louhinnan yhteydessä poistettava pilaantumaton maa-aines	01 01 01
Louhinnan yhteydessä poistettava metallipitoinen maa-aines	01 01 01
Rakentamiseen liittyvässä toiminnassa poistettava metallipitoinen maa-aines	17 05 03*
Rakentamiseen liittyvässä toiminnassa poistettava pilaantumaton maa-aines	17 05 04
Toisen vaiheen liuotuskasalle liuotuksen jälkeen jäävä mineraali	01 03 07*
Ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotuskasalle saostuvat reaktiotuotteet (mm. jarosiitti)	01 03 07*
Esineutralointisakka (ent. välineutralointisakka)	11 02 02*
Raudansaostuksen sakka	11 02 07*
Loppuneutraloinnin sakka	11 02 07*
Metallitehtaan muut mineraalijätteet	11 02 07*
Kaasunpesun lietteet	11 02 07*
Muu metallipitoinen kiviainesjäte (esim. kuljetinriipe)	01 03 07*
Uraanin talteenottolaitoksen PLS-altaan sakka	11 02 02*
Uraanin talteenottolaitoksen raffinaattialtaan sakka	11 02 07*
Uraanin talteenottolaitoksen sakat (crudi)	11 02 07*
Päästöjen seurauksena pilaantuneet maa-ainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita	17 05 03*
Päästöjen seurauksena pilaantuneet muut maa-ainekset	17 05 04
Vesienkäsittelyn sakat (muut kuin metallitehtaan prosesseissa muodostuvat), jotka sisältävät vaarallisia aineita	19 02 05*
Vesienkäsittelyn sakat (muut kuin metallitehtaan prosesseissa muodostuvat)	19 02 06
Loppusijoitettava letkujäte	17 02 04*
Epäkurantit rikkijätteet	06 06 03
Liuotuskierrosta poistettu nestemäinen kemikaali (esimerkiksi PLS-, SLS- ja raffinaattiliuokset)	11 02 07*

Taulukko 2-2 Ympäristöluvan Nro 3/2017 (PSAVI mukaan keskusvedenpuhdistamon toiminnassa muodostuvat pääjätelajit.

Jätelaji	Jätenumero
Raudansaostuksen alitteen ja ylitteen neutraloinnissa muodostuva sakka	11 02 07*
Vesienkäsittelysakat (muut kuin metallitehtaan prosessivesien käsittelyssä muodostuvat), jotka sisältävät vaarallisia aineita	19 02 05*
Vesienkäsittelysakat (muut kuin metallitehtaan prosessivesien käsittelyssä muodostuvat)	19 02 06

Sivukiven ja sakkujen sijoittamiseksi kaivosalueelle on rakennettu laajat jätealueet. Sivukiven osalta uusia alueita rakennetaan ja otetaan käyttöön vanhojen täyttyessä. Tällä hetkellä rakennetaan sivukivialue KL2:n pohjarakenteita ja sivukiven läjitys alueelle aloitetaan sen jälkeen kun tarvittavat luvat alueen käyttönotolle on myönnetty.

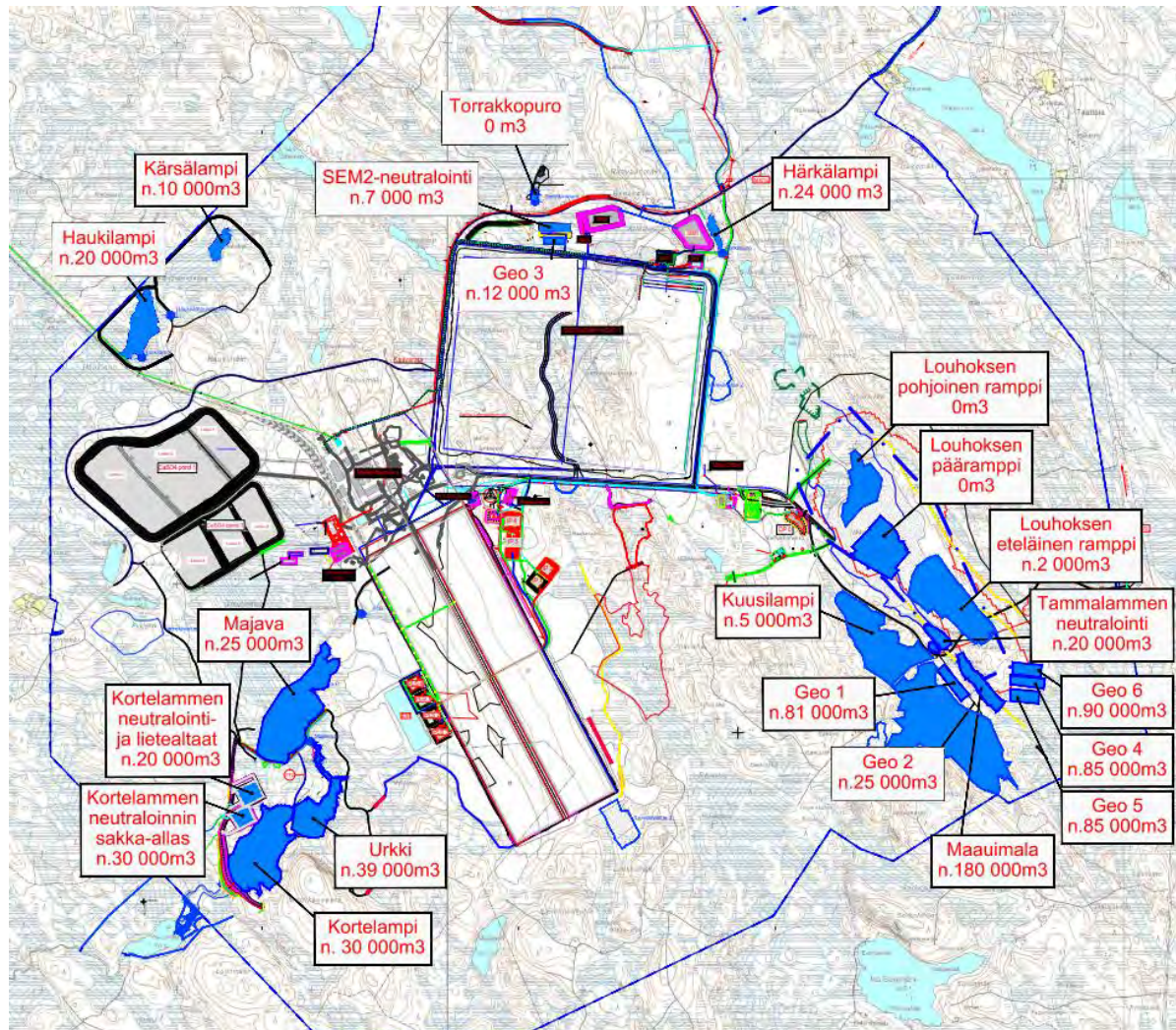
Kipsisakka-allasta 2 (lohkot 4-6) ollaan parhaillaan korottamassa, jotta metallitehtaan ja vesienkäsittelyn sakkujen sijoittamista altaaseen voidaan jatkaa. Kipsisakka-altaan reunapadot on luokiteltu Patoturvallisuuslain 11 §:n mukaisesti luokan 1 padoiksi. Kaivoksen toiminta-alueet sekä keskeiset jätealueet on esitetty kartalla (Kuva 1).



- | | |
|--|---|
| 1 Tehdasalue | 12 Rautatie |
| 2 Primääriliuotusalue, lohkot 1-4 | 13 Sähkölinja |
| 3 Sekundääriliuotusalue, lohkot 1-3 | 14 Varikkoalue |
| 4 Latosuon allas | 15 Esimurskain |
| 5 Pohjoinen jälkikäsittely-yksikkö | 16 Keskusvedenpuhdistamo |
| 6 Eteläinen jälkikäsittely-yksikkö | 17 Sivukiven läjitysalue, KL2 |
| 7 Kipsisakka-altaat, lohkot 1-6 | 18 Sekundääriliuotusalue, lohko 4 |
| 8 Kuusilammen avolouhos | 19 Sekundääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5-8 |
| 9 Puhtaiden valumavesien käsittely-yksikkö | 20 Primääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5 ja 6 |
| 10 Primääriliuoksen (PLS) keräysaltaat | 21 Kipsisakka-altaat laajennus, lohkot 7 ja 8 |
| 11 Uraanilaitos | 22 Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1 |
| | 23 Geotubikentät |

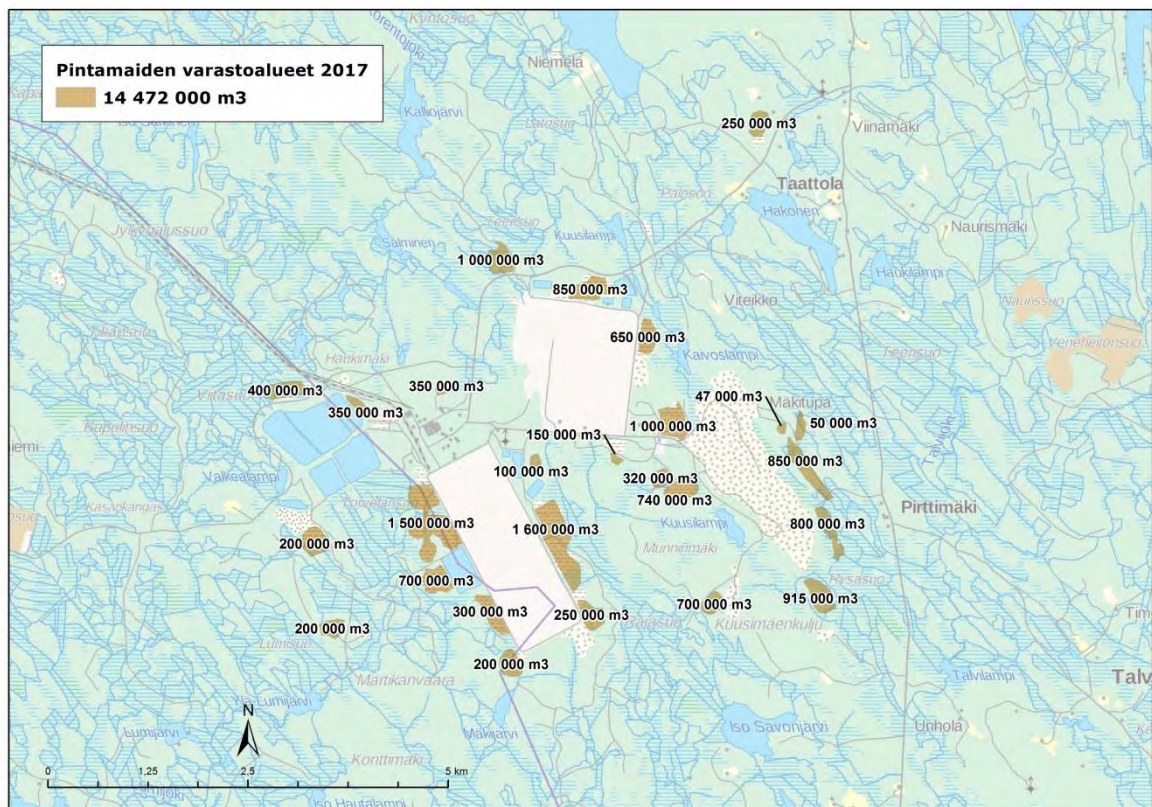
Kuva 1. TerraFamen kaivoksen toiminta-alueet sekä keskeiset jätealueet (Nrot 3, 7, 17, 18, 19, 21 ja 22). Katkoviivalla rajatut alueet ovat tulevia/suunniteltuja alueita. Lähde: Pöyry, 2017.

Kuvassa 1 esitettyjen jätealueiden lisäksi kaivosalueella on vesienkäsittelysakkojen välivarasto-alueita, joilla välivarastoidaan vuonna 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon yhteydessä altaiisiin laskeutuneita ja sijoitettuja sekä vesienkäsittelyssä muodostuneita sakkoja ja lietteitä (Kuva 2).



Kuva 2. Vesienkäsittelysakkojen välivarastoalueet ja sakkamäärät tammikuussa 2017.

Kaivoksen rakennetuilta alueilta poistetut pintamaat ja maapeitteet on varastoitu pintamaavarastoihin (Kuva 3), joista maa-ainekset otetaan hyötykäyttöön kaivoksen sulkemisvaiheessa. Maiden varastointi kestää yli 3 vuotta, jolloin pintamaavarastot ovat kaivannaisjäteasetuksen mukaisia kaivannaisjätteen varastoalueita. Varastoituja pintamaita on yhteensä noin 14 Mm³.



Kuva 3. Pintamaiden varastoalueet (tilanne vuonna 2017).

2.11 Jätteiden hyötykäyttö

Osa jätejakeista hyödynnetään kaivosalueen maarakenteissa tai myöhemmin jälkihoidossa. Louhinnasta ja kiviaineksen käsittelystä syntyvistä jätteistä hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan mustaliuskesivukivi, puhdas sivukivi ja tarvekivi sekä pintamaat. Mustaliuskesivukivi hyödynnetään bioliuotusalueiden pohjarakenteissa tiivisrakenteiden väliin tehtävässä muotoilutäytössä. Puhdas sivukivi ja tarvekivi hyödynnetään kaivosalueen teissä ja muissa rakenteissa. Loppuun liuotetulle malmille tutkitaan mahdollisia hyötykäyttökohteita. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Metallien talteenotosta syntyvistä sakoista esineutralointisakka on suunniteltu hyödynnettäväksi siten, että se palautetaan bioliuotukseen purkumalmiin sekoitettuna sakan sisältämien metallien, erityisesti sinkin, liuottamiseksi. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

2.12 Toiminnan lopettaminen ja jälkihoitosuunnitelma

Pöyry Finland Oy on laatinut Terrafame Oy:n kaivokselle sulkemissuunnitelman, jossa on kuvattu kaivoksen sulkemisen pääperiaatteet. Lisäksi suunnitelmassa on huomioitu kaivoksen mahdollinen ennenaikainen sulkeminen määrittelemättömänä ajankohtana. Ennenaikaisella sulkemisella tarkoitetaan sitä, että kaivostoimintoja aletaan ajaa alas jo ennen suunnitellun tuotannon toteutumista. Suunnitelmassa on myös esitetty asteittain tarkentuvan sulkemissuunnittelun seuraavat toimenpiteet sekä sulkemissuunnitelman päivittämiskäytännöt. Alla on esitetty pääpiirteittäin alustavan sulkemissuunnitelman mukainen toiminnan lopetus ja jälkihoito. Kaivoksen sulkemisen ensimmäisiä vaiheita ovat louhinnan päättäminen, louhoksen jälkitoimenpiteet ja vesitäyttö. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Alueiden sulkeminen

Bioliuotusalueiden purkaminen ja sulkeminen tehdään vaiheittain liuotusprosessin etenemisen mukaisesti. Sulkeminen aloitetaan primääribioliuotuskasalla olevan malmin siirtämisestä sekundääribioliuotuskasan lohkolle 3. Primääribioliuotuskasan pohjarakenteista poistetaan salaojakerrokset, salaojitukset ja ilmastusputkisto. Salaojakerroksen maa-ainekset sijoitetaan kipsisakka-altaaseen tai toisen vaiheen bioliuotusalueelle. Mikäli vedenpitävät rakenteet todetaan puhtaiksi, jätetään ne paikoilleen ja puhkaistaan parantaen maaperän kosteusolosuhteita ja kasvittumista. Primääribioliuotuskasan alapuolisen maaperän mahdollinen pilaantuneisuus ja happamuus tutkitaan. Mikäli todetaan pilaantuneisuutta tai happamuutta, tehdään kunnostus- tai neutralisointitoimenpiteitä. Lopuksi alueelle levitetään 0,5 metrin maakerros lähialueella varastoiduista rakennusvaiheen maanpoistomaista, minkä myötä alue siirtyy vähitellen metsätalousskäyttöön. Primääribioliuotuskasojen sulkemisen on arvioitu kestävän noin 2 vuotta. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Liuotettu malmi lopputuotetaan sekundääribioliuotuskasalle eli sekundääribioliuotuskasat jätetään paikoilleen kaivostoiminnan päätyttyä. Liuotuksen loputtua kasat muotoillaan, luiskataan (vähintään 1:3) ja liuotetun malmin laadusta riippuen peitetään vedeneristävillä materiaaleilla (luvan mukaisesti). Suljettujen kasojen päälle levitetään pintamaakerros. Vuonna 2012 aloitettuja peiterakennekokeiden tuloksia hyödynnetään, kun tulevaisuudessa tarkastellaan mahdollisia vaihtoehtoisia peiterakenteita. Sekundääribioliuotuskasojen (1–4 lohkot) sulkemisen on arvioitu kestävän noin 4 vuotta. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Kipsisakka-altaille sijoitetaan metallien talteenotto-prosessissa muodostuvaa loppuneutralointisakkaa ja keskusvedenpuhdistamolla muodostuvaa lietettä. Lisäksi lohkolle 1, joka ei ole tuotannollisessa käytössä vuoden 2012 jälkeen, on sijoitettu muotoilutäytöksi geotuubeissa tiivistettyä vesienkäsittelysakkaa. Kipsisakka-alden viimeiset osat voidaan kokonaan sulkea vasta, kun edellä mainitut prosessivaiheet eli metallien talteenottolaitoksen käyttö sekä vesienkäsittely keskuspuhdistamolla on lopetettu. Kipsisakka-alden vaihtoehtoisia peiterakenteita on tutkittu vuodesta 2016 asti, minkä tuloksien perusteella valitaan mahdolliset tulevat vaihtoehtoiset peiterakenteet. Kipsisakka-alden sulkeminen tapahtuu vaiheittain ja aktiivisen sulkemisen arvioidaan kestävän 5 vuotta. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Sivukiven läjitysalueiden sulkeminen tiiviillä pintarakenteella aloitetaan tuotantotoiminnan aikana sitä mukaan, kun läjitysalueen osa saavuttaa lopullisen kokonsa ja muotonsa tai sen käyttö muusta syytä on loppunut. Muotoiltujen läjitysalueiden päälle on tehtävä 19.10.2009 päivätyn kaivoksen sulkemissuunnitelman mukainen tiivis rakenne suoto- ja kaatopaikkavesien muodostumisen estämiseksi. (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1)

Kaivostoiminnan aikana on poistettu alueelta pintamaita, joita on sulkemisvaihetta varten väliaikaisesti varastoitu eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevilla läjitysalueilla. Sulkemisen yhteydessä pintamaita on tarkoitus hyödyntää sekundäärikasojen ja kipsisakka-altaiden peittämiseen sekä tehdasalueen muissa tasaus- ja täyttötöissä. Pintamaiden läjitysalueiden maaperän pilaantuneisuus tutkitaan ja tarvittaessa alueita kunnostetaan. Lisäksi läjitysalueet tasataan, muotoillaan ja istutetaan puita, jolloin alue palaa ajan myötä ennalleen ja niitä voidaan mahdollisesti käyttää metsätalouteen. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Jos tehdasalueelle ei löydy uutta käyttäjää, puretaan rakennukset, rautatiet ja sähkölinjat, ja poistetaan kaikki koneet, laitteet, kemikaalit ja tuotteet. Lisäksi vain kaivosta palvelleet tiet tasataan ja maisemoidaan. Tehdasalueen maaperän pilaantuneisuus tutkitaan. Pilaantuneita maita voidaan sijoittaa kipsisakka-altaisiin tai sekundääriliuotusalueilla ja puhtaita maita voidaan hyödyntää alueen sulkemisessa. Tehdas- ja varastoalueiden purkamisen jälkeen peitetään alueet puhtailla pintamailla ja istutetaan alueelle puita, jolloin aluetta voidaan hyödyntää metsätaloudessa. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Lopuksi tutkitaan mahdollisesti pilaantuneet maa-alueet ja tarvittaessa tehdään kunnostus- tai neutralisointitoimenpiteitä. Kunnostustoimenpiteet suunnitellaan tapauskohtaisesti. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Vesienhallinta sulkemisvaiheessa

Kuusilammen avolouhoksen annetaan täyttyä sadannasta ja pohjavesipurkaumista. Louhosjärven vedenlaatua seurataan, minkä perusteella arvioidaan lisätoimenpiteitä. Avolouhoksen täyttymisen arvioidaan kestävän 9–11 vuotta vaihtoehdosta riippuen. (Pöyry Finland Oy, 10.11.2016)

Kaivosalueen jälkikäsittelyalueen (Maauimala, Tammalampi, Kuusilampi ja Kuljun allas) sulkemisessa johdetaan likaiset vedet (Maauimala ja Tammalampi) keskuspuhdistamolle ja puhtaat vedet (Kuusilampi ja Kuljun allas) johdetaan Kuusilammen avolouhokselle tai purkuputkeen. Tämän jälkeen tutkitaan alueen maaperän mahdollinen pilaantuneisuus ja tehdään tarvittavat kunnostustoimenpiteet sekä puretaan alueella olevat padot.

Kipsisakka-altaiden sulkeminen aloitetaan laskemalla vesipinta mahdollisimman alhaiseksi ja rakentamalla suunnitellut korotukset. Keskuspuhdistamon toiminnan päättymisen jälkeen voidaan sulkea kipsisakka-altaat aiemmin esitetyn mukaisesti.

Eteläisen (Kortelammen allas, Majavan allas) ja pohjoisen (Haukilampi ja Kärsälampi) jälkikäsittelyalueen sulkeminen aloitetaan johtamalla vedet keskuspuhdistamolle. Lopuksi tutkitaan maaperän mahdollinen pilaantuneisuus ja tehdään tarvittavat kunnostustoimenpiteet, joiden jälkeen puretaan alueiden padot.

3. YMPÄRISTÖOLOSUHTEET

Terrafamen kaivoksen toimintaan liittyen on tehty useita selvityksiä alueen ympäristöolosuhteista. Tarkemmat kuvaukset alueen ympäristöolosuhteista on esitetty ympäristöntarkkailuraporteissa, jotka ovat luettavissa muun muassa Terrafamen kaivoksen Internetsivuilta. Seuraavissa kappaleissa on lyhyesti kuvattu ympäristön tilaa kaivoksen alueella sekä vaikutusalueilla.

3.1 Kaavoitus ja maankäyttö

Maakuntakaavassa (valtioneuvosto vahvistanut 29.4.2009) kaivosalue on merkitty kaivostoimintaan tarkoitetuksi alueeksi (EK). (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1)

Neuvolanniemen ranta-asetakaava-alueesta osa sijoittuu kaivosalueella (Kuusilammen, Mustalammen ja Munninlammen rantoja). Nämä alueet ovat maa- ja metsätalousalueita, eikä niille ole osoitettu rakentamista. (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1)

Sotkamon kunnanvaltuuston 29.8.2006 hyväksymässä asemakaavassa kaivoksen tehdasalue on merkitty teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi (T). (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1)

3.2 Maa- ja kallioperä

Kaivosalueen maa- ja kallioperää on tutkittu jo 1930-luvulta lähtien. Maaperätutkimusten mukaan kallion päällä on ohut kerros maa-ainesta, joka on korkeilla maastonkohdilla moreenia ja alavilla suoalueilla turvetta. Turvekerrokset vaihtelevat alle metristä viiteen metriin, minkä alla on yleensä moreenia. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

Kaivosalue sijoittuu Kainuun liuskejakson eteläosaan, jossa vallitsevia kivilajit ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. (Ramboll Finland Oy, 7.4.2017)

Terrafamen sulfidinen nikkelimalmi on mustaliusketta, jossa nikkeliä on noin 0,25–0,27 %, kuparia 0,13–0,15 %, sinkkiä 0,52–0,56 % ja kobolttia 0,02 %. Malmin keskimääräinen rikkipitoisuus on 9,1 %. Mustaliuskeen päämineraaleina ovat kvartsi, vaalea biotiitti, hyvin hienorakeinen grafiitti sekä rikki- ja magneettikiisu. (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016)

3.3 Pohjavedet

Kaivosalue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella.

Kaivoksen pohjavesitarkkailua on toteutettu lähes kymmenen vuoden ajan. Kaivospiirin pohjavesitarkkailuun kuuluu 24 kalliopohjavesiputkea ja kuusi maapohjavesiputkea. Kallionpohjavesiputket sijaitsevat tehdasalueella (P1 ja P1 uusi), primääriliuotusalueella (P7, P8, P9, P16), sekundääriliuotusalueella (P6, P13 ja P14), sekundääriliuotuskentällä ja Kuusilammen avolouhoksella (P5, P18 ja P19), suunnitellun sivukiven läjitysalueella (P11), kipsisakka-altaiden alueella (Kipsi 1–3, FID0, FID3, FID27) ja Kortelammen alueella (Korte1Kallio, Korte3Kallio, FID5 ja FID28). Maapohjavesiputket sijaitsevat Kortelammen alueella (Korte1Maa, Korte2Maa, Korte3Maa ja R5) ja kipsisakka-altaiden alueella (R0 ja R3). Lisäksi Rimpilänniemen pohjavesialueen velvoitetarkkailuun kuuluu pohjavesiputket pvp101, RP1 ja RP2. (Ramboll Finland Oy, 11.4.2017)

Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa kaivospiirin alueella pohjaveden kohonneina metallipitoisuuksina. Pohjavesitarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä havaittiin tehdasalueen ja Kortelammen alueen välisellä alueella. Sekundääriliuotuskentän alueella sekä Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolella todettiin kohonneita metallipitoisuuksia. (Ramboll Finland Oy, 11.4.2017)

Vuonna 2016 asennettiin kaivosalueelle kaksi uutta pohjaveden tarkkailuputkea, joista "P1 uusi" asennettiin korvaamaan tehdasalueen tarkkailupiste P1. Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelman mukaisesti Rimpilänniemen pohjavesialueelle asennettiin kaksi uutta tarkkailuputkea RP1 ja RP2. (Ramboll Finland Oy, 11.4.2017)

Kaivoksen pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin läheisyydessä, kuusi kaivospiirin itäpuolella ja kaksi kaivospiirin länsipuolella. Näiden lisäksi Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelmaan sisältyy neljä kaivoa (Lamposaari, Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenottamon kaivo, 2 x Heterannan vedenottamo). (Ramboll Finland Oy, 11.4.2017)

Talousvesikaivoissa ei ole havaittu normaalista vaihtelusta poikkeavia pitoisuusmuutoksia. Kaivon vedenlaatu täytti vuonna 2016 tutkituilta osin talousveden laatuvaatimukset. Laatusuosituksen mukainen raudan tai mangaanin enimmäismäärä ylittyi Hakorannan, Lamposaaren ja Myllyniemen talousvesi-kaivoissa, joissa vesi oli lähes hapetonta. Talousvesikaivojen tarkkailun perusteella ei havaittu kaivostoiminnan vaikuttaneen pohjaveden laatuun tai määrään. Kaivovesinäytteissä todetut pienet metallipitoisuudet johtuvat paikallisista geologisista olosuhteista. (Ramboll Finland Oy, 11.4.2017)

3.4 Pintavedet

Terrafamen kaivoksen vesistövaikutusten tarkkailua tehdään sekä Oulujoen että Vuoksen vesistöissä, joihin vesistövaikutukset kohdistuvat. Nuasjärven purkuputken myötä vesistötarkkailua on lisätty Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Tarkkailun tavoitteena on selvittää kaivosalueelta johdettavien vesien vaikutusalueen laajuus ja vesien johtamisesta aiheutuvat vesistövaikutukset. (Ramboll Finland Oy, 20.4.2017)

Vaikutukset aiheutuvat veden otosta (Kolmisopen säännöstely) sekä toiminnan aiheuttamista vesipäästöistä. Vesipäästöjen haitta-aineet koostuvat pääosin malmista peräisin olevista metalleista sekä natriumin ja sulfaatin osalta jossain määrin myös kaivoksella käytettävistä kemikaaleista. Kaivoksen päästövesissä ei ole orgaanisia yhdisteitä, myös ravinnepitoisuudet ovat alhaisia. (Ramboll Finland Oy, 20.4.2017)

Metallien talteenotto-prosessissa ja hajukaasujen pesussa käytettävä lipeä aiheuttaa koholla olevia natriumpitoisuuksia päästövesiin. Purkuvesissä on sekä malmista että rikkihaposta peräisin olevaa sulfaattia. Kaivosalueen alkuperäistä ympäristövaikutusarviota suuremmat vesipäästöt liittyvät päästöveden sisältämään natriumiin ja sulfaattiin, koska liukoinen natriumsulfaatti ei saostu kunnolla puhdistusprosessissa. (Ramboll Finland Oy, 20.4.2017)

Oulujoen purkusunnassa kaivostoiminnan vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Salmisessa ja Kalliojärvessä, joihin on kuormituksen seurauksena muodostunut pysyvä kerrostuneisuus vuosina 2010–2011. Pysyvästi kerrostuneiden järvien päällyksvedessä pitoisuudet olivat laskeneet selvästi aiempiin vuosiin verrattuna. Järvissä alusveden pitoisuudet (SO_4 , Ni, Mn, Na) ovat yleisesti korkeat, mutta laskeneet huippuvuosiin verrattuna. (Ramboll Finland Oy, 20.4.2017)

Järvien päällyksvedessä tai jokivesissä havaituista pitoisuuksista ympäristölaatonormit eivät ylittyneet vuonna 2016. Pysyvästi kerrostuneen Salmisen alusvedessä nikkelpitoisuus nousi huomattavan korkeaksi. Vesien johtamisella Nuasjärven purkuputkeen ei ole ollut merkittäviä vaikutuksia vuoden 2016 aikana Jormasjärven tai Jormasjoen vedenlaatuun. (Ramboll Finland Oy, 20.4.2017)

Nuasjärven purkuputken käyttöönoton jälkeen pintavesien sähkönjohtavuus sekä sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuudet ovat lähteneet lievään nousuun myös Kajaaninjoessa ja Oulujärven havaintopisteillä. (Ramboll Finland Oy, 20.4.2017)

Vuoksen purkusuunnassa vesistöt ovat toipumassa vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeisestä tilanteesta ja vesien tila on yleisesti ottaen parantunut. Vedet ovat tyypillisesti happamia ja runsashumukaisia. Vuonna 2016 juoksutukset Vuoksen vesistöön olivat vähäisiä. (Ramboll Finland Oy, 20.4.2017)

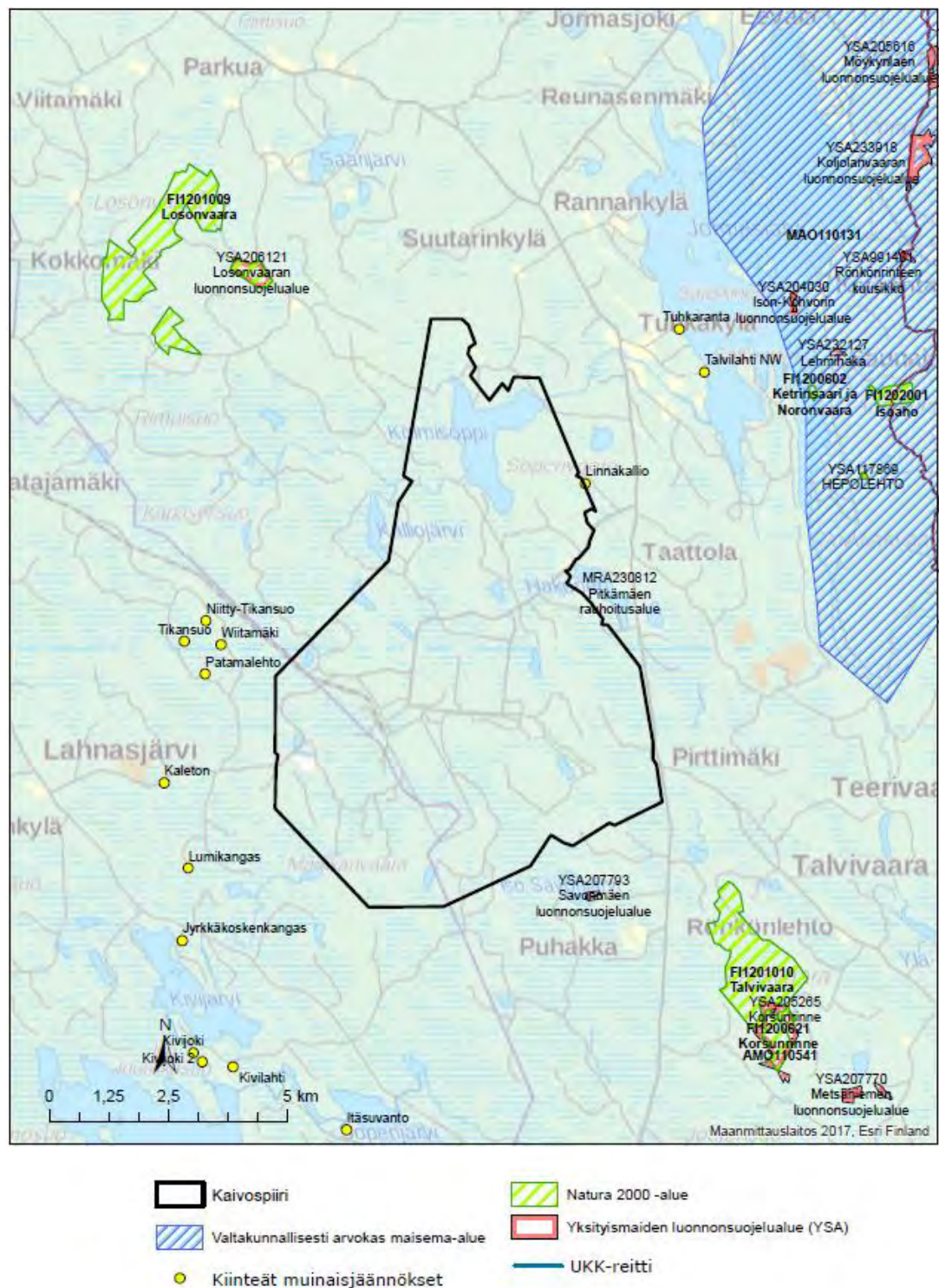
3.5 Luonto ja luonnonsuojelu

Kaivos sijoittuu eliömaantieteellisessä aluejaossa Keskipohjoiselle vyöhykkeelle ja siinä edelleen Pohjois-Karjalan-Kainuun ja Pielisen vaara-alueelle. Alueen luonnonympäristöä luonnehtivat metsäiset vaarat ja vaaraketjut, sekä maaston painanteissa sijaitsevat vähäiset erämaavedet ja suoaltaat.

Kaivosalueen lähimmät Natura 2000 alueet ovat koillisessa Isoaho (FI1202001, SAC) ja Kertinsaari ja Noronvaara (FI1200602, SAC), kaakossa Talvivaara (FI1201010, SAC) ja Korsunrinne (FI1200621, SAC) ja luoteessa Losonvaara (FI1201009, SAC). Natura-alueet sijaitsevat 2,5–6,5 kilometrin säteellä Terrafamen kaivospiiristä (Kuva 4).

Yksityisistä luonnonsuojelualueista kaivospiirin lähimmät ovat koillisessa Rönkörinteen suojelualue (YSA991401), Iso-Kohvorin luonnonsuojelualue (YSA204030), Lehmiä (YSA232127) ja Hepolehto (YSA117869), kaakossa Savonmäen luonnonsuojelualue (YSA207793), Korsunrinne (YSA205265), Kurrenpuro (YSA233389) ja Metsäniemen luonnonsuojelualue (YSA207770) ja luoteessa Losonvaaran luonnonsuojelualue (YSA206121).

Muita kaivospiirin läheisyydessä olevia suojelualueita ovat itäpuolella noin kilometrin etäisyydellä Pitkämäen määräämääräinen rauhoitusalue (MRA230812) ja koillisessa noin 6 km etäisyydellä Iso-Kohvorin erityisesti suojeltavan lajin suojelualue (ERA203671).



Kuva 4. Kaivospiirin läheisyydessä olevat Natura 2000 – ja luonnonsuojelualueet.

3.6 Ilmanlaatu

Pölyleijumaa eli hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksia mitataan ”kampanjaluonteisesti” kahdesta tarkkailupisteestä (metallitehdas ja Myllyniemi) jatkuvatoimisilla analysaattoreilla 6 kuukauden jaksoissa (Tarkkailuohjelma 28.11.2016).

Viimeksi leijumamittaus tehtiin 1.12.2015–15.8.2016, jossa todettiin Terrafamen kaivoksen tehdasalueen pitoisuuksien olevan touko-heinäkuussa selvästi Kajaanin keskustan mittausasemalla mitattuja pitoisuuksia korkeampia. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattava pitoisuus oli Tehdasalueella suurimmillaan 156 % ohjearvosta heinäkuussa 2016 ja Myllyniemessä 45 % ohjearvosta maaliskuussa 2016. (Ilmatieteen laitos, 20.1.2017)

Hengitettävistä hiukkasista määritetyt lyijypitoisuudet olivat hyvin pieniä ja jäivät kauas raja-arvotasosta (alle 1 %). Arseenin ja kadmiumin vuosikeskiarvopitoisuuksille annetut tavoitearvot eivät ylittyneet. Nikkelin vuosikeskiarvopitoisuudelle annettu tavoitearvo sen sijaan ylittyi Tehdasalueella. Asianmukainen vertaaminen tavoitearvoihin edellyttäisi näytteiden satunnaisotantaa läpi kalenterivuoden. (Ilmatieteen laitos, 20.1.2017)

Myllyniemen mittauspisteen hiukkasmittaustulosten ohje- ja raja-arvotarkastelut osoittavat kuitenkin, että kaivosalueen pölypäästöistä huolimatta ilmanlaatu pysyi Myllyniemessä 92 % mittausjakson päivistä hyvänä tai tyydyttävänä. (Ilmatieteen laitos, 20.1.2017)

Pölylaskeumaa tarkkaillaan sekä kaivospiirin sisällä että ulkopuolella asutuksen läheisyydessä. Pölylaskeuman tarkkailu on jatkuvaa (Tarkkailuohjelma 28.11.2016). Kaivoksen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2016 yhteensä 16 tarkkailupisteestä kaivoksen alueella sekä sen ympäristössä. Kaivostoiminnan vaikutukset olivat selvästi nähtävissä kaivosalueella toimintojen läheisyydessä. Laskeumatuloksissa, erityisesti metallilaskeumissa oli nähtävissä louhinnan uudelleen käynnistyminen elokuusta 2015 lähtien. Suhteellisesti eniten nousua todettiin nikkelin, sinkin ja raudan osalta. Korkeimmat metallilaskeumat todettiin Kuusilammen avolouhoksen (pöly12, pöly 14) ja toiminta-alueen pohjoispuolella (pöly1). Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset ovat osittain havaittavissa, mutta ne ovat suhteellisen pieniä. Kuormituksen kehittymistä ei vielä voi ennakoida, johtuen jaksottaisesta ja vaihtelevasta toiminnantasosta. (Ramboll Finland Oy, 9.5.2017)

3.7 Melu ja värinä

Tarkkailusuunnitelma mukaan ympäristömelua mitataan tarkkailukohteista, jotka ovat kaivosalueen ulkopuolella alttiina kaivoksen toiminnasta aiheutuvalle melulle ja sen välittämälle vaikutukselle. Ympäristömelua on mitattu vuosina 2008–2012 vuosittain sekä vuonna 2015. Jatkossa mittaukset tehdään kolmen vuoden välein. (Tarkkailuohjelma, 28.11.2016)

Vuoden 2015 melumittauksissa Terrafamen kaivoksen lähiympäristössä tehtiin syys-lokakuussa lyhytaikainen ja pitkäaikainen melumittaus. Lyhytaikaisessa melumittauksessa mittausjaksojen keskiäänitasot alittavat ympäristöluvan mukaiset päiväajan (55 dB) ja yöajan (50 dB) raja-arvot myös mahdollinen kapeakaistaisuuskorjaus +5 dB huomioon ottaen. Mittauspisteissä 3 ja 4 todettiin kapeakaistaisuutta sekä aistinvaraisesti arvioituna sekä taajuuskaistavertailun perusteella taajuudella 400 Hz. (Ramboll Finland Oy, 8.4.2016)

Pitkäaikaisessa melumittauksessa päivä- että yöajan keskiäänitasot alittivat ympäristöluvan mukaiset raja-arvot. Koko pitkäaikaisen mittausjakson taajuusjakauma näyttää selvää kapeakaistaisuutta taajuudella 400 Hz eli samalla taajuudella, kuin lyhytaikaisissa melumittauksissa. Myös kuunneltujen äänitallenteiden perusteella mittauspisteeseen kantautuu kaivokselta suotuisissa tuuliolosuhteissa selvästi kapeakaistaista ääntä. (Ramboll Finland Oy, 8.4.2016)

Kallion louhinnasta ja liikenteestä syntyy tärinää, joka leviää ympäristöön. Molemmista tärinälähteistä voi aiheutua rakenteellisia vaurioita. Tärinää on mitattu ulkopuolisen tahon toimesta kolmesta kiinteistöstä (Pirttimäki, Myllyniemi ja Pappila) vuosina 2008–2011 ja 2013, minkä aikana ei ole havaittu rakennusten vauriovaaraa. Kahdessa lähimmässä kohteessa mitatut maksimitärinäarvot voivat kuitenkin aiheuttaa häiriötä herkimmille ihmisille ja alentaa asumisviihtyvyyttä (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016). Lisäksi kaivoksen toimesta mitataan tärinää kiinteistöillä Myllyniemi, Taattola ja tehdasalue jatkuvatoimisilla mittareilla. (Tarkkailuohjelma, 28.11.2016)

4. JÄTTEET, OMINAISUUDET JA LUOKITTELU

Jätteiden ominaisuuksien kuvauksessa ja luokittelussa käytettiin aiemmin tehtyjen tutkimusten tuloksia sekä vuonna 2017 tehtyjen lisätutkimusten tuloksia.

Vuonna 2017 jätteistä (sivukivet, pintamaat, loppuun liuotettu malmi, keskusvedenpuhdistamon sakka, letkujäte) määritettiin haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ja liukoiset pitoisuudet. Keskusvedenpuhdistamon sakasta tehtiin myös laaja alkuaineanalyysi. Lisäksi jättejakeista (sivukivet, pintamaat, loppuun liuotettu malmi, loppuneutralointi sakka ja keskusvedenpuhdistamon sakka) määritettiin ABA-testillä jätteen haponmuodostus- ja neutralointikapasiteetti. Sivukivistä, loppuun liuotetusta malmista ja keskusvedenpuhdistamon sakasta tehdään lisäksi radiokemiallinen analyysi (Ra-226, Ra-228 ja Pb-210 vaativa gammaspektrometrinen analyysi ja Po-210 radioke-miallisesti), joiden tulokset lisätään jätehuoltosuunnitelmaan niiden valmistuttua vuoden 2017 loppuun mennessä.

4.1 Sivukivi

4.1.1 Muodostuminen, määrät ja käyttö

Terrafamen kaivoksella syntyy sivukiveä louhinnan yhteydessä. Sivukiveä louhitaan, jotta esiintymästä päästään louhintatekniikka ja turvallisuustekijät huomioiden irrottamaan rikastettavaa malmia. Vuonna 2016 sivukiveä muodostui noin 18 Mt. Kaivoksella muodostuvia sivukivilajeja ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske ja kvartsiitti. Sivukivet jaetaan jäteasetuksen (179/2012) jäteluokkiin. Sivukiven jäteluokat ovat 01 01 01 (metallimineraalien louhinnasta syntyvät jätteet) ja 01 01 02 (muiden mineraalien louhinnassa syntyvät jätteet). Taulukko 4-1 on esitetty sivukivien jako ja niiden jäteluokat.

Taulukko 4-1. Sivukivien jako ja jäteluokitus.

	Jätenumero
Sivukivi	
Malmin louhinnassa muodostuva rikkipitoinen sivukivi	01 01 01
Malmin louhinnassa muodostuva vähärikkinen sivukivi	01 01 01
Tarvekiven louhinnassa muodostuva sivukivi	01 01 02

Sivukiveä hyödynnetään bioliuotusalueiden pohjarakeissa, sivukivialueilla ja puhtaita sivukiviä (rikkipitoisuus enintään 0,8 %) hyödynnetään teissä ja muussa rakentamisessa kaivoksella.

4.1.2 Geologiset ominaisuudet

Terrafamen kaivos sijoittuu Kainuun liuskejakson eteläosaan, jossa vallitsevia kivilajeja ovat kvartsiitti, kiilleliuskeet sekä mustaliuskeet. Pääasiallisimman sivukivilajin, mustaliuskeen, päämineraaleja ovat kvartsi, grafiitti, flogopiitti/biotiitti, magneettikiisu sekä rikkikiisu. Aksessorisina mineraaleina ovat mikrokliini, epidootti, granaatti, apatiitti, kloriitti sekä plagioklaasi.

Mustaliuskealueella kallioperän luontainen laatu vaikuttaa alueen moreenin ja pohjavesien laatuun, joissa onkin todettu luontaisesti korkeita metallipitoisuuksia. Terrafamen mustaliuskeesiintymän vaikutus ennen kaivostoimintaa on nähtävissä valuma-alueen purojen ja järvien sedimentin laadussa.

4.1.3 Kemiallinen koostumus

Sivukiven ominaisuudet riippuvat paljolti niiden geologisesta alkuperästä. Terrafamen kaivoksen tutkituissa sivukivijakeissa on kaikissa todettu korkeita sinkin, kuparin ja nikkelin pitoisuuksia. Myös muita puolimetalleja ja metalleja, kuten arseenia, kobolttia ja kromia on sivukivissä todettu kohonneina pitoisuuksina. Sivukivien kokonaispitoisuuksia verrattiin komission asetuksessa 1357/2014 säädettyihin jäteluokituksessa käytettäviin pitoisuusrajoihin. Rikkipitoisuus vaihtelee sivukivissä välillä 0,1–10 % (Taulukko 4-2, Taulukko 4-3, Taulukko 4-4, Taulukko 4-5). Vuoden 2017 tutkimusten analyysitodistukset ovat liitteenä 2.

Mustaliuskesivukiven kupari-, nikkeli-, ja sinkkipitoisuudet ylittivät jäteluokituksessa käytettävät vaarallisen jätteen pitoisuusrajat (Taulukko 4-2).

Taulukko 4-2. Mustaliuskesivukiven alkuainepitoisuuksia.

Alkuaine	Mustaliuske			Vaarallinen jäte ¹⁾
	Lapin Vesitutkimus Oy, 2011	Lapin Vesitutkimus Oy, 2011 (n=28)	Kokoomanäyte 2017	Raja-arvo
	Pitoisuus mg/kg ka			Pitoisuus mg/kg TP
Antimoni	-	23	2	853 mg/kg johdettu antimonioksidista (Sb ₂ O ₃)
Arseeni	132	159	67	652 mg/kg johdettu arseenipentoksidista (As ₂ O ₅)
Barium	17,3	-	11	182 000 mg/kg johdettu bariumsulfidista (BaS)
Elohopea	<2	-	0,55	3 000 mg/kg
Hiili	-	65 100	-	-
Kadmium	18,5	15	14	539 mg/kg johdettu kadmiumsulfaatista (CdSO ₄)
Koboltti	60	44	260	380 mg/kg johdettu koboltisulfaatista (CoSO ₄)
Kromi	131	101	83	520 mg/kg johdettu kromitrioksidista (CrO ₃)
Kupari	800	413	1 400	995 mg/kg johdettu kuparisulfaatista (CuSO ₄)
Lyijy	39	32	30	-
Mangaani	-	2 038	5 200	9 100 mg/kg johdettu mangaanisulfaatista (MnSO ₄)
Nikkeli	600	358	2 200	467 mg/kg johdettu nikkelisulfidista (NiS)
Rauta	-	96 100	130 000	-
Rikki	73 000	81 200	100 000	-
Sinkki	3 100	2 283	4 300	1 010 mg/kg johdettu sinkkisulfaatista (ZnSO ₄)
Strontium	50	-	-	-
Vanadiini	607	-	400	5 600 mg/kg johdettu vanadiinipentoksidista (V ₂ O ₅)

¹⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.

Kiilleliuskeen ja kvartsiitin kokonaispitoisuudet olivat pääosin alle vaarallisen jätteen pitoisuusrajat (Taulukko 4-3 ja Taulukko 4-4). Aiemman tutkimuksen sinkkipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen pitoisuusrajan.

Taulukko 4-3. Kiilleliuskesivukiven alkuainepitoisuuksia.

Alkuaine	Kiilleliuske		Vaarallinen jäte ¹⁾
	Lapin Vesitutkimus Oy, 2011 (n=6)	Kokoomanäyte 2017	Raja-arvo
	Pitoisuus mg/kg ka		Pitoisuus mg/kg TP
Antimoni	<20	<0,50	853 mg/kg johdettu antimonioksidista (Sb ₂ O ₃)
Arseeni	19	1,6	652 mg/kg johdettu arseenipentoksidista (As ₂ O ₅)
Barium	-	200	182 000 mg/kg johdettu bariumsulfidista (BaS)
Elohopea	-	<0,10	3 000 mg/kg
Hiili	17 000	-	-
Kadmium	6	<0,20	539 mg/kg johdettu kadmiumsulfaatista (CdSO ₄)
Koboltti	34	11	380 mg/kg johdettu koboltisulfaatista (CoSO ₄)
Kromi	73	59	520 mg/kg johdettu kromitrioksidista (CrO ₃)
Kupari	277	20	995 mg/kg johdettu kuparisulfaatista (CuSO ₄)
Lyijy	53	4,2	-
Mangaani	442	350	9 100 mg/kg johdettu mangaanisulfaatista (MnSO ₄)
Nikkeli	275	38	467 mg/kg johdettu nikkelisulfidista (NiS)
Rauta	44 447	26 000	-
Rikki	28 900	610	-
Sinkki	1 076	69	1 010 mg/kg johdettu sinkkisulfaatista (ZnSO ₄)
Strontium	-	-	-
Vanadiini	-	63	5 600 mg/kg johdettu vanadiinipentoksidista (V ₂ O ₅)

¹⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.

Taulukko 4-4. Kvartsiittisivukiven alkuainepitoisuuksia.

Alkuaine	Kvartsiitti		Vaarallinen jäte ¹⁾
	Lapin Vesitutkimus Oy, 2011 (n=4)	Kokoomanäyte 2017	
	Pitoisuus mg/kg ka		Pitoisuus mg/kg TP
Antimoni	<20	<0,50	853 mg/kg johdettu antimonioksidista (Sb ₂ O ₃)
Arseeni	46	<1,0	652 mg/kg johdettu arseenipentoksidista (As ₂ O ₅)
Barium	-	30	182 000 mg/kg johdettu bariumsulfidista (BaS)
Elohopea	-	<0,10	3 000 mg/kg
Hiili	26 800	-	-
Kadmium	9	<0,20	539 mg/kg johdettu kadmiumsulfaatista (CdSO ₄)
Koboltti	34	1,4	380 mg/kg johdettu koboltisulfaatista (CoSO ₄)
Kromi	71	19	520 mg/kg johdettu kromitrioksidista (CrO ₃)
Kupari	359	<5,0	995 mg/kg johdettu kuparisulfaatista (CuSO ₄)
Lyijy	31	2	-
Mangaani	819	150	9 100 mg/kg johdettu mangaanisulfaatista (MnSO ₄)
Nikkeli	278	5,1	467 mg/kg johdettu nikkelisulfidista (NiS)
Rauta	50 125	5 500	-
Rikki	48 600	<100	-
Sinkki	1 431	<5,0	1 010 mg/kg johdettu sinkkisulfaatista (ZnSO ₄)
Strontium	-	-	-
Vanadiini	-	5,5	5 600 mg/kg johdettu vanadiinipentoksidista (V ₂ O ₅)

¹⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.

Metakarbonaattisivukivessä kupari-, mangaani-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen pitoisuusrajat (Taulukko 4-5).

Taulukko 4-5 . Metakarbonaattisivukiven alkuainepitoisuuksia.

Alkuaine	Metakarbonaattikivi		Vaarallinen jäte ¹⁾
	Lapin Vesitutkimus Oy, 2011 (n=3)	Kokoomanäyte 2017	
	Pitoisuus mg/kg ka		Pitoisuus mg/kg TP
Antimoni	<20	5,2	853 mg/kg johdettu antimonioksidista (Sb_2O_3)
Arseeni	13	220	652 mg/kg johdettu arseenipentoksidista (As_2O_5)
Barium	-	21	182 000 mg/kg johdettu bariumsulfidista (BaS)
Elohopea	-	3,7	3 000 mg/kg
Hiili	63 800	-	-
Kadmium	12	22	539 mg/kg johdettu kadmiumsulfaatista ($CdSO_4$)
Koboltti	55	210	380 mg/kg johdettu koboltisulfaatista ($CoSO_4$)
Kromi	32	110	520 mg/kg johdettu kromitrioksidista (CrO_3)
Kupari	716	2 100	995 mg/kg johdettu kuparisulfaatista ($CuSO_4$)
Lyijy	63	45	-
Mangaani	18 900	9 300	9 100 mg/kg johdettu mangaanisulfaatista ($MnSO_4$)
Nikkeli	571	2 500	467 mg/kg johdettu nikkelisulfidista (NiS)
Rauta	112 067	110 000	-
Rikki	60 900	97 000	-
Sinkki	2 299	7 500	1 010 mg/kg johdettu sinkkisulfaatista ($ZnSO_4$)
Strontium	-	-	-
Vanadiini	-	560	5 600 mg/kg johdettu vanadiinipentoksidista (V_2O_5)
¹⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.			

Seuraavassa taulukossa on kuvattu laajemmin mustaliuskesivukiven alkuainepitoisuuksia louhintavuosilta 2005–2010 ja 2017. Sivukiven alkuainekoostumus on ollut keskimäärin samaa tasoa. Nikkelipitoisuus on vuonna 2017 analysoiduissa kahdessa näytteessä ollut alhaisempi kuin vuosina 2005–2010 analysoiduissa näytteissä. Näytteet on analysoitu XRF-kenttäanalysaattorilla porasoijakasoista. Vuosina 2005–2010 on analysoitu yhteensä 10369 näytettä.

Taulukko 4-6. Mustaliuskesivukiven alkuainepitoisuudet louhintavuosilta 2005–2010 ja 2017.

		Vuodet 2005–2010			2017	
		Min	Max	Keskiarvo	Näyte #1	Näyte #2
Hopea (Ag)	mg/kg	-	264	1,6		
Alumiini (Al)	mg/kg	245	228 000	30 296	47 140	47 060
Arseeni (As)	mg/kg	-	2 070	86	35	174
Boori (B)	mg/kg	-	60	0,9	-	-
Barium (Ba)	mg/kg	-	2 029	58	369	64
Beryllium (Be)	mg/kg	-	6,9	1,1	-	-
Hiili (C)	%	-	16	6,3	-	-
Kalsium (Ca)	mg/kg	162	168 000	15 903	18 820	10 800
Kadmium (Cd)	mg/kg	-	130	15	<20	<20
Koboltti (Co)	mg/kg	-	432	61	12	62
Kromi (Cr)	mg/kg	2,1	954	117	121	174
Kupari (Cu)	mg/kg	-	4 100	705	174	111
Rauta (Fe)	mg/kg	1 090	205 000	88 271	90 670	128 590
Gallium (Ga)	mg/kg	-	-	-	19	21
Kalium (K)	mg/kg	-	64 650	10 283	28 600	26 630
Lantaani (La)	mg/kg	-	62	25	-	-
Litium (Li)	mg/kg	-	50	13	-	-
Magnesium (Mg)	mg/kg	200	78 310	17 353	22 940	44 980
Mangaani (Mn)	mg/kg	86	60 400	3 418	1 564	>5000
Molybdeeni (Mo)	mg/kg	-	210	55	13	13
Natrium (Na)	mg/kg	-	11 130	1 612	5 650	5 020
Niobium (Nb)	mg/kg	-	-	-	10	6,6
Nikkeli (Ni)	mg/kg	-	1 200	601	66	95
Fosfori (P)	mg/kg	-	8 540	873	730	770
Lyijy (Pb)	mg/kg	-	2 090	36	18	15
Rubidium (Rb)	mg/kg	-	-	-	114	143
Rikki (S)	%	-	24	7,5	7,6	14
Rikki (S) / ICP	mg/kg	-	217 000	64 170	-	-
Antimoni (Sb)	mg/kg	-	45	0,5	-	-
Pii (Si)	mg/kg	-	-	-	187 490	179 750
Titaani (Ti)	mg/kg	5,8	4 050	1 227	1 780	1 600
Uraani (U)	mg/kg	-	-	-	7,4	<5
Vanadiini (V)	mg/kg	2,0	1 400	406	561	500
Yttrium (Y)	mg/kg	-	380	35	38	50
Sinkki (Zn)	mg/kg	-	18 000	2 864	257	354
Zirkonium (Zr)	mg/kg	-	-	-	165	86

4.1.4 Liukoisuustestit

Sivukivien alkuaineiden liukoisuutta on selvitetty vuonna 2006 yhteensä 17 sivukivinäytteestä, joista mustaliuske-sivukiveä oli yhteensä viisi näytettä. Vuonna 2016 on tutkittu kolme kiilleliuskenäytettä ja vuonna 2017 yksi näyte mustaliusketta, kiilleliusketta, kvartsiittia ja metakarbonaattikiveä. Vuonna 2006 ja 2016 liukoisuuskokeet on tehty kaksivaiheisena ja vuonna 2017 läpivirtaustestillä. Tulokset mustaliuskeen osalta on esitetty taulukossa (Taulukko 4-8). Taulukoissa on esitetty myös valtioneuvoston kaatopaikoista antaman asetuksen (kaatopaikka-asetus, 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit pysyvän, tavanomaisen sekä vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle. Mustaliuskesivukivessä nikkelin ja sinkin liukoisuudet ovat koholla (Taulukko 4-7).

Taulukko 4-7. Mustaliuskesivukiven liukoisuustuloksia.

	Näytteet						Raja-arvot (VNA 331/2013)		
	2006 Paljas- tuma- näyte	2006 Reikä MDH-3	2006 Reikä MDH-6	2006 Sokta- 46	2006 Sokta-46	2017 Kokoo- manäyte	Pysyvän jätteen kaato- paikka	Tavan- omaisen jätteen kaato- paikka	Vaaralli- sen jätteen kaato- paikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg									
Al	20	0,4	3,6	3,3	3,9	-	-	-	-
As	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,020	0,5	2	25
Cd	0,4	<0,01	0,07	0,09	<0,01	<0,020	0,04	1	5
Cr	<0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,020	0,5	10	70
Cu	7,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,020	2	50	100
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0044	0,01	0,2	2
Mn	4,2	14,4	272	30,3	0,3	-	-	-	-
Ni	3,6	1,9	25,4	23,2	0,3	<0,020	0,4	10	40
Pb	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,020	0,5	10	50
Sb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,037	0,06	0,7	5
Zn	11,6	0,7	6,9	13,6	<0,1	<0,020	4	50	200

Vuonna 2016 ja 2017 tehdyissä kiilleliuskeen liukoisuuskokeissa todetut liukoisuudet olivat alhaisia (Taulukko 4-8) alittavat pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetut raja-arvot.

Taulukko 4-8. Kiilleliuskesivukiven liukoisuustuloksia.

	Näytteet				Raja-arvot (VNA 331/2013)		
	2016 Näyte 1	2016 Näyte 2	2016 Näyte 3	2017 Kokoomanäyte	Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg							
Al	-	-	-	-	-	-	-
As	<0,05	<0,05	<0,05	0,042	0,5	2	25
Ba	0,09	0,2	<0,01	0,025	20	100	300
Cd	<0,04	<0,04	<0,04	<0,020	0,04	1	5
Cr	0,0	0,0	0,0	<0,020	0,5	10	70
Cu	<0,06	<0,06	<0,06	<0,020	2	50	100
Mo	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,5	10	30
Ni	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,4	10	40
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,003	0,01	0,2	2
Mn	-	-	-	-	-	-	-
Pb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,5	10	50
Sb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,06	0,7	5
Se	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	0,1	0,5	7
V	<0,06	<0,06	<0,06	0,036	-	-	-
Zn	<0,6	<0,6	<0,6	<0,020	4	50	200
DOC	18	14	16	3,2	500	800	1 000
Cl	<2	2,8	2,9	<2,2	800	15 000	25 000
F	0,3	0,7	0,9	<1,4	10	150	500
SO4	20	26	37	45	1 000	20 000	50 000

Vuonna 2017 tehdyssä kvartsiittisivukiven liukoisuuskokeessa todetut liukoisuudet, olivat hyvin pieniä ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetut raja-arvot (Taulukko 4-9).

Taulukko 4-9 Kvartsiittisivukiven liukoisuustuloksia.

	2017 Kokoomanäyte	Raja-arvot (VNA 331/2013)		
		Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg				
Al	-	-	-	-
As	<0,02	0,5	2	25
Ba	0,14	20	100	300
Cd	<0,02	0,04	1	5
Cr	<0,020	0,5	10	70
Cu	<0,020	2	50	100
Mo	<0,020	0,5	10	30
Ni	<0,020	0,4	10	40
Hg	<0,003	0,01	0,2	2
Mn	-	-	-	-
Pb	<0,020	0,5	10	50
Sb	<0,020	0,06	0,7	5
Se	<0,020	0,1	0,5	7
V	<0,020	-	-	-
Zn	<0,020	4	50	200
DOC	17	500	800	1 000
Cl	<17	800	15 000	25 000
F	<3,2	10	150	500
SO4	<18	1 000	20 000	50 000

Vuonna 2017 tehdyssä metakarbonaattisivukiven liukoisuuskokeessa todetut liukoisuudet olivat alhaisia (Taulukko 4-10). Antimonin liukoisuuspitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon ja sulfaatin liukoisuuspitoisuus oli pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon tasolla.

Taulukko 4-10 Metakarbonaattisivukiven liukoisuustuloksia vuodelta 2017.

	2017 Kokoomanäyte	Raja-arvot (VNA 331/2013)		
		Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg				
Al	-	-	-	-
As	<0,020	0,5	2	25
Ba	<0,020	20	100	300
Cd	<0,020	0,04	1	5
Cr	<0,020	0,5	10	70
Cu	<0,020	2	50	100
Mo	0,025	0,5	10	30
Ni	0,020	0,4	10	40
Hg	<0,003	0,01	0,2	2
Mn	-	-	-	-
Pb	<0,020	0,5	10	50
Sb	0,15	0,06	0,7	5
Se	0,037	0,1	0,5	7
V	<0,020	-	-	-
Zn	<0,020	4	50	200
DOC	2,3	500	800	1 000
Cl	<8,4	800	15 000	25 000
F	3,7	10	150	500
SO4	1 000	1 000	20 000	50 000

4.1.5 Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali

Sivukivien haponmuodostus- ja neutralointikapasiteetin määrittämisä eli ns. ABA-testit on tehty vuosina 2006 ja 2017. Vuonna 2017 ABA-testit tehtiin neljälle sivukivinäytteelle ja vuonna 2006 yhteensä 17 sivukivinäytteelle. Näytetulosten perusteella vuoden 2006 ja 2017 tulokset ovat samanlaiset. Vuoden 2017 ABA-testin tulokset ovat esitetty taulukossa (Taulukko 4-11). Liitteessä 4 on ABA-testin analyysitodistus.

Taulukko 4-11 Vuoden 2017 sivukivinäytteiden rikkipitoisuus (S kok), sulfidirikin pitoisuus, kokonaishii-lipitoisuus (C kok), neutralointipotentiaali (NP), hapontuottopotentiaali (AP) sekä niiden suhde (NP/AP eli NPR).

Alkuaine	Mustaliuske	Kiilleliuske	Kvartsiitti	Metakarbonaatti
S (kok) [%]	11,6	0,079	<0,005	9,12
Sulfidinen rikki [%]	8,58	0,03	<0,02	7,45
C (kok) [%]	7,04	0,206	0,044	7,30
NP [kg CaCO ₃ /t]	2,2	2,9	4,0	65
AP [kg CaCO ₃ /t]	268	0,94	0,62	233
NP/AP (NPR)	0,01	3,09	6,45	0,28
Hapontuottokyky	<i>Happoa tuottava</i>	<i>Ei happoa tuottava</i>	<i>Ei happoa tuottava</i>	<i>Happoa tuottava</i>

Mustaliuskesivukivet luokitellaan todennäköisesti happamia suotovesiä muodostaviksi eli ns. PAF-sivukiviksi. Metakarbonaattikivien arvioitiin olevan todennäköisesti happamia suotovesiä muodostavia.

Kiilleliuskesivukiven ja kvartsiittisivukiven arvioitiin olevan ei-happamia suotovesiä muodostaviksi (NAF). Vuoden 2006 tutkimuksessa kiilleliuske ja kvartsiitti kivilajeista yhden kivinäytteen arvioitiin olevan mahdollisesti happamia suotovesiä muodostavia eli PAF-kiviä. Lisäksi vuonna 2016 tehtiin kolmen kiilleliuskesivukivinäytteelle ABA-testit. Tulosten perusteella yksi näyte luokitui PAF-sivukiveksi (NPR 0,6, rikkipitoisuus 0,3 %) ja kaksi näytettä NAF-sivukiveksi (NPR 2,8 ja 4,5, rikkipitoisuudet 0,08 % ja 0,2 %).

Sivukivistä tutkittiin **haponneutralointikapasiteetti (ANC)**. Sivukivien haponneutralointikapasiteetti on alhainen, koska haponneutralointikapasiteetti on alle 0,2 mol H⁺/kg pH:ssä 5 (Wahlström et al 2009).

4.1.6 Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus

Useimmat sivukivinäytteistä sisältävät korkeita pitoisuuksia nikkeliä, sinkkiä ja kuparia. Rikkipitoisuudet ovat tyypillisesti tasolla 0,1–10 %. Sivukivien kokonaispitoisuuksia verrattiin komission asetuksessa 1357/2017 säädettyihin jäteluokituksen pitoisuusrajoihin. Mustaliuskesivukivessä ja metakarbonaattisivukivessä todettiin jäteluokituksessa käytettävien vaarallisen jätteen pitoisuusrajojen ylityksiä kuparin, sinkin ja nikkelin osalta.

Tutkitut liukoiset pitoisuudet kuvastavat lyhyen ajan pitoisuuksia, eivätkä ne huomioi sulfidien hapettumisen aiheuttamien happamien suotovesien liuottavaa vaikutusta. Todenmukaisempi käsitys sivukiven pitkän aikavälin varastoinnissa saadaan ABA-testin perusteella, joissa mm. mustaliuske luokitui mahdollisesti happamia suotovesiä muodostavaksi ja metakarbonaattikivistä suurin osa. Kvartsiittia ja kiilleliusketta olevista sivukivistä valtaosa luokitui ei-happamia suotovesiä muodostaviksi. Sivukivinäytteiden alkuaineanalyysien, liukoisuustestien ja ABA-testin avulla on saatu yleiskäsitys sivukiven geokemiallisista ominaisuuksista, jotka ovat voimakkaasti kivilajiin sidonnaisia.

Sivukivi on luokiteltu tavanomaiseksi jätteeksi (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1).

4.2 Pintamaa ja maapeitteet

Pintamaiden laatutiedot perustuvat sekä Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätehuolto-suunnitelmaan (Lapin Vesitutkimus Oy, Talvivaara Sotkamo Oy, Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma, 31.8.2011) että vuonna 2017 tehtyihin tutkimuksiin. Pintamaiden vuonna 2017 tehtyjen tutkimusten analyysitodistukset ovat liitteenä 3.

4.2.1 Muodostuminen, määrät ja käyttö

Pintamailla tarkoitetaan rakentamisen yhteydessä poistettuja pintamaita, kuten avolouhoksen kohdalta poistettuja pintamaita. Pintamaat voivat olla humuspistoista maan pintakerrosta ja mineraalimaita kallion päältä. Alueella on pääasiassa humupitoisen pintamaan alla erilaisia moreeneja ennen kalliota. (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1)

Kaivoksella syntyvät pintamaat on jaettu kuuteen ryhmään (Taulukko 4-12).

Taulukko 4-12. Pintamaiden ryhmäjako ja niiden jätenumerot.

	Jätenumero	Määrät
Maa-ainekset (pilaantumattomat jätetään ulkopuolelle, mustaliuskekontaktissa olleet otetaan mukaan)		
Louhinnan yhteydessä poistettava pilaantumaton maa-aines	01 01 01	2016: 1,29 Mm ³
Louhinnan yhteydessä poistettava metallipitoinen maa-aines	01 01 01	
Rakentamiseen liittyvässä toiminnassa poistettava metallipitoinen maa-aines	17 05 03*	
Rakentamiseen liittyvässä toiminnassa poistettava pilaantumaton maa-aines	17 05 04	
Päästöjen seurauksena pilaantuneet maa-ainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita	17 05 03*	
Päästöjen seurauksena pilaantuneet muut maa-ainekset	17 05 04	

Kaivoksella muodostuu poistettavia pintamaita louhinnan ja rakentamisen yhteydessä. Lisäksi poistettavia pintamaita on muodostunut kaivosalueella tapahtuneiden häiriöpäästöjen seurauksena. Louhinnan (01 01 01) ja rakentamisen (17 05 04 ja 17 05 03*) yhteydessä poistettavat pintamaat jaetaan laadultaan pilaantumattomaan maa-ainekseen ja metallipitoiseen maa-ainekseen. Päästöjen seurauksena poistettavat pintamaat ovat pilaantuneista maa-aineksia, jotka jaetaan vaarallisia aineita sisältäviin (17 05 03*) ja ei vaarallisia aineita sisältäviin (17 05 04).

Päästöjen seurauksena poistettuja pintamaita olivat mm. marraskuun 2012 kipsisakka-altaan vuodon myötä poistetut pintamaat/sakka/turve. Pilaantuneita maa-aineksia poistettiin arvioilta noin 30 000 m³, jotka välivarastointiin niille erikseen rakennetulle välivarastoalueelle. Näiden maa-ainesten loppusijoituspaikka tai hyötykäyttökohde selvitetään välivarastoinnin aikana. (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1)

Pintamaat läjitetään kaivoksen alueelle niille varatuille alueille maannostyypin ja maalajin mukaisesti eri kasoihin. Vuonna 2017 pintamaita on läjitettynä noin 14 Mm³. Pintamaita hyödynnetään kaivoksen sulkemisen yhteydessä mm. sivukiven läjitysalueiden, kipsisakka-altaiden ja toisen vaiheen liuotuskasojen peittämiseen. (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1)

4.2.2 Kemiallinen koostumus

Moreenin liukoisuus- ja haponmuodostusominaisuuksia on selvitetty vuonna 2006. Moreenin kokonaispitoisuudet eivät ylittäneet valtioneuvosta asetuksen 214/2007 mukaisia kynnysarvoja. Rikkipitoisuudet olivat alle 0,1 %. Myös muut silloisen valtioneuvoston asetuksen 717/2009 liitteen 1 kohdassa 2 luetellut perustelut täyttyivät (Lapin Vesitutkimus Oy, 31.8.2011).

Mustaliuskealueen pintamaan kokonaispitoisuuksia ja liukoisuuksia on selvitetty vuonna 2017 kolmesta näytteestä. Mustaliuskealueen pintamaan kokonaispitoisuuksia verrattiin komission asetuksessa 1357/2014 säädettyihin jäteluokituksessa käytettäviin pitoisuusrajoihin. Mustaliuskealueen pintamaan kokonaispitoisuudet olivat alhaisia ja alittivat jäteluokituksessa käytettävät vaarallisen jätteen pitoisuusrajat (Taulukko 4-13).

Taulukko 4-13 Mustaliuskealueen pintamaan kokonaispitoisuuksia vuodelta 2017.

Alkuaine	Mustaliuskealueen pintamaa			Vaarallinen jäte ¹⁾
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	
	Pitoisuus mg/kg ka			Pitoisuus mg/kg TP
Antimoni	<0,50	<0,50	<0,50	853 mg/kg johdettu antimonioksidista (Sb_2O_3)
Arseeni	<1,0	<1,0	1,5	652 mg/kg johdettu arseenipentoksidista (As_2O_5)
Barium	25	34	30	182 000 mg/kg johdettu bariumsulfidista (BaS)
Elohopea	<0,10	<0,10	<0,10	3 000 mg/kg
Hiili	-	-	-	-
Kadmium	<0,20	<0,20	0,65	539 mg/kg johdettu kadmiumsulfaatista (CdSO_4)
Koboltti	3,1	5,2	5	380 mg/kg johdettu kobolttisulfaatista (CoSO_4)
Kromi	16	27	21	520 mg/kg johdettu kromitrioksidista (CrO_3)
Kupari	13	20	16	995 mg/kg johdettu kuparisulfaatista (CuSO_4)
Lyijy	2,5	3,9	4,3	-
Mangaani	110	150	180	9 100 mg/kg johdettu mangaanisulfaatista (MnSO_4)
Nikkeli	13	18	30	467 mg/kg johdettu nikkelisulfidista (NiS)
Rauta	6 700	15 000	13 000	-
Rikki	260	280	3 500	-
Sinkki	40	55	92	1 010 mg/kg johdettu sinkkisulfaatista (ZnSO_4)
Strontium	-	-	-	-
Vanadiini	24	36	29	5 600 mg/kg johdettu vanadiinipentoksidista (V_2O_5)

¹⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.

4.2.3 Liukoisuustestit

Mustaliuskealueen pintamaan liukoisuuspitoisuuksista pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetut raja-arvot ylittyivät kadmiumin, kuparin, nikkelin, sinkin ja sulfaatin osalta (Taulukko 4-14). Lisäksi näytteessä 3 nikkeli ja sinkki ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikalle asetetut raja-arvot.

Taulukko 4-14 Mustaliuskealueen pintamaan liukoisuudet vuodelta 2017.

	Mustaliuskealueen pintamaa			Raja-arvot (VNA 331/2013)		
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg						
Al	-	-	-	-	-	-
As	<0,020	<0,020	<0,020	0,5	2	25
Ba	0,64	0,92	0,23	20	100	300
Cd	0,21	0,18	0,58	0,04	1	5
Cr	0,023	<0,020	0,035	0,5	10	70
Cu	2,6	1,6	2,6	2	50	100
Mo	<0,020	<0,020	<0,020	0,5	10	30
Ni	8,1	6,9	12	0,4	10	40
Hg	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	0,2	2
Mn	-	-	-	-	-	-
Pb	<0,020	0,041	<0,020	0,5	10	50
Sb	<0,020	<0,020	<0,020	0,06	0,7	5
Se	0,024	<0,020	<0,020	0,1	0,5	7
V	<0,020	<0,020	<0,020	-	-	-
Zn	30	28	50	4	50	200
DOC	3,1	3,5	3,1	500	800	1 000
Cl	<1,4	<1,3	<6,5	800	15 000	25 000
F	<2,2	<2,6	<3,4	10	150	500
SO ₄	920	800	1 100	1 000	20 000	50 000

4.2.4 Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali

Mustaliuskealueen pintamaan kokoomanäytteistä tehtiin vuonna 2017 haponmuodostus- ja neutralointikapasiteetin määrittelyn ns. ABA-testit. ABA-testissä määriteltiin kokoomanäytteen kokonaisrikkipitoisuus (S kok), sulfidinen rikki, kokonaishiilipitoisuus (C kok), hapontuottopotentiaali (AP) ja neutralointipotentiaali (NP). Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalinen perusteella laskettiin niiden suhde (NP/AP eli NPR). Tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-15).

Taulukko 4-15 Mustaliuskealueen pintamaan kokoomanäytteiden (vuodelta 2017) kokonaisrikkipitoisuus (S kok), sulfidirikki, kokonaishiilipitoisuus (C kok), hapontuottopotentiaali (AP), neutralointipotentiaali (NP) ja niiden suhde (NP/AP eli NPR).

Alkuaine	Mustaliuskealueen pintamaa		
	Kokooma 1	Kokooma 2	Kokooma 3
S (kok) [%]	0,031	0,137	0,051
Sulfidinen rikki [%]	<0,02	0,08	0,02
C (kok) [%]	0,078	0,209	0,065
NP [kg CaCO ₃ /t]	0,60	-0,20	-0,20
AP [kg CaCO ₃ /t]	0,62	2,50	0,62
NP/AP (NPR)	0,97	-0,08	-0,32
Hapontuottokyky	<i>Happoa tuottava</i>	<i>Happoa tuottava</i>	<i>Happoa tuottava</i>

Mustaliuskealueen pintamaan kokoomanäytteiden NPR-luvut ovat alle 1 %, joten arvioidaan mustaliuskealueen pintamaan olevan todennäköisesti happamia suotovesiä muodostavaksi.

Mustaliuskealueen pintamaasta määritettiin **haponneutralointikapasiteetti (ANC)** vuonna 2017. Haponneutralointikapasiteetti on alle 0,2 mol H⁺/kg pH:ssa 5, jolloin haponneutralointikapasiteetti on alhainen (Wahlström et al 2009).

4.2.5 Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus

Edellisessä jätahuolto suunnitelmassa pintamaat, moreeni ja turve luokiteltiin pysyväksi jätteeksi. (Lapin Vesitutkimus Oy, 31.8.2011).

Valtioneuvoston kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) liitteessä 1 on määritelty perusteet, joiden täyttyessä kaivannaisjäte luokitellaan pysyväksi jätteeksi. Uusien analyysitulosten perusteella pintamaan kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet täyttävät liitteessä 1 esitetyt vaatimukset, joten pintamaat luokituvat edelleen pysyväksi jätteeksi. Tutkitun pintamaan sulfidirikkipitoisuus on alle 0,1 % ja kokonaispitoisuudet ovat alle VNa 214/2007 mukaisten kynnsarvojen.

4.3 Loppuun liuotettu malmi

Loppuun liuotetun malmin laatutiedot perustuvat sekä vuoden 2017 tutkimustuloksiin että Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätahuoltosuunnitelmaan (Lapin Vesitutkimus Oy, Talvivaara Sotkamo Oy, Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätahuoltosuunnitelma, 31.8.2011). Loppuun liuotetun malmin analyysitodistukset vuodelta 2017 ovat liitteenä 5.

4.3.1 Muodostuminen, määrät ja käyttö

Terrafamen kaivoksella on tähän mennessä louhittu malmia vain Kuusilammen avolouhoksesta. Kolmisopen esiintymän hyödyntämistä ei ole aloitettu eikä hyödyntämistä ole suunniteltu aloitettavan lähivuosina. Louhitusta, murskatusta ja agglomeroidusta malmista irrotetaan kaksivaiheisella bioliuotuksella arvometallit. Toisen vaiheen liuotus on aloitettu vuoden 2011 alussa. Malmia siirretään 2. vaiheen liuotusalueelle arviolta 15-20 Mt vuodessa riippuen malmin tuotantokapasiteetista. Toisen vaiheen liuotuksen jälkeen jäljelle jää loppuun liuotettu malmi. Loppuun liuotettua malmia tulee syntymään jatkossa arviolta 15–25 Mt vuodessa. Loppuun liuotettu malmi on jäteluokituksen mukaan 01 03 07* (muut metallimineraalien fysikaalisessa ja kemiallisessa käsittelyssä syntyvät jätteet, jotka sisältävät vaarallisia aineita). Taulukossa (Taulukko 4-16) on esitetty loppuun liuotetun malmin jako ja niiden jätenumerot.

Sekundäärikasalle on siirretty malmia vuosina 2011–2016 vuosittain n. 4,1–13,5 Mt/a pois lukien vuosi 2014, jolloin primäärikasaa ei purettu siirrettäväksi sekundääriliuotukseen (Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016).

Taulukko 4-16. Loppuun liuotetun malmin jako ja niiden jätenumerot.

	Jätenumero	Määrät
Loppuun liuotettu malmi		
Muu metallipitoinen kiviainesjäte (esim. kuljetinripe)	01 03 07*	4,1–13,5 Mt/a (vuosina 2011–2016)
Toisen vaiheen liuotuskasalle liuotuksen jälkeen jäävä mineraali	01 03 07*	
Ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotuskasalle saostuvat reaktiotuotteet (mm. jarosiitti)	01 03 07*	

Loppuun liuotettu malmi jaetaan kolmeen ryhmään: 1) muu metallipitoinen kiviainesjäte (esim. kuljetinripe), 2) toisen vaiheen liuotuskasalle liuotuksen jälkeen jäävä mineraali 3) ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotuskasalle saostuvat reaktiotuotteet (esim. jarosiitti), jotka eivät ole erotettavissa kasoista. Muu metallipitoinen kiviainesjäte kuten kuljetinripe palautuu takaisin prosessiin, joten sen laatu kaivostoiminnan päättyessä vastaa loppuun liuotettua malmia. Ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotuskasalle saostuvat reaktiotuotteet loppusijoitetaan yhdessä liuotuksen jännösmineraalien kanssa toisen vaiheen liuotusalueelle. Täten toisen vaiheen liuotuskasalle liuotuksen jälkeen jäävä mineraali ja ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotuskasalle saostuvat reaktiotuotteet eivät ole erotettavissa toisistaan.

4.3.2 Mineralogia ja kemiallinen koostumus

Kaivoksella ei ole vielä kattavasti tutkittu loppuun liuotettua malmia, sillä sen muodostumisen ajankohtaa ei voi täsmällisesti sanoa eikä sitä millään tulkinnalla ole kaivoksella vielä muodostunut paljoa. Lähimpänä loppuun liuotettua malmia on *pilot*-prosessin sekundäärivaiheen purkuaines, jonka laatuun tämän ja seuraavan kappaleen tiedot perustuvat.

Pilot-kokeen materiaalin mineralogia oli sekundäärinen kovelliitti, rautaoksidit- ja sulfaatit, jaro-siitti, kipsi, alkuainerikki, reagoimaton silikaatti ja jäämiä primäärisistä sulfideista (pentlandiitti, sfaleriitti, pyriitti). Liukenemattomat arvomineraalit olivat pääosin sulkeutumina inerttien kvartsi-rakeiden tai karkeiden pyriittirakeiden sisällä, joten niiden liukeneminen on epätodennäköistä.

Pilot-kokeen materiaalin kemiallista koostumusta on tutkittu XRF-menetelmällä. Mittausten mukaan materiaalin kokonaisrikkipitoisuus on 7,18 % ja hiilipitoisuus 7,72 %. Lisäksi materiaalissa oli nikkeliä (0,05 %), sinkkiä (0,11 %), kuparia (0,07 %), kobolttia (0,01 %), lyijyä (0,01 %), arseenia (0,01 %) ja molybdeenia (0,01 %).

Loppuun liuotetusta malmista määritettiin vuonna 2017 neljästä näytteestä kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet. Loppuun liuotetun malmin kokonaispitoisuudet alittavat komission asetuksen 1357/2017 säädetyt jäteluokituksessa käytetyt vaarallisen jätteen pitoisuusrajat (Taulukko 4-17).

Taulukko 4-17 Loppuun liuotetun malmin kokonaispitoisuudet vuodelta 2017.

Alkuaine	Loppuun liuotettu malmi				Vaarallinen jäte ¹⁾
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	
	Pitoisuus mg/kg ka				Pitoisuus mg/kg TP
Antimoni	1,4	1,5	1,7	1,4	853 mg/kg johdettu antimonioksidista (Sb_2O_3)
Arseeni	94	87	200	94	652 mg/kg johdettu arseenipentoksidista (As_2O_5)
Barium	16	11	15	21	182 000 mg/kg johdettu bariumsulfidista (BaS)
Elohopea	0,64	0,67	1,8	0,69	3 000 mg/kg
Hiili	-	-	-	-	-
Kadmium	0,85	0,47	0,24	0,81	539 mg/kg johdettu kadmiumsulfaatista (CdSO_4)
Koboltti	130	22	38	130	380 mg/kg johdettu kobolttisulfaatista (CoSO_4)
Kromi	87	79	59	49	520 mg/kg johdettu kromitrioksidista (CrO_3)
Kupari	270	140	730	530	995 mg/kg johdettu kuparisulfaatista (CuSO_4)
Lyijy	42	37	28	33	-
Mangaani	990	670	1 000	1 200	9 100 mg/kg johdettu mangaanisulfaatista (MnSO_4)
Nikkeli	170	120	58	170	467 mg/kg johdettu nikkelisulfidista (NiS)
Rauta	150 000	150 000	110 000	87 000	-
Rikki	64 000	60 000	100 000	60 000	-
Sinkki	580	400	63	390	1 010 mg/kg johdettu sinkkisulfaatista (ZnSO_4)
Strontium	-	-	-	-	-
Vanadiini	550	580	400	220	5 600 mg/kg johdettu vanadiinipentoksidista (V_2O_5)

¹⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.

4.3.3 Liukoisuudet

Loppuun liuotetun malmin liukoisuuksista ovat koholla nikkeli, sinkki ja sulfaatti (Taulukko 4-18). Pysyvän jätteen kattopaikka kriteerit ylittivät kadmiumin, kromin, kuparin, nikkelin, seleenin, sinkin, fluoridin ja sulfaatin osalta. Nikkelin, sinkin ja sulfaatin liukoisuuspitoisuus ylittää myös tavanomaisen jätteen kaatopaikan kriteerit.

Taulukko 4-18 Loppuun liuotetun malmin liukoisuudet vuodelta 2017.

	Loppuun liuotettu malmi				Raja-arvot (VNA 331/2013)		
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg							
Al	-	-	-	-	-	-	-
As	0,026	0,032	<0,020	0,047	0,5	2	25
Ba	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	20	100	300
Cd	0,29	0,2	0,055	0,069	0,04	1	5
Cr	0,37	0,7	0,099	0,12	0,5	10	70
Cu	28	22	8,4	2,1	2	50	100
Mo	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,5	10	30
Ni	29	31	7,6	18	0,4	10	40
Hg	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	0,2	2
Mn	-	-	-	-	-	-	-
Pb	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,5	10	50
Sb	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,06	0,7	5
Se	0,21	0,14	0,25	0,092	0,1	0,5	7
V	0,45	1,5	1,3	0,36	-	-	-
Zn	54	46	9,1	14	4	50	200
DOC	55	<27	<47	<43	500	800	1 000
Cl	<23	<21	<26	<23	800	15 000	25 000
F	<7,7	11	<7,7	<4,5	10	150	500
SO4	22 000	25 000	26 000	20 000	1 000	20 000	50 000

4.3.4 Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali

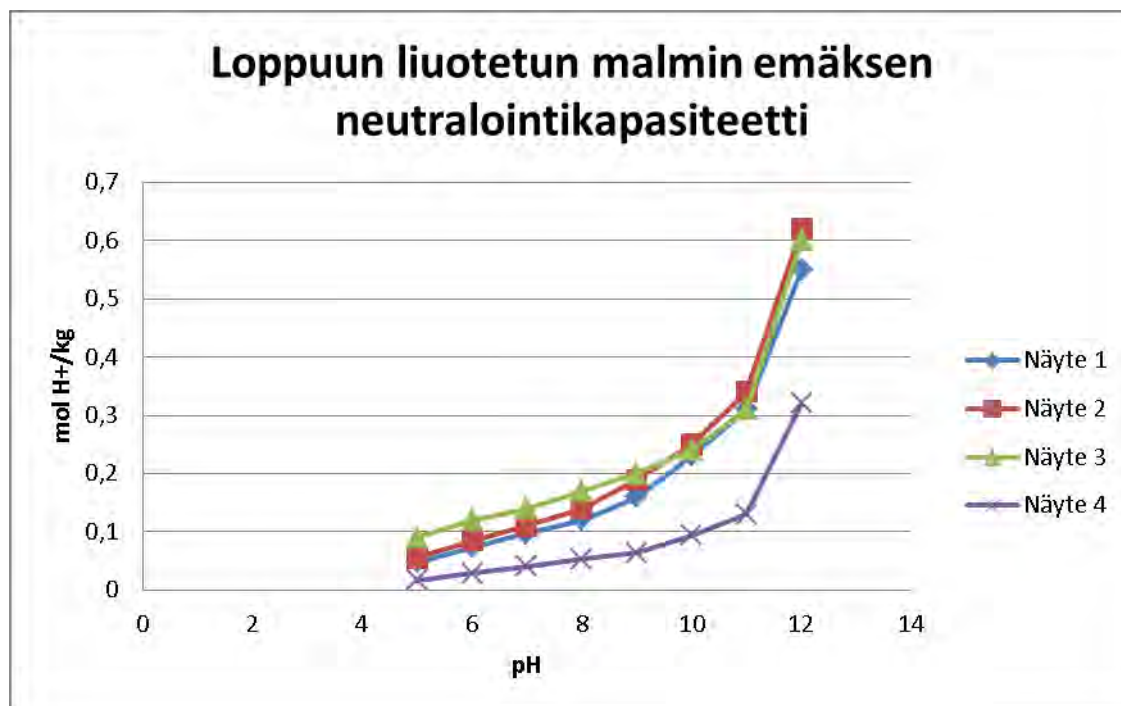
Vuonna 2017 tehtiin loppuun liuotetusta malmista neljästä kokoomanäytteestä ABA-testit eli haponmuodostumis- ja neutralointipotentiaalin määritykset. ABA-testissä määriteltiin rikkipitoisuus (S kok), sulfidinen rikki, kokonaishiilipitoisuus (C kok), hapontuottopotentiaali (AP) ja neutralointipotentiaali (NP) sekä niiden suhde NP/AP eli NPR-luku. ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-19) ja laboratorion tutkimustodistus liitteessä 4.

Taulukko 4-19 Loppuun liuotetun malmin kokoomanäytteiden rikkipitoisuus, hiilipitoisuus, sulfidisen rikin pitoisuus, hapontuottopotentiaali (AP), neutralointipotentiaali (NP) ja niiden suhde NP/AP eli NPR.

Alkuaine	Loppuun liuotettu malmi			
	Kokooma 1	Kokooma 2	Kokooma 3	Kokooma 4
S (kok) [%]	4,96	5,82	9,24	5,00
Sulfidinen rikki [%]	3,58	4,68	6,64	3,50
C (kok) [%]	6,48	6,07	7,68	7,64
NP [kg CaCO ₃ /t]	-11	-11	-15	-10
AP [kg CaCO ₃ /t]	112	146	208	109
NP/AP (NPR)	-0,10	-0,08	-0,07	-0,09
Hapontuottokyky	Happoa tuottava	Happoa tuottava	Happoa tuottava	Happoa tuottava

Sulfidisen rikin pitoisuus on kaikissa kokoomanäytteissä > 3 % ja NPR-luku alle 0,1 %, minkä perusteella loppuun liuotettu malmi voidaan luokitella happamia suotovesiä muodostavaksi.

Loppuun liuotetusta malmista määritettiin emäksen neutralointikapasiteetti vuoden 2017 näytteistä (Kuva 5).



Kuva 5 Loppuun liuotetun malmin emäksen neutralointikapasiteetti vuodelta 2017.

4.3.5 Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus

Loppuun liuotetusta malmista eikä *Pilot*-kokeen materiaalista ole tehty toistaiseksi riittävästi testejä, että materiaali voitaisiin luotettavasti luokitella. Luokituksen puuttuessa on ympäristöluvas-
sa luokiteltu toisen vaiheen liuotusalueet suuronnettomuuden vaaraa aiheuttaviksi kaivannaisjät-
teen jätealueiksi, koska on oletettu, että suurin osa loppuun liuotusta malmista luokituu vaaralli-
seksi jätteeksi.

4.4 Metallitehtaan sakat

Metallitehtaan esineutralointisakasta, raudanseostuksen sakasta ja loppuneutraloinnin sakasta on laadittu vuoden 2016 jättejakeiden vuosiraportissa jäteluokitukset. Jäteluokituksen yhteydessä on esitetty kyseisten sakkojen kemiallinen koostumus ja ympäristökelpoisuus, joten näiden osalta tässä kappaleessa esitettävät tiedot perustuvat pääosin vuoden 2016 jättejakeiden vuosiraport-
tiin.

4.4.1 Muodostuminen, määrät ja käyttö

Metallien talteenoton yhteydessä syntyy prosessissa sakkoja, joita ovat muun muassa esineutra-
lointisakka, raudansaostuksen sakka ja loppuneutraloinnin sakka. Sakat loppusijoitetaan kaivok-
sella. Lisäksi metallien talteenotto-prosessissa syntyy mineraalijätettä, kaasunpesun lietteitä ja
liuotuskierrosta poistettua nestemäistä kemikaalia, jotka palautetaan prosessiin. Kyseisiä jakeita
ei eroteta prosessista tai sijoiteta sellaisenaan kaivoksen alueelle, jolloin myöskään niiden laatua
ei tarkkailla eikä jäteluokitusta selvitetä. Taulukossa (Taulukko 4-20) on esitetty metallitehtaan
sakat ja niiden jätenumeron.

Taulukko 4-20. Metallitehtaan pääjätejakeet.

	Jätenumero	Määrät
Metallitehtaan sakat		
Esineutralointisakka (ent. välineutralointisakka)	11 02 02*	59 000-120 000 Mt/a (vuosina 2010–2016)
Raudansaostuksen sakka	11 02 07*	186 000–550 000 Mt/a (vuosina 2010–2016), v. 2017 alkaen ei enää muodostu erillisenä jätejakeena
Loppuneutraloinnin sakka	11 02 07*	88 000-278 000 Mt/a (vuosina 2010–2016)
Metallitehtaan muut mineraalijätteet	11 02 07*	
Kaasunpesun lietteet (prosessiin)	11 02 07*	
Liutuskierrosta poistettu nestemäinen kemikaali (esimerkiksi PLS-, SLS- ja raffinaattiliuokset) palautetaan prosessiin, poikkeustilanteessa kertaluontoisesti muodostunutta, louhokseen varastoituna	11 02 07*	

Metallitehtaalla syntyvien jätejakeiden koostumusta ja liukoisuutta seurataan voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti.

Esineutralointisakka muodostuu sinkin talteenoton (tulevaisuudessa uraanin talteenoton) jälkeä esineutraloinnissa, kun PLS-liuoksen pH:n noston myötä muodostuu sakkaa (= esineutralointisakka). Esineutralointisakka on pääosin kalsiumsulfaattia eli kipsiä (Ympäristölupapäätös Nro 36/2014/1). Muodostunut sakka sakeutetaan sakeuttimissa, pestään ja kuivataan nauhasuodattimissa. Esineutralointisakka sijoitetaan tällä hetkellä sekundäärिकासan pohjalle. Yhtiö tutkii mahdollisuutta hyödyntää esineutralointisakan sisältämä metallisisältö palauttamalla sakka liutusprosessiin. Vaihtoehtoisesti meneillään olevassa YVA-menettelyssä on varauduttu siihen, että alueelle rakentamaan esineutralointisakalle soveltuva sijoituspaikka.

Loppuneutralointisakka muodostuu arvokomponenttien saostuksen jälkeen loppuneutraloinnissa, jossa loppusaostuksessa nostetaan pH korkealle tasolle kalkkimaidon avulla, minkä myötä muodostuu loppuneutralointisakkaa.

Raudan saostuksessa syntyvä sakeuttimien alite on **rautasakkaa**, joka ohjataan kaivoksen keskusvedenpuhdistamolle neutraloitavaksi ja edelleen kipsisakka-altaalle loppusijoitettavaksi osana keskusvedenpuhdistamon vesienkäsittelysakkaa (ks. luku 4.6).

Metallitehtaalla muodostuu muita mineraalijätteitä satunnaisesti prosessihäiriöiden yhteydessä tai vastaavien tapahtumien seurauksena. Esimerkiksi on muodostunut myyntikelvotonta sinkkisakkaa. Tällaisten sakkojen koostumusta, laatua ja liukoisuusominaisuuksia ei voida etukäteen arvioida. Ensisijaisesti sakat pyritään palauttamaan takaisin kaivoksen tuotantoprosessiin, jotta niiden sisältämät metallit saadaan talteen. Tarvittaessa sakkojen kaatopaikkakelpoisuus arvioidaan tapauskohtaisesti asetuksen 331/2013 mukaisesti.

4.4.2 Kemiallinen koostumus

Laboratorioiden tutkimustodistukset ovat liitteenä 6.

Kokonaispitoisuudet

Esineutralointisakan sinkkipitoisuus tuorepainoa kohti oli vuonna 2016 6 000–13 000 mg/kg, joka ylittää sinkille määritetyn vaarallisen jätteen raja-arvo 2 500 mg/kg, joka määräytyy sinkkiyhdisteiden (mm. sinkkisulfaatti) ympäristövaarallisuuden mukaan.

Loppuneutralointisakassa olivat koholla nikkeli-, sinkki- ja mangaanipitoisuudet, mutta pitoisuudet jäivät alle vaarallisten jätteiden raja-arvojen.

Haponmuodostuspotentiaali

Esineutralointisakasta on määritetty haponneutralointikapasiteetti (ANC), minkä mukaan esineutralointisakan haponneutralointikapasiteetti on alhainen.

Loppuneutralointisakasta on tammi-maaliskuun kokoomanäytteistä tehty ABA-testi, jossa määritetään kokonaisriikki, sulfidiriikki, kokonaishiili, potentiaalinen hapon muodostus (AP) suhteessa sulfidirikkipitoisuuden oksidaation ja neutralointipotentiaali (NP). Taulukossa (Taulukko 4-21) on esitetty ABA-testin tulokset loppuneutralointisakalle.

Taulukko 4-21. Loppuneutralointisakan ABA-testin tulokset.

Alkuaine	Loppuneutralointisakka (646)
S (kok) [%]	11,9
Sulfidinen rikki [%]	0,04
C (kok) [%]	0,184
NP [kg CaCO ₃ /t]	143
AP [kg CaCO ₃ /t]	1,25
NP/AP (NRP)	115
Hapontuottokyky	<i>Ei happoa tuottava</i>

Radioaktiivisuus

Radioaktiivisuusmääritykset on tehty **loppuneutralointisakalle ja rautasakalle** vuoden 2014 touko-elokuun kokoomanäytteestä ja tammi-joulukuun 2015 kokoomanäytteestä, joiden tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-22). Radioaktiivisuusmäärityksessä määritettiin polonium (Po-210), lyijy (Pb-210) ja radium (Ra-226 ja Ra-228).

Taulukko 4-22. Loppuneutralointisakan ja rautasakan radioaktiivisuusmääritysten tulokset vuosilta 2014 ja 2015 (Lähde: Ramboll Finland oy, 18.5.2017)

	2014 (Bq/kg)	2015 (Bq/kg)
Loppuneutralointisakka (646)		
Ra-226	5,0±3,0	<2,8
Ra-228	1,17±0,21	<0,8
Pb-210	1,14±0,77	6,4±1,6
Po-210	11,5±4,6	<2,2
Rautasakka (645)		
Ra-226	2,0±1,2	<2,8
Ra-228	1,70±0,20	<0,8
Pb-210	1,80±0,87	4,2±0,9
Po-210	12,1±4,9	6,1±1,6

STUK on tehnyt kaivosalueen ympäristöstä radiologisen perustilaselvityksen vuosina 2010–2011 (Säteilykeskus, Talvivaaran ympäristön radiologinen perustilaselvitys, Loppuraportti 31.3.2012), jota on päivitetty alueella tapahtuneen vuodon jälkeen vuonna 2013. Loppuneutralointisakan ja rautasakan vuoden 2014 ja 2015 tuloksia verrattaessa radiologisen perustilaselvityksen (2010–2011) tuloksiin, voidaan todeta loppuneutralointisakan ja rautasakan radioaktiivisuuspitoisuuksien olevan huomattavasti pienempiä kuin radiologisen perustilaselvityksen pitoisuuksien.

Liukoisuusominaisuudet

Esineutralointisakassa kadmiumin, nikkelin ja sinkin liukoisuudet ylittävät vaarallisen jätteen kaatopaikkakriteerit.

Rautasakassa ja loppuneutralointisakassa liukoiset metallipitoisuudet olivat alle vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien.

Sulfaatin liukoisuudet loppuneutralointisakassa ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 20 000 mg/kg vaihdellen välillä 21 000–27 000 mg/kg. Rautasakassa (160 000–220 000 mg/kg) sulfaatin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 50 000 mg/kg. Esineutralointisakassa sulfaatin liukoisuudet ovat pääasiassa ylittäneet vain tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Esineutralointisakan touko-elokuun 2016 näytteessä sulfaatin liukoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakriteerin.

Loppuneutralointisakan liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) vaihteli välillä 35 000–41 000 mg/kg, joka ylittää pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 4 000 mg/kg. Rautasakan TDS ylittää vaarallisen jätteen kaatopaikkakriteerin. Esineutralointisakan TDS on ollut tavanomaisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerin tuntumassa yksittäisiä näytteitä lukuun ottamatta.

4.4.3 Ympäristökelpoisuus ja jäteluokitus

Vuoden 2016 jätejakeiden vuosiraportoinnissa jätejakeiden jäteluokitus päivitettiin vastaamaan EU-säädöksiä. Jäteluokitus jätejakeille tehtiin komission asetuksen 1357/2014 ja ”jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi” –oppaan mukaisesti (Häkkinen, Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2016).

Esineutralointisakka on edelleen uusien EU-säädöstenkin mukaan sinkkipitoisuutensa perusteella ympäristölle vaaralliseksi luokiteltavaa jätettä.

Loppuneutralointisakan ja rautasakan jäteluokitusta uudet säädökset muuttavat siten, että sakat ovat tavanomaiseksi luokiteltavia jätteitä. Jätejakeiden luokituksesta ja luokitukseen liittyvistä muutoksista päättää ympäristöviranomainen.

4.5 Uraanilaitoksen sakat

Uraanilaitos ei ole vielä toiminnassa, joten uraanilaitokselta ei ole muodostunut sakkoja. Sakkojen muodostumisen jälkeen täydennetään jätehuoltosuunnitelmaan tämä osio.

4.6 Keskusvedenpuhdistamon sakka

4.6.1 Yleistä

Keskuspuhdistamolle johdetaan käsiteltäväksi likaantuneita vesiä (prosessivedet, louhitun malmin, rikkipitoisen sivukiven tai läjitetyn jätteen kanssa kosketuksiin joutuvat sade- ja valumavedet, avolouhoksen kuivatusvedet, avolouhoksen pintamaan poistoalueilta muodostuvat kuivatusvedet, sulfaatti- ja metallipitoiset tehdasalueen hulevedet sekä primääri- ja sekundäärialueiden ympäriltä ja muilta alueilta kerättävät suojapumppausvedet sekä muut vastaavat likaantuneet vedet), raudansaostuksen alite ja ylite, avolouhoksessa olevat liuoskierrosta poistetut kemikaaliliuokset, loppuneutraloinnin ylitettä syötteenä käytettävien käänteisosmoosilaitosten rejektit ja likaantuneet vedet. (Ympäristölupapäätös PSAVI/702/2016)

Keskuspuhdistamon ympäristöluvan (PSAVI/702/2016) lupamääräyksen 51a mukaan on keskuspuhdistamon pääjätejakeista (Taulukko 4-23) tehtävä kaatopaikoista annetun valtioneuvoston asetuksen nro 331/2013 16–19 §:n mukainen perusmäärittely. Keskuspuhdistamolle tulevat ai-nevirrat sekoittuvat pudistusprosessissa, eikä niiden käsittelyssä muodostuvia jätteitä voida ero-

tella toisistaan myöhemmin. Täten perusmäärittely tehdään keskuspuhdistamon vesienkäsittelysakasta, jossa on sekaisin kaikki puhdistamolle tulevien jakeiden käsittelyssä syntyvät sakat.

Taulukko 4-23 Keskusvedenpuhdistamolle tulevat pääjätejakeet.

	Jätenumero
Vesienkäsittelyn sakat	
Vesienkäsittelyn sakat (muut kuin metallitehtaan prosesseissa muodostuvat), jotka sisältävät vaarallisia aineita	19 02 05*
Vesienkäsittelyn sakat (muut kuin metallitehtaan prosesseissa muodostuvat)	19 02 06
Raudansaostuksen alitteen ja ylitteen neutraloinnissa muodostuva sakka	11 02 07*

4.6.2 Näytteenotto ja tehdyt tutkimukset

Keskuspuhdistamon vesienkäsittelysakasta on otettu koontinäytteitä helmikuusta 2017 lähtien kerran kuukaudessa, joiden tuloksia käytetään perusmäärittelyssä. Vesienkäsittelysakat on analysoitu Ramboll Analytics Oy:n (nyk. Eurofins) laboratoriossa, joka on akkreditoitu laboratorio (tunnus T039). Kaikilla testauskerroilla käytetyt analyysimenetelmät ja vesienkäsittelysakasta tehdyt analyysit ovat olleet samat.

Näytteitä keskuspuhdistamolla muodostuvasta lietteestä otetaan päivittäin. Näytteenotosta vastaavat keskuspuhdistamon operoinnista vastaavat tuotanto-operaattorit. Näyte otetaan näytteenottimella, joka on kiinteästi asennettu kipsisakka-altaalle lietettä pumpaavan pumpun painepuolen linjaan. Näyte toimitetaan Terrafamen omaan laboratorioon, jossa näytteistä muodostetaan kokoomänäyte akkreditoituun laboratorioon toimitettavaksi. Terrafamen oma laboratorio analysoi myös näytteen vedenpuhdistuksen tuotannonohjausta varten.

Vesienkäsittelysakan näytteistä määritettiin seuraavien aineiden kokonaispitoisuudet: As, Cd, Cu, Ni, Zn, Mn, Ca, S, U, Fe, Co, Cr). Metallimääritykset tehtiin mikroaaltouunissa kuningasveden kanssa hajotetuista näytteistä ICP-MS-menetelmällä. Lisäksi näytteistä määriteltiin kuiva-aine, hehkutushäviö, orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC), pH ja haponneutralointikapasiteetti (ANC) (standardin CEN/TS1536 mukaisesti).

Kokonaispitoisuusanalyysien lisäksi vesienkäsittelysakan liukoisuusominaisuudet määritettiin yksivaiheisella ravistelutestillä (SFS-EN 12457-2), koska näytteet eivät soveltuneet testattavaksi kaksivaiheisella ravistelutestillä näytteiden liian korkean vesipitoisuuden vuoksi. Yksivaiheisesta ravistelutestistä saaduista suodoksista määritettiin pH, sähkönjohtavuus, DOC, TDS, kloridi, sulfaatti, fluoridi, Sb, As, Ba, Hg, Cd, Cr, Cu, Pb, Mo, Ni, Zn, Se, Sn, U ja V.

4.6.3 Vesienkäsittelysakan kokonaispitoisuudet

Analysoituja kokonaispitoisuuksia on seuraavassa verrattu jäteluokituksen kannalta kriittisten aineiden osalta vaarallisen jätteen pitoisuusarvoihin. Lisäksi EU-säädösten muutosten voimaantulon myötä (1.6.2015) pitoisuusvertailu tehdään jätteen sisältämille kokonaispitoisuuksille tuorepainoa kohti. Vesienkäsittelysakasta analysoidut kokonaispitoisuudet on esitetty koontitaulukossa liitteessä 7. Laboratorion tutkimustodistukset on esitetty liitteessä 6.

Taulukko 4-24 Vesienkäsittelysakan sisältämien aineiden kokonaispitoisuudet (mg/kg ka) helmikuulta 2017.

Aine	Yksikkö	572	572	572
		helmikuu 2017	maaliskuu 2017	huhtikuu 2017
Arseeni (As)	mg/kg ka	1,4	1,2	<1,0
Kadmium (Cd)	mg/kg ka	<0,20	<0,20	0,4
Koboltti (Co)	mg/kg ka	5,4	5,5	7,2
Kromi (Cr)	mg/kg ka	37	37	31
Kupari (Cu)	mg/kg ka	<0,5	<5,0	<5,0
Mangaani (Mg)	mg/kg ka	13 000	13 000	14 000
Nikkeli (Ni)	mg/kg ka	340	320	380
Sinkki (Zn)	mg/kg ka	14	30	160
Rikki (S)	mg/kg ka	120 000	100 000	100 000
Kalsium (Ca)	mg/kg ka	190 000	160 000	140 000
Uraani (U)	mg/kg ka	84	85	88
Rauta (Fe)	mg/kg ka	48 000	45 000	42 000

Sakan kokonaispitoisuudet olivat pääosin alhaisia **arseenin, kadmiumin, koboltin, kuparin, kromin ja sinkin** osalta. Kyseiset pitoisuudet eivät ole merkityksellisiä sakan vaaraominaisuuksien arvioinnin kannalta.

Tuorepainoiksi muutetut **nikkelipitoisuudet** sakassa vaihtelivat välillä 99–133 mg/kg, jotka ylittävät vaarallisen jätteen raja-arvon 1 000 mg/kg.

Mangaanin pitoisuudet sakassa vaihtelivat välillä 13 000–14 000 mg/kg. Mangaanipitoisuudelle voidaan soveltaa mangaaniyhdisteiden kemikaaliluokituksen mukaan määräytyvää vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa, joka alhaisimmillaan määräytyy mangaaniyhdisteistä mangaanisulfaatile sen ympäristölle vaarallisuuden (Aquatic Chronic 2, H411) mukaan. Jäteluokituksessa sovellettava pitoisuusraja mangaanille on 25 000 mg/kg.

Kalsiumpitoisuudet sakassa vaihtelivat välillä 140 000–190 000 mg/kg. Sakassa kalsiumin yhdisteet esiintyvät todennäköisimmin kalsiumsulfaattina, joka ei ole CLP-asetuksen mukaan luokiteltu vaaralliseksi aineeksi. Kalsium ei tällöin ole merkityksellinen sakan vaaraominaisuuksien arvioinnin kannalta.

Vesienkäsittelysakassa olivat **rikkipitoisuudet** (100 000–120 000 mg/kg), **uraanipitoisuudet** (84–88 mg/kg) ja **rautapitoisuudet** (42 000–48 000 mg/kg) koholla. Metallitehtaalla syntyvien sakkujen esineutralointisakan, raudan saostussakan ja loppuneutralointisakan rikki-, uraani- ja rautapitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaan kuin vesienkäsittelysakan. Rikki, uraani ja rauta eivät ole merkityksellisiä sakan vaaraominaisuuksien kannalta.

4.6.4 Vesienkäsittelysakan alkuaineet

Keskuspuhdistamon ympäristöluvan (PSAVI/702/2016) lupamääräyksen 51a mukaan vesienkäsittelyn sakan perusmäärittelyyn on sisällytettävä jätteistä tehtävä kattava laatututkimus, jossa jätteistä määritetään vähintään kaivoksen velvoitetarkkailusta annetun päätöksen nro 43/2015/1 tarkkailuliitteen taulukossa 1 mainitut aineet. Näiden laajaan laatututkimukseen sisällytettävien alkuaineiden pitoisuustulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-25). Kloridin, fluoridin ja sulfaatin osalta tulokset on tarkasteltu kappaleessa 4.6.7, jossa on kuvattu sakan liukoisuusominaisuuksia.

Taulukko 4-25. Vesienkäsittelysakan laajan alkuainemäärityksen tulokset

Alkuaine	Yksikkö	Pitoisuus	Alkuaine	Yksikkö	Pitoisuus
Alumiini (Al)	mg/kg ka	42 000	Neodyymi (Nd)	mg/kg ka	18
Antimoni (Sb)	mg/kg ka	<0,50	Natrium (Na)	mg/kg ka	2 800
Arseeni (As)	mg/kg ka	1,2	Nikkeli (Ni)	mg/kg ka	380
Barium (Ba)	mg/kg ka	8,6	Niobium (Nb)	mg/kg ka	<1,0
Beryllium (Be)	mg/kg ka	6,6	Osmium (Os)	mg/kg ka	<1,0
Boori (B)	mg/kg ka	<20	Palladium (Pd)	mg/kg ka	<1,0
Bromi (Br)	mg/kg ka	<30	Pii (Si)	mg/kg ka	1 300
Cerium (Ce)	mg/kg ka	14	Platina (Pt)	mg/kg ka	<1,0
Dysprosium (Dy)	mg/kg ka	12	Praseodyymi (Pr)	mg/kg ka	2,8
Elohopea (Hg)	mg/kg ka	<0,10	Rauta (Fe)	mg/kg ka	49 000
Erbium (Er)	mg/kg ka	9	Renium (Re)	mg/kg ka	<1,0
Europium (Eu)	mg/kg ka	1,9	Rikki (S)	mg/kg ka	110 000
Fosfori (P)	mg/kg ka	630	Rubidium (Rb)	mg/kg ka	1,8
Gadolinium (Gd)	mg/kg ka	11	Rutenium (Ru)	mg/kg ka	<1,0
Gallium (Ga)	mg/kg ka	1,4	Scandium (Sc)	mg/kg ka	12
Germanium (Ge)	mg/kg ka	<1,0	Samarium (Sm)	mg/kg ka	7
Hafnium (Hf)	mg/kg ka	<10	Seleen (Se)	mg/kg ka	<1,0
Holmium (Ho)	mg/kg ka	2,8	Sinkki (Zn)	mg/kg ka	86
Hopea (Ag)	mg/kg ka	<1,0	Strontium (Sr)	mg/kg ka	80
Iridium (Ir)	mg/kg ka	<1,0	Tallium (Tl)	mg/kg ka	<1,0
Jodi (I)	mg/kg ka	<1,0	Tantaali (Ta)	mg/kg ka	<1,0
Kadmium (Cd)	mg/kg ka	0,22	Telluuri (Te)	mg/kg ka	<1,0
Kalium (K)	mg/kg ka	380	Terbium (Tb)	mg/kg ka	1,8
Kalsium (Ca)	mg/kg ka	170 000	Tina (Sn)	mg/kg ka	<1,0
Koboltti (Co)	mg/kg ka	6,7	Titaani (Ti)	mg/kg ka	33
Kromi (Cr)	mg/kg ka	38	Torium (Th)	mg/kg ka	2,9
Kulta (Au)	mg/kg ka	<1,0	Tulium (Tm)	mg/kg ka	1,5
Kupari (Cu)	mg/kg ka	<5,0	Uraani (U)	mg/kg ka	93
Lantaani (La)	mg/kg ka	6,2	Vanadiini (V)	mg/kg ka	220
Litium (Li)	mg/kg ka	<5,0	Vismutti (Bi)	mg/kg ka	<1,0
Lutetium (Lu)	mg/kg ka	1,8	Volframi (W)	mg/kg ka	<2,0
Lyijy (Pb)	mg/kg ka	2,2	Ytterbium (Yb)	mg/kg ka	11
Magnesium (Mg)	mg/kg ka	26 000	Yttrium (Y)	mg/kg ka	83
Mangaani (Mn)	mg/kg ka	14 000	Zirkonium (Zr)	mg/kg ka	<20
Molybdeeni (Mo)	mg/kg ka	<2,0			

4.6.5 Haponmuodostuspotentiaali

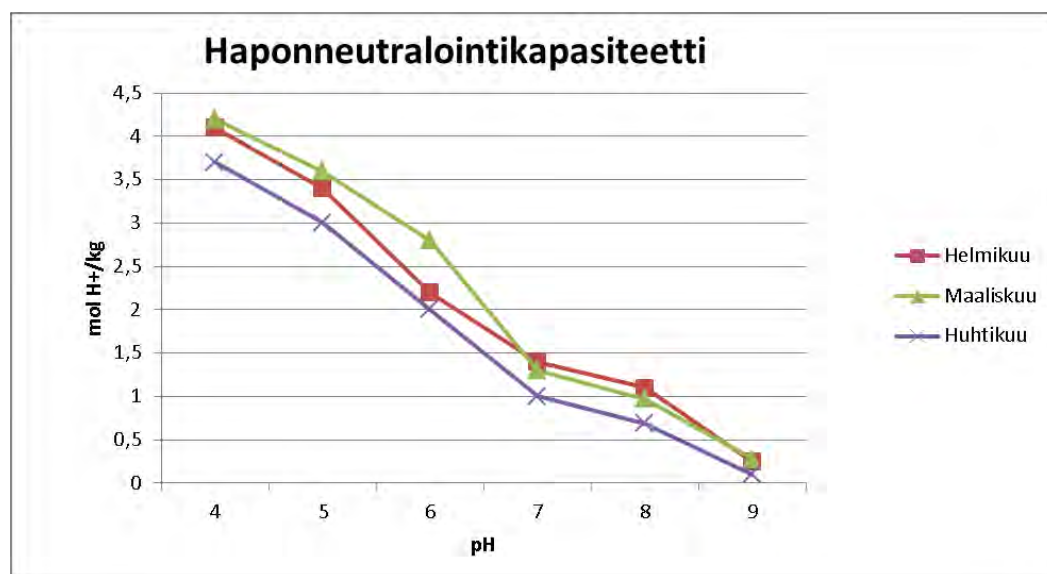
Vesienkäsittelysakasta määriteltiin kokonaisrikki, sulfidirikki, kokonaishiili, potentiaalinen hapon muodostus (AP) suhteessa sulfidirikkipitoisuuden oksidaatioon ja neutralointipotentiaali (NP) **muunnetulla ABA-testillä (Acid-Base Accounting)**. Neutralointi- ja hapontuottopotentiaalien perusteella laskettiin niiden suhde ($NP/AP = NPR$). ABA-testin tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-26). Laboratorion tutkimustodistus on liitteenä 9.

Taulukko 4-26 Vesienkäsittelysakan rikkipitoisuus (S kok), sulfidirikin pitoisuus, kokonaishiilenpitoisuus (C kok), neutralointipotentiaali, hapontuottopotentiaali (AP) ja niiden suhde NPR.

Alkuaine	Vesienkäsittelysakka
S (kok) [%]	10,7
Sulfidinen rikki [%]	0,02
C (kok) [%]	0,756
NP [kg CaCO ₃ /t]	168
AP [kg CaCO ₃ /t]	0,62
NP/AP (NRP)	269
Hapontuottokyky	Ei happoa tuottava

Vesienkäsittelysakan kokonaisrikkipitoisuus pitoisuus oli 10,7 %. Muunnetun ABA-testin perusteella vesienkäsittelysakan haponmuodostuspotentiaali (AP) oli 0,62 kg CaCO₃/t ja neutralointipotentiaali (NP) 168 kg CaCO₃/t. Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaalien suhteeksi (NPR) saatiin 269, minkä perusteella vesienkäsittelysakka luokitellaan happoa tuottamattomaksi.

Vesienkäsittelysakasta määriteltiin myös **haponneutralointikapasiteetti (ANC)**. Haponneutralointikapasiteetille ei ole annettu kaatopaikka-asetuksessa raja-arvoja, mutta asetuksen mukaan ANC on kuitenkin tutkittava ja arvioitava tavanomaisen jätteen tai vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen osalta. Mikäli haponneutralointikapasiteetti on 3 mol H⁺/kg pH-arvossa 5, on jätteellä hyvä kyky vastustaa pH:n muutoksia (Wahlström ym. 2009). Vesienkäsittelysakan haponneutralointikapasiteetti on 3,0–3,6 mol H⁺/kg pH-arvossa 5 (Kuva 6), joten sakan kyky vastustaa pH:n muutoksia on hyvä.



Kuva 6. Vesienkäsittelysakan haponneutralointikapasiteetti helmi-huhtikuun näytteistä.

4.6.6 Radiokemialliset määritykset

Vesienkäsittelyn sakasta muodostettiin kokoomanäyte helmi-maaliskuun kuukausikokoomista. Näyte lähetettiin STUKin laboratorioon, jossa siitä määritetään uraanin tytärynuklidien pitoisuudet (Ra-226, Ra-228, Po-210, Pb-210, radon). Tulokset on saatavilla vuoden 2017 loppuun mennessä.

4.6.7 Vesienkäsittelysakan liukoisuusominaisuudet

Vesienkäsittelysakan liukoisuusominaisuuksia verrataan kaatopaikka-asetuksen (331/2013) kaatopaikkakriteereihin, jolloin saadaan selville sakalle soveltuva loppusijoituspaikka.

Sakan alkuaineiden liukoiset pitoisuudet olivat tutkituilla osin pääasiassa alle määritysrajan tai määritysrajan luokkaa (**As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, Hg, U, F⁻**). Analysoitujen alkuaineiden liukoiset pitoisuudet on esitetty koontitaulukossa liitteessä 8.

Bariumin liukoisuudet alittivat sakassa pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (20 mg/kg).

Kadmiumin liukoisuudet helmi- ja huhtikuun näytteessä alle määritysrajan, mutta ylitti maaliskuun näytteessä (0,069 mg/kg) pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,04 mg/kg).

Molybdeenin liukoisuudet olivat kaikissa tutkituissa näytteissä (0,023–0,035 mg/kg) alhaisia ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,5 mg/kg).

Vanadiinin liukoisuudet olivat kaikissa näytteissä alhaisia. Liukoisuudet vaihtelivat välillä 0,037–0,048 mg/kg.

Sinkin liukoisuudet (<0,020–0,14 mg/kg) sakassa olivat alhaisia ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (4 mg/kg).

Sulfaatin liukoisuudet (16 000–20 000 mg/kg) sakassa ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (1 000 mg/kg), mutta alittavat tavanomaisen jätteen kaatopaikkakriteerin (20 000 mg/kg).

Kloridin liukoisuudet sakassa vaihtelivat välillä 45–50 mg/kg. Liukoisuudet olivat selvästi alle pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 800 mg/kg.

Liunneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet alittivat helmi- ja huhtikuussa määritysrajan. Maaliskuun näytteessä liunneen orgaanisen hiilen pitoisuus oli 13 mg/kg, joka on huomattavasti pienempi kuin pysyvän jätteen kaatopaikkakriteeri 500 mg/kg.

Liunneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) vaihteli sakassa välillä 25 000–29 000 mg/kg, joka alittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 60 000 mg/kg, mutta ylittää pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 4 000 mg/kg.

Liukoisuustestien suodosten **pH-arvot** vaihtelivat sakassa välillä 9,7–9,9.

Sähkönjohtavuus vaihteli sakan näytteissä välillä 270–310 mS/m.

4.6.8 Jäteluokittelu ja sijoituskelpoisuus

Jäteluokitus vesienkäsittelysaksalle tehtiin komission asetuksen 1357/2014 ja ”jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi” – oppaan mukaisesti (Häkkinen, Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2016). Luokittelu tavanomaiseksi tai vaaralliseksi jätteeksi tehtiin vesienkäsittelysakanäytteistä analysoitujen kokonaispitoisuuksien perusteella. Uusien jäteluokitusperiaatteiden mukaisesti jäteluokitus tehdään jätteen sisältämien tuorepainona määritettyjen pitoisuuksien perusteella.

Jäteluokitus tehtiin vertaamalla vesienkäsittelysakanäytteiden tuorepainopitoisuuksia yksittäisiin jäteluokituksessa sovellettaviin pitoisuusrajoihin. Pitoisuusrajat jätteen vaaraominaisuuksien arviointiin määräytyvät jätteen sisältämien aineiden kemikaaliluokitusten (CLP) perusteella. Jäteluokituksessa pitoisuusrajaksi valitaan kunkin aineen kemikaaliluokituksesta vakavinta vaaraa osoittava vaaraluokka, jonka mukaan jätteen arviointiin käytettävä pitoisuusraja on alhaisin. Kaivoksen vesienkäsittelysakanäytteiden osalta käytettiin pitoisuusrajan määrittämiseen lähinnä sulfaattiyhdisteiden luokitusten mukaan määräytyviä pitoisuusrajoja.

Alhaisin jäteluokituksessa sovellettava pitoisuusraja on 0,1 % eli 1 000 mg/kg, joka määräytyy akuutin myrkyllisyyden (H300 ja H330), syöpävaarallisuuden (H350) tai mutageenisuuden (H340) perusteella. Tämä pitoisuusraja on myös alhaisin pitoisuus (ns. *cut-off* -arvo), joka otetaan huomioon, kun jäteluokitusta tehdään yhteisvaikutusten arvioimiseen sovellettavilla yhteenlaskukaavoilla.

Jäte katsotaan vaaralliseksi, jos yksikin jätteen sisältämistä aineiden pitoisuuksista ylittää aineiden luokituksen perusteella määräytyvän luokittelussa sovellettavan pitoisuusrajan tai yhteenlaskua sovellettaessa yhteenlaskettava pitoisuus ylittää vaaraominaisuuksien luokitteluun sovellettavan summapitoisuudelle annetun pitoisuusrajan.

Terrafamen kaivoksella muodostuvien jätejakeiden jäteluokituksen kannalta kriittisiä alkuaineita ovat nikkeli ja mangaani. Vesienkäsittelysakka sisältää myös korkeita pitoisuuksia alkuainerikkiä.

Rikki on alkuaineena luokiteltu ihoa ärsyttäväksi (Skin Irrit. 2 H315). Sakan rikkipitoisuuksien perusteella sakalle ei kuitenkaan aseteta vaarallisen jätteen pitoisuusrajoja, koska aineen on oltava luokiteltu samanaikaisesti sekä silmiä että ihoa ärsyttäväksi, jotta se otettaisiin huomioon jätteiden luokittelussa vaaralliseksi.

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan sakan kriittisten aineiden pitoisuudet tuorepainona, koska vuoden 2015 kesäkuusta lähtien pitoisuusrajavertailu tehdään jätteen sisältämille kokonaispitoisuuksille tuorepainoa kohti (Häkkinen, 2016).

Nikkelipitoisuuksien perusteella sakka ei ole syöpävaaralliseksi luokiteltavaa jätettä. Tuorepainoksi muutetut nikkelipitoisuudet sakassa eivät ylittäneet vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa 1 000 mg/kg, joka määräytyy nikkeliyhdisteiden (mm. nikkelisulfaatin ja nikkelihydroksidin) syöpävaarallisuuden mukaan. Vesienkäsittelysakassa (572) tuorepainoksi muutettu nikkelipitoisuus näytteissä vaihteli välillä 99–133 mg/kg.

Mangaanipitoisuuksille ei ole sovellettu mangaaniyhdisteiden kemikaaliluokituksen mukaan määräytyvää vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa, joka alhaisimmillaan määräytyy mangaaniyhdisteistä mangaanisulfaatille sen ympäristölle vaarallisuuden (Aquatic Chronic 2, H411) mukaan, jolloin pitoisuusraja on 25 000 mg/kg. Tuorepainoksi muutetut mangaanipitoisuudet sakassa alittavat mangaanisulfaatin mukaan määräytyvän vaarallisen jätteen pitoisuusrajan. Tuorepainoksi muutetut mangaanipitoisuus vesienkäsittelysakassa (572) olivat välillä 4 030–4 900 mg/kg.

Terrafamen kaivoksen jätejakeista vesienkäsittelysakka on tehtyjen tutkimusten perusteella laadultaan tavanomaiseksi jätteeksi luokiteltavaa. Jätejakeiden luokituksesta ja luokitukseen liittyvistä muutoksista päättää ympäristöviranomainen.

Kaivoksen keskuspuhdistamon sakan (=vesienkäsittelysakan) sijoituskelpoisuutta on arvioitu vertaamalla jätteiden liukoisuusominaisuuksia kaatopaikka-asetuksen mukaisiin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Metallien liukoisuudet kaikissa näytteissä ovat olleet alhaisia, alle pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien, eikä metallien liukoisuutta ole sijoituskelpoisuuden kannalta arvioitu merkitykselliseksi.

Olennaista jätteiden sijoituskelpoisuuden kannalta on jätejakeista liukenevan sulfaatin määrä, joka näkyy myös liuenneiden aineiden kokonaismäärässä (TDS). Sulfaatin liukoisuus ja liuenneiden aineiden kokonaismäärä ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin, mutta alittivat tavanomaisen jätteen kaatopaikkakriteerit. Vesienkäsittelysakka voidaan sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle.

4.6.9 Johtopäätökset

Terrafamen keskuspuhdistamon vesienkäsittelysakan helmi-huhtikuun näytteille tehtyjen kokonaispitoisuusmääritysten perusteella jäte luokituu tavanomaiseksi jätteeksi.

Näytteille tehdyissä yksivaiheisissa ravistelutesteissä haitta-aineiden liukoisuudet olivat vähäiset eikä tavanomaisen jätteen kaatopaikalle sijoitettaville jätteille asetettujen liukoisuusraja-arvojen ylityksiä todettu.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tutkitun Terrafamen keskuspuhdistamon vesienkäsittelysakan kaltainen jäte voidaan sijoittaa tavanomaisen jätteen kaatopaikalle.

Tutkittujen näytteiden kaltaisten jätteiden kaatopaikkasijoitus määräytyy kunkin kaatopaikan voimassa olevan ympäristölupapäätöksen mukaisesti tai aluehallintovirasto (AVI) voi hakemuksesta tehdä sijoittamisesta erillisen päätöksen.

4.7 Välivarastoidut vesienkäsittelysakat

Välivarastoiduilla vesienkäsittelysakoilla tarkoitetaan kaivoksella tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon yhteydessä altaiisiin laskeutuneita ja sijoitettuja sekä vesienkäsittelyssä muodostuneita sakkoja ja lietteitä, joiden yhteenlaskettu määrä on noin 800 000 kuutiometriä. Sakat ja lietteet ovat nykyisin välivarastoituna tilapäisissä altaissa sekä geotuubeissa. Välivarastoaltaat ovat osin turvepohjaisia.

Välivarastoitavaa sakkaa ei käytännössä enää muodostu, kun kaivosalueen vedet johdetaan käsiteltäväksi pääsääntöisesti keskuspuhdistamolle ja alitesakka muodostuu suoraan kipsisakka-altaalle. Mikäli kaivosalueen vesienkäsittelyn tilanne vaatisi kenttäpuhdistamoiden, esimerkiksi Tammalammen tai Kortelammen kenttäpuhdistamojen käyttöä, sakkaa muodostuisi kenttäpuhdistamojen käytön ajan. Yhtiöllä on vireillä erillinen ympäristölupahakemus välivarastoitujen sakkojen käsittelemiseksi ja loppusijoittamiseksi.

Varastoidut sakat ja lietteet ovat kalkkisaostuksella muodostettua metallihydroksidisakkaa, joiden laatu vastaa pääpiirteissään kaivoksen metallien talteenotto-prosessissa loppuneutraloinnissa muodostuvien sakkojen laatua. Sakkojen laatua on selvitetty näytteistä, joista on analysoitu Ramboll Analytysin laboratoriossa haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet.

Kokonaispitoisuuksissa vaarallisen jätteen raja-arvo ylittyi nikkelin ja/tai sinkin osalta kuudessa näytteessä yhdeksästä analysoidusta näytteestä. Metallien liukoisuudet olivat pieniä alittaen asetuksessa 331/2013 pysyvän jätteen kaatopaikalle annetut raja-arvot. Liukoisuuksissa pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvo ylittyi fluoridin (6 kpl), sulfaatin (9 kpl), nikkelin (1 kpl) seleenin (2 kpl) ja fenoli-indeksin osalta (9 kpl). Ylitykset olivat lieviä sulfaattia lukuun ottamatta. Sulfaatin osalta neljän näytteen liukoisuus ylitti myös tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvon ja yhden näytteen liukoisuus ylitti lievästi vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon. Keskimäärin näytteiden sulfaatin liukoisuus oli noin 26 000 mg/kg ka.

Sakat omaavat jätelain tarkoittamia vaaraominaisuuksia kohonneiden nikkeli- ja sinkkipitoisuuksien takia. Sakkojen vaaraominaisuuksia määriteltiin VNa jätteistä (179/2012) mukaisesti analysoitujen pitoisuuksien perusteella. Metallien osalta vaaraominaisuuksia on arvioitu metallisen muodon, hydroksidi- ja sulfaatti/sulfidimuodon osalta. Mikäli sakkojen sisältämä sinkki ja nikkeli ovat hydroksidi- ja/tai sulfaattimuodossa, ylittävät sinkki- (osassa näytteitä) ja nikkelpitoisuudet (valtaosassa näytteitä) vaarallisen jätteen raja-arvot. Haitta-aineiden liukoisuudet sakasta ovat sulfaattia lukuun ottamatta pieniä. Muiden aineiden kuin sulfaatin liukoisuuksien perusteella sakat soveltuisivat sijoitettavaksi esimerkiksi tavanomaisen jätteen kaatopaikalle, johon voidaan sijoittaa kipsipohjaista jätettä. Sulfaatti esiintyy sakoissa pääasiassa CaSO_4 muodossa, jolla ei ole jäteasetuksen mukaisia vaaraominaisuuksia.

4.8 Muut jätteet

Muilla jätteillä tarkoitetaan tässä Terrafamen tuotannossa sekä kunnossapitotöissä syntyviä jätelajeita, jotka voivat sisältää jäämiä malmista, prosessiliuoksesta ja/tai jättemateriaaleista. Tällaisia ovat mm. liuotuskojen purkutöissä syntyvät kasteluletkut, runko- ja ilmastusputket, kuljetinmatot, nauhasuodattimien suodatinkankaat sekä seulaverkot. Jätelajien määrät vaihtelevat vuosittain ja ovat hyvin pieniä verrattuna sivukiven tai metallien talteenotossa sekä keskusvedenpuhdistamolla syntyvien sakkojen määriin. Jätteiden ominaisuudet voivat myös vaihdella merkittävästi eri jäte-erien välillä. Edellä lueteltujen jätelajien laatu (liukoiset metallipitoisuudet) määritetään jäte-eräkohtaisesti ja alueelle sijoitettavien jätteiden määrä raportoidaan Kai-noon ELY-keskukselle vuosittain.

Edellä mainituista jätteistä on määritetty liukoiset pitoisuudet metallien talteenoton kuparin, sinkin ja nikkelin suodatuksen suodatinkankaista, kuljetinhihnoista sekä kasteluletkuista. Vertailun vuoksi kuljetinhihnoista ja kasteluletkuista on analysoitu sekä käyttämättömän että käytetyn

materiaalin liukoisuusominaisuudet. Käyttämättömissä materiaaleissa liukoisuudet olivat pieniä eikä pysyvän tai tavanomaisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvojen ylityksiä todettu.

Tulosten perusteella kuparin suodatuksen käytetyssä suodatinkankaassa kadmiumin liukoisuus (436 mg/kg) ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon 5 mg/kg. Sinkin suodatuksen ja nikkelin suodatuksen suodatinkankaiden nikkelin liukoisuus (128-3 748 mg/kg) ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon 40 mg/kg. Lisäksi kaikissa suodatinkangasnäytteissä sinkin liukoisuus (427-1193 mg/kg) ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon 200 mg/kg. Muilta osin liukoisuudet alittivat tutkituilta osin tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvot.

Käytetyissä kuljetinhihnanäytteissä (kaksi rinnakkaista analyysia) liukoisuudet olivat alhaisia eikä tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvojen ylityksiä todettu. Verrattaessa käyttämättömien ja käytettyjen kuljetinhihnojen tuloksia keskenään oli eroja lähinnä kalsiumin, natriumin ja sinkin liukoisuuksissa, jotka olivat käytetyissä hihnoissa lievästi kohonneet.

Käytettyjä kasteluletkuja on tutkittu vuosina 2016 ja 2017. Tutkimuksissa todettiin vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvon ylitys nikkelin (56, 91 ja 57 mg/kg) ja sinkin (216 mg/kg) osalta. Pääosin sinkkipitoisuus oli kuitenkin yli tavanomaisen jätteen kaatopaikan raja-arvon ja alle vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon (Taulukko 4-27 ja Taulukko 4-28). Käytettyjen kasteluletkunäytteiden suodos oli hapanta (pH 3,2–4,9). Letkujätteen analyysitodistukset vuodelta 2017 ovat liitteenä 10.

Taulukko 4-27. Letkujätteen kokonaispitoisuudet vuodelta 2017.

Alkuaine	Letkujäte 2017	Vaarallinen jäte ¹⁾
	Pitoisuus mg/kg ka	Pitoisuus mg/kg TP
Antimoni	2,9	853 mg/kg johdettu antimonioksidista (Sb ₂ O ₃)
Arseeni	<1,0	652 mg/kg johdettu arseenipentoksidista (As ₂ O ₅)
Barium	16	182 000 mg/kg johdettu bariumsulfidista (BaS)
Elohopea	0,18	3 000 mg/kg
Hiili	-	-
Kadmium	0,64	539 mg/kg johdettu kadmiumsulfaattista (CdSO ₄)
Koboltti	4,7	380 mg/kg johdettu koboltisulfaattista (CoSO ₄)
Kromi	2,7	520 mg/kg johdettu kromitrioksidista (CrO ₃)
Kupari	9	995 mg/kg johdettu kuparisulfaattista (CuSO ₄)
Lyijy	8	-
Mangaani	390	9 100 mg/kg johdettu mangaanisulfaattista (MnSO ₄)
Nikkeli	230	467 mg/kg johdettu nikkelisulfidista (NiS)
Rauta	950	-
Rikki	4 700	-
Sinkki	110	1 010 mg/kg johdettu sinkkisulfaattista (ZnSO ₄)
Strontium	-	-
Vanadiini	1,6	5 600 mg/kg johdettu vanadiinipentoksidista (V ₂ O ₅)

¹⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.

Taulukko 4-28. Letkujätteen liukoisuuspitoisuudet vuodelta 2016 ja 2017.

	Letkujäte 2016 näyte 1	Letkujäte 2016 näyte 2	Letkujäte 2017	Raja-arvot (VNA 331/2013)		
				Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg						
Al	290	176	-	-	-	-
As	-	-	<0,020	0,5	2	25
Ba	-	-	0,094	20	100	300
Cd	0,6	0,3	0,052	0,04	1	5
Cr	-	-	<0,020	0,5	10	70
Cu	3,0	1,8	0,19	2	50	100
Mo	-	-	<0,020	0,5	10	30
Ni	908,	55,5	57	0,4	10	40
Hg	-	-	<0,003	0,01	0,2	2
Mn	256	157	-	-	-	-
Pb	-	-	<0,020	0,5	10	50
Sb	-	-	<0,020	0,06	0,7	5
Se	-	-	0,024	0,1	0,5	7
V	-	-	<0,020	-	-	-
Zn	216	132	94	4	50	200
DOC	-	-	130	500	800	1 000
Cl	-	-	53	800	15 000	25 000
F	-	-	<5,1	10	150	500
SO4	-	-	8 800	1 000	20 000	50 000

5. JÄTEALUEIDEN LUOKITTELU

Kaivoksen jätealueiden luokittelu on määritelty Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätöksessä Nro 36/2014/1 lupamääräyksissä 65, 72, 73, 77, 82 ja 85. Vaasan hallinto-oikeus pysytti aluehallintoviraston päätöksen näiltä osin päätöksellään 16/0090/2. Myös Korkein hallinto-oikeus pysytti kyseiset lupamääräykset päätöksellään KHO:2017:76. Yhteenveto em. päätösten mukaisesta kaivoksen jätealueiden luokittelusta esitetään seuraavassa taulukossa (Taulukko 5-1).

Pintamaiden läjitysalueille ei ole vahvistettu luokitusta em. päätöksissä. Kaivannaisjäteasetuksen 1 §:n mukaan asetuksen 5 §, 6.1 §, 9-11 § ja 14 § ei sovelleta kaivannaisjätteeseen, joka on pysyvää jätettä tai pilaantumaton maa-ainesta tai joka on syntynyt turvetuotannon yhteydessä, jos jäte sijoitetaan muulle kuin suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavalle kaivannaisjätteen jätealueelle. Pintamaiden varastointialueilla ei katsota olevan jätealueen rakenteelliseen vakautteen tai virheelliseen toimintaan liittyvää vaaraa, eikä niille varastoitava materiaali sisällä vaarallista jätettä tai kemikaaleja. Viitaten edellä esitettyyn sekä edellä luvussa 4.2 esitettyihin tietoihin pintamaiden ominaisuuksista, Terrafamen pintamaiden läjitysalueet luokitellaan pysyvän kaivannaisjätteen jätealueeksi kaivannaisjäteasetuksen 2 §:n 2 momentin perusteella.

Taulukko 5-1. Kaivoksen jätealueet ja niiden luokittelu.

Jätealue	Sijoitettavat jätteet	Luokitus	Tilanne 06/2017
Pintamaan varastoalueet	01 01 01	Muu kaivannaisjätteen jätealue / asetus 190/2013	Olemassa olevia alueita, lisäalueita perustetaan tarpeen mukaan
Sivukivialue KL2	01 01 01	Muu kaivannaisjätteen jätealue / asetus 190/2013	Rakenteilla oleva jätealue
Sivukivialue KL1	01 01 02 17 02 04* 17 05 03*	Muu kaivannaisjätteen jätealue / asetus 190/2013	Aluevaraus / alustava suunnitelma
Kuusilammen toisen vaiheen liuotusalueen alapuolinen sivukivialue	17 05 04 11 02 02*	Muu kaivannaisjätteen jätealue / asetus 190/2013	Olemassa oleva jätealue
Kuusilammen toisen vaiheen liuotusalue	01 03 07*	Suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava kaivannaisjätteen jätealue / asetus 190/2013	Olemassa oleva tuotantoalue, jää tuotantovaiheen jälkeen jätealueeksi, lisäalueelle alemassa aluevaraus/alustava suunnitelma
Nykyisten kipsisakka- altaiden I ja II lohkot 1-6	1) 11 02 07* 19 02 05* 19 02 06	Vaarallisen jätteen kaatopaikka / asetus 331/2013	Olemassa oleva jätealue. Terrafame on jättänyt Kainuun ELY-keskukselle suunnitelman kipsisakka- allas II:n korottamisesta tasoon +228.
Esineutralointisakan kaatopaikka	11 02 02*	Vaarallisen jätteen kaatopaikka / asetus 331/2013	Aluevaraus / alustava suunnitelma, jos jätteen hyödyntäminen raaka- aineena ei onnistu
Loppuneutralointisakan kaatopaikka, jolle voi sijoittaa myös vesien- käsittelyssä muodos- tuvaa sakkaa	11 02 07*	Vaarallisen jätteen kaatopaikka / asetus 331/2013	Aluevaraus / alustava suunnitelma

Urkin sakka-allas	2) 17 05 03* 17 05 04 19 02 05* 19 02 06	2) Muu kaivannaisjätteen jätealue / asetus 190/2013	Olemassa oleva välivä- rastoalue, jota on suun- niteltu laajennettavan ja muutettavan pysyväksi jätealueeksi. Lupahake- mus on vireillä aluehal- lintovirastossa, DNro PSAVI/931/2015
Geotuubikentät	2) 19 02 05* 19 02 06	2) Muu kaivannaisjätteen jätealue / asetus 190/2013	Olemassa olevia välivä- rastoalueita, jotka on suunniteltu muutettavan pysyviksi jätealueiksi. Lupahakemus on vireillä aluehallintovirastossa DNro PSAVI/931/2015

1) jätteitä saa sijoittaa vain lohkoille 2-6

2) Terrafamen esitys lupahakemuksessa, asiasta ei ole annettu päätöstä

Jätealueiden luokituksia koskevat seuraavat Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätöksen Nro 36/2014/1 lupamääräykset, joita ei ole muutettu Vaasan hallinto-oikeuden ja Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksissä.

65. Sivukivien jätealueet (KL1, KL2, sekä Kuusilammen toisen vaiheen liuotuskasojen alle tehtävä jätealue) luokitellaan muuksi kaivannaisjätteen jätealueiksi, joille saa sijoittaa vain sivukiviä ja poistettavia maa- aineksia sekä murskattua kasteluletkujätettä, joiden lupamääräyksen 6 taulukon mukainen jätenumero on 01 01 01, 01 01 02, 17 02 04, 17 05 03* tai 17 05 04.*

Kuusilammen toisen vaiheen liuotusalueen alla olevalle sivukiven jätealueelle saa 31.10.2015 asti sijoittaa myös metallitehtaalla muodostuvan esineutralointisakan (lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero 11 02 02) edellyttäen, että se täyttää sakan laadulle lupamääräyksessä 74 asetetut vaatimukset.*

Alueet, joille on jo sijoitettu esineutraloinnin sakkaa tai joille sakkaa tullaan sijoittamaan, luokitellaan vaarallisen jätteen kaatopaikaksi.

Luvan saajan on ryhdyttävä viipymättä esineutralointisakan käsittelyn tehostamistoimiin, jotta muodostuva sakka täyttää lupamääräyksessä 74 asetetut raja-arvot. Raja-arvot ylittävien sakkojen sijoittaminen kaatopaikalle on kielletty.

72. Kuusilammen toisen vaiheen liuotusalue, joihin loppuun liuotettu malmi liuotusprosessin jälkeen myös pysyvästi jää, on luokitukseltaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttava kaivannaisjätteen jätealue. Alueelle saa sijoittaa vain sinne toisen vaiheen liuotuksen jälkeen jääviä liuotuksen jäännösmineraaleja ja liuotuskasalle suoraan saostuvia sakkoja, joiden lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 01 03 07.*

73. Toiminnassa jätteeksi muodostuva esineutraloinnin sakka on 1.11.2015 lähtien sijoitettava erilliselle uudelle kaatopaikalle. Tähän asti esineutraloinnin sakka voidaan sijoittaa toisen vaiheen liuotuskasan alapuolisen sivukivitäytön sekaan lupamääräyksen 65 mukaisin edellytyksin. Uusi esineutralointisakan kaatopaikka on luokitukseltaan vaarallisen jätteen kaatopaikka. Sille saa sijoittaa vain esineutralointisakkaa, jonka lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 11 02 02.*

77. Nykyiset kipsisakka-altaat 1 ja 2 (lohkot 1–6) ovat luokitukseltaan vaarallisen jätteen kaatopaikkoja. Lohkoille 2–6 saa sijoittaa vesilietteenä alueelle pumpattavan raudan saostuksen ja loppuneutraloinnin sakan, joiden lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 11 02 07*.

Kipsisakka-altaiden 1 ja 2 lohkoille 2–6 saa sijoittaa lisäksi loppuneutraloinnin sakkaa kokonaispitoisuuksiltaan ja liukoisuusominaisuuksiltaan vastaavaa metallipitoisten vesien käsittelyssä muodostuvaa kipsipohjaista sakkaa, jonka lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 19 02 05* tai 19 02 06.

Kipsisakka-altaan 2 lohkoille 4–6 saa sijoittaa myös loppuneutraloinnin sakkaa kokonaispitoisuuksiltaan ja liukoisuusominaisuuksiltaan vastaavaa uraanin talteenottolaitoksella muodostuvaa kipsipohjaista sakkaa, jonka lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 11 02 02* tai 11 02 07* ja edellyttäen, että menettely täyttää Säteilyturvakeskuksen vaatimukset.

82. Toiminnassa muodostuva raudan saostuksen sakka on 1.1.2018 lähtien sijoitettava erilliselle uudelle kaatopaikalle.

Raudan saostuksen sakan uusi kaatopaikka on luokitukseltaan vaarallisen jätteen kaatopaikka. Alueelle saa sijoittaa vain raudan saostuksen sakan, jonka lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 11 02 07*.

85. Toiminnassa muodostuva loppuneutraloinnin sakka on 1.1.2018 lähtien sijoitettava erilliselle uudelle kaatopaikalle.

Loppuneutraloinnin sakan uusi kaatopaikka on luokitukseltaan vaarallisen jätteen kaatopaikka. Alueelle saa sijoittaa loppuneutraloinnin sakan, jonka lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 11 02 07*.

Uudelle kaatopaikalle saa sijoittaa lisäksi loppuneutraloinnin sakkaa kokonaispitoisuuksiltaan ja liukoisuusominaisuuksiltaan vastaavaa metallipitoisten vesien käsittelyssä muodostuvaa kipsipohjaista sakkaa, jonka lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 19 02 05* tai 19 02 06.

Altaaseen saa sijoittaa myös loppuneutraloinnin sakkaa kokonaispitoisuuksiltaan ja liukoisuusominaisuuksiltaan vastaavaa uraanin talteenottolaitoksella muodostuvaa kipsipohjaista sakkaa, jonka lupamääräyksen 46 taulukon mukainen jätenumero on 11 02 02* tai 11 02 07 ja edellyttäen, että menettely täyttää Säteilyturvakeskuksen vaatimukset.

6. JÄTTEIDEN HALLINTA

Terrafamen kaivostoiminnan aikana syntyvistä kaivannaisjätteistä sivukiveä muodostuu määrällisesti selvästi eniten. Nykyisen louhintasuunnitelman mukaan sivukiveä muodostuu vuosittain noin 18–45 Mt.

Louhittavia kenttiä suunniteltaessa pyritään siihen, että malmi- ja sivukivikentät louhitaan erikseen, mutta malmin geometrian ja suurten louhintamäärien takia se ei ole aina mahdollista. Tuotantokenttien pitoisuuden hallinta eli grade control Terrafamessa perustuu käsikäyttöisen XRF:n ja GPS-laitteiston muodostamaan laitekokonaisuuteen, jolla mitataan porasoihasta alkuainepitoisuuksia. XRF-mittaustulosten perusteella kaivosgeologi tekee kenttäkohtaiset lastauskartat, joissa huomioidaan myös Terrafamen lastauskoneiden rajoitteet selektiivisessä lastauksessa. Tietokoneella mallinnetut lastauskartat lähetetään langattomasti lastauskoneiden 3D-ohjausjärjestelmään.

Sivukiven irrotus ja lastaus tapahtuu samoilla menetelmillä kuin malmin. Kiviautoihin lastattu sivukivi kuljetetaan suoraan kulloisellekin sivukivialueelle. Sivukivitäytön muotoilu tehdään normaalia maanrakennuskalustoa käyttäen. Suotovesien hallitsemiseksi sivukivialueiden pohjarakenteeseen kuuluvat tiivisrakenteet. Sivukivialueiden sulkeminen toteutetaan vaiheittain erikseen laadittavien suunnitelmien mukaisesti. Myös sulkemisirakenteeseen kuuluu veden ja hapen kulkeutumista sivukivitäyttöön rajoittava keinotekoinen eriste.

Sivukivimateriaalin tunnistaminen louhoksella, vuosittaiset määrät, siirto ja sijoittaminen, sivukivialueiden rakenteet sekä muut sivukiven hallintaan liittyvät asiat on esitetty tarkemmin liitteenä 1 olevassa sivukiven kaivannaisjättesuunnitelmassa.

6.1 Maa-ainekset

Kaivostoimintojen alueilta poistetut pintamaa-ainekset koostuvat humuksesta sekä moreenista. Pintamaat on sijoitettu eripuolille kaivosaluetta perustetuille pintamaan varastoalueille, jotka luokitellaan pysyvän kaivannaisjätteen jätealueiksi. Maat on kasattu ja kasataan maannostyyppin mukaisiin kasoihin, eli esimerkiksi maanrakennuksessa käytettävä moreeni varastoidaan erillään muista maa-aineksista. Ennen varastoalueiden käyttöönottoa on puusto raivattu alueilta. Mahdolliset uudet, kaivoksen alueiden rakentamisen takia poistettavat pintamaat sijoitetaan nykyisille tai uusille, vastaavalla tavalla perustettaville varastoalueille.

Pintamaat poistetaan kaivoksen käyttöönotettavilta alueilta kaivinkoneella ja kuljetetaan varastoalueille kuorma-autoilla. Pintamaiden varastointi vastaa tavanomaista, pysyväksi jätteeksi luokiteltavan maa-ainesten varastointia. Avolouhoksen alueelta poistettavassa pintamaassa on luontaisesti kohonneita metallipitoisuuksia, mistä syystä kyseisten maiden varastoalueilla muodostuvat suotovedet kerätään ja johdetaan kaivoksen keskusvedenpuhdistamolle käsiteltäväksi. Muilta alueilta poistettujen pintamaiden varastointi ei aiheuta maaperään tai pohjaveteen kohdistuvia ympäristöhaittoja eikä näin ollen edellytä pohja- tai pintarakenteita varastoalueille.

Pintamaita käytetään niiden soveltuvuuden mahdollistaessa kaivoksen maanrakennushankkeissa sekä sulkemisvaiheessa esimerkiksi sivukiven läjitysalueiden, kipsisakka-aldien ja toisen vaiheen bioliuotuskasojen peittämiseen.

6.2 Loppuun liuotettu malmi

Loppuun liuotetun malmin eli liuotusjäännöksen varastoalueet on luokiteltu suuronnettomuusvaaraa aiheuttaviksi kaivannaisjätteen jätealueiksi. Loppuun liuotetun malmin osalta ei ole ollut käytössä riittäviä tietoja materiaalin luokitteluksi jätelain mukaisesti. Varastoalueen luokittelu suuronnettomuusvaaraa aiheuttavaksi jätealueeksi perustuu siihen, että varastoalueelle jäävästä loppuun liuotetusta malmista yli 50 prosenttia on oletettu luokitettavan vaaralliseksi jätteeksi. Liuotusjäännöksen voidaan olettaa sisältävän edelleen sulfidisia mineraaleja, jotka voivat muodostaa happoa ja aiheuttaa metallien liukenemista. Lisäksi on mahdollista, että suotoveden katsotaan olevan vaarallinen kemikaali, jolloin jätealue luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi. Luokitusta tarkastellaan tarvittaessa uudestaan siinä vaiheessa, kun riittävän edustavalla näytteenotolla ja analysoinnilla on saatu tuloksia, joiden perusteella voidaan tehdä päätelmiä loppuun liuotetun malmin ja suotoveden ominaisuuksista sekä arvioida malmin ympäristökäyttämistä ja alueen ympäristövaikutuksia pitkällä aikavälillä.

Alueen sulkemisvaiheessa loppuun liuotetun malmin reunaluiskat muotoillaan kaltevuuteen 1:3 tai loivemmiksi ja lakiosat reunoja kohti viettäviksi. Varsinaiset sulkemusrakenteet esitetään sulkemissuunnitelmassa. Rakenteet riippuvat liuotusjäännöksen ominaisuuksista, mutta oletettavasti rakenteeseen kuuluu keinotekoinen eriste veden ja hapen kulkeutumisen vähentämiseksi. Esitämällä veden ja hapen kulkeutuminen liuotusjäännökseen vähennetään sulkemisen jälkeisiä ei-toivottuja haponmuodostusreaktioita liuotusjäännöksessä.

6.3 Metallitehtaan ja keskusvedenpuhdistamon sakat

Metallitehtaan sakat on sijoitettu sakkojen loppusijoituspaikaksi suunniteltujen kipsisakka-altaiden 1 ja 2 lohkoille 1-6. Vuosina 2014-2016 kipsisakka-altaille on johdettu metallien talteenoton sakkoja seuraavasti:

Jätejae	2014 tonnia	2015 tonnia	2016 tonnia
Raudansaostuksen sakka	180 000	536 000	245 000
Loppuneutraloinnin sakka	280 000	245 000	278 000
Yhteensä	460 000	781 000*	553 000

* lisäksi muotoilutäyttöön toimitettiin geotuubisakkaa 70 700 m³

Metallitehtaalla muodostuvaa esineutralointisakkaa on läjitetty sekundaariliuotusalueen alapuoleisen sivukivitäytön sekaan vuosina 2010 - 2015 82 000 – 120 000 tonnia vuodessa.

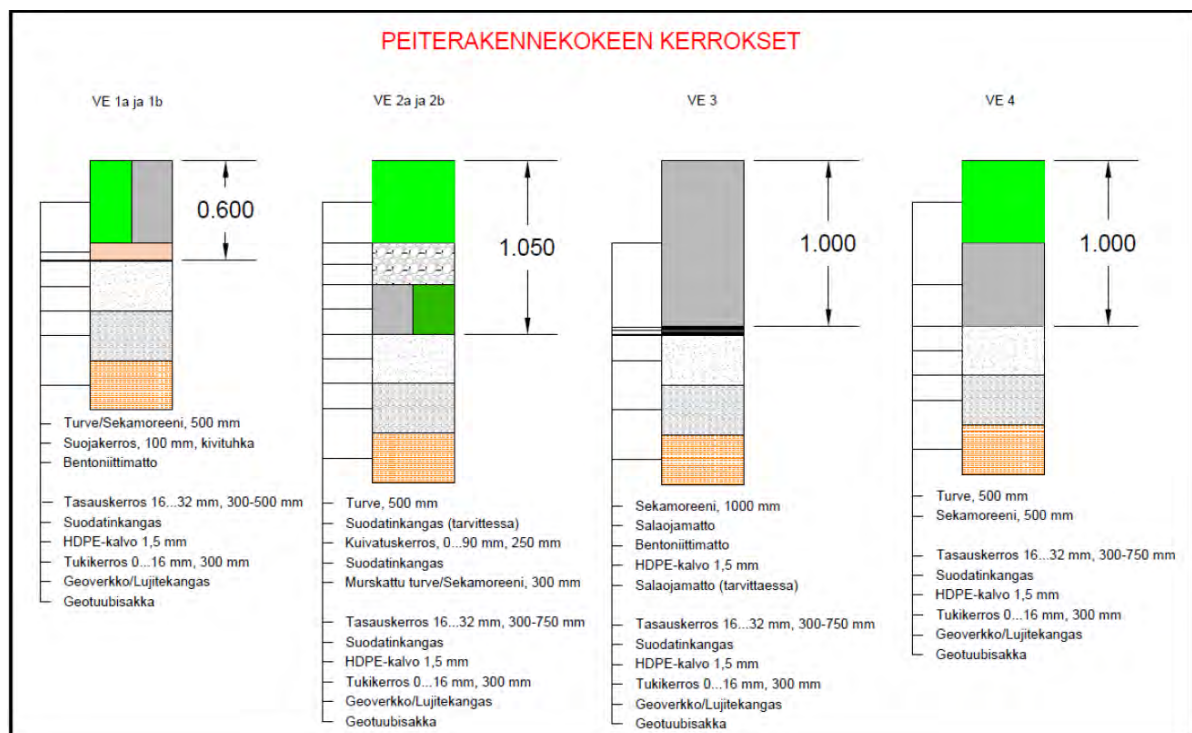
Ympäristöluvan Nro 36/2014/1 mukaan vuoden 2018 alusta alkaen metallitehtaan sakat (esineutralointisakka, raudansaostuksen sakka ja loppuneutralointisakka) on sijoitettava omille vaarallisen jätteen rakenteille asetuksessa 331/2013 säädetyt vaatimukset täyttävälle kaatopaikoille. Loppuneutralointisakan kaatopaikalle saa sijoittaa myös uraanin talteenottolaitoksen PLS-altaaseen kertyvät sakat sekä kaivoksen keskusvedenpuhdistamolla syntyvät sakat.

Terrafame on meneillään olevassa tuotantoa koskevassa YVA-prosessissa huomionnut vaatimukset uuden kipsisakka-altaan rakentamisesta. Näin ollen kipsisakka-allas 3:lle (tarkoitetaan lohkoja 7-8) on suunniteltu sijoituspaikka ja laadittu alustavia suunnitelmia jo tässä vaiheessa. Kolmannen kipsisakka-altaan rakentaminen ja käyttöönotto vaatii kuitenkin täytäntöönpanokelpoisen ympäristöluvan.

Ennen uuden kipsisakka-altaan käyttöönottoa toiminnassa muodostuvat sakat on sijoitettava turvallisesti. Kipsisakka-altaan täyttösuunnitelman mukaan kipsisakka-altaan 1 lohkoja 2-3 täytetään nykyisessä toiminnassa muodostuvalla sakalla niin, että ne täyttävät altaan nykyisen maksimitäyttötason ja voidaan sen jälkeen sulkea ilman huomattavaa täyttöä ajaa. Kipsisakka-altaan 1 lohkojen 2-3 on nykyisellä tuotantosuunnitelmalla arvioitu täyttyvän jo kesän 2017 aikana.

Kipsisakka-allasta 2 korotetaan kahdessa vaiheessa, joista ensimmäinen valmistuu kesällä 2017. Seuraavan kerran allasta korotetaan suunnitelmien mukaan noin vuonna 2020. Korotuksilla mahdollistetaan metallitehtaan loppuneutralointisakan ja keskusvedenpuhdistamon sakan (sisältää neutraloidun raudansaostuksen sakan) sijoittaminen kipsisakka-altaaseen 2 vielä usean vuoden ajan. Loppuneutraloinnin ja keskusvedenpuhdistamon sakat ovat tarkkailutulosten perusteella luokiteltavissa tavanomaiseksi jätteeksi (Ramboll, 2017). Terrafame hakee harkintansa mukaan muutosta sakkojen nykyiseen luvan mukaiseen luokitukseen (=vaarallinen jäte) ja/tai jätealueiden luokitukseen.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on 16.9.2016 antanut päätöksen Terrafame Oy:n koetoimintailmoitukseen koskien kipsisakka-altaiden peiterakenteiden tutkimusta. Tutkimusta varten kipsisakka-altaan 1 lohkon 1 itäpuolelle on rakennettu neljä peiterakennekoealuetta (VE1-VE4), á 30 m x 40 m (Kuva 7). Koetoiminnalla selvitetään eri rakennevaihtoehtojen vedenläpäisevyyttä. Lisäksi koetoiminnan tavoitteena on selvittää kaivosalueella jo olemassa olevien materiaalien hyödyntämismahdollisuudet peiterakenteissa. Koetoimintavaiheen jälkeen Terrafame toimittaa kipsisakka-altaan 1 sulkemissuunnitelmat lupa-asiana käsiteltäväksi aluehallintovirastoon.



Kuva 7. Koetoiminnassa kipsisakka-altaan 1 sulkemiseksi tutkittavat vaihtoehtoiset peiterakenteet.

Esineutralointisakka luokitellaan luvassa Nro 36/2014/1 vaaralliseksi jätteeksi. Esineutralointisakan sisältämien metallien, lähinnä sinkin talteenottoa tuotannollisessa tarkoituksessa selvitetään. Lisäksi meneillään olevassa tuotanto-YVA:ssa on varauduttu siihen, että mahdollisen kipsisakka-allas 3:n toinen lohko olisi varattu esineutralointisakan sijoittamiseen.

6.4 Uraanilaitoksen sakat

Uraanin talteenottolaitosta edeltävään PLS-altaaseen (uuton selkeytysallas) laskeutuu lietettä (06 06 03), joka poistetaan ja palautetaan prosessiin, mikäli se on mahdollista. Toissijaisesti sakka sijoitetaan kipsisakka-altaalle (lohkot 4-6) ja myöhemmin kipsisakka-altaan täytyttyä loppuneutralointisakan kaatopaikalle sen tultua käyttöön.

Uraanin talteenotto-prosessissa ei normaalitilanteessa muodostu jätteitä, vaan kaikki prosessissa muodostuvat sivuvirrat (esimerkiksi kaasunpesureiden lietteet tai nesteet) palautetaan takaisin tuotantoprosessiin. Poikkeustilanteessa mahdollisesti syntyvä huonolaatuinen tuote-erä (= crudi) voidaan joko palauttaa prosessiin uudelleen käsiteltäväksi tai toimittaa jatkojalostusta suorittavalle asiakkaalle.

6.5 Välivarastoidut vesienkäsittelyn sakat

Nykyisissä vesienkäsittelyn sakkojen välivarastoaltaissa sekä geotuubeissa välivarastoituna olevat sakat sijoitetaan pysyvästi Urkin altaan alueelle perustettavalle jätealueelle sekä geotuubeihin. Sakkojen sijoittamisesta on jätetty lupahakemus Pohjois-Suomen aluehallintoviraston käsiteltäväksi maaliskuussa 2015.

Kaivoksen vesienkäsittelyssä nykyisellä keskuspuhdistamolla muodostuvat sakat käsitellään keskuspuhdistamon ympäristöluvan Nro 3/2017/1 mukaisesti. Keskuspuhdistamon kalkkisaostuksessa syntyvä sakka poistetaan kiintoaineena laskeuttamalla kipsisakka-altaassa. Riittävä laskeuttamisen edellyttämä viipymä varmistetaan pitämällä riittävän suuri vesipinta-ala loppusijoitusalueella.

6.6 Muut jätteet

Muut jätteet käsittävät käytetyt kasteluletkut, kuljetinmatot, runko- ja ilmastusputket, seulaverkot, suodatinhihnat ja -matot. Ympäristöluvan Nro 36/2014/1 määräyksen 55 mukaan:

"55. Ensimmäisen vaiheen liuotuskasojen päällä olevat kasteluletkut on poistettava ennen kasojen purkua, murskattava ja sijoitettava sivukiven kaivannaisjätteen jätealueen sisäosiin. Letkujätteistä ei saa muodostua happea sivukiven sisäosiin johtavaa kerrosta. Toisen vaiheen liuotuskasalle saa sijoittaa ensimmäisen vaiheen liuotuskasan purun yhteydessä sinne kulkeutuvat ilmastus- ja muut putkijätteet.

Luvan saajan on pyrittävä vähentämään toiminnassa muodostuvan loppusijoitettavan letkujätteen määrää. Luvan saajan on selvitettävä letkujätteen hyödyntämismahdollisuudet. Selvitys on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle sen kanssa sovittavalla tavalla vuoden 2014 loppuun mennessä."

Vireillä olevassa sivukivialueen KL2 lupahakemuksessa on haettu lupaa sijoittaa edellä mainitut jättejakeet sivukivialueen KL2 sivukivitäytön sisään vastaavasti kuin edellä lupamääräyksessä 55 on myönnetty lupa sijoittaa letku- ja putkijätettä toisen vaiheen liuotuskasan alapuoleiseen sivukivitäyttöön. Jätteiden määrät ovat hyvin pieniä sivukivimäärään verrattuna, esimerkiksi nauhasuodatinkankaita muodostuu vain noin 2,5 tonnia vuodessa. Näin ollen vaikka osassa jätteitä haitta-aineiden liukoisuudet ovat tutkimusten mukaan kohonneet, ovat liukenevien haitta-aineiden määrät niin vähäisiä, ettei asialla ole merkitystä sivukivialueen ympäristövaikutusten kannalta. Sivukivialueen suotovedet kerätään ja johdetaan puhdistettavaksi tai kaivoksen prosessivedeksi.

Yhtiö selvittää myös yhteistyössä jätehuoltoalan toimijoiden kanssa aktiivisesti mahdollisuuksia kierrättää esimerkiksi muoviputket ja kasteluletkut materiaalihyötykäyttöön.

7. ONNETTOMUUSVAARAT JA NIIDEN TORJUMINEN

7.1 Kaivoksen toimintaan liittyvät ympäristöriskit

Terrafamen kaivoksen toimintaan liittyvien ympäristöriskien kartoitus ja arviointi on päivitetty vuosina 2016-2017 (Ramboll, 2017). Riskien tunnistamisen ja uudelleen arvioinnin lisäksi työssä analysoitiin jo olemassa olevien menetelmien riittävyyttä, ennakoivia toimenpiteitä ja niiden kattavuutta. Lisäksi riskinarviossa tunnistettiin mahdollisia uusia ympäristöriskejä ja toimenpiteitä riskien pienentämiseksi. Työhön sisältyi myös merkittävimmiksi arvioitujen ympäristöriskien toteutumisen seurausvaikutusten arviointi karkealla tasolla.

Jätteisiin ja jätealueisiin liittyviksi ympäristöriskeiksi on tunnistettu mm. kipsisakka-altaan tiivisrakenteen vaurioituminen sekä kipsisakka-altaan padon vaurioituminen eri syistä johtuen (paineumat, rakenteelliset viat, eroosio). Sivukivialueeseen KL2 liittyviksi ympäristöriskeiksi on tunnistettu pohjan tiivisrakenteen vuodot, jonka seurauksena suotovettä pääsee vuotamaan kasan alapuoliseen maaperään ja ympäristöön. Lisäksi jätealueisiin liittyviksi ympäristöriskeiksi on tunnistettu erilaisista syistä johtuvat, vesien siirtoon ja välivarastointiin liittyvät häiriötilanteet, joiden seurauksena jätteen kanssa kosketuksissa ollutta ja laadultaan heikentynyttä vettä pääsee vuotamaan ympäristöön.

Kaivoksen jätealueista kipsisakka-altaalle on tehty terveyst- ja ympäristövaikutusten arviointi osana kaivoksen patoaltaiden arviointeja (Ramboll, 2014). Arvioinnissa on tarkasteltu mahdollisesta vuodosta ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle aiheutuvia vaaroja. Kipsisakka-altaalle on lisäksi tehty patoturvallisuuslainsäädännön edellyttämät vahingonvaaraselvitys ja patoturvallisuussuunnitelma (Pöyry, 2017).

Terrafame on tutkinut myös erityisesti letkujätteen hyötykäyttömahdollisuuksia. Yhtiö on tutkinut vaihtoehtoa, jossa murskattua letku- ja putkijätettä käytettäisiin osana liuoskeruuojia sekundääri-liuotuksessa. Tällä hetkellä Terrafame selvittää myös yhteistyössä jätehuolto-yhtiön kanssa mahdollisuutta pestä letkut ja hyödyntää niiden materiaali raaka-aineena.

7.2 Suuronnettomuusvaaraa aiheuttavaa jätealuetta koskevat velvoitteet

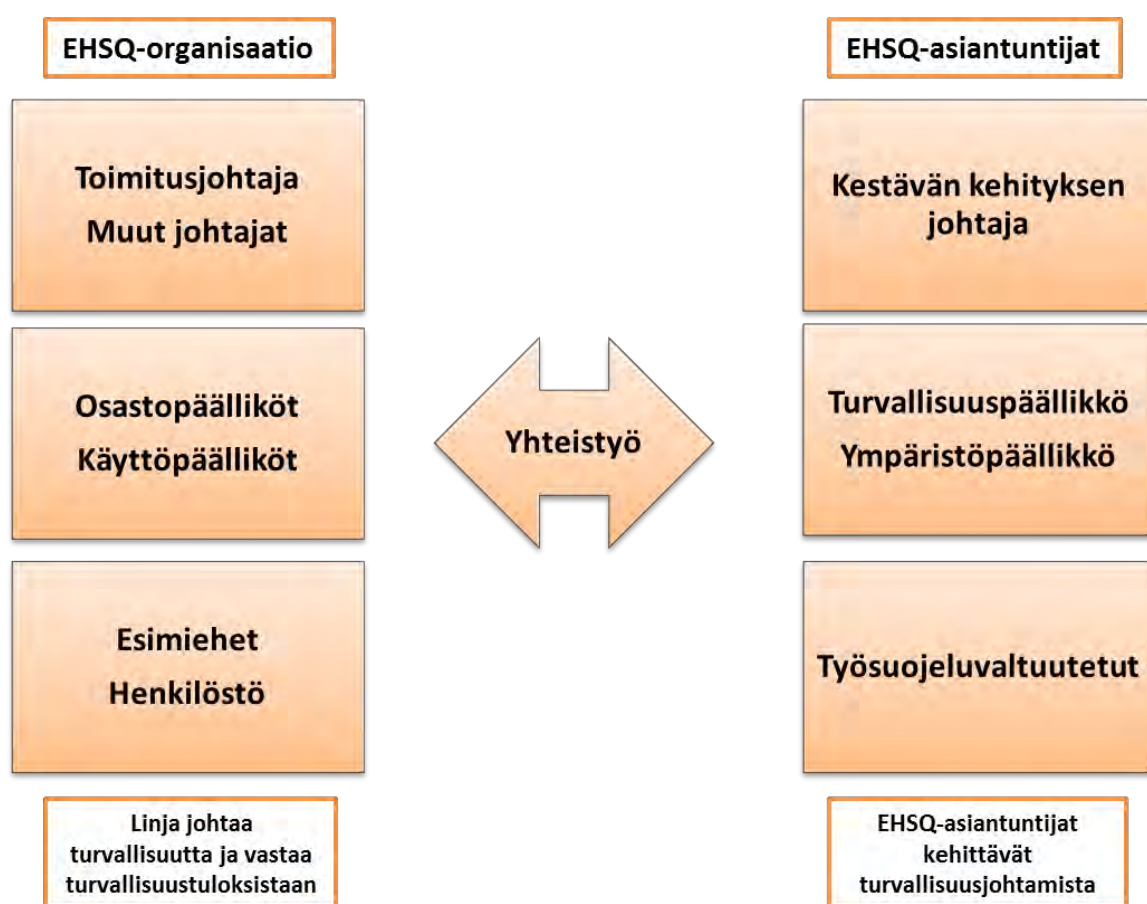
Terrafamen kaivannaisjätealueista kaivannaisjäteasetuksen mukaiseksi suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi on luokiteltu loppuun liuotetun malmin varastoalue. Loppuun liuotetun malmin varastoalueen luokitus perustuu siihen, että jätteen ominaisuuksia ei vielä tarkasti tunneta, mutta varovaisuusperiaatteen mukaan jätteen oletetaan luokituvan pääosin vaaralliseksi jätteeksi. Sulkemisvaiheessa loppuun liuotetun malmin varastoalueelle toteutetaan lupamääräysten mukaiset muotoilut sekä pintarakenteet, joilla estetään jätteistä aiheutuvia ympäristöhaittoja. Loppuun liuotetun malmin varastoalueella voi aiheutua ympäristöön kohdistuvaa vahinkoa lähinnä pohjarakenteisiin liittyvissä ongelmatilanteissa, jonka seurauksena jätteen läpi suotautunutta ja mahdollisesti laadultaan heikentynyttä vettä vuotaa jätealueen ympäristöön.

Loppuun liuotetun malmin ominaisuuksia ja käyttäytymistä ei tunneta vielä riittävästi, joten kaivannaisjätealueesta aiheutuvien suuronnettomuuksien torjuntaa koskevien toimintaperiaatteiden, turvallisuusjohtamisjärjestelmän ja sisäisen pelastussuunnitelman laadinta ei tässä vaiheessa ole tarkoituksenmukaista. Loppuun liuotetun malmin varastoaluetta koskevat asiat sisällytetään koko kaivosta koskevaan turvallisuusjohtamisjärjestelmiin ja sisäiseen pelastussuunnitelmaan, mikäli loppuun liuotetun malmin ominaisuuksien määrittelyn ja jätealueen luokituksen uudelleen arvioinnin perusteella alue edelleen luokitellaan suuronnettomuuden vaaraa aiheuttavaksi kaivannaisjätealueeksi. Kaivokselle laaditun turvallisuus selvityksen, sisäinen pelastussuunnitelman ja ympäristöjärjestelmän jatkuvalla ylläpidolla varmistetaan, että ne kuvaavat kaivoksen toimintaa parhaalla mahdollisella tavalla.

7.3 Toimintaperiaatteet, turvallisuusjohtaminen ja sisäinen pelastussuunnitelma

Kaivoksen toiminnasta on laadittu vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetun asetuksen mukainen turvallisuusselvitys, joka on päivitetty 26.6.2012. Turvallisuusselvityksen ajantasaistaminen on parhaillaan käynnissä ja päivitetty versio toimitetaan viranomaisille syksyllä 2017. Turvallisuusselvitys keskittyy prosessin ja kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin turvallisuuteen, mutta samat selvityksessä esitetyt toimintaperiaatteet ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät käsittävät myös kaivoksen jätteiden turvallisen hallinnan.

Terrafamen ympäristö-, työterveys-, työturvallisuus- ja laatuasioita (EHSQ) johdetaan toimintamallilla, joka noudattaa standardien ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007 ja ISO 9001:2015 vaatimuksia. Toimintamalliin sisältyvät myös kaivoksen vahinkovaarojen hallinta ja pelastustoimi. Turvallisuusasioita johdetaan seuraavalla toimintamallilla, jolla varmistetaan EHS-suorituskyvyn jatkuva parantaminen (Kuva 8):



Kuva 8. Turvallisuusasioiden toimintamalli.

Kaivoksen sisäinen pelastussuunnitelma on päivätty 4.7.2012. Pelastussuunnitelma on päivitetty ja päivitetty versio on toimitettu viranomaisille 2017 vuoden lopussa. Sisäinen pelastussuunnitelma sisältää kuvauksen siitä, miten kaivos varautuu toimimaan erilaisissa onnettomuus-, vaa- ra- tai vahinkotilanteissa ja kuinka se organisoii onnettomuuksia ehkäisevän toiminnan. Suunni- telma sisältää myös omatoimiseen varautumisen ja pelastustoiminnan järjestelyt koko kaivoksen toimintaa koskevien aihealueiden osalta. Pelastussuunnitelmassa esitetään myös, miten kaivok- sella on huolehdittu onnettomuuksien ennaltaehkäisystä ja seurausten rajoittamisesta.

Sisäisen pelastussuunnitelman lisäksi kaivoksella on laadittu osastokohtaiset turvallisuussuunnitelmat, joka sisältää sisäistä pelastussuunnitelmaa tarkemmat toiminta- ja menetelmäohjeet. Turvallisuusselvitys, sisäinen pelastussuunnitelma sekä osastokohtaiset turvallisuussuunnitelmat muodostavat yhdessä pelastusviranomaisen laatiman ulkoisen pelastussuunnitelman kanssa kaivoksen turvallisuusasiakirjakokonaisuuden.

8. YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Terrafamen kaivoksen ympäristövaikutukset on arvioitu kattavasti vesienhallinnan sekä kaivos-toiminnan jatkamisen ja kehittämisen tai vaihtoehtoisen sulkemisen YVA-menettelyissä. Seuraavassa esitetään yhteenveto jätteiden ja jätealueiden keskeisistä päästöistä ja vaikutuksista nykyisellä tuotantomäärällä sekä olemassa olevien että hakemusasioina vireillä olevien jätealueiden osalta.

8.1 Päästöt ja vaikutukset maaperään sekä pohja- ja pintaveteen

Jätealueiden rakentaminen vaikuttaa suoraan maaperään sekä pienvesistöihin, mikäli sellaisia joudutaan täyttämään jätealueen rakentamisen seurauksena. Muiden kuin pintamaiden varastointiin käytettävien jätealueiden rakentaminen vaikuttaa myös pohjaveden muodostumiseen ja virtauksiin, kun laajoja alueita rakennetaan vettä läpäisemättömäksi. Jätealueiden käytön aikana päästöjä ja vaikutuksia maaperään sekä pohja- ja pintaveteen voi aiheutua lähinnä suotovesien välityksellä.

Pintamaiden käsittelyn, varastoinnin ja hyödyntämisen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä päästöjä tai vaikutuksia maaperään tai pohja- ja pintavesiin, kun avolouhoksen alueen pintamaavarastokasojen suotovedet kerätään ympärysojiin ja tarvittaessa käsitellään kaivoksen keskusvedenpuhdistamolla.

Sivukivialueet rakennetaan siten, etteivät ulkopuoliset valumavedet pääse kulkeutumaan sivukivitäyttöön. Sivukivialueiden pohjat rakennetaan tiiviiksi, jolloin kasan läpi suotautuvat sadevedet eivät pääse kulkeutumaan maaperään tai pohjaveteen. Suoto- ja valumavedet ohjataan kaivoksen keskitettyyn vesienkäsittelyyn. Toiminnan päätyttyä sivukivialueen muotoilu, tiivis pintarakenne sekä maisemointi maapeitteellä ohjaavat pääosan alueen sadannasta puhtaana pintavaluntana ympäristöön. Peitto vähentää sivukivitäyttöön imeytyvän sadeveden ja siten muodostuvan suotoveden määrää. Sadevesien ja hapen kulkeutumisen estyessä vähenee myös happoa tuottava prosessi, mikä parantaa suotovesien laatua ja vähentää vesien käsittelytarvetta.

Terrafamen kaivoksen alueella on tehty pohjavesitarkkailua vuodesta 2008 alkaen. Pohjaveden laadussa on havaittu muutoksia Kortelammen alueen tarkkailupisteissä, joissa pohjavedessä on havaittavissa happamoitumistrendi ja sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat kohonneet. Lisäksi tehdasalueella tarkkailupisteessä P1 ja Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolella tarkkailupisteessä P17 pohjavesi on ollut hapanta ja metallipitoisuudet ovat olleet korkeita. Primääriliuotusalueen ja Kortelammen alueen pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä maaperään kohdistuvista päästöistä on tehty selvitys (Pöyry, 2017). Selvityksen mukaan Kortelammen painauman alueella erityisesti sulfaatin, raudan, kalsiumin ja natriumin pitoisuudet ovat korkeita, kun taas primääriliuotusalueen tuntumassa esiintyy mm. kadmiumin, koboltin, kuparin, nikkelin, sinkin ja alumiinin pitoisuuksia. Pitoisuudet rajoittuvat kaivoksen toimintojen alueille.

Tämänhetkisen tiedon valossa keskeisimmät pohjaveden pilaantumisesta ehkäisevät toimenpiteet (suoja-pumppaukset, kattava tarkkailu ja tehtävät erillistutkimukset) haitta-aineiden leviämisen estämiseksi pohjaveden välityksellä ovat jo käynnissä olemassa olevien ja suunniteltujen jätealueiden alueella. Tarvittaessa tarkkailupisteitä ja suoja-pumppausjärjestelyitä muutetaan tai täydennetään uusien jätealueiden rakentamisen myötä. Tarkkailua ja suoja-pumppauksia jatketaan

todennäköisesti vielä vuosia jätealueiden sulkemisen jälkeen, jolloin jätealueiden vaikutukset pohjaveteen saadaan hallittua.

8.2 Päästöt ja vaikutukset ilmaan

Jätealueet vaikuttavat ilmanlaatuun lähinnä hajapölypäästöjen seurauksena. Hajapölypäästöjen määrä ja vaikutusalue riippuvat voimakkaasti sääolosuhteista, käsiteltävän jätteen laadusta ja toimintatapojen vaikutuksista. Pölypäästöjen määrä ja kokojakauma vaihtelevat suuresti toiminnan aktiviteetin, pintojen kuivuuden ja olosuhteiden mukaan.

Pintamaiden sijoittamisesta ja varastoinnista ei aiheudu merkittävää pölyämistä, koska maa-aines ei ole erityisen herkästi pölyävää ja varastokasat peittyvät nopeasti kasvillisuudella, joka vähentää kasan pinnan pölyämistä.

Sivukivialueen KL2 pölypäästöjen leviäminen on mallinnettu osana alueen ympäristölupaa varten tehtyjä selvityksiä. Tulosten perusteella pölyäminen rajoittuu pääasiassa kaivospiirin alueelle ja välittömästi sitä ympäröivälle alueelle. Mallinnuksen tulosten perusteella toiminnasta ei aiheudu ilmanlaadun raja-arvojen ylittymistä lähimpien häiriintyvien kohteiden alueella. Sivukivialueen KL2 pölyn leviäminen kaivospiirin ulkopuolelle on todennäköisempää kuin suunnitellun sivukivialueen KL1, joka sijaitsee kauempana kaivospiirin rajasta. Voidaan arvioida, että sivukiven läjityksen osalta pölyvaikutusten kannalta määräävä on sivukivialue KL2 ja että sivukivialueen KL1 pölyvaikutukset kaivospiirin ulkopuolelle jäävät vähäisiksi. Pölypäästöjä vähennetään tarvittaessa kastelemalla kuljetusreitit sekä toteuttamalla varsinainen sivukivialueen täyttö suojavallien takana.

Metallitehtaan ja vesienkäsittelyn sakkojen käsittely ja sijoittaminen ei aiheutua pölypäästöjä, koska sakat ovat vesipitoisia. Kipsisakka-altaan pinta ei pölyä altaassa olevan vesikerroksen ansiosta.

8.3 Vaikutukset maisemaan

Jätealueiden vaikutukset maisemaan on selvitetty laatimalla alueista virtuaalimalli sekä paikkatietoon perustuva näkyvyysanalyysi (Ramboll, 2017). Kaivoksen jätealueista maisemavaikutuksia liittyy lähinnä sivukivialueisiin sekä loppuun liuotetun malmin jätealueeksi jäävään sekundääriliuotusalueeseen, joilla korkeutensa ja suuren kokonsa takia on mahdollista vaikuttaa maisemaan. Muut jätealueet ovat matalampia ja näkyvät ympäristöön rajoitetummin.

Selvityksen perusteella näkymiä sivukivialueille ja loppuun liuotetun malmin varastoalueelle avautuu kasojen korkeudesta huolimatta vain rajatuilta alueilta, mikä johtuu kaivosalueen ympäröivän maaston puustoisuudesta ja maanpinnan muodoista. Maaston peitteisyys ja vaikutusalueen suhteelliset korkeuserot estävät tehokkaasti avoimien näkymien avautumista alueiden suuntaan. Laajimmat näkymäalueet kohdentuvat kaivosalueen ulkopuolella järvien rannoille niille kohdin, joilta avautuu pitkä esteetön näkymä läjitysalueille.

Näkyvyysanalyysin mukaan sivukivialueet sekä loppuun liuotetun malmin varastoalue näkyvät valtakunnallisesti arvokkaan maisema-alueen Vuokatin vaarajono ja rantakylät Jormasjärven ranta-alueelle ja paikoin Vaarankylälle. Alueelle sijoittuu myös rakennuskulttuurikohteita. Näkyvyysalueet sijoittuvat noin 10-15 kilometrin etäisyydelle alueista, jolloin näkymistä kaukaisessa horisontissa ei voi pitää maisema-alueen herkkyydestä huolimatta vähäistä merkittävämpänä.

8.4 Meluvaikutukset

Jätealueista syntyy melua alueiden rakentamisen, täytön ja sulkemisen aikana. Rakentamis- ja sulkemisvaiheet ovat maarakentamista, josta syntyy maarakentamiselle tyypillistä melua. Jätealueiden täytön aikana eniten melua syntyy kiinteiden jätteiden (pintamaat, sivukivi) läjittämisestä; sakkojen käsittely ja läjitys eivät muodosta merkittävää melua. Meluvaikutusten kannalta kaivoksen jätealueista merkittävin on sivukivialue KL2, joka sijoittuu kaivospiirin itäosaan lähimmäksi asutusta. Toisaalta rakennuttuaan KL2 muodostaa meluesteen lähimmän asutuksen suuntaan.

Sivukivialueen KL2 täyttötoiminnan vaikutuksista lähialueiden melutasoihin on tehty mallinnus. Sivukivialueen KL2 toiminnan eli täyttötoiminnan aikana melua aiheutuu sivukiven kuljetuksista sekä läjityksestä, eli kippauksista ja kasan muotoilusta. Meluhaittoja estetään toteuttamalla sivukiven täyttö alueen reunaan sivukivestä rakennettavan suojavallin takana, joka mallinnuksen mukaan toimii tehokkaana melun leviämistä rajoittavana rakenteena. Mallinnuksen mukaan toiminnasta aiheutuva melutaso ei ylitä kaivoksen ympäristöluvassa määrättyä päiväajan raja-arvoa LAeq 55 dB yhdessäkään mallinnustilanteessa, mutta yhden lomarakennuksen kohdalla melutaso on päiväajan raja-arvon LAeq 07-22 55 dB tasalla tilanteessa, jossa rakennetaan suojavallia sivukivialueen pohjoisimmalla loholla. Samassa tilanteessa yöajan raja-arvo LAeq 22-07 50 dB ylittyy kahden lomarakennuksen kohdalla. Työjärjestys suunnitellaan niin, ettei suojavallin rakentamista pohjoisella loholla tehdä yöaikaan, jolloin yöajan raja-arvon ylitys vältetään.

8.5 Tarkkailu

Toiminnanaikaista käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailua tehdään valvontaviranomaisen hyväksymän tarkkailuohjelman (28.11.2016) mukaisesti. Tarkkailulla tuotetaan tietoa kaivostoiminnan päästöistä ympäristöön ja päästöjen vaikutuksista ympäristön tilaan ja ihmisten viihtyvyyteen. Tarkkailutulokset raportoidaan valvoville viranomaisille ja lisäksi tarkkailutulokset raportoidaan vuosittain ympäristötarkkailun vuosiraportissa. Jätehuoltosuunnitelman laatimisella ei ole vaikutusta kaivoksen käyttö-, päästö- tai vaikutustarkkailuun. Kaivoksen patoja tarkkaillaan käyttötarkkailujen yhteydessä patoturvallisuusviranomaisen hyväksymien patotarkkailuohjelmien mukaisesti.

8.5.1 Käyttötarkkailu

Käyttötarkkailu on jatkuvaa ja se on alkanut kaivoksen toiminnan käynnistyessä. Käyttötarkkailussa seurataan ja pidetään kirjaa mm. louhinnan ja liuotuksen edistymisestä, metallitehtaan tuotantomääristä, raaka-aineiden, kemikaalien ja polttoaineiden määristä, vesitaseesta ja vesimääristä, puhdistinlaitteiden toiminnasta, jätteistä, ympäristöhavainnoista ja poikkeuksellisista tilanteista, patotarkastuksista sekä merkittävistä rakennustöistä. Olennainen osa jätealueiden käyttötarkkailua ovat päivittäin tehtävät kenttäkierrokset, joiden yhteydessä tarkastetaan, että jätealueet toimivat suunnitellulla tavalla.

Käyttötarkkailusta vastaa pääosin kaivoksen henkilökunta. Käyttötarkkailun havainnot kirjataan käyttöpäiväkirjaan, automaatiojärjestelmään tai muuhun soveltuvaan tietojen tallennusjärjestelmään. Käyttötarkkailutietoja hyödynnetään tarkkailun raportoinnissa, mm. poikkeuksellisten kuormitustilanteiden tarkastelussa. Käyttötarkkailusta laaditaan vuosiyhteenveto, joka toimitetaan päästö- ja vaikutustarkkailun toteuttajalle vuosiraportin laadintaa varten.

8.5.2 Päästötarkkailu

Päästötarkkailu pitää sisällään vesipäästöjen tarkkailun (hulevedet, rakentamisvaiheen aikainen kiintoaine, prosessin ylijäämävedet, saniteettijätevedet) sekä ilmapäästöjen (murskaus ja agglomerointi, öljykattilat, metallitehtaan höngät, diffuusit päästölähteet) tarkkailun. Päästötarkkailusta vastaavat pääosin kaivoksen sopimuskumppanit. Päästötarkkailun tarkoituksena on varmentaa, että kaivoksen toiminnasta ympäristöön aiheutuvat päästöt täyttävät ympäristölupapäätöksissä päästöille määrättyt enimmäiskiintiöt.

8.5.3 Vaikutustarkkailu

Vaikutustarkkailu käsittää pintavesien laadun seurannan kaivoksen purkuvesistöreiteillä sekä muissa lähivesistöissä, pintavesien biologisen tarkkailun (kasviplankton, perifytonin piilevästö, pohjaeläimet, vesikasvit, vesisammalet), kalaston ja kalastuksen (kalastuskirjanpito ja -tiedustelut, koekalastukset, kalojen metallipitoisuus) sekä sedimentin laadun tarkkailun. Lisäksi ympäristötarkkailuun sisältyy pohjaveden tarkkailu, biologinen tarkkailu maa-alueilla (liito-orava, lepakot, havunneulasten kunto ja metallipitoisuus), ilmanlaadun tarkkailu (pölylaskeuma, leiju-ma), melun ja värinän tarkkailu, sekä vedenkorkeuden ja virtaamien tarkkailun.

8.5.4 Jätteiden tarkkailu

Jätteiden tarkkailu pitää sisällään metallitehtaan sakkojen (loppuneutraloinnin sakka, raudansa-ostuksen sakka, esineutralointisakka) sekä keskusvedenpuhdistamon sakan laadun seurannan. Sivukiven laatua tarkkaillaan louhinnan suunnittelun yhteydessä tehtävissä mittauksissa liitteenä olevassa sivukivenhallintasuunnitelmassa kuvatulla tavalla.

Sakoista määritetään alkuaineiden (As, Cd, Cu, Ni, Zn, Mn, Ca, S, U, Fe, Co ja Cr) kokonaispitoisuudet, kuiva-aine, hehkutushäviö, TOC ja pH. Esineutralointisakasta määritetään lisäksi ANC. Lisäksi kerran vuodessa määritetään uraanin tytärnuklidit (Ra-226, Ra-228, Po-210, Pb-210 ja radon). Sakkojen Liukoisuusominaisuudet määritetään 2-vaiheisella ravistelutestillä (SFS-EN12457-3), koska kokemusten perusteella läpivirtaustesti (CN/TS 14405) ei sovellu kyseisten kaltaisten jätteiden liukoisuuksien määrittämiseen. Ravistelutestin suodoksista määritetään As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, V, Zn, Hg, Cl, F, SO₄, DOC, pH, SJK sekä U ja TDS. Sakkojen laatu selvitetään vuonna 2017 kuukausittaisista koontinäytteistä. Jatkossa koontinäytteet on tarkoitus muodostaa ja analysoida vuosittain kolmena neljän kuukauden jaksoa kuvastavana koontinäytteenä.

Lisäksi jätejakeiden ja sekundääriliuotuksessa olevan malmiaineksen mineraloginen koostumus määritetään kerran vuodessa.

Kaivokselle rakennettavat uudet jätealueet edellyttävät erillisen ympäristöluvan hakemista, joiden yhteydessä arvioidaan tarve kaivoksen tarkkailusuunnitelman päivittämiseksi tapauskohtaisesti.

8.5.5 Jätealueiden sisäisten olosuhteiden ja vesien tarkkailu

Jätealueiden sisäisten olosuhteiden tarkkailu käsittää alueiden visuaalisen tarkkailun painumien ja mahdollisten muiden poikkeamien havaitsemiseksi kenttäkierrosten yhteydessä.

Sivukivialueilla muodostuvien suotovesien määrää ja laatua seurataan kaivoksen omassa laboratoriossa osana toiminnan käyttötarkkailua. Lisäksi ulkopuolinen näytteenottaja ottaa suotovedestä näytteitä tulosten vertailemiseksi ja varmentamiseksi. Näytteistä tehdään tarkkailuohjelman mukaiset analyysit. Suotoveden laadun seurannalla voidaan seurata sivukiven rapautumista ja sivukivialueen sisäisten olosuhteiden kehittymistä täytön edetessä.

Jätealueiden suotovedet kerätään salaojituksen tai suojapumppausten avulla ja käsitellään ennen johtamista vesistöön. Kaivosalueen pohjaveden laadun tarkkailulla varmistetaan, ettei jätealueiden sisäisistä vesistä pääse aiheutumaan ennakoimattomia ympäristövaikutuksia ja että vesien hallinta toimii suunnitellusti.

9. VAKUUS

Lupapäätöksen 36/2014/1 lupamääräyksessä 117 on määrätty vakuuden asettamisesta kaivoksen jätehuollon varmistamiseksi. Lupamääräyksen mukaan jätteitä ja jätteen käsittelytoimintaa, kaatopaikkoja ja kaivannaisjätteen jätealueita, mukaan lukien ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotusalueet, koskeva vakuus siten, että Pohjois-Suomen ympäristölupaviraston myöntämän ympäristöluvan Nro 33/07/1 nojalla luvan saajan jätehuollon varmistamiseksi Kainuun ELY-keskukselle jo asettama vakuus ja tämän mukaiset lisävakuudet ovat yhteensä 107 000 000 €.

Lupamääräyksen mukaiset vakuudet muodostuvat seuraavasti:

- 24 500 000 euron suuruinen vakuus kaatopaikkojen (kipsisakka-altaat 1 ja 2) sulkemisen varmistamiseksi
- 38 000 000 euron suuruinen vakuus kaivannaisjätteen jätealueiden (sivukiven läjitysalue, ensimmäisen ja toisen vaiheen liuotusalueet) sulkemisen varmistamiseksi
- 15 000 000 euron suuruinen vakuus liuoskierrosta poistettujen ja jätteeksi muodostuneiden kemikaalien (raffinaattiliuos ja sekundääriliuos) käsittelyn varmistamiseksi
- 15 000 000 euron suuruinen vakuus kaivannaisjätteiden jätealueilta toiminnan sulkemisen ja jälkihoitovaiheen aikana muodostuvan suotoveden käsittelyn varmistamiseksi
- 10 000 000 euron suuruinen vakuus alueella jo olevien vesien käsittelyssä muodostuneiden ja kaivosalueella oleviin altaisiin sijoitettujen tai niissä saostuneiden sakkojen sekä pilaantuneiden maiden käsittelyn varmistamiseksi
- 3 500 000 euron suuruinen vakuus kaivannaisjätteiden jätealueiden toiminnan seurauksena pilaantuneen maaperän kunnostamisesta aiheutuvien kustannusten kattamiseksi
- 1 000 000 euron suuruinen vakuus kaivannaisjätteiden jätealueiden ja kaatopaikkojen jälkihoidon aikaisen tarvittavan tarkkailun kustannusten kattamiseksi.

Laajenevien jätealueiden ja kaatopaikkojen osalta niiden sulkemiskustannuksia koskeva vakuus tarkastetaan vuosittain tammikuun aikana seuraavan taulukon mukaisesti. Kaatopaikkojen, kaivannaisjätteiden jätealueiden ja liuotusalueiden vakuuden on vastattava käytössä olevien, mutta vielä sulkemattomien kaatopaikkojen ja jätealueiden, ja kyseisen toimintavuoden aikana suunnitelmien mukaan käyttöön otettavien kaatopaikkojen, kaivannaisjätteen jätealueiden tai liuotusalueiden pinta-alaneliömetriä kohden aiheutuvaa sulkemiskustannusta (taulukossa "Vaadittava vakuus"). Kunkin toimintavuoden jälkeen on lisäksi tehtävä tarpeellinen lisäys vakuuden arvoon, mikäli käyttöön otettujen alueiden pinta-ala on ylittänyt suunnitelman mukaisen pinta-alan.

Jätealue	Vaadittava vakuus (€/m ²)
Ensimmäisen vaiheen liuotusalue	10
Sivukivialueet	10
Toisen vaiheen liuotusalue	10
Kipsisakka-allas 1 (lohkot 1–3)	30
Kipsisakka-allas 2 (lohkot 4–6)	10

Varastossa olevien vesienkäsittelyssä muodostuvien sakkojen käsittelyä koskevaa vakuutta on tarkistettava vuosittain samaan aikaan kaatopaikkojen pintarakennetta koskevien vakuuksien yhteydessä. 1 200 000 m³ ylittävän määrän osalta vakuutta on lisättävä 10 €/lla/m³.

Edellä esitettyyn lupamääräyksen 117 mukaisen vakuuden katsotaan olevan riittävä ja vastaavan jätealueiden sulkemisen varmistamisen edellyttämää vakuutta järjestettäessä kaivoksen jätehuolto tämän suunnitelman mukaisesti. Yhtiö voi esittää vakuutta koskevan lupamääräyksen päivittämistä ympäristölupahakemuksen yhteydessä.

10. JÄTEHUOLTOSUUNNITELMAN PÄIVITTÄMINEN

Ympäristönsuojelulain 114 §:n 3 momentin mukaan toiminnanharjoittajan on arvioitava ja tarvittaessa tarkistettava kaivannaisjätehuoltosuunnitelma vähintään viiden vuoden välein ja ilmoitettava tästä valvontaviranomaiselle. YSL 114 §:n 4 momentin mukaan kaivannaisjätehuoltosuunnitelmaa on kuitenkin muutettava, jos jätteen määrä tai laatu taikka jätteen loppusijoittamisen tai hyödyntämisen järjestelyt muuttuvat merkittävästi.

Tämä jätehuoltosuunnitelma sisältää tiedot sekä Terrafamen jätteiden että kaivannaisjätteiden hallinnasta. Jätehuoltosuunnitelma esitetään päivitettäväksi, mikäli jätteiden laatu muuttuu tai jäteluokituksia on syytä tarkistaa uusien tutkimustulosten seurauksena, jätteiden käsittelyssä tapahtuu muutoksia tai viimeistään viiden vuoden kuluttua.

LÄHTEET

Ilmatieteen laitos, 20.1.2017. Ilmalaatumittaukset Terrafamen kaivoksen ympäristössä, Hengittävien hiukkasten, arseenin ja metallien pitoisuudet jaksolla joulukuu 2015-elokuu 2016

Häkkinen, Eevaleena 2016. Jätteiden luokittelu vaaralliseksi jätteeksi. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2016. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojelu.

Lapin Vesitutkimus Oy, 31.8.2011, Talvivaara Sotkamo Oy, Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma

Lupapäätös 30.4.2014. DNro NRO 36/2014/1, Nro 36/2014/1

Lupapäätös 4.1.2017. DNro PSAVI/702/2016, Nro 3/2017/1

Pöyry Finland Oy, marraskuu 2016. Terrafame Oy, YVA -ohjelma, Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen

Pöyry Finland Oy, 10.11.2016. Terrafame Oy, Alustava sulkemissuunnitelma

Pöyry Finland Oy, 28.11.2016. Terrafame Oy, Terrafamen kaivoksen tarkkailuohjelma, 101004778

Pöyry Finland Oy, 2017. Terrafame Oy - Selvitys pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primäärialuealueen maaperään kohdistuvista päästöistä.

Pöyry Finland Oy, 2017. Terrafame Oy, Kaivoksen kipsisakka-altaiden patoturvallisuussuunnitelma.

Pöyry Finland Oy, 2017. Terrafame Oy, Patojen vahingonvaaraselvitys, Kipsisakka-allas 1 ja Kipsisakka-allas 2.

Pöyry Finland Oy 2017, Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen, YVA-selostusluonnos 3.7.2017.

Ramboll Finland Oy, 5.12.2014. Talvivaara Sotkamo Oy, Patoaltaiden terveys- ja ympäristövaikutusten arviointilomakkeet.

Ramboll Finland Oy, 8.4.2016. Terrafamen kaivos, Sotkamo, Ympäristömelumittauksen syys-lokakuu 2015

Ramboll Finland Oy, 7.4.2017, Terrafame Oy, Sivukiven kaivannaisjätesuunnitelma

Ramboll Finland Oy, 11.4.2017, Terrafamen kaivoksen velvoitetarkkailu 2016 osa VIII: Pohjavedet

Ramboll Finland Oy, 20.4.2017, Kaivoksen pintavesien tarkkailu 2016

Ramboll Finland Oy, 9.5.2017, Terrafamen kaivoksen velvoitetarkkailu 2016: Pöylälaskeuma,

Ramboll Finland Oy, 18.5.2017, Terrafame Oy, Jätejakeiden tarkkailu vuonna 2016

Ramboll Finland Oy, 30.6.2017, Läjitys- ja liuotusalueiden maisema- ja kulttuuriympäristötöselvitys

Wahlström M., Laine-Ylijoki J., Kaartinen T., Hjelmar O., Bendz D. 2009. *Acid neutralization capacity of waste – specification of requirement stated in landfill regulations*. TemaNord 2009:580. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2009.

LIITE 1

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
7.4.2017

Viite
1510033357

TERRAFAME OY

SIVUKIVEN KAIVAN- NAISJÄTESUUNNITELMA



TERRAFAME OY

SIVUKIVEN KAIVANNAISJÄTESUUNNITELMA

Päivämäärä **7.4.2017**
Laatijat **Katariina Koikkalainen, Ramboll**
Janne Kekkonen, Ramboll
Tarkastaja **Heli Uimarihuhta, Ramboll**
Hyväksyjä **Elina Salmela, Terrafame**
Kuvaus **Sivukiven kaivannaisjätesuunnitelma**

Viite 1510033357

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	TOIMINNAN KUVAUS	1
3.	SIVUKIVET JA NIIDEN OMINAISUUDET	2
3.1	Kaivoksella muodostuvat sivukivilajit	2
3.2	Geologiset ominaisuudet	2
3.3	Kemiallinen koostumus	2
3.3.1	Alkuaineiden kokonaispitoisuudet	2
3.3.2	Liukoisuustestit	3
3.3.3	Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali	4
3.4	Ympäristökelpoisuus	4
3.5	Tulosten epävarmuudet ja laadunvarmistus	4
4.	SIVUKIVIEN HALLINTA	5
4.1	Sivukiven muodostuminen, määrät ja käyttö	5
4.2	Sivukivimateriaalin tunnistaminen ja lajittelu louhoksella	5
4.3	Sivukiven siirto ja sijoittaminen	6
4.4	Laadunvarmistus ja tietojen kirjaaminen	6
5.	SIVUKIVIALUEET	7
5.1	Sivukivialueiden luokittelu	7
5.2	Suunnitellut sivukivialueet	7
5.3	Vesien hallinta	9
5.4	Sivukivialueiden sulkeminen	9
6.	SIVUKIVIALUEIDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN VÄHENTÄMINEN	10
6.1	Melu ja pöly ja niiden vaikutukset	10
6.2	Päästöt vesiin ja vaikutukset vedenlaatuun	10
6.3	Päästöt ja vaikutukset maaperään ja pohjaveteen	11
7.	TARKKAILU	11
8.	VAKUUS	11

1. JOHDANTO

Terrafame Oy on hakenut ympäristönsuojelulain (YSL, 527/2014) mukaista ympäristölupaa Kuumasilammen avolouhoksen itäpuolelle rakennettavalle sivukiven varastoalueelle KL2 sekä siihen liittyville toiminnoille. Kaivoksen ympäristönsuojelun valvovana viranomaisena toimiva Kainuun ELY-keskus on edellyttänyt Terrafamelta lupahakemuksen täydentämistä sivukiven hallintasuunnitelmalla.

Tässä raportissa esitetään kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma sivukiven osalta, ja asiakirjaan on sisällytetty myös sivukiven hallintasuunnitelma. Suunnitelma on laadittu olemassa olevia aineistoja käyttäen. Lähdeaineistoina on käytetty olemassa olevia sivukiven analyysituloksia, kaivoksen ympäristölupapäätöksessä PSAVI/58/04.08/2011 esitettyjä tietoja, sivukivialue KL2:n lupahakemuksessa esitettyjä tietoja sekä toiminnanharjoittajan toimittamaa kuvausta prosessista, jolla malmin ja sivukiven erotus on käytännössä toteutettu kaivossuunnittelun tasolla ja toisaalta käytännön louhinnassa. Tiedot läjitettävän sivukiven laadusta perustuvat Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaan (Lapin Vesitutkimus Oy, Talvivaara Sotkamo Oy, Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma, 31.8.2011) sekä toiminnanharjoittajan toimittamiin tietoihin sivukiven alkuainepitoisuuksista. Suunnitelmaa tullaan täydentämään uusilla analyysituloksilla kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivityksen yhteydessä vielä vuoden 2017 aikana.

Tämän suunnitelman laati Ramboll Finland Oy Terrafame Oy:n toimeksiannosta. Ramboll Finland Oy:ssä suunnitelman laativat Katariina Koikkalainen ja Janne Kekkonen ja asiatarkastuksesta vastasi Heli Uimarihuhta. Terrafame Oy:n yhteyshenkilönä toimi ympäristöpäällikkö Elina Salme-la.

2. TOIMINNAN KUVAUS

Terrafame Oy on suomalainen kaivosyhtiö, joka tuottaa biokasaliuotusmenetelmällä ensisijassa nikkeliä ja sinkkiä Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan. Kaivoksella tuotetaan edellä mainittujen päätuotteiden lisäksi koboltia sekä kuparia.

Terrafamen kaivoksen tuotantoprosessi koostuu kuudesta päävaiheesta: louhinta, murskaus, agglomerointi, kasaus, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Metallien erotus malmista perustuu biokasaliuotukseen, jossa alueella luonnostaan esiintyvien bakteerien avulla metallit liuotetaan kiviaineksesta. Murskattu ja agglomeroitu malmi kasataan primäärivaiheen bioliuotuskasoi-
le. Kasaan puhalletaan ilmaa sinne asennetun putkiston läpi ja sitä kastellaan liuoksella, jota kierrätetään kasan läpi. Tällöin happamissa olosuhteissa metallit liukenevat ja sulfidi hapettuu sulfaatiksi alentaen pH:ta. Samalla vapautuu lämpöä. Liuotuksen edistämiseksi käytetään lisänä rikkihappoa.

Noin 1–1,5 vuotta kestävän primääriliuotusvaiheen jälkeen malmi siirretään sekundäärilohkolle, jossa liuotusta jatketaan edelleen. Sekundääriliuotuskasa on myös louhitun malmin loppusijoituspaikka. Bioliuotuskierrossa kiertävästä liuoksesta osa johdetaan metallien talteenottolaitokselle (MTO), jossa ne saostetaan vaihteittain sulfideiksi. Metallien talteenoton jälkeen ns. raffinaatti (metallien talteenoton jälkeinen liuos) johdetaan osin takaisin liuoskiertoon bioliuotuskasoi-
lle ja osin alumiinin ja raudan saostukseen (RASA) ja sieltä edelleen loppuneutralointivaiheeseen (LO-NE). Raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin prosesseissa syntyvät sakat johdetaan kipsisakka-
altaille. Loppuneutraloinnin ylitevesi on mennyt pääosin laitoksen käyttövedeksi tai käänteis-
moosilaitoksen syöttövedeksi. Käänteismoosilaitoksen tuotevesi käytetään tehtaalla vaativissa
vedenkäyttökohteissa.

3. SIVUKIVET JA NIIDEN OMINAISUUDET

3.1 Kaivoksella muodostuvat sivukivilajit

Terrafamen kaivoksella muodostuvia sivukivilajeja ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske sekä kvartsiitti. Tähän saakka muodostuneesta sivukivestä pääosa on mustaliusketta.

3.2 Geologiset ominaisuudet

Terrafamen kaivos sijoittuu Kainuun liuskejakson eteläosaan, jossa vallitsevia kivilajeja ovat kvartsiitti, kiilleliuskeet sekä mustaliuskeet. Pääasiallisimman sivukivilajin, mustaliuskeen, päämineraaleja ovat kvartsi, grafiitti, flogopiitti/biotiitti, magneettikiisu sekä rikkikiisu. Aksessorisina mineraaleina ovat mikrokliini, epidootti, granaatti, apatiitti, kloriitti sekä plagioklaasi.

Mustaliuskealueella kallioperän luontainen laatu vaikuttaa alueen moreenin ja pohjavesien laatuun, joissa onkin todettu luontaisesti korkeita metallipitoisuuksia. Terrafamen mustaliuskeesiintymän vaikutus ennen kaivostoimintaa on nähtävissä valuma-alueen purojen ja järvien sedimentin laadussa.

Sivukiven alkuainepitoisuuksia on kuvattu kappaleessa 3.3.

3.3 Kemiallinen koostumus

Seuraavassa esitettävät tiedot sivukiven laadusta perustuvat Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelmaan (Lapin Vesitutkimus Oy, Talvivaara Sotkamo Oy, Talvivaaran kaivoksen kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelma, 31.8.2011).

3.3.1 Alkuaineiden kokonaispitoisuudet

Sivukiven ominaisuudet riippuvat paljolti niiden geologisesta alkuperästä. Terrafamen kaivoksen tutkituissa sivukivijakeissa on kaikissa todettu korkeita sinkin, kuparin ja nikkelin pitoisuuksia verrattuna asetuksen 214/2007 ylempiin ohjearvoihin. Myös muita puolimetalleja ja metalleja, kuten arseenia, kobolttia ja kromia on sivukivissä todettu kohonneina pitoisuuksina. Rikkipitoisuus vaihtelee sivukivissä välillä 3–8 % (Taulukko 3-1).

Taulukko 3-1. Sivukivijakeiden alkuainepitoisuuksia (Lapin Vesitutkimus Oy, 2011).

Alkuaine	Tutkitut näytteet					Asetus 214/2007		
	Mustaliuske	Mustaliuske (n=28)	Kiilleliuske 2011 (n=6)	Kvartsiitti (n=4)	Metakarbonaattikivi (n=3)	Kynnysarvo	Alempi ohjearvo	Ylempi ohjearvo
Pitoisuus (mg/kg)								
Antimoni	-	23	<20	<20	<20	2	10	50
Arseeni	132	159	19	46	13	5	50	100
Barium	17,3	-	-	-	-	-	-	-
Elohopea	<2	-	-	-	-	0,5	2	5
Hiili	-	65 100	17 000	26 800	63 800	-	-	-
Kadmium	18,5	15	6	9	12	1	10	20
Koboltti	60	44	34	34	55	20	100	250
Kromi	131	101	73	71	32	100	200	300
Kupari	800	413	277	359	716	100	150	200
Lyijy	39	32	53	31	63	60	200	750
Mangaani	-	2 038	442	819	18 900	-	-	-
Nikkeli	600	358	275	278	571	50	100	150
Rauta	-	96 100	44 447	50 125	112 067	-	-	-
Rikki	73 000	81 200	28 900	48 600	60 900	-	-	-
Sinkki	3 100	2 283	1 076	1 431	2 299	200	250	400
Strontium	50	-	-	-	-	-	-	-
Vanadiini	607	-	-	-	-	100	150	250

Alla esitetyssä taulukossa on kuvattu laajemmin mustaliuskesivukiven alkuainepitoisuuksia louhintavuosilta 2005-2010 ja 2017. Sivukiven alkuainekoostumus on ollut keskimäärin samaa tasoa. Nikkelipitoisuus on vuonna 2017 analysoiduissa kahdessa näytteessä ollut alhaisempi kuin vuosina 2005-2010 analysoiduissa näytteissä. Näytteet on analysoitu XRF-kenttäanalysaattorilla porasoijakasoista. Vuosina 2005-2010 on analysoitu yhteensä 10369 näytettä.

Taulukko 3-2. Mustaliuskesivukiven alkuainepitoisuudet louhintavuosilta 2005-2010 ja 2017.

		Vuodet 2005-2010			2017	
		Min	Max	Keskiarvo	Näyte #1	Näyte #2
Hopea (Ag)	mg/kg	-	264	1,6	-	-
Alumiini (Al)	mg/kg	245	228 000	30 296	47 140	47 060
Arseeni (As)	mg/kg	-	2 070	86	35	174
Boori (B)	mg/kg	-	60	0,9	-	-
Barium (Ba)	mg/kg	-	2 029	58	369	64
Beryllium (Be)	mg/kg	-	6,9	1,1	-	-
Hiili (C)	%	-	16	6,3	-	-
Kalsium (Ca)	mg/kg	162	168 000	15 903	18 820	10 800
Kadmium (Cd)	mg/kg	-	130	15	<20	<20
Koboltti (Co)	mg/kg	-	432	61	12	62
Kromi (Cr)	mg/kg	2,1	954	117	121	174
Kupari (Cu)	mg/kg	-	4 100	705	174	111
Rauta (Fe)	mg/kg	1 090	205 000	88 271	90 670	128 590
Gallium (Ga)	mg/kg	-	-	-	19	21
Kalium (K)	mg/kg	-	64 650	10 283	28 600	26 630
Lantaani (La)	mg/kg	-	62	25	-	-
Litium (Li)	mg/kg	-	50	13	-	-
Magnesium (Mg)	mg/kg	200	78 310	17 353	22 940	44 980
Mangaani (Mn)	mg/kg	86	60 400	3 418	1 564	>5000
Molybdeeni (Mo)	mg/kg	-	210	55	13	13
Natrium (Na)	mg/kg	-	11 130	1 612	5 650	5 020
Niobium (Nb)	mg/kg	-	-	-	10	6,6
Nikkeli (Ni)	mg/kg	-	1 200	601	66	95
Fosfori (P)	mg/kg	-	8 540	873	730	770
Lyijy (Pb)	mg/kg	-	2 090	36	18	15
Rubidium (Rb)	mg/kg	-	-	-	114	143
Rikki (S)	%	-	24	7,5	7,6	14
Rikki (S) / ICP	mg/kg	-	217 000	64 170	-	-
Antimoni (Sb)	mg/kg	-	45	0,5	-	-
Pii (Si)	mg/kg	-	-	-	187 490	179 750
Titaani (Ti)	mg/kg	5,8	4 050	1 227	1 780	1 600
Uraani (U)	mg/kg	-	-	-	7,4	<5
Vanadiini (V)	mg/kg	2,0	1 400	406	561	500
Yttrium (Y)	mg/kg	-	380	35	38	50
Sinkki (Zn)	mg/kg	-	18 000	2 864	257	354
Zirkonium (Zr)	mg/kg	-	-	-	165	86

3.3.2 Liukoisuustestit

Sivukiven alkuaineiden liukoisuutta on selvitetty vuonna 2006 yhteensä 17 sivukivinäytteestä, joista mustaliuske-sivukiveä oli yhteensä viisi näytettä. Liukoisuuskoe on tehty kaksivaiheisena. Tulokset mustaliuskeen osalta on esitetty seuraavassa taulukossa. Taulukossa on esitetty myös valtioneuvoston kaatopaikoista antaman asetuksen (kaatopaikka-asetus, 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit pysyvän, tavanomaisen sekä vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle. Mustaliuskesivukivessä nikkelin ja sinkin liukoisuudet ovat koholla (Taulukko 3-3).

Taulukko 3-3. Mustaliuskesivukiven liukoisuustuloksia.

	Näytteet					Raja-arvot (VNA 331/2013)		
	Paljas-tuma-näyte	Reikä MDH-3	Reikä MDH-6	Sokta-46	Sokta-46	Pysyvän jätteen kaatopaikka	Tavanomaisen jätteen kaatopaikka	Vaarallisen jätteen kaatopaikka
Liukoisuusominaisuudet (L/S 10) mg/kg								
Al	20	0,4	3,6	3,3	3,9	-	-	-
As	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,5	2	25
Cd	0,4	<0,01	0,07	0,09	<0,01	0,04	1	5
Cr	<0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10	70
Cu	7,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2	50	100
Hg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,2	2
Mn	4,2	14,4	272	30,3	0,3	-	-	-
Ni	3,6	1,9	25,4	23,2	0,3	0,4	10	40
Pb	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10	50
Sb	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,7	5
Zn	11,6	0,7	6,9	13,6	<0,1	4	50	200

3.3.3 Haponmuodostus- ja neutralointipotentiaali

Vuonna 2006 yhteensä 17 sivukivinäytteelle tehtiin haponmuodostus- ja neutralointikapasiteetin määritykset eli ns. ABA-testit. Näytetulosten perusteella kaikki mustaliuskesivukivet luokitellaan mahdollisesti happamia suotovesiä muodostaviksi eli ns. PAF-sivukiviksi.

Metakarbonaattikivien arvioitiin olevan ainakin osittain mahdollisesti happamia suotovesiä muodostavia. Kiilleliusketta ja kvartsiittia olevista sivukivinäytteistä useimmat määritettiin ei-happamia suotovesiä muodostaviksi (NAF). Molemmista kivilajeista yhden kivinäytteen arvioitiin olevan mahdollisesti happamia suotovesiä muodostavia eli PAF-kiviä.

3.4 Ympäristökelpoisuus

Useimmat sivukivinäytteet sisältävät asetuksen 214/2007 mukaisiin arvoihin verrattuna korkeita pitoisuuksia erityisesti metalleja (nikkeli, sinkki, kupari). Rikkipitoisuudet ovat tyypillisesti tasolla 3–8 %. Tutkitut liukoiset pitoisuudet kuvastavat lyhyen ajan pitoisuuksia, eivätkä ne huomioi sulfidien hapettumisen aiheuttamien happamien suotovesien liuottavaa vaikutusta. Todenmukaisempi käsitys sivukiven pitkän aikavälin varastoinnissa saadaan ABA-testin perusteella, joissa mm. mustaliuske luokitui mahdollisesti happamia suotovesiä muodostavaksi ja metakarbonaattikivistä suurin osa. Kvartsiittia ja kiilleliusketta olevista sivukivistä valtaosa luokitui ei-happamia suotovesiä muodostaviksi. Sivukivinäytteiden alkuaineanalyyysien, liukoisuustestien ja ABA-testin avulla on saatu yleiskäsitys sivukiven geokemiallisista ominaisuuksista, jotka ovat voimakkaasti kivilajiin sidonnaisia.

3.5 Tulosten epävarmuudet ja laadunvarmistus

Sivukiven alkuainepitoisuuksista on olemassa runsaasti analyysitietoa, mikä vähentää yksittäisten näytteiden välisiin pitoisuusvaihteluihin liittyvää epävarmuutta. Alkuaineanalyyysien, liukoisuustestien ja haponmuodostuskokeiden avulla on saatu yleiskuva Terrafamen sivukiven geokemiallisista ominaisuuksista. Tietoja tarkennetaan ja täydennetään tekemällä lisämäärittäyksiä (alkuaineet, liukoisuudet, haponmuodostus) osana kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivitystä. Määritykset tehdään laboratoriossa standardeihin perustuvilla akkreditoiduilla menetelmillä.

4. SIVUKIVIEN HALLINTA

4.1 Sivukiven muodostuminen, määrät ja käyttö

Terrafamen kaivostoiminnan aikana syntyvistä kaivannaisjätteistä sivukiveä muodostuu määrällisesti selvästi eniten. Nykyisen louhintasuunnitelman mukaan sivukiveä muodostuu vuosittain noin 18–45 Mt. Aiemman toiminnan aikana vuosina 2008 – 2016 louhitut sivukivimäärät on esitetty taulukossa 4-1. Sivukivi on sijoitettu sekundääriliuotuskentän alapuoliseen pohjarakenteseen.

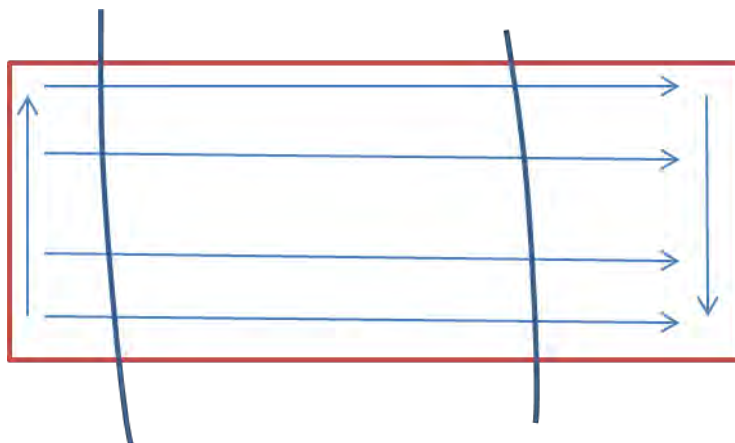
Taulukko 4-1. Louhintavuosien aikana louhitut sivukivimäärät (Mt).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Sivukivi (Mt)	1,4	4,3	16,7	17	5,5	2,9	-	4,4	18,4

4.2 Sivukivimateriaalin tunnistaminen ja lajittelu louhoksella

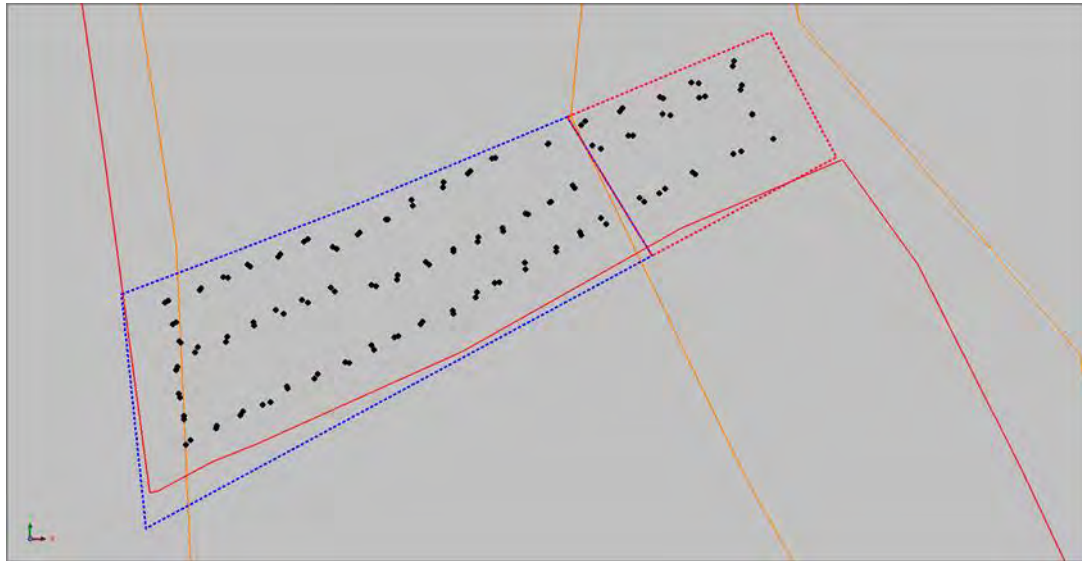
Louhittavia kenttiä suunniteltaessa pyritään siihen, että malmi- ja sivukivikentät louhitaan erikseen, mutta malmin geometrian ja suurten louhintamäärien takia se ei ole aina mahdollista. Kenttien rajoja suunniteltaessa käytetään hyväksi timanttikairauksesta saatuja tutkimustietoja sekä aikaisemmissa kentissä toteutuneita rajoja. Louhinnan ohjaaminen pelkkien tutkimuskairauksiin perustuvien malmirajojen avulla on osoittautunut hankalaksi kenttämittakaavassa, koska tutkimuskairaustiheys on parhaimmillaankin Kuusilammen louhoksen alueella noin 50 x 50 metrin ruudukkoon tehty, mikä ei ole riittävän tarkka kenttäkohtaisten malmirajojen määrittämiseen.

Tuotantokenttien pitoisuuden hallinta eli grade control Terrafamessa perustuu käsikäyttöisen XRF:n ja GPS-laitteiston muodostamaan laitekokonaisuuteen. Käsikäyttöisen XRF:n avulla tietoa tarkoista malmi- ja sivukivirajoista saadaan tarkennettua nopeasti ja helposti. Käytännössä mittaus tapahtuu kahden henkilön toimesta. Porasoijakasa avataan lapiolla kahdesta eri kohdasta ja kummastakin tehdään mittaus XRF-laitteella. Kaksi mittausa kasaa kohti vähentää pistemäisen näytteen aiheuttamaa virhelähdettä. Jokaisesta mittauksesta tallennetaan paikkatieto tuotantoporareian kohdalta. Kukin louhittava kenttä mitataan lähtökohtaisesti saman kaavan mukaan kiertäen koko kenttä reunoja pitkin ja sen lisäksi mitataan muutamia linjoja tunnettua malmi-sivukivisuuntaa vastaan kohtisuoraan (Kuva 4-1). Tarpeen mukaan linjoja tehdään tiheämmin paikoissa, joissa tunnetut malmirajat ovat häilyvät tai malmirajojen tulkinta muuten vaatii sitä. Keskimäärin mittauksia tehdään 150-200 kappaletta kenttää kohti. Jokainen tuotantokenttä mitataan.



Kuva 4-1. Räjätettävän kentän mittauslinjat. Punainen viiva kuvastaa kentän ulkorajoja, paksumpi sininen viiva tunnetun malmin rajoja. Ohuet siniset nuoliviivat ovat mittauslinjoja. (Lähde: Terrafame Oy)

XRF-mittaustulosten perusteella kaivosgeologi tekee kenttäkohtaiset lastauskartat, joissa huomioidaan myös Terrafamen lastauskoneiden rajoitteet selektiivisessä lastauksessa (ts. lastauskoneiden suuri koko). Pienimmän lastauksessa eroteltavan alueen (smallest mining unit, SMU) koon on arvioitu olevan 15 x 15 x 15 metriä. Tietokoneella mallinnetut lastauskartat lähetetään langattomasti lastauskoneiden 3D-ohjausjärjestelmään sekä tulostetaan paperiversiona työnjohtajille. Lastauskoneen kuljettaja näkee GNSS-paikannukseen perustuvasta 3D-järjestelmästä 0,5 metrin tarkkuudella kauhan sijainnin suhteessa mallinnettuihin malmi- ja sivukivirajoihin. 3D-järjestelmän vikaantuessa tai muun tarpeen vaatiessa grade control -mittaajat merkkäavat malmin ja sivukiven rajat tarvittaessa myös fyysisesti kentälle spray-maalilla käyttäen.



Kuva 4-2. Mittausdata Surpacin näkymässä. Kuvan selkeyden vuoksi pisteisiin liittyvä numeerinen mittausdata jätettiin pois kuvasta. Punainen viiva kuvastaa malminrajaa ja sininen viiva raakkua. Oranssi viiva on tutkimuskairauksien perusteella tulkittu malminraja. (Lähde: Terrafame Oy)

4.3 Sivukiven siirto ja sijoittaminen

Sivukiven irrotus ja lastaus tapahtuu samoilla menetelmillä kuin malmin. Kiviautoihin lastattu sivukivi kuljetetaan suoraan kulloisellekin sivukivialueelle. Sivukivitäytön muotoilu tehdään normaalia maanrakennuskalustoa käyttäen. Asutuksen suuntaan läjitettäessä sivukivialueella KL2 täytön on suunniteltu tapahtuvan alueen itäreunaan sivukivestä rakennettavan suojavallin takana. Suojavallin tarkoituksena on vähentää melun ja pölyn leviämistä kaivospiiriin ympäristöön. Vastaavia ympäristövaikutusten vähentämistoimenpiteitä käytetään tarpeen mukaan myös muilla suunnitelluilla sivukivialueilla.

4.4 Laadunvarmistus ja tietojen kirjaaminen

Käytäntö on osoittanut, että käsikäyttöinen GPS-paikantimella varustettu XRF-kenttäanalyysointilaitteisto on edullisin ja riittävän luotettava menetelmä malmi-sivukivirajojen määrittämiseen. Kiven ominaisuuksista johtuen malmin ja sivukiven erottamista ei pysty erottamaan silmämääräisesti. Toisaalta porasoijanäytteenotto ja laboratorioanalyysit ovat liian hidas ja työläs menetelmä tuotannon ohjaamiseen.

Käsikäyttöinen XRF (Olympus Innov-X) on kalibroitu Terrafamen malminäytteillä näyttämään nikkelpitoisuus mahdollisimman tarkasti. Samalla mittauksella saadaan tarkasti useita muitakin alkuaineita, mm. sinkki, mangaani ja kupari. Laitteeseen yhdistetyn GPS:n ansiosta jokaisen mittauksen paikkatieto tallentuu. Käsikäyttöisen XRF:n mittaustarkkuutta on vertailtu Terrafamen laboratoriomittakaavaisen XRF:n tarkkuuteen. Vertailutulosten perusteella käsikäyttöinen analyysointilaitteisto antaa 150 – 200 ppm:ää todellisuutta matalampia arvoja puristenäytteistä.

XRF-mittaustulokset tallennetaan xls-formaattiin, josta kaivosgeologi muokkaa sen kaivossuunnitteluohjelma Geovia Surpacin luettavaan muotoon str-tiedostoiksi. Kaivosgeologi digitoi Surpacissa kenttäkohtaiset malmi-sivukivirajat huomioiden XRF-laitteen pienet mittausepätaarkkuudet, sekä tallentaa ne.

Sivukivialueen käyttöön liittyen kaivoksen käyttötarkkailussa kaivoksen käyttöpäiväkirjaan tai muuhun soveltuvaan tietojen tallennusjärjestelmään kirjataan mm.

- sivukiven määrä, laatu ja sijoitus
- pölyhavainnot
- sivukivialueen täyttömäärä ja täyttöalueen laajuus
- jälkihoitotoimien laajuus, toteutustapa sekä käytettyjen menetelmien toimivuus
- poikkeustilanteet, ympäristövahingot ja -onnettomuudet
- näytteenottopäivät ja -paikat.

5. SIVUKIVIALUEET

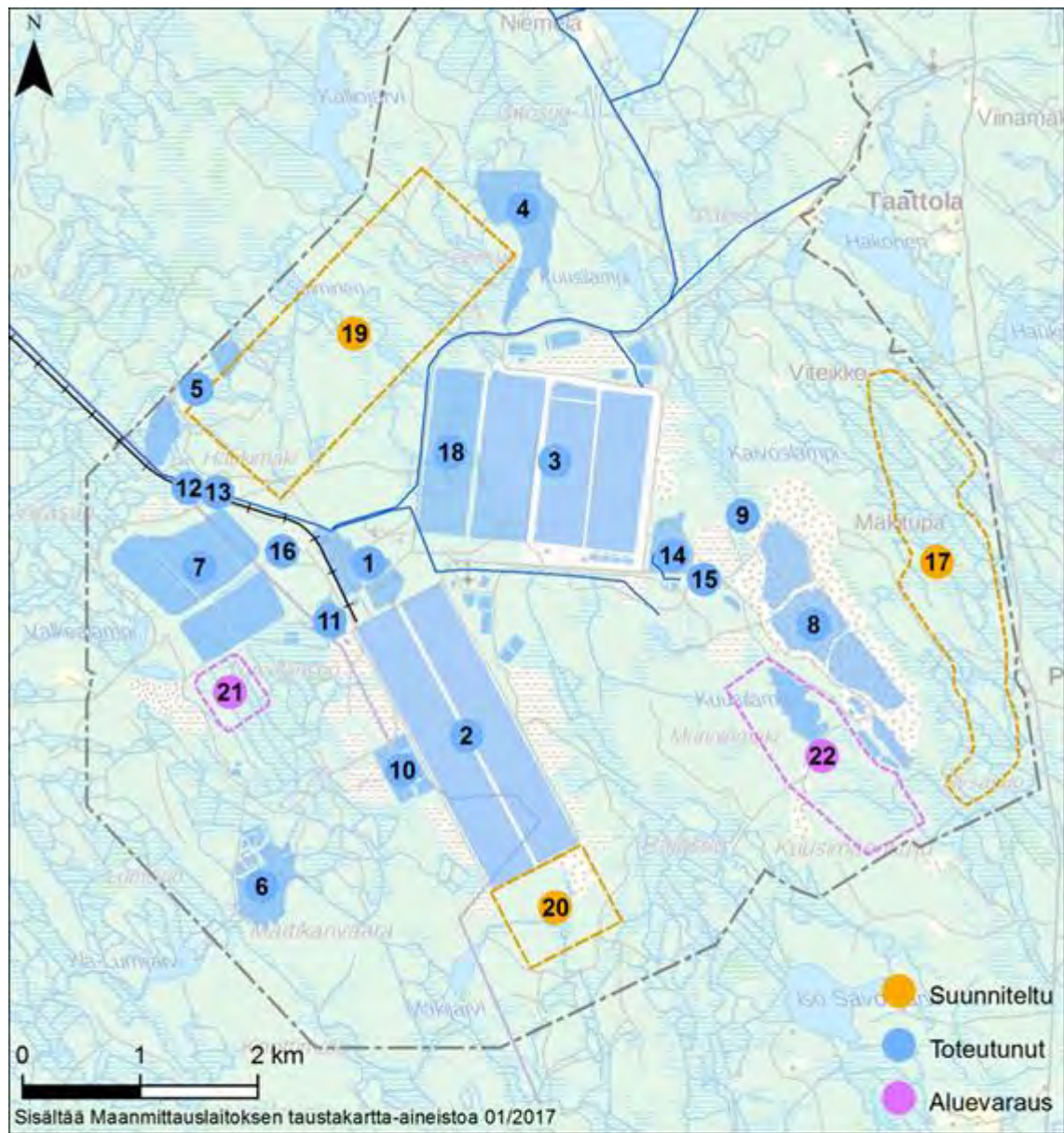
5.1 Sivukivialueiden luokittelu

Terrafamen kaivoksen sivukivialueet luokitellaan Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen Nro 16/0090/2 mukaisesti valtioneuvoston kaivannaisjätteistä antaman asetuksen (kaivannaisjättesetus, 190/2013) mukaiseksi muiksi kaivannaisjätteen jätealueiksi.

Sivukivialueille sijoitetaan kaivoksen avolouhinnassa syntyvää, tuotantotarkoituksiin liian alhaiset metallipitoisuudet omaavaa ja hyödyntämiskelvotonta sivukiveä eli raakkaa sekä toiminnassa muodostuvia jätelajakeita (murskattu kasteluletku, kuljetinmatot, runko- ja ilmastusputket, seula-verkot, suodatinhihnat ja -matot).

5.2 Suunnitellut sivukivialueet

Terrafamen tämän hetken aluesuunnitelmassa on kaksi sivukivialuetta, joista toisen (KL2) ympäristölupahakemus on vireillä aluehallintovirastossa. Pitkän tähtäimen suunnitelmissa on perustaa lisää sivukivialueita kaivospiirin alueelle (Kuva 5-1). Lisäksi sekundääriliuotusalueiden alle tehdään sivukivitäyttöjä. Tähän mennessä kaivoksella louhittu sivukivi on sijoitettu olemassa olevan Kuusilammen sekundääriliuotuskentän alle jäävälle sivukivialueelle.



- | | |
|--|---|
| 1 Tehdasalue | 12 Rautatie |
| 2 Primääriliuotusalue, lohkot 1-4 | 13 Sähkölinja |
| 3 Sekundääriliuotusalue, lohkot 1-3 | 14 Varikkoalue |
| 4 Latosuon allas | 15 Esimurskain |
| 5 Pohjoinen jälkikäsittely-yksikkö | 16 Keskusvedenpuhdistamo |
| 6 Eteläinen jälkikäsittely-yksikkö | 17 Sivukiven läjitysalue, KL2 |
| 7 Kipsisakka-altaat, lohkot 1-6 | 18 Sekundääriliuotusalue, lohko 4 |
| 8 Kuusilammen avolouhos | 19 Sekundääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5-8 |
| 9 Puhtaiden valumavesien käsittely-yksikkö | 20 Primääriliuotusalueen laajennus, lohkot 5 ja 6 |
| 10 Primääriliuoksen (PLS) keräysaltaat | 21 Kipsisakka-altaat laajennus, lohkot 7 ja 8 |
| 11 Uraanilaitos | 22 Sivukiven läjitysalue laajennus, KL1 |

Kuva 5-1. Sivukiven läjitysalueet (suuntaa-antava). Alueiden lopullinen muoto ja sijainti voivat poiketa kuvassa esitetystä. (Kuvan lähde: LVT 2011)

Jatkossa sivukivi tullaan sijoittamaan pääasiassa erillisille sivukivialueille. Kuusilammen avolouhoksen suunnitellut sivukivialueet (KL1 ja KL2) sijaitsevat louhoksen lounais- ja itäpuolilla. Sivukivialueen KL2 rakentamista ja käyttöä koskien on lokakuussa 2016 jätetty ympäristölupapahakemus Pohjois-Suomen aluehallintoviraston käsiteltäväksi. Sivukivialue KL2 sijoittuu Kuusilammen avolouhoksen itäpuolelle Rysäsuon ja Laatansuon välille (Kuva 5-1). Suunniteltu sivukivialue sijoittuu pääosin samalle alueelle, johon vuoden 2007 lupapäätöksessä myönnettiin lupa

sivukivialueen rakentamiseen. Sivukivialueen itäpuoli rajautuu kaivosalueen rajaan ja Tuhkalan-tiehen. Sivukivialueen KL2 pituus on noin 4 kilometriä, leveys noin 0,8 kilometriä ja pinta-ala kokonaisuudessaan noin 200 hehtaaria.

Sivukivialuetta KL1 koskeva ympäristölupahakemus tullaan jättämään aluehallintoviraston käsiteltäväksi myöhemmässä vaiheessa.

5.3 Vesien hallinta

Suotovesien hallitsemiseksi sivukivialueiden pohjarakenteeseen kuuluvat tiivisrakenteet. Sivukivialueille sijoitetaan happoa muodostavaa ja kohonneita metallipitoisuuksia sisältävää mustaliuskesivukiveä. Sivukivialueilla muodostuvien suotovesien laadun on arvioitu vastaavan sekundäärikasan sivukivitäytöistä tulevan veden laatua, eli vedet ovat happamia sekä sulfaatti- ja metallipitoisia. Vesi vastaa laadultaan kaivannaisjätteen jätehuoltosuunnitelman liitteenä olevan selvityksen liukoisia pitoisuuksia. Sivukivialueilla muodostuvat suotovedet johdetaan sivukivialueiden toiminnan aikana joko käsittelyyn tai kaivoksen prosesseihin.

5.4 Sivukivialueiden sulkeminen

Sivukivialueiden sulkeminen toteutetaan vaiheittain erikseen laadittavien suunnitelmien mukaisesti. Alustavan sulkemissuunnitelman mukaan peittorakenteet suunnitellaan siten, että saavutetaan sivukiven geokemialliset ominaisuudet huomioiden riittävä suojaustaso. Vuoden 2007 lupapäätöksessä määräyksessä 91 on edellytetty, että sivukiven läjitysalueille on tehtävä tiivis pintarakenne, joka estää sadeveden ja hapen kulkeutumisen läjitysalueiden sisälle. Määräyksen 91 mukaan suotovesien muodostumisen estämiseksi muotoillun jätetäytön päälle on rakennettava yhtenäinen 1,5 mm:n HDPE-muovikalvosta tehty keinotekoinen eriste. Keinotekoisien eristeiden päälle on levitettävä vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros. Keinotekoinen eriste on suojattava ylä- ja alapuolelta pistemäisiä kuormituksia vastaan suojahiekkakerroksella tai geotekstiilillä. Vastaava määräys on vuoden 2014 luvassa, määräys 111.

Varsinainen sulkemissuunnitelma esitetään 2017 elokuun loppuun mennessä aluehallintovirastoon jätettävässä hakemuksessa ja yksityiskohtaiset rakennussuunnitelmat toimitetaan Kainuun ELY:lle hyväksyttäväksi vähintään 3 kuukautta ennen ensimmäisen lohkon sulkemisen aloittamista. Sulkemissuunnitelmassa esitetään sivukivialueen pintarakenteet.

Kun sivukivialue tai sen osa-alue on täyttynyt ja alueelle on rakennettu erikseen laadittavan suunnitelman mukaiset pintarakenteet, johdetaan pintarakenteen yläpuoliset vedet ympärysojiin ja edelleen ympäristön pintavesiin. Pintarakenteen yläpuoliset vedet eivät ole kosketuksissa sivukiven kanssa, jolloin niiden johtaminen muuhun käsittelyyn tai kaivostoiminnan prosesseihin ei ole tarpeen.

6. SIVUKIVIALUEIDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN VÄHENTÄMINEN

Sivukivialueiden ympäristövaikutukset liittyvät pääasiassa maarakentamisessa ja kiviaineksen käsittelyssä syntyvään meluun ja pölyyn sekä suotovesiin. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu sivukivialueiden päästöjä ja ympäristövaikutuksia.

6.1 Melu ja pöly ja niiden vaikutukset

Sivukivialueiden pohjarakenteiden sekä altaiden rakentamiseen liittyvät työt ovat maanrakentamista. Rakentamisen aikana melua ja tärinää aiheutuu maa- ja kiviainesten siirtämisestä sekä rakennettavalla alueella mahdollisesti tehtävästä kallion louhinnasta. Maansiirtotöissä voi kuivina ajankohtina muodostua lyhytaikaista pölyämistä. Maarakentamisesta muodostuva pöly on pääasiassa suurikokoisia hiukkasia, jotka eivät leviä kauas kohteesta.

Sivukivialueen toiminnan eli täyttötöiminnan aikana melua aiheutuu sivukiven kuljetuksista sekä läjityksestä. Aiheutuvia meluhaittoja estetään sivukivialueella KL2 toteuttamalla sivukiven täyttö suojapenkereen takana. Sivukivialueen KL2 täyttötöiminnan vaikutuksista lähialueiden melutasoihin on tehty mallinnus. Mallinnuksen perusteella päädyttiin rajaamaan sivukivialueen pohjoisimman lohkon suojavallin rakentaminen päiväaikaan, koska mallinnuksen perusteella riskinä on, että yöaikana rakennettaessa yöajan meluohjearvo ylittyy lähimpien asuinrakennusten alueella. Muilla sivukivialueilla tarve melunvähentämistoimenpiteille arvioidaan alueiden suunnitellun ja luvituksen yhteydessä.

Sivukivialueen toiminnan aikana pölypäästöjä syntyy mm. sivukiven lastauksista, kuljetuksista sekä kuormien purkamisesta sivukivialueelle. Lisäksi tie- ja varastointialueilta voi aiheutua pölypäästöjä esim. tuulen aiheuttamana. Pölypäästöjä vähennetään tarvittaessa kastelemalla kuljetusreittejä. Sivukivialueella KL2 pölypäästöjä vähennetään toteuttamalla alueen varsinainen täyttö suojavallien takana. Sivukivialueen KL2 käytön aikaisista vaikutuksista ilmanlaatuun on tehty mallinnus. Mallinnuksen tulosten perusteella toiminnasta ei aiheudu ilmanlaadun raja-arvojen ylittymistä lähimpien häiriintyvien kohteiden alueella. Muilla sivukivialueilla tarve suojavallien toteuttamiselle ja muille mahdollisille pölyntorjuntatoimenpiteille arvioidaan alueiden suunnitellun ja luvituksen yhteydessä.

Peittorakenteiden valmistuttua melua ja pölyä aiheuttavat toiminnot päättyvät sivukivialueilla kokonaan.

6.2 Päästöt vesiin ja vaikutukset vedenlaatuun

Rakentamisen aikana tehtävissä maanrakennustöissä rakennusosalta poistetaan eroosiolta suojaava kasvukerros sekä tarvittavilta osin tehdään massanvaihtoja. Kasvukerroksen poistaminen ja muut maanrakennustyöt voivat lisätä kiintoainekuormaa ja aiheuttaa näin samentumista ja ravinnepitoisuuksien kasvua lähiojissa sateiden aikaan. Hetkelliset kiintoainekuormat voivat rankkasateiden sattuessa olla normaalia suurempia, toisaalta rankkasateiden aikaan vesistön laimennusolot ovat tavallista paremmat. Rakentamisen aikaisia vaikutuksia lievennetään rakentamalla alueelle suunnitelmien mukaiset työnaikaiset selkeytysaltaat, joiden kautta rakentamistyömaalla muodostuvat vedet johdetaan ympäristöön.

Toiminnan aikana muodostuvat sivukivialueiden suotovedet kerätään tiiviiden pohjarakenteiden päältä ja johdetaan edelleen joko prosessikiertoon tai käsiteltäväksi. Sivukivialueiden toiminnan aikana kalvotetulla alueella muodostuvia vesiä ei johdeta suoraan ympäristöön ja edelleen vesistöön.

Sivukivialueen tai sen eri vaiheiden alueelle rakennetaan tiiviit peittorakenteet, jolloin muodostuvien suotovesien määrä vähenee huomattavasti. Myös sulkemisen jälkeen muodostuvat suotovedet kerätään ja johdetaan käsittelyyn tai hyödynnettäväksi. Pintarakenteiden päälle satavat vedet ovat puhtaita pintavesiä ja ne kerätään ympärysojiin, jotka purkavat vedet sivukivialueiden ympäristöön.

6.3 Päästöt ja vaikutukset maaperään ja pohjaveteen

Maaperään ja pohjavesiin saattaa aiheutua päästöjä lähinnä suotovesien välityksellä. Toisaalta suunnitellut sivukivialueet sijoittuvat mustaliuskealueelle, jossa kallioperän ominaisuuksilla on ollut luontainen vaikutus maaperän ja pohjaveden laatuun. Vaikutuksia estetään rakentamalla sivukivialueille sekä altaisiin tiiviit pohjarakenteet ja keräämällä ja johtamalla suotovedet käsittelyyn tai kaivoksen prosessiin. Pohjarakenteiden alapuolisilla kuivatusrakenteilla estetään pohjaveden nousu tiivistysrakenteisiin.

Toiminnan päätyttyä sivukivialueille rakennetaan tiiviit peittorakenteet, joilla estetään vesien suotautuminen sivukivitäyttöön. Rakenteet estävät sadeveden ja hapen kulkeutumista sivukivitäyttöön ja siten suotovesien muodostumista ja haponmuodostusreaktioiden esiintymistä. Vaikutukset ympäristöön tulevat siis sivukivialueiden sulkemisen jälkeen vähenemään.

7. TARKKAILU

Terrafamen kaivoksen tarkkailua tehdään nykyisin Pöyry Finland Oy:n laatiman ja valvovan viranomaisen hyväksymän tarkkailusuunnitelman (*Pöyry Finland Oy, Talvivaara Sotkamo Oy, Talvivaaran kaivoksen tarkkailusuunnitelma, 18.10.2013, täydennetty 27.6.2014*) mukaisesti. Tarkkailusuunnitelmaa täydennetään tarvittavilta osin sivukivialueiden ympäristölupien tarkkailua koskevien määräysten perusteella.

Sivukivialueiden tarkkailu koostuu mm. suotoveden määrän ja laadun sekä lähimpien oji-en/purojen/vesistöjen vedenlaadun tarkkailusta. Sivukivialueiden täyttötoiminnan päätyttyä tarkkailua jatketaan niin pitkään kuin se katsotaan tarpeelliseksi, mutta kuitenkin niin että varaudutaan tarkkailemaan vähintään 30 vuoden ajan. Suotovesiä muodostuu vielä täyttötoiminnan päätyttyäkin, mutta vesimäärät vähenevät olennaisesti tiiviiden pintarakenteiden myötä.

8. VAKUUS

Kaivannaisjätteen jätealueen vakuudesta ja sen määrän arvioinnista on säädetty ympäristönsuojelulaissa ja kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) 10 §:ssä, jonka mukaan vakuuden määrän arvioinnissa on otettava huomioon jätealueen luokitus, sijoitetun jätteen ominaisuudet, maa-alueen tuleva käyttö sekä muut kaivannaisjäteasetuksen liitteessä 5 mainitut seikat. Kaivannaisjäteasetuksen liitteen 5 kriteerit kuuluvat seuraavasti:

1. Jätealueen todennäköiset vaikutukset ympäristöön ja ihmisen terveyteen
2. Jätealueen kunnostamistarve, mukaan lukien sen tuleva käyttö.
3. Sovellettavat ympäristönormit ja ympäristötavoitteet, mukaan lukien jätealueen fyysinen vakaumus, maaperän ja vesien laatua koskevat vähimmäisvaatimukset sekä epäpuhtauspäästöjen enimmäispitoisuudet.
4. Ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat tekniset toimet, erityisesti jätealueen vakauden varmistamiseksi ja ympäristövahinkojen rajoittamiseksi toteutettavat toimet.
5. Tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat toimet jätealueen käytöstä poistamisen aikana ja sen jälkeen, mukaan lukien tarvittaessa maaperän kunnostaminen, jälkihoito ja seuranta sekä biologisen monimuotoisuuden palauttamiseen liittyvät toimet.
6. Vaikutusten ja niiden lieventämiseksi tarvittavien toimien arvioitu kesto.
7. Riippumaton ja pätevä arvio kustannuksista, jotka aiheutuvat tarvittavista toimista maaperän kunnostamiseksi sekä jätealueen käytöstä poistamiseksi ja jälkihoidon järjestämiseksi, mukaan lukien mahdollinen seuranta tai epäpuhtauksien käsittely jälkihoidon aikana; arviossa on otettava huomioon, että jätealue saatetaan joutua poistamaan käytöstä suunnittelemattomasti tai aikaistetusti.

Sivukivialueen KL2 vakuuden arviointi on tehty oletetuille peittorakenteille arvioimalla todelliset rakennustöiden kustannukset. Peittorakenteiden rakentamisen kustannukset on arvioitu Terrafamen kaivoksella maanrakennustöitä sekä tiivisrakenteita toteuttavien urakoitsijoiden antamien yksikköhinta-arvioiden perusteella (2018 →). Oletuksena arvioinnissa on ollut, että peittorakenteen toteuttamiseen sisältyy alhaalta ylöspäin lukien sivukivilouheen kiilaus, suojageotekstiili, 1,5 mm:n HDPE-muovikalvosta tehty keinotekoinen eriste (sileä tasaisilla osilla ja kitkakalvo luiskissa), suojageotekstiili ja sen päällä vähintään 0,5 m:n paksuinen suoja- ja kasvukerros. Sulkemiskustannukseen sisältyvät seuraavat oletukset:

Työvaihe	Yksikkökustannus (€/m ²)
• Suoja- ja kasvukerros 0,5 metriä (turve/moreeni, asennettuna)	2,5
• Suojageotekstiili (400 g/m ²)	1,0
• Keinotekoinen eriste (HDPE 1,5 mm.), kitkakalvo, 40 % alasta	1,40
• Keinotekoinen eriste (HDPE 1,5 mm), sileä, 60 % alasta	1,65
• Suojageotekstiili (400 g/m ²)	1,0
• Asennustyö (salaojamatto, HDPE, geotekstiili)	1,3
• Sivukivilouheen kiilaus (KaM 0...16mm, asennettuna)	1,5
• Työmaatiet ja muu konetyö	0,2
Yhteensä (alv 0 %)	10,6 €/m²

Edellä esitetyillä oletuksilla päästiin sulkemiskustannukseen, jonka suuruus on keskimäärin yhteensä 10,6 euroa sivukivialueen KL2 pinta-alaneliömetriä kohden. Sivukivialueen KL2 ensimmäisen lohkon rakentamisen on arvioitu kestävän yhden vuoden. Lohkon pinta-ala on yhteensä 48 hehtaaria. Peittorakenteen vakuuden määräksi 1. lohkon rakentamisvuotena tulee edellä esitetyllä periaatteella siten 5 088 000 euroa.

Vakuuden on sisällettävä myös suotovesien johtamiseen liittyvät kustannukset (10 v.) sekä tarkkailukustannukset (30 v.) käytöstä poistamisen jälkeen. Sivukivialueen vesien johtamisen ja tarkkailun kustannuksiksi em. ajanjaksoilla arvioidaan yhteensä 500 000 euroa (alv 0 %).

Sivukivialueen KL2 1. lohkon rakentamisvaiheessa asetettavan kertavakuuden, pois lukien toiminnan aloittamisluvan vakuus, kokonaismäärä on näin ollen **5 588 000 euroa**.

Sivukiveä ajetaan alueelle syksystä 2017 alkaen ja ensimmäisen kerran alueelle tarvittava jälkihoitovakuus määritetään tammikuussa 2018, jonka jälkeen se tarkistetaan vuosittain tammikuussa muiden jälkihoitovakuuksien tarkistuksen yhteydessä. Vakuus tarkastetaan siten, että se vastaa jo tehtyjen mutta vielä sulkemattomien sivukivialueiden ja suunnitelmien mukaisesti toimintavuoden aikana käyttöön otettavien alueiden pintaneliömetriä kohden aiheutuvaa sulkemiskustannusta. Vakuutta kasvatetaan toimintavuoden aikana rakennettavan pinta-alan mukaisesti. Vastaavasti vakuudesta poistetaan pinta-alaperusteisesti suljettujen lohkojen osuudet sitä mukaa, kun sulkeminen on kyseisiltä lohkoilta saatu valmiiksi.

LIITE 2

Ramboll Finland Oy / Lahti

Niemenkatu 73
15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Musta- liuske, koko- naispi- toisuu- det	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01311	17SS 01312	17SS 01313	17SS 01314	17SS 01315		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	100					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	3,2					% ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					CEN/TS 14405 ¹ V
pH	5,8		7,3	7,4	6,8		SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus 25°C			150	74	41	mS/m	SFS-EN 27888 V
DOC, C			0,25	0,14	0,15	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹ V
Kloridi (Cl)			0,43	0,18	0,20	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
Fluoridi (F)			0,069	0,065	0,16	mg/kg ka	SFS 3027 ¹ V
Sulfaatti (SO4)			59	24	36	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
TDS			130	59	92	mg/kg ka	RA1098 V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	5,0					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364 V
ANC, pH 4 +	0,020					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 5 +	<0,01					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007 L
Tilavuus			151	148	436	ml	
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000 L
Alumiini (Al)	29000					mg/kg ka	RA3000 L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01311	17SS 01312	17SS 01313	17SS 01314	17SS 01315	Yksikkö	Menetelmä	
Antimoni (Sb)	2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	67		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	11		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	1,1					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	0,55		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	540					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	14		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	9000					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	11000					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	260		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	83		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	1400		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	30		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	14000					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	5200					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	45		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	1800					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	2200		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	130000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	100000					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	42		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	4300		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	1,5		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	730					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	11		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	400		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näytenumero	17SS 01316	17SS 01317	17SS 01318	17SS 01319	17SS 01893			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							CEN/TS 14405 ¹	V
pH	6,9	6,8	6,9	6,7			SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus 25°C	25	11	3,9	2,5		mS/m	SFS-EN 27888	V
DOC, C	0,21	0,29	0,68	0,49	2,2	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹	V
Kloridi (Cl)	0,15	<0,40	<0,60	<0,49	<2,5	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V
Fluoridi (F)	0,21	0,27	0,48	0,49	1,7	mg/kg ka	SFS 3027 ¹	V
Sulfaatti (SO4)	37	25	16	9,8	210	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V
TDS	91	69	100	118	660	mg/kg ka	RA1098	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01316	17SS 01317	17SS 01318	17SS 01319	17SS 01893	Yksikkö	Menetelmä	
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)							CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 5 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Tilavuus	725	1449	4333	7106		ml		V
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,037	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,0044	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
 V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katarina.koikkalainen@ramboll.fi; tiina.koivurinne@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

1/4

Projekti: 1510033357/2

Ramboll Finland Oy / Lahti

Niemenkatu 73
15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Kiille- liuske, koko- naispi- toisuu- det	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näytenumero	17SS 01320	17SS 01321	17SS 01322	17SS 01323	17SS 01324		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	100					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	0,21					% ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					CEN/TS 14405 ¹ V
pH	8,6		8,1	8,3	7,8		SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus 25°C			48	27	16	mS/m	SFS-EN 27888 V
DOC, C			0,29	0,15	0,15	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹ V
Kloridi (Cl)			0,70	0,075	0,027	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
Fluoridi (F)			0,12	0,16	0,32	mg/kg ka	SFS 3027 ¹ V
Sulfaatti (SO4)			4,6	1,6	1,2	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
TDS			31	18	27	mg/kg ka	RA1098 V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364 V
ANC, pH 4 +	0,031					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 5 +	0,023					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 6 +	0,016					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 7 +	<0,01					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 8 +	<0,01					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 1510033357/2

	17SS 01320	17SS 01321	17SS 01322	17SS 01323	17SS 01324	Yksikkö	Menetelmä	
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007	L
Tilavuus			129	131	397	ml		V
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000	L
Alumiini (Al)	16000					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	1,6		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	200		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,10		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	450					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,20		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	11000					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	1600					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	11		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	59		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	20		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	4,2		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	10000					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	350					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	<2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	190					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	38		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	26000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	610					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	69		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	2300					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	1,2		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	63		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näytenumero	17SS 01325	17SS 01326	17SS 01327	17SS 01328	17SS 01894			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							CEN/TS 14405 ¹	V
pH	7,6	7,3	7,5	7,5			SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus 25°C	9,6	6,8	4,9	3,9		mS/m	SFS-EN 27888	V
DOC, C	0,22	0,94	0,56	0,89	3,2	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹	V
Kloridi (Cl)	<0,10	<0,20	<0,57	<0,49	<2,2	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 1510033357/2

	17SS 01325	17SS 01326	17SS 01327	17SS 01328	17SS 01894	Yksikkö	Menetelmä	
Fluoridi (F)	0,14	0,10	<0,28	<0,24	<1,4	mg/kg ka	SFS 3027 ¹	V
Sulfaatti (SO ₄)	2,0	4,3	14	17	45	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V
TDS	46	84	120	165	490	mg/kg ka	RA1098	V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)							CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 5 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 6 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 7 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 8 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Tilavuus	666	1351	3757	6458		ml		V
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	0,021	0,042	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,025	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	0,022	0,036	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

4/4

Projekti: 1510033357/2

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
 V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katriina.koikkalainen@ramboll.fi; tiina.koivurinne@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

1/4

Projekti: 1510033357/3

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Kvartsiiti, kokonaispitoisuudet	Läpivirtaustesti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01329	17SS 01330	17SS 01331	17SS 01332	17SS 01333		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	100					m-%	RA4016 ¹ L
Hekikutushäviö 550°C	0,36					% ka	RA4016 L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °			36	22	35	mg/kg ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					RA2067 L
pH		7,5	7,5	7,8	7,8		RA2000 L
pH	9,0						SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus		74	57	29	17	mS/m	RA2013 ¹ L
DOC			2,6	1,4	1,8	mg/kg ka	RA2007 L
Kloridi			1,8	0,20	<0,16	mg Cl/kg ka	RA2018 L
Fluoridi			0,017	0,026	0,093	mg F/kg ka	RA2018 L
Sulfaatti			1,8	0,31	<0,16	mg SO4/kg ka	RA2018 L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364 V
ANC, pH 4 +	0,081					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 5 +	0,045					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 6 +	0,026					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 7 +	0,017					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 8 +	<0,01					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007 L
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000 L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 151003357/3

	17SS 01329	17SS 01330	17SS 01331	17SS 01332	17SS 01333	Yksikkö	Menetelmä	
Alumiini (Al)	8200					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	30		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,10		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	280					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,20		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	1700					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	3400					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	1,4		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	19		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	<5,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	3200					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	150					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	<2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	180					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	5,1		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	5500					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	<100					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	<5,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	300					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	5,5		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näyttenumero	17SS 01334	17SS 01335	17SS 01336	17SS 01337	17SS 01895			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	45	65	100	170	480	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							RA2067	L
pH	7,2	7,3	7,7	8,3			RA2000	L
pH							SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus	11	7,5	5,1	4,0		mS/m	RA2013 ¹	L
DOC	1,7	2,9	2,5	4,0	17	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	<0,24	<0,51	<1,5	<13	<17	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	0,12	<0,11	<0,30	<2,5	<3,2	mg F/kg ka	RA2018	L
Sulfaatti	<0,24	<0,51	<1,5	<13	<18	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 151003357/3

	17SS 01334	17SS 01335	17SS 01336	17SS 01337	17SS 01895	Yksikkö	Menetelmä	
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)							CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 5 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 6 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 7 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 8 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	0,086	0,14	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

4/4

Projekti: 1510033357/3

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
 V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katariina.koikkalainen@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Meta- karbo- naattiki- vi, koko- naispi- toisuu- det	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näytenumero	17SS 01338	17SS 01339	17SS 01340	17SS 01341	17SS 01342		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	100					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	4,9					% ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					CEN/TS 14405 ¹ V
pH	8,3		5,6	6,9	6,8		SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus 25°C			280	110	49	mS/m	SFS-EN 27888 V
DOC, C			0,39	0,10	0,15	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹ V
Kloridi (Cl)			4,0	1,3	1,2	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
Fluoridi (F)			0,10	0,11	0,29	mg/kg ka	SFS 3027 ¹ V
Sulfaatti (SO ₄)			110	34	36	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
TDS			250	91	110	mg/kg ka	RA1098 V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	4,0					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364 V
ANC, pH 4 +	0,27					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 5 +	0,17					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 6 +	0,059					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
ANC, pH 7 +	0,028					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 1510033357/4

	17SS 01338	17SS 01339	17SS 01340	17SS 01341	17SS 01342	Yksikkö	Menetelmä	
ANC, pH 8 +	<0,01					mol H+ /kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007	L
Tilavuus			145	143	412	ml		V
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000	L
Alumiini (Al)	35000					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	5,2		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	220		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	21		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	3,7		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	1800					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	22		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	12000					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	29000					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	210		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	110		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	2100		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	45		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	23000					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	9300					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	47		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	1100					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	2500		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	110000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	97000					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	43		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	7500		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	2,6		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	2000					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	15		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	560		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näyttenumero	17SS 01343	17SS 01344	17SS 01345	17SS 01346	17SS 01896			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							CEN/TS 14405 ¹	V
pH	7,0	7,2	7,6	7,0			SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus 25°C	25	11	7,4	6,5		mS/m	SFS-EN 27888	V
DOC, C	0,18	0,26	0,68	0,57	2,3	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 1510033357/4

	17SS 01343	17SS 01344	17SS 01345	17SS 01346	17SS 01896	Yksikkö	Menetelmä	
Kloridi (Cl)	0,42	0,11	<0,30	<1,0	<8,4	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304--1 mod. ¹	V
Fluoridi (F)	0,40	0,61	1,2	0,97	3,7	mg/kg ka	SFS 3027 ¹	V
Sulfaatti (SO ₄)	25	19	13	7,6	240	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304--1 mod. ¹	V
TDS	73	91	210	179	1000	mg/kg ka	RA1098	V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)							CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 5 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 6 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 7 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 8 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Tilavuus	678	1436	4326	7169		ml		V
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	0,057	0,052	0,15	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,025	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,037	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

4/4

Projekti: 1510033357/4

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
 V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katarina.koikkalainen@ramboll.fi; tiina.koivurinne@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Finland Oy / Lahti

Niemenkatu 73
15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Musta- liuskea- luen pinta- maa 1, koko- naispi- toisuu- det	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01389	17SS 01390	17SS 01391	17SS 01392	17SS 01393		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	91					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	0,29					% ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					CEN/TS 14405 ¹ V
pH	4,7		3,0	3,1	3,3		SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus 25°C			500	240	61	mS/m	SFS-EN 27888 V
DOC, C			0,91	0,39	0,23	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹ V
Kloridi (Cl)			0,19	0,11	0,062	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
Fluoridi (F)			0,12	0,096	<0,077	mg/kg ka	SFS 3027 ¹ V
Sulfaatti (SO ₄)			450	180	67	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
TDS			710	280	110	mg/kg ka	RA1098 V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364 V
ANC, pH 4 +	0,10					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007 L
Tilavuus			108	118	316	ml	
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000 L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01389	17SS 01390	17SS 01391	17SS 01392	17SS 01393	Yksikkö	Menetelmä	
Alumiini (Al)	5600					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	25		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,10		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	350					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,20		0,12	0,047	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	1400					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	3000					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	3,1		0,75	0,27	0,10	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	16		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	13		1,5	0,57	0,24	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	2,5		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	2400					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	110					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	230					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	13		4,7	1,9	0,68	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	6700					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	260					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	40		18	6,9	2,5	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1100					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<1,0		0,064	0,025	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	24		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näytenumero	17SS 01394	17SS 01395	17SS 01396	17SS 01397	17SS 01898			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							CEN/TS 14405 ¹	V
pH	3,6	3,7	4,1	4,9			SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus 25°C	25	17	9,0	5,4		mS/m	SFS-EN 27888	V
DOC, C	<0,050	0,23	0,53	0,76	3,1	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹	V
Kloridi (Cl)	0,066	0,098	<0,30	<0,55	<1,4	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V
Fluoridi (F)	<0,13	0,14	0,52	1,1	<2,2	mg/kg ka	SFS 3027 ¹	V
Sulfaatti (SO4)	31	42	70	82	920	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01394	17SS 01395	17SS 01396	17SS 01397	17SS 01898	Yksikkö	Menetelmä	
TDS	59	86	99	140	1500	mg/kg ka	RA1098	V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)							CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +						mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Tilavuus	517	1032	3112	5746		ml		V
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	0,047	0,18	0,38	0,64	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,21	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,033	0,030	0,028	0,029	1,2	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,023	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	0,095	0,087	0,081	0,095	2,6	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	0,24	0,22	0,20	0,16	8,1	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,024	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	0,86	0,81	0,79	0,69	30	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,11	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
 V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katarina.koikkalainen@ramboll.fi; tiina.koivurinne@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Musta- liuskea- luen pinta- maa 2, koko- naispi- toisuu- det	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01398	17SS 01399	17SS 01400	17SS 01401	17SS 01402		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	85					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	0,70					% ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					CEN/TS 14405 ¹ V
pH	4,1		3,6	3,5	3,7		SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus 25°C			400	230	60	mS/m	SFS-EN 27888 V
DOC, C			0,67	0,40	0,29	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹ V
Kloridi (Cl)			0,14	0,12	0,11	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
Fluoridi (F)			0,27	0,25	0,23	mg/kg ka	SFS 3027 ¹ V
Sulfaatti (SO4)			340	160	89	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
TDS			510	260	280	mg/kg ka	RA1098 V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364 V
ANC, pH 4 +	<0,01					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007 L
Tilavuus			110	112	336	ml	
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000 L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 1510033357/7

	17SS 01398	17SS 01399	17SS 01400	17SS 01401	17SS 01402	Yksikkö	Menetelmä	
Alumiini (Al)	8600					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	34		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,10		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	640					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,20		0,093	0,036	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	2800					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	3400					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	5,2		0,77	0,38	0,20	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	27		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	20		0,76	0,28	0,17	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	3,9		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	4300					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	150					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	<2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	230					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	18		3,3	1,6	0,91	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	15000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	280					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	55		13	6,4	3,5	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1500					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	1,6		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	36		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näytenumero	17SS 01403	17SS 01404	17SS 01405	17SS 01406	17SS 01899			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							CEN/TS 14405 ¹	V
pH	3,9	4,0	4,1	4,2			SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus 25°C	19	12	8,0	6,2		mS/m	SFS-EN 27888	V
DOC, C	0,25	0,26	0,57	1,1	3,5	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹	V
Kloridi (Cl)	0,063	<0,10	<0,30	<0,50	<1,3	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V
Fluoridi (F)	<0,13	0,23	0,57	0,96	<2,6	mg/kg ka	SFS 3027 ¹	V
Sulfaatti (SO4)	30	34	60	83	800	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 1510033357/7

	17SS 01403	17SS 01404	17SS 01405	17SS 01406	17SS 01899	Yksikkö	Menetelmä	
TDS	78	57	98	160	1400	mg/kg ka	RA1098	V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)							CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +						mol H+ /kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Tilavuus	555	1104	3283	5553		ml		V
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	0,030	0,072	0,28	0,52	0,92	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,18	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,057	0,044	0,049	0,053	1,6	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	0,068	0,074	0,12	0,16	1,6	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	0,036	0,041	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	0,29	0,24	0,25	0,27	6,9	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	1,1	1,1	1,5	1,5	28	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,023	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

4/4

Projekti: 1510033357/7

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
 V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katarina.koikkalainen@ramboll.fi; tiina.koivurinne@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Musta- liuskea- luen pinta- maa 3, koko- naispi- toisuu- det	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01407	17SS 01408	17SS 01409	17SS 01410	17SS 01411		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	91					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	0,34					% ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					CEN/TS 14405 ¹ V
pH	4,4		2,8	2,9	3,2		SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus 25°C			630	270	63	mS/m	SFS-EN 27888 V
DOC, C			0,84	0,035	0,25	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹ V
Kloridi (Cl)			0,34	0,18	0,13	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
Fluoridi (F)			<0,053	0,13	0,076	mg/kg ka	SFS 3027 ¹ V
Sulfaatti (SO4)			600	180	62	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹ V
TDS			950	290	110	mg/kg ka	RA1098 V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364 V
ANC, pH 4 +	0,033					mol H+/kg	CEN/TS 15364 V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007 L
Tilavuus			120	125	343	ml	
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000 L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 151003357/8

	17SS 01407	17SS 01408	17SS 01409	17SS 01410	17SS 01411	Yksikkö	Menetelmä	
Alumiini (Al)	6400					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,50		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	1,5		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	30		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,10		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	430					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,65		0,39	0,12	0,036	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	1800					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	4100					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	5,0		0,94	0,29	0,093	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	21		0,025	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	16		1,6	0,55	0,20	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	4,3		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	2900					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	180					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	<2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	340					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	30		7,9	2,6	0,83	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	13000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	3500					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	1,2		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	92		33	10	3,2	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1200					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	1,5		0,30	0,086	0,023	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	29		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näytenumero	17SS 01412	17SS 01413	17SS 01414	17SS 01415	17SS 01900			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							CEN/TS 14405 ¹	V
pH	3,5	3,6	4,0	4,3			SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus 25°C	27	19	10	6,6		mS/m	SFS-EN 27888	V
DOC, C	0,099	0,32	0,55	0,97	3,1	mg/kg ka	SFS-EN 1484 ¹	V
Kloridi (Cl)	0,11	4,7	<0,59	<0,50	<6,5	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V
Fluoridi (F)	<0,13	0,27	1,0	1,8	<3,4	mg/kg ka	SFS 3027 ¹	V
Sulfaatti (SO4)	32	45	78	94	1100	mg/kg ka	SFS-EN ISO 10304-- 1mod. ¹	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 1510033357/8

	17SS 01412	17SS 01413	17SS 01414	17SS 01415	17SS 01900	Yksikkö	Menetelmä	
TDS	61	40	240	170	1900	mg/kg ka	RA1098	V
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)							CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +						mol H+ /kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Tilavuus	572	1144	3400	5741		ml		V
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	0,062	0,14	0,23	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,58	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,030	0,023	<0,020	0,026	1,4	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,035	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	0,074	0,062	0,053	0,044	2,6	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	0,28	0,22	0,18	0,17	12	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	1,1	0,84	0,74	0,66	50	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,42	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

4/4

Projekti: 1510033357/8

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
 V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katarina.koikkalainen@ramboll.fi; tiina.koivurinne@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

09-August-2017

SGS Finland

Attn : Olli-Pekka Jaakola

Kotolahdentie 10
FIN-48310 Kotka,
Finland

Phone: 35852106200
Fax: 35853453366

Date Rec. : 14 July 2017
LR Report: CA15315-JUL17
Reference: Job #: KE17-02813,
1510033357

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: KE17-02813.001 Mustaliuske (17SS01311)	6: KE17-02813.002 Killeliuske (17SS01320)	7: KE17-02813.003 Kvartsitti Metakarbonaatti (17SS01329)kivi	8: KE17-02813.004 (17SS01338)
Sample Date & Time					N/A	N/A	N/A	N/A
Paste pH	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	7.16	9.52	9.24	8.22
Carbonate Rating	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	31	0.889	0.130	29
Sample weight [g]	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	2.00	1.99	1.99	1.99
HCl_add [mL]	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	1.80	1.50	1.20	5.60
HCl [Normality]	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	1.00	1.00	1.00	1.00
NaOH [Normality]	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	0.10	0.10	0.10	0.10
Vol NaOH to pH=8.3 [mL]	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	17.10	13.83	10.42	30.03
Final pH	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	2.42	2.34	2.36	2.50
NP [t CaCO ₃ /1000 t]	01-Aug-17	15:00	03-Aug-17	14:44	2.2	2.9	4.0	65
AP [t CaCO ₃ /1000 t]	---	---	03-Aug-17	14:47	268	0.94	0.62	233
Net NP [t CaCO ₃ /1000 t]	---	---	03-Aug-17	14:47	-266	1.96	3.38	-168
NP/AP [ratio]	---	---	03-Aug-17	14:47	0.01	3.09	6.45	0.28
S [%]	21-Jul-17	15:18	28-Jul-17	14:25	11.6	0.079	< 0.005	9.12
Acid Leachable SO ₄ -S [%]	---	---	---	---	2.98	0.05	< 0.02	1.67
Sulphide [%]	28-Jul-17	13:14	28-Jul-17	14:25	8.58	0.03	< 0.02	7.45
C [%]	21-Jul-17	15:18	27-Jul-17	10:52	7.04	0.206	0.044	7.30
CO ₃ [%]	27-Jul-17	09:50	27-Jul-17	10:52	31.0	0.889	0.130	28.6

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA15315-JUL17

Analysis	9:	10:	11:	12:	13:	14:	15:
	KE17-02813.005 Mustaliuskealue en pintamaa, kokooma 1 (17SS01389)	KE17-02813.006 Mustaliuskealue en pintamaa, kokooma 2 (17SS01398)	KE17-02813.007 Mustaliuskealue en pintamaa, kokooma 3 (17SS01407)	KE17-02813.008 Loppuun liuotettu malmi, kokooma 1 (17SS01416)	KE17-02813.009 Loppuun liuotettu malmi, kokooma 2 (17SS01425)	KE17-02813.010 Loppuun liuotettu malmi, kokooma 3 (17SS01434)	KE17-02813.011 Loppuun liuotettu malmi, kokooma 4 (17SS01443)
Sample Date & Time	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paste pH	6.13	5.62	5.80	3.73	3.68	3.52	3.76
Carbonate Rating	0.260	0.754	0.200	27	24	29	33
Sample weight [g]	2.01	2.00	1.99	2.01	2.01	2.02	2.01
HCl_add [mL]	1.20	1.30	1.10	1.30	1.10	1.20	1.30
HCl [Normality]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
NaOH [Normality]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vol NaOH to pH=8.3 [mL]	11.76	13.06	11.06	17.35	15.60	18.10	16.84
Final pH	2.34	2.35	2.34	2.39	2.40	2.38	2.34
NP [t CaCO3/1000 t]	0.60	-0.20	-0.20	-11	-11	-15	-10
AP [t CaCO3/1000 t]	0.62	2.50	0.62	112	146	208	109
Net NP [t CaCO3/1000 t]	-0.02	-2.70	-0.82	-123	-158	-223	-119
NP/AP [ratio]	0.97	-0.08	-0.32	-0.10	-0.08	-0.07	-0.09
S [%]	0.031	0.137	0.051	4.96	5.82	9.24	5.00
Acid Leachable SO4-S [%]	0.03	0.06	0.03	1.38	1.14	2.60	1.50
Sulphide [%]	< 0.02	0.08	0.02	3.58	4.68	6.64	3.50
C [%]	0.078	0.209	0.065	6.48	6.07	7.68	7.64
CO3 [%]	0.260	0.754	0.200	26.8	24.4	28.9	32.9



Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi:	Terraframe Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen		
	Näytteenottopvm:		
	Näyte saapui:		
Näytteenottaja:	Analysointi aloitettu:		
	1.6.2017		
	1.6.2017		

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Lop- puun liuotet- tu mal- mi 1, ko- konais- pitoi- suudet	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01416	17SS 01417	17SS 01418	17SS 01419	17SS 01420		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	88					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	11					% ka	RA4016 L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °			1300	1000	1800	mg/kg ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					RA2067 L
pH		2,5	2,6	2,7	2,7		RA2000 L
pH	3,3						SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus		860	770	660	460	mS/m	RA2013 ¹ L
DOC			2,0	0,64	<3,0	mg/kg ka	RA2007 L
Kloridi			<0,52	2,8	2,2	mg Cl/kg ka	RA2018 L
Fluoridi			0,33	0,40	2,3	mg F/kg ka	RA2018 L
Sulfaatti			880	670	1200	mg SO ₄ /kg ka	RA2018 L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	5,7					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)	ok						CEN/TS 15364 V
BNC, pH 4 +	0,020					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 5 +	0,047					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 6 +	0,074					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 7 +	0,097					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 8 +	0,12					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01416	17SS 01417	17SS 01418	17SS 01419	17SS 01420	Yksikkö	Menetelmä	
BNC, pH 9 +	0,16					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +	0,23					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +	0,31					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +	0,55					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007	L
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000	L
Alumiini (Al)	19000					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	1,4		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	94		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	16		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	0,64		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	1300					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,85		0,070	0,051	0,065	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	9600					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	14000					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	130		0,65	0,47	0,55	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	87		0,080	0,056	0,074	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	270		7,1	5,2	6,9	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	42		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	9800					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	990					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	50		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	2200					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	170		7,7	5,5	7,2	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	150000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	64000					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	46		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	580		16	11	14	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	1,3		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1500					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	4,6		0,070	0,050	0,064	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	550		0,071	0,073	0,10	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näyttenumero	17SS 01421	17SS 01422	17SS 01423	17SS 01424	17SS 01901			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	1800	2700	7700	10000	27000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							RA2067	L
pH	2,8	3,0	3,2	3,2			RA2000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01421	17SS 01422	17SS 01423	17SS 01424	17SS 01901	Yksikkö	Menetelmä	
pH							SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus	340	280	260	220		mS/m	RA2013 ¹	L
DOC	<5,1	<4,1	<12	46	<73	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	1,4	1,1	1,8	<13	<23	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	0,76	0,84	0,51	<2,5	<7,7	mg F/kg ka	RA2018	L
Sulfaatti	1300	1900	5200	11000	22000	mg SO ₄ /kg ka	RA2018	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)							CEN/TS 15364	V
BNC, pH 4 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 5 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 6 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 7 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 8 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 9 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,026	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,035	<0,020	0,024	0,029	0,29	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,26	0,080	0,059	0,058	2,1	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	0,052	0,045	0,044	<0,020	0,37	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	4,0	2,0	1,7	1,1	28	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	3,8	1,5	1,4	1,4	29	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01421	17SS 01422	17SS 01423	17SS 01424	17SS 01901	Yksikkö	Menetelmä	
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleeni (Se)	<0,020	<0,020	0,073	0,079	0,21	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	6,6	2,3	2,0	1,8	54	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	0,040	<0,020	<0,020	<0,020	0,26	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	0,056	0,050	0,096	<0,020	0,45	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katariina.koikkalainen@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

1/4

Projekti: 1510033357/10

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Lop- puun liuotet- tu mal- mi 2, ko- konais- pitoi- suudet	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01425	17SS 01426	17SS 01427	17SS 01428	17SS 01429		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	85					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	10					% ka	RA4016 L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °			2100	1300	2200	mg/kg ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					RA2067 L
pH		2,1	2,2	2,3	2,4		RA2000 L
pH	3,5						SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus		1100	1000	870	580	mS/m	RA2013 ¹ L
DOC			0,84	0,34	1,8	mg/kg ka	RA2007 L
Kloridi			<1,1	3,1	<1,6	mg Cl/kg ka	RA2018 L
Fluoridi			2,8	0,90	2,6	mg F/kg ka	RA2018 L
Sulfaatti			1400	870	1500	mg SO4/kg ka	RA2018 L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	6,1					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)	ok						CEN/TS 15364 V
BNC, pH 4 +	0,014					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 5 +	0,055					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 6 +	0,085					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 7 +	0,11					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 8 +	0,14					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 151003357/10

	17SS 01425	17SS 01426	17SS 01427	17SS 01428	17SS 01429	Yksikkö	Menetelmä	
BNC, pH 9 +	0,19					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +	0,25					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +	0,34					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +	0,62					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007	L
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000	L
Alumiini (Al)	20000					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	1,5		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	87		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	11		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	0,67		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	1100					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,47		0,062	0,036	0,045	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	9900					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	13000					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	22		1,0	0,60	0,72	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	79		0,23	0,13	0,16	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	140		7,1	4,2	5,5	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	37		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	6300					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	670					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	52		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	4100					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	120		10	5,8	7,8	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	150000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	60000					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	43		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	400		16	9,3	12	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	1,4		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1400					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	4,2		0,059	0,033	0,035	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	580		0,24	0,29	0,49	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näyttenumero	17SS 01430	17SS 01431	17SS 01432	17SS 01433	17SS 01902			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	1900	3000	8000	12000	31000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							RA2067	L
pH	2,6	3,1	3,2	3,4			RA2000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

Projekti: 151003357/10

	17SS 01430	17SS 01431	17SS 01432	17SS 01433	17SS 01902	Yksikkö	Menetelmä	
pH							SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus	380	280	260	250		mS/m	RA2013 ¹	L
DOC	<5,2	<4,1	<12	<20	<45	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	<0,52	<0,51	<1,5	<13	<21	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	0,63	0,89	0,86	<2,5	<12	mg F/kg ka	RA2018	L
Sulfaatti	1300	1900	5200	13000	25000	mg SO ₄ /kg ka	RA2018	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)							CEN/TS 15364	V
BNC, pH 4 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 5 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 6 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 7 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 8 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 9 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,032	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,20	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,26	0,057	0,054	0,042	2,8	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	0,072	0,042	0,043	0,030	0,70	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	2,5	0,95	1,2	1,0	22	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	3,2	1,2	1,5	1,2	31	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01430	17SS 01431	17SS 01432	17SS 01433	17SS 01902	Yksikkö	Menetelmä	
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	0,038	0,055	0,14	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	4,2	1,1	1,3	1,1	46	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,15	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	0,22	0,11	0,12	<0,020	1,5	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katariina.koikkalainen@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

1/4

Projekti: 1510033357/11

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Lop- puun liuotet- tu mal- mi 3, ko- konais- pitoi- suudet	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01434	17SS 01435	17SS 01436	17SS 01437	17SS 01438		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	87					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	13					% ka	RA4016 L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °			2000	1900	3400	mg/kg ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					RA2067 L
pH		2,4	2,5	2,6	2,8		RA2000 L
pH	2,9						SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus		1100	1100	1100	720	mS/m	RA2013 ¹ L
DOC			1,5	0,84	<3,1	mg/kg ka	RA2007 L
Kloridi			3,0	1,6	1,8	mg Cl/kg ka	RA2018 L
Fluoridi			0,32	0,36	2,0	mg F/kg ka	RA2018 L
Sulfaatti			1200	1100	2100	mg SO4/kg ka	RA2018 L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	8,0					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)	ok						CEN/TS 15364 V
BNC, pH 4 +	0,060					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 5 +	0,090					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 6 +	0,12					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 7 +	0,14					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 8 +	0,17					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 151003357/11

	17SS 01434	17SS 01435	17SS 01436	17SS 01437	17SS 01438	Yksikkö	Menetelmä	
BNC, pH 9 +	0,20					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +	0,24					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +	0,31					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +	0,60					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltolahotus, kuningasvesi	ok						RA3007	L
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000	L
Alumiini (Al)	11000					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	1,7		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	200		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	15		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	1,8		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	210					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,24		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	9000					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	41000					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	38		0,26	0,23	0,40	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	59		0,028	<0,020	0,026	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	730		1,6	1,3	2,2	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	28		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	11000					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	1000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	54		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	540					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	58		1,2	1,1	1,9	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	110000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	100000					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	53		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	63		1,6	1,4	2,5	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	1,3		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1100					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	400		0,42	0,30	0,38	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näyttenumero	17SS 01439	17SS 01440	17SS 01441	17SS 01442	17SS 01903			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	2800	3400	8400	13000	35000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							RA2067	L
pH	2,9	3,2	3,4	3,5			RA2000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 1510033357/11

	17SS 01439	17SS 01440	17SS 01441	17SS 01442	17SS 01903	Yksikkö	Menetelmä	
pH							SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus	440	310	270	250		mS/m	RA2013 ¹	L
DOC	<5,1	<3,9	<12	<20	<47	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	<1,3	3,6	2,0	<13	<26	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	1,1	0,49	0,80	<2,5	<7,7	mg F/kg ka	RA2018	L
Sulfaatti	1800	2100	5400	12000	26000	mg SO ₄ /kg ka	RA2018	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)							CEN/TS 15364	V
BNC, pH 4 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 5 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 6 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 7 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 8 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 9 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,055	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,23	0,15	0,092	0,023	1,4	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,099	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	1,3	0,99	0,76	0,25	8,4	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	1,2	0,93	0,85	0,40	7,6	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01439	17SS 01440	17SS 01441	17SS 01442	17SS 01903	Yksikkö	Menetelmä	
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	0,073	0,12	0,25	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	1,5	0,99	0,78	0,39	9,1	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,038	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	0,13	0,053	0,032	<0,020	1,3	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katariina.koikkalainen@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

1/4

Projekti: 1510033357/12

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi: Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 1.6.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Lop- puun liuotet- tu mal- mi 4, ko- konaish- pitoi- suudet	Läpivir- taustes- ti	P1	P2	P3		
Näyttenumero	17SS 01443	17SS 01444	17SS 01445	17SS 01446	17SS 01447		
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	88					m-%	RA4016 ¹ L
Hehkutushäviö 550°C	9,0					% ka	RA4016 L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °			750	700	1400	mg/kg ka	RA4016 L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					RA2067 L
pH		2,7	2,8	3,8	3,3		RA2000 L
pH	3,6						SFS-EN ISO 10523, SFS 3021 V
Sähkönjohtavuus		540	530	490	360	mS/m	RA2013 ¹ L
DOC			0,58	0,30	<3,1	mg/kg ka	RA2007 L
Kloridi			3,4	0,60	<0,78	mg Cl/kg ka	RA2018 L
Fluoridi			0,21	0,29	0,48	mg F/kg ka	RA2018 L
Sulfaatti			1000	470	920	mg SO4/kg ka	RA2018 L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	6,7					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹ V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)	ok						CEN/TS 15364 V
BNC, pH 4 +	<0,01					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 5 +	0,017					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 6 +	0,029					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 7 +	0,041					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V
BNC, pH 8 +	0,053					mol OH-/kg	CEN/TS 15364 V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/4

Projekti: 151003357/12

	17SS 01443	17SS 01444	17SS 01445	17SS 01446	17SS 01447	Yksikkö	Menetelmä	
BNC, pH 9 +	0,064					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +	0,094					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +	0,13					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +	0,32					mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007	L
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000	L
Alumiini (Al)	16000					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	1,4		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	94		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	21		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	0,69		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)	930					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,81		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	6500					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	25000					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	130		0,36	0,21	0,30	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	49		0,029	<0,020	0,022	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	530		1,8	0,13	0,069	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	33		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	6100					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	1200					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeen (Mo)	47		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	1600					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	170		4,9	3,0	4,5	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	87000					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	60000					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	36		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	390		4,4	2,5	3,6	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	1,3		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	1100					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	5,8		0,055	<0,020	0,028	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	220		0,092	0,081	0,10	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P4	P5	P6	P7	Kumul. L/S=10			
Näyttenumero	17SS 01448	17SS 01449	17SS 01450	17SS 01451	17SS 01904			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine						m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C						% ka	RA4016	L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	1500	2400	6800	12000	26000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti							RA2067	L
pH	3,3	3,5	3,5	3,6			RA2000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/4

Projekti: 151003357/12

	17SS 01448	17SS 01449	17SS 01450	17SS 01451	17SS 01904	Yksikkö	Menetelmä	
pH							SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus	270	250	240	230		mS/m	RA2013 ¹	L
DOC	<2,0	<4,0	<12	<21	<43	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	<0,50	<0,49	4,2	<13	<23	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	0,33	0,21	0,30	<2,6	<4,5	mg F/kg ka	RA2018	L
Sulfaatti	950	1600	4500	11000	20000	mg SO ₄ /kg ka	RA2018	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC						m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)							CEN/TS 15364	V
BNC, pH 4 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 5 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 6 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 7 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 8 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 9 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +						mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi							RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok			RA3000	L
Alumiini (Al)						mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,047	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)						mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)						mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)						mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,069	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)						mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)						mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,11	0,050	0,055	0,056	1,1	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,12	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	0,022	<0,020	<0,020	0,022	2,1	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)						mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)						mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	1,8	0,99	1,3	1,3	18	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)						mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 01448	17SS 01449	17SS 01450	17SS 01451	17SS 01904	Yksikkö	Menetelmä	
Rikki (S)						mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	0,026	0,092	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	1,3	0,64	0,64	0,64	14	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)						mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,17	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	0,036	0,021	0,021	<0,020	0,36	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katariina.koikkalainen@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

LIITE 6

Terrafame Oy

Talvivaarantie 66
88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi:	Terrafame, jätejakeiden tarkkailu, 572, 653, 645 ja 646 kokonaispitoisuudet
Näytteenottaja:	Näytteenottopvm: 13.4.2017 Näyte saapui: 13.4.2017 Analysointi aloitettu: 13.4.2017

Tutkimustulokset

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	572, helmi- kuu	653, helmi- kuu	645, helmi- kuu	646, helmi- kuu			
Näyttenumero	17SS 00736	17SS 00737	17SS 00738	17SS 00739			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	31	55	51	52	m-%	RA4016	L
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	60		60	60	°C	RA1040	V
Hehkutushäviö 550°C	9,0	2,3	9,9	7,2	% ka	RA4016	L
pH	9,6	4,4				SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
pH maa/kiinteä			6,2	11,4		RA2036	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok	ok				CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +	4,1	<0,01			mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 5 +	3,4				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 6 +	2,2			mol H+/kg		CEN/TS 15364	V
ANC, pH 7 +	1,4			mol H+/kg		CEN/TS 15364	V
ANC, pH 8 +	1,1				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 9 +	0,25				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok	ok	ok		RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok		RA3000	L
Arseeni (As)	1,4	4,9	1,9	<1,0	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,20	9,9	<0,20	<0,20	mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	190000	220000	100000	120000	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	5,4	8,4	7,8	4,8	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	37	2,8	72	3,0	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<5,0	36	<5,0	<5,0	mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	13000	360	5600	33000	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	340	240	460	400	mg/kg ka	RA3000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 00736	17SS 00737	17SS 00738	17SS 00739	Yksikkö	Menetelmä	
Rauta (Fe)	48000	3300	25000	120000	mg/kg ka	RA3000	L
Rikki (S)	120000	210000	130000	110000	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	14	15000	20	6,4	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	84	1,8	160	64	mg/kg ka	RA3000	L

Eurofins Environment Testing Finland Oy

Anna-Mari Lyytinen
FM, kemisti, +358 40 555 4686

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti ja varmennettu sertifikaatilla.

Laboratoriot

L	Analysoitu Lahdessa
V	Analysoitu Vantaalla

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Terrafame Oy

 Talvivaarantie 66
 88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi: Terrafame, jätejakeiden tarkkailu, 572, 653, 645 ja 646, helmikuu 2017, liukoisuudet

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 13.3.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 13.3.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	572, L/S=10	653, L/S=2	653, L/S=10	645, L/S=2	645, L/S=10			
Näytenumero	17SS 00741	17SS 00742	17SS 00743	17SS 00744	17SS 00745			
MÄÄRITYKSET								
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	29000	28000	41000	90000	91000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 10	ok		ok		ok		RA2066	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 2		ok		ok			RA2066	L
pH-alku	9,9	4,4	4,7	6,3	5,9		RA2000	L
pH-loppu	9,9	4,2	4,39	6,2	6,3		RA2000	L
Sähkönjohtavuus	310	870	250	2400	400	mS/m	RA2013	L
DOC	<10	16	<19	<8,1	<13	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	48	18	<33	33	<41	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	<5,0			5,1	8,3	mg F/kg ka	RA2018	L
Fluoridi (F)		11	10			mg/kg ka	SFS 3027	V
Sulfaatti	20000	23000	33000	81000	74000	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Barium (Ba)	0,29	<0,020	0,049	0,020	0,032	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	0,039	0,035	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	6,3	5,6	0,35	0,24	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	<0,020	0,024	0,051	<0,020	0,044	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Molybdeeni (Mo)	0,035	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	210	180	25	23	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	<0,020	4600	4100	0,15	0,27	mg/kg ka	RA3000	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	1,1	0,97	0,39	0,34	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	0,048	0,059	0,044	<0,020	0,047	mg/kg ka	RA3000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/3

Projekti: 1510031162-005/4

Tutkimustulokset

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	646, L/S=2	646; L/S=10			
Näyttenumero	17SS 00746	17SS 00747			
MÄÄRITYKSET					
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	9400	25000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 10		ok		RA2066	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 2	ok			RA2066	L
pH-alku	11,6	10,8		RA2000	L
pH-loppu	11,4	10,9		RA2000	L
Sähkönjohtavuus	560	250	mS/m	RA2013	L
DOC	<8,1	<21	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	37	<45	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	2,9	8,2	mg F/kg ka	RA2018	L
Fluoridi (F)			mg/kg ka	SFS 3027	V
Sulfaatti	6400	17000	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Metallit 1	ok	ok		RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Barium (Ba)	0,060	0,33	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	<0,020	0,029	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	0,027	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	0,032	0,10	mg/kg ka	RA3000	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/3

Projekti: 1510031162-005/4

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Anna-Mari Lyytinen

FM, kemisti, +358 40 555 4686

Lisätiedot Dekantoinnin jälkeen kuiva-aine jätejakeessa 572 on liian alhainen 2-vaiheiseen ravisteluun, sovitusti tehty yksivaiheinen.

Laboratoriot	L	Analysoitu Lahdessa
	V	Analysoitu Vantaalla

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Terrafame Oy

 Talvivaarantie 66
 88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi:	Terrafame, jätejakeiden tarkkailu, 572, 653, 645 ja 646 kokonaispitoisuudet		
	Näytteenottopvm:		
	Näyte saapui:		10.4.2017
Näytteenottaja:	Analysointi aloitettu:		10.4.2017

Tutkimustulokset

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	572, maalis-kuu	653, maalis-kuu	645, maalis-kuu	646, maalis-kuu			
Näytenumero	17SS 00748	17SS 00749	17SS 00750	17SS 00751			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	31	57	50	54	m-%	RA4016	L
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	60		60	60	°C	RA1040	V
Hehkutushäviö 550°C	8,9	2,3	10	7,3	% ka	RA4016	L
pH	9,6	3,7				SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
pH maa/kiinteä			5,7	11,5		RA2036	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok					CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +	4,2				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 5 +	3,6				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 6 +	2,8				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 7 +	1,3				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 8 +	0,97				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 9 +	0,28				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)		ok				CEN/TS 15364	V
BNC, pH 4 +		0,010			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 5 +		0,041			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 6 +		0,089			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 7 +		0,15			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 8 +		0,18			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 1510032108-007/1

	17SS 00748	17SS 00749	17SS 00750	17SS 00751	Yksikkö	Menetelmä	
BNC, pH 9 +		0,21			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +		0,25			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +		0,30			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +		0,43			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok	ok	ok		RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok		RA3000	L
Arseeni (As)	1,2	5,0	2,0	<1,0	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,20	8,5	<0,20	<0,20	mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	160000	260000	150000	66000	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	5,5	6,2	7,9	4,5	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	37	2,6	72	2,1	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<5,0	16	<5,0	<5,0	mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	13000	450	5300	30000	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	320	220	450	380	mg/kg ka	RA3000	L
Rauta (Fe)	45000	3300	25000	110000	mg/kg ka	RA3000	L
Rikki (S)	100000	240000	170000	61000	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	30	12000	23	7,2	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	85	1,9	170	59	mg/kg ka	RA3000	L

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Anna-Mari Lyytinen
FM, kemisti, +358 40 555 4686

Laboratoriot

L	Analysoitu Lahdessa
V	Analysoitu Vantaalla

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Terrafame Oy

 Talvivaarantie 66
 88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi:	Terrafame, jätejakeiden tarkkailu, 572, 653, 645 ja 646, maaliskuu 2017, liukoisuudet		
	Näytteenottopvm:		
	Näyte saapui:	10.4.2017	
Näytteenottaja:	Analysointi aloitettu:	10.4.2017	

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	572, L/S=10	653, L/S=2	653, L/S=10	645, L/S=2	645, L/S=10			
Näytenumero	17SS 00753	17SS 00754	17SS 00755	17SS 00756	17SS 00757			
MÄÄRITYKSET								
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	28000	25000	38000	100000	96000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 10	ok		ok		ok		RA2066	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 2		ok		ok			RA2066	L
pH-alku	9,8	3,4	4,4	5,6	6,0		RA2000	L
pH-loppu	9,8	3,7	4,1	6,3	6,3		RA2000	L
Sähkönjohtavuus	300	810	260	2500	420	mS/m	RA2013	L
DOC	13	<8,1	<22	4,2	18	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	50	12	<48	36	<41	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	<5,0		19			mg F/kg ka	RA2018	L
Fluoridi (F)		16		3,9	5,2	mg/kg ka	SFS 3027	V
Sulfaatti	19000	28000	32000	86000	76000	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	<0,020	0,12	0,17	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Barium (Ba)	0,26	<0,020	0,076	0,027	0,063	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,069	0,036	0,026	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	5,8	5,1	0,47	0,35	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	<0,020	0,15	0,12	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Molybdeeni (Mo)	0,023	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	220	200	30	28	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	0,26	0,33	0,036	0,031	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	0,10	2700	2500	0,16	0,12	mg/kg ka	RA3000	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	1,7	1,5	0,44	0,36	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	0,045	1,1	0,83	<0,020	0,049	mg/kg ka	RA3000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/3

Projekti: 1510032108-007/2

Tutkimustulokset

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	646, L/S=2	646; L/S=10			
Näytenumero	17SS 00758	17SS 00759			
MÄÄRITYKSET					
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	8300	24000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 10		ok		RA2066	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 2	ok			RA2066	L
pH-alku	11,6	10,7		RA2000	L
pH-loppu	11,5	11,0		RA2000	L
Sähkönjohtavuus	500	240	mS/m	RA2013	L
DOC	<8,0	<22	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	39	<47	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi		6,9	mg F/kg ka	RA2018	L
Fluoridi (F)	3,2		mg/kg ka	SFS 3027	V
Sulfaatti	5900	17000	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Metallit 1	ok	ok		RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Barium (Ba)	0,068	0,36	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	0,026	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Anna-Mari Lyytinen
FM, kemisti, +358 40 555 4686

Lisätiedot Dekantoinnin jälkeen kuiva-aine jätejakeessa 572 on liian alhainen 2-vaiheiseen ravisteluun, sovitusti tehty yksivaiheinen.

Laboratoriot	L	Analysoitu Lahdessa
	V	Analysoitu Vantaalla

Terrafame Oy

 Talvivaarantie 66
 88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi:	Terrafame, jätejakeiden tarkkailu, 572, 653, 645 ja 646 kokonaispitoisuudet		
	Näytteenottopvm:		
	Näyte saapui:	10.5.2017	
Näytteenottaja:	Analysointi aloitettu:	10.5.2017	

Tutkimustulokset

					Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	572, huhti-kuu	653, huhti-kuu	645, huhti-kuu	646, huhti-kuu			
Näyttenumero	17SS 00980	17SS 00981	17SS 00982	17SS 00983			
MÄÄRITYKSET							
Kuiva-aine	35	52	50	55	m-%	RA4016	L
Kuivaus ilmoitetussa lämpötilassa	60	60	60	60	°C	RA1040	V
Hehkutushäviö 550°C	11	5,3	13	7,8	% ka	RA4016	L
pH	9,2	3,9				SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
pH maa/kiinteä			5,8	11,5		RA2036	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok					CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +	3,7				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 5 +	3,0				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 6 +	2,0				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 7 +	1,0				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 8 +	0,69				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
ANC, pH 9 +	0,099				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Emäksen neutralointikapasiteetti (BNC)		ok				CEN/TS 15364	V
BNC, pH 4 +		<0,01			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 5 +		0,090			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 6 +		0,21			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 7 +		0,34			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 8 +		0,38			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

	17SS 00980	17SS 00981	17SS 00982	17SS 00983	Yksikkö	Menetelmä	
BNC, pH 9 +		0,44			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 10 +		0,55			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 11 +		0,63			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
BNC, pH 12 +		0,78			mol OH-/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok	ok	ok	ok		RA3007	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok		RA3000	L
Arseeni (As)	<1,0	1,2	<1,0	<1,0	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,40	4,7	<0,20	<0,20	mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	140000	230000	130000	120000	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	7,2	10	6,9	3,2	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	31	2,6	59	1,7	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<5,0	7,0	<5,0	<5,0	mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	14000	1400	5500	30000	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	380	490	410	280	mg/kg ka	RA3000	L
Rauta (Fe)	42000	5700	22000	88000	mg/kg ka	RA3000	L
Rikki (S)	100000	210000	150000	100000	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	160	8300	13	<5,0	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	88	4,7	170	64	mg/kg ka	RA3000	L

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Anna-Mari Lyytinen
FM, kemisti, +358 40 555 4686

Laboratoriot

L	Analysoitu Lahdessa
V	Analysoitu Vantaalla

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 1510032108-007/4

Terrafame Oy

Talvivaarantie 66
88120 TUHKAKYLÄ

Tutkimuksen nimi: Terrafame, jätejakeiden tarkkailu, 572, 653, 645 ja 646, huhtikuu 2017, liukoisuudet

Näytteenottopvm:

Näyte saapui: 9.5.2017

Näytteenottaja:

Analysointi aloitettu: 9.5.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottpisteet	653, L/S=2	653, L/S=10	645, L/S=2	645, L/S=10	646, L/S=2			
Näytenumero	17SS 00985	17SS 00986	17SS 00987	17SS 00988	17SS 00989			
MÄÄRITYKSET								
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	54000	64000	100000	100000	7700	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 10		ok		ok			RA2066	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 2	ok		ok		ok		RA2066	L
pH-alku	2,9	3,5	5,5	5,7	11,5		RA2000	L
pH-loppu	2,8	3,4	5,8	6,3	11,3		RA2000	L
Sähkönjohtavuus	1500	310	2600	390	460	mS/m	RA2013	L
DOC	12	<25	<8,0	<22	<4,0	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	19	<33	34	<43	33	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	53	47	10	<5,9	2,8	mg F/kg ka	RA2018	L
Fluoridi (F)			2,8			mg/kg ka	SFS 3027	V
Sulfaatti	84000	78000	86000	79000	10000	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Metallit 1	ok	ok	ok	ok	ok		RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	0,14	0,19	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Barium (Ba)	<0,020	0,059	0,024	0,050	0,069	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,032	0,033	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	10	9,1	0,45	0,35	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	0,55	0,45	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	0,026	0,032	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	470	420	31	29	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	0,33	0,39	0,054	0,052	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	4900	4600	0,25	0,47	0,050	mg/kg ka	RA3000	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	4,0	3,7	0,42	0,37	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	2,6	1,9	<0,020	0,056	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 1510032108-007/4

Tutkimustulokset

			Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	646; L/S=10	572, L/S=10			
Näyttenumero	17SS 00990	17SS 00992			
MÄÄRITYKSET					
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	23000	25000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 10	ok	ok		RA2066	L
Esikäsittely, ravistelu L/S 2				RA2066	L
pH-alku	10,8	9,7		RA2000	L
pH-loppu	10,7	9,6		RA2000	L
Sähkönjohtavuus	240	270	mS/m	RA2013	L
DOC	<22	<20	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	<45	45	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	6,9	<5,0	mg F/kg ka	RA2018	L
Fluoridi (F)			mg/kg ka	SFS 3027	V
Sulfaatti	19000	16000	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Metallit 1	ok	ok		RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Barium (Ba)	0,32	0,26	mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Kupari (Cu)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Molybdeeni (Mo)	0,028	0,026	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Sinkki (Zn)	0,18	0,14	mg/kg ka	RA3000	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	0,021	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	0,037	mg/kg ka	RA3000	L

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Anna-Mari Lyytinen
FM, kemisti, +358 40 555 4686

Lisätiedot Näyte 572 ei soveltunut testattavaksi kaksivaiheisella ravistelutestillä.

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
V Analysoitu Vantaalla

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Terrafame Oy, Jätehuoltosuunnitelma
Analyysitulokset helmi-huhtikuu 2017

Vesienkäsittelysakan (572) kokonauspitoisuudet

Aine/muuttuja	Arseeni (As) mg/kg	Kadmium (Cd) mg/kg	Kalsium (Ca) mg/kg	Kalsiumsulfaatti* mg/kg	Koboltti (Co) mg/kg	Kromi (Cr) mg/kg	Kupari (Cu) mg/kg	Mangaani (Mn) mg/kg	Mangaani (Mn) mg/kg TP	Mangaanisulfaatti* mg/kg	Nikkeli (Ni) mg/kg	Nikkeli (Ni) mg/kg TP	Nikkelisulfaatti* mg/kg	Sinkki (Zn) mg/kg	Sinkki (Zn) mg/kg TP	Sinkkisulfaatti* mg/kg	Rikki (S) mg/kg	Uraani (U) mg/kg	Rauta (Fe) mg/kg	Rautasulfaatti* mg/kg	Kuiva-aine m-%	Hehkutushäviö % ka	Orgaaninen hiili, vedetön TOC m-%	pH	ANC, pH 4 + mol H+/kg	ANC, pH 5 + mol H+/kg	ANC, pH 6 + mol H+/kg	ANC, pH 7 + mol H+/kg	ANC, pH 8 + mol H+/kg	ANC, pH 9 + mol H+/kg	
Vaarallinen jäte ¹		100					2500				1000			2500																	
Vaarallinen jäte ²		1 000					2500	25000			1000			2500																	
Helmikuu 2017	1,40	<0,20	190000	200079	5,40	37,00	<5,0	13000	4030	11077	340	105	278	14	4,3	10,8	120000	84	48000	40476	31	9,0	<0,3	9,6	4,1	3,4	2,2	1,4	1,1	0,25	
Maaliskuu 2017	1,20	<0,20	160000	168488	5,50	37,00	<5,0	13000	4030	11077	320	99	262	30	9,3	23,2	100000	85	45000	37947	31	8,9	<0,3	9,6	4,2	3,6	2,8	1,3	0,97	0,28	
Huhtikuu 2017	<1,0	0,40	140000	166449	7,20	31,00	<5,0	14000	4900	13468	380	133	351	160	56	139,5	100000	88	42000	39987	35	11,0	<0,3	9,2	3,7	3,0	2,0	1,0	0,69	0,10	

*Kalsium, mangaani, nikkeli, sinkki ja rauta oletetaan oleva vesienkäsittelysakassa sulfaattina, minkä takia on laskettu kalsium-, mangaani-, nikkeli-, sinkki- ja rautasulfaattipitoisuus.

¹⁾ Valtineuvoston jätteistä antaman asetuksen VNA 179/2012 mukaiset raja-arvot olennaisten metallien osalta.

²⁾ Jäteluokituksen pitoisuusrajat 1.6.2015 voimaantulleen komission asetuksen 1357/2014 mukaisesti.

Kansallisen lainsäädäntöön on tehty tarvittavat muutokset kumoamalla jätteen vaaraomaisuuksia koskenut jäteasetuksen (Vna 179/2012) liite 3, ja muuttamalla jäteasetuksen liitettä 4.

Huom. Pitoisuusrajavertailu jätteen sisältämille kokonaispitoisuuksille tuorepainoa kohti (Häkkinen E, Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2016, jätteen luokitteli vaaralliseksi jätteeksi).

Määritykset: 1-vaiheinen ravistelutesti (SFS-EN 12457-2), uuttosuhde L/S=10
Vertailuarvoina oheisessa taulukossa on valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisetn kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Juom! Kaikille yhdisteille ei ole viitearvoja.

Aine/muuttuja	Arseeni (As) mg/kg	Barium (Ba) mg/kg	Kadmium (Cd) mg/kg	Koboltti (Co) mg/kg	Kromi (Cr) mg/kg	Kupari (Cu) mg/kg	Elohopea (Hg) mg/kg	Molybdeeni (Mo) mg/kg	Nikkeli (Ni) mg/kg	Lyijy (Pb) mg/kg	Antimoni (Sb) mg/kg	Seleeni (Se) mg/kg	Sinkki (Zn) mg/kg	Tina (Sn) mg/kg	Vanadiini (V) mg/kg	Uraani (U) mg/kg	Kloridi (Cl⁻) mg/kg	Fluoridi (F⁻) mg/kg	Sulfaatti (SO₄ ²⁻) mg/kg	DOC mg/kg	TDS mg/kg	pH	Sähkönj. mS/m
Pysyvä jäte	0,5	20	0,04	-	0,5	2	0,01	0,5	0,4	0,5	0,06	0,1	4	-	-	-	800	10	1 000	500	4 000	-	-
Tavanomainen jäte	2	100	1	-	10	50	0,2	10	10	10	0,7	0,5	50	-	-	-	15 000	150	20 000	800	60 000	>6	-
Vaarallinen jäte	25	300	5	-	70	100	2	30	40	50	5	7	200	-	-	-	25 000	500	50 000	1 000	100 000	-	-
Helmikuu 2017	<0,020	0,29	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,003	0,035	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,048	<0,020	48	<5,0	20000	<10	29000	9,9	310
Maaliskuu 2017	<0,020	0,26	0,069	<0,020	<0,020	<0,020	<0,003	0,023	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,1	<0,020	0,045	<0,020	50	<5,0	19000	13	28000	9,8	300
Huhtikuu 2017	<0,020	0,26	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,003	0,026	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,14	<0,020	0,037	0,021	45	<5,0	16000	<20	25000	9,6	270

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

26-June-2017

SGS Finland

Attn : Olli-Pekka Jaakola

Kotolahdentie 10
FIN-48310 Kotka,
Finland

Date Rec. : 09 June 2017
LR Report: CA15162-JUN17
Reference: KE17-02155

Copy: #1

Phone: 35852106200
Fax:35853453366

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	1: Analysis Start Date	2: Analysis Start Time	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: KE17-02155.001 , 645	6: KE17-02155.002 , 646	7: KE17-02155.003 , 572
Paste pH	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	6.38	9.35	10.11
Carbonate Rating	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	2.03	0.629	2.85
Sample weight [g]	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	2.00	2.00	1.99
HCl Added [mL]	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	14.00	9.00	15.00
HCl [Normality]	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	1.00	1.00	1.00
NaOH [Normality]	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	0.10	0.10	0.10
NaOH to pH=8.3 [mL]	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	128	32.73	83.07
Final pH	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	2.17	2.48	2.49
NP [t CaCO ₃ /1000 t]	21-Jun-17	09:35	23-Jun-17	10:08	29	143	168
AP [t CaCO ₃ /1000 t]	---	---	---	---	4.69	1.25	0.62
Net NP [t CaCO ₃ /1000 t]	---	---	---	---	24.2	142	168
NP/AP [ratio]	---	---	---	---	6.17	115	269
Sulphur (total) [%]	13-Jun-17	15:15	19-Jun-17	10:27	12.7	11.9	10.7
Acid Leachable SO ₄ -S [%]	---	---	---	---	12.5	11.8	10.7
Sulphide [%]	19-Jun-17	09:29	19-Jun-17	10:27	0.15	0.04	0.02
Carbon (total) [%]	13-Jun-17	15:15	15-Jun-17	16:22	0.633	0.184	0.756
Carbonate [%]	15-Jun-17	14:26	15-Jun-17	16:22	2.03	0.629	2.85

Chris Sullivan
Chris Sullivan, B.Sc., C.Chem
Project Specialist
Environmental Services, Analytical



LIITE 10

Ramboll Finland Oy / Lahti

 Niemenkatu 73
 15140 LAHTI

Tutkimuksen nimi:	Terrafame Oy, Kaivoksen jätehuoltosuunnitelman päivittäminen		
		Näytteenottopvm:	
		Näyte saapui:	1.6.2017
Näytteenottaja:		Analysointi aloitettu:	1.6.2017

Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	Letkujä- te, koko- naispi- toisuu- det	Läpivir- taustes- ti	P1+P2+P3	P4	P5			
Näytenumero	17SS 01347	17SS 01348	17SS 01349	17SS 01352	17SS 01353			
MÄÄRITYKSET								
Kuiva-aine	99					m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C	95					% ka	RA4016	L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °			2700	1700	3000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti		ok					RA2067	L
pH		4,1	4,6	5,2	5,4		RA2000	L
pH	4,9						SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus		590	420	320	260	mS/m	RA2013 ¹	L
DOC			42	14	21	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi			18	8,4	11	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi			0,68	0,62	0,64	mg F/kg ka	RA2018	L
Sulfaatti			900	1100	1900	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC	59					m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)	ok						CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +	0,015					mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	ok						RA3007	L
Metallit 1	ok		ok	ok	ok		RA3000	L
Alumiini (Al)	360					mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	2,9		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	16		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)	<1,0					mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)	<20					mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	0,18		<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/3

Projekti: 151003357/5

	17SS 01347	17SS 01348	17SS 01349	17SS 01352	17SS 01353	Yksikkö	Menetelmä	
Fosfori (P)	<100					mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	0,64		0,024	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)	110					mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)	5300					mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	4,7		0,34	0,17	0,23	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	2,7		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	9,0		0,10	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	8,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)	390					mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)	180					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<2,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	<100					mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	230		17	8,9	12	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)	950					mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)	4700					mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	110		34	17	20	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<1,0		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)	13					mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<1,0		0,040	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	1,6		<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

Tutkimustulokset

				Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	P6	P7	Kumul L/S=10			
Näyttenumero	17SS 01354	17SS 01355	17SS 01897			
MÄÄRITYKSET						
Kuiva-aine				m-%	RA4016 ¹	L
Hehkutushäviö 550°C				% ka	RA4016	L
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) 105 °	3900	3500	15000	mg/kg ka	RA4016	L
Esikäsittely, perkolaatiotesti					RA2067	L
pH	5,0	5,1			RA2000	L
pH					SFS-EN ISO 10523, SFS 3021	V
Sähkönjohtavuus	140	81		mS/m	RA2013 ¹	L
DOC	28	27	130	mg/kg ka	RA2007	L
Kloridi	10	<12	<61	mg Cl/kg ka	RA2018	L
Fluoridi	<0,60	<2,5	<5,1	mg F/kg ka	RA2018	L
Sulfaatti	2600	2300	8800	mg SO4/kg ka	RA2018	L
Orgaaninen hiili, vedetön TOC				m-%	SFS-EN 13137, ISO 10694 ¹	V
Haponneutralointikapasiteetti (ANC)					CEN/TS 15364	V
ANC, pH 4 +				mol H+/kg	CEN/TS 15364	V
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi					RA3007	L
Metallit 1	ok	ok			RA3000	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

3/3

Projekti: 1510033357/5

	17SS 01354	17SS 01355	17SS 01897	Yksikkö	Menetelmä	
Alumiini (Al)				mg/kg ka	RA3000	L
Antimoni (Sb)	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Arseeni (As)	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Barium (Ba)	0,023	0,054	0,094	mg/kg ka	RA3000	L
Beryllium (Be)				mg/kg ka	RA3000	L
Boori (B)				mg/kg ka	RA3000	L
Elohopea (Hg)	<0,003	<0,003	<0,003	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Fosfori (P)				mg/kg ka	RA3000	L
Kadmium (Cd)	<0,020	<0,020	0,052	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kalium (K)				mg/kg ka	RA3000	L
Kalsium (Ca)				mg/kg ka	RA3000	L
Koboltti (Co)	0,24	0,15	1,1	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kromi (Cr)	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Kupari (Cu)	0,031	0,035	0,19	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Lyijy (Pb)	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Magnesium (Mg)				mg/kg ka	RA3000	L
Mangaani (Mn)				mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Molybdeeni (Mo)	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)				mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	12	7,5	57	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rauta (Fe)				mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Rikki (S)				mg/kg ka	RA3000	L
Seleen (Se)	<0,020	<0,020	0,024	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Sinkki (Zn)	17	6,4	94	mg/kg ka	RA3000 ¹	L
Tina (Sn)	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000	L
Titaani (Ti)				mg/kg ka	RA3000	L
Uraani (U)	<0,020	<0,020	0,086	mg/kg ka	RA3000	L
Vanadiini (V)	<0,020	<0,020	<0,020	mg/kg ka	RA3000 ¹	L

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Eurofins Environment Testing Finland Oy



Eliisa Hatanpää

Tutkimuskemisti, FM, +358 40 075 9657

Laboratoriot L Analysoitu Lahdessa
V Analysoitu Vantaalla

Jakelu katarina.koikkalainen@ramboll.fi; tiina.koivurinne@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.