Liite 1

19.2.2021
101012104

TERRAFAME OY

KAIVOSALUEELLA OLEVIEN VANHOJEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALUEIDEN KUNNOSTUS

YLEISSUUNNITELMA

PÖYRY

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Asiakas	Terrafame Oy
Otsikko	Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostus Yleissuunnitelma
Työnumero	101012104
Revisio	19.2.2021 AFRY Finland Oy (ent. Pöyry Finland Oy)
Alkuperäinen	
Dokumentin pvm	6.4.2020
Laatijat	DI Hanna Tirkkonen TkT Piia Juholin DI Susanna Kiviniemi FM Heidi Rahikkala DI Leena Kurkinen DI Janne Uusitalo DI Titta Anttila
Tarkistus pvm	6.4.2020
Tarkistanut	DI Marko Lehmikangas
Yhteystiedot	Elektroniikkatie 13 FI-90590 OULU Kotipaikka Vantaa Y-tunnus 0625905-6 Puh. +358 10 3311 www.poyry.fi Pöyry Finland Oy

Copyright © Pöyry Finland Oy

Yhteenveto

Terrafame Oy:n kaivosalueella sijaitsee vesienkäsittelysakkoja, jotka ovat syntyneet pääosin aiemman toimijan Talvivaara Sotkamo Oy:n ja sen konkurssipesän aikaisesta toiminnasta. Sakat ja lietteet ovat välivarastoituna tilapäisissä altaissa sekä geotuubeissa odottamassa loppusijoittamista. Alueella on kaikkiaan kolme eri puolille kaivospiiriä sijoittuvaa kunnostettavaa reittiä sakka-aluetta, joista osa sijoittuu lampien kohdalle. Työssä laadittiin sakka-alueiden yleispiirteinen kunnostussuunnitelma, johon sisältyy alustava arvio kunnostustyön vaiheistuksesta ja aikataulusta.

Kunnostuksen tarkoituksena on poistaa alueille läjittyneet sakat ja niiden alapuolinen sakan sekainen turve. Kunnostustyön alkuvaiheessa alueilla lasketaan vesipintaa vedenalaisten sakka-alueiden paljastamiseksi. Tämä helpottaa sakkojen aumaamista sakka-alueiden laidoille kuivumaan. Aumaaminen pyritään tekemään kunnostettavien sakka-alueiden sisällä ja sakoilla pilaantumattomille alueille menoa vältetään. Yksittäisellä kunnostusalueella sakat voidaan aumata yhdelle laajemmalle auma-alueelle tai aumoja voidaan tehdä useampia kunnostusalueen eri puolille, jolloin sakkojen siirtelymatkat ovat mahdollisimman pienet. Sakan poisto toteutetaan mm. puskutraktoreilla ja imuruoppaamalla. Märkä sakka ja sakan sekainen turve esikuivatetaan kunnostusalueilla aumaamalla tai geotuubissa ja siirretään kuivatuksen jälkeen kaivosalueelle rakennettavalle vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Kuivana poistettavat sakat ja sakan sekainen turve voidaan siirtää suoraan loppusijoitukseen. Kaatopaikalle on suunnitelmassa esitetty kaksi vaihtoehtoista sijaintia.

Tässä suunnitelmassa esitetyt kunnostusalueiden laajuudet ovat arvioita. Lopullisesti kunnostuksen laajuus määräytyy kunnostuksen aikana tehtävien kenttämittausten ja laboratorioanalyysitulosten perusteella.

Sakka-alueiden kunnostuksen tavoitepitoisuuksia määritettäessä kohdetta tarkasteltiin osa-aluekohtaisesti huomioiden sen sijainti kaivosalueella sekä osa-alueiden tuleva käyttö. Alueen itäosaan malmivyöhykkeelle on määritetty korkeammat tavoitepitoisuudet johtuen jo luontaisesti korkeammista taustapitoisuuksista. Tavoitepitoisuudet määritettiin maaperälle ja pintavedelle. Maaperän kunnostustoimet ovat riittäviä, kun kenttätestien ja laboratoriossa analysoitujen kontrollinäytteiden haitta-ainepitoisuudet alittavat kunnostuksen tavoitepitoisuudet. Mikäli tavoitepitoisuuksia ei jostain kaivua rajoittavasta tekijästä johtuen saavuteta, laaditaan jatkotoimenpiteiden suunnitteluun avuksi riskinarvio, jolla tarkastellaan, onko jäännöspitoisuuksista haittaa ympäristölle.

Työssä arvioitiin kunnostettavilla alueilla muodostuva keskimääräinen vesimäärä ja valuma-alueiden pinta-alat. Kunnostettavien alueiden valuma-alueita pienennetään mahdollisuuksien mukaan ojituksilla. Kuivatuksen aikana vedet johdetaan ympäristöön jos veden laatu on riittävän hyvä. Jos veden laatu heikkenee, tulee vedet johtaa keskusvedenpuhdistamolle.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Sisältö

Yhteenveto

1 JOHDANTO ... 8

2 KOHDE ... 9

2.1 Kaivoksen sijainti ... 9
2.2 Omistus ja kaavoitustilanne ... 9
2.3 Toiminnan yleiskuvaus ... 10

3 KAIVOSALUEELLA TAPAHTUNEET VUODOT JA ONNETTOMUUDET ... 12

4 SUUNNITTELUALUE ... 13

5 YMPÄRISTÖOLOSUHTEIDEN KUVAUS ... 14

5.1 Topografia ja maaperäolosuhteet ... 14
5.2 Sadanta ja haihdunta ... 15
5.3 Pohjavesiolosuhteet ... 15
5.4 Pintavesiolosuhteet ... 16
5.5 Kortelammen sakka-altaiden rakenteet ... 17
5.6 Kunnostettavien alueiden valuma-alueet ... 18

6 YMPÄRISTÖLUPA ... 19

6.1 Pitoisuudet ... 20
6.2 Kuormitus ... 20

7 SAKAN OMINAISUUDET ... 21

7.1 Sakasta tehdyt tutkimukset ... 21
7.1.1 Turpeen ja sakan seosten testit ... 21
7.1.2 Kaasun tuotto ... 21
7.1.3 Vaaraominaisuudet, luokitus ja sijoituskelpoisuus ... 22

8 NYKYTILA ... 22

8.1 Tammalampi- Eteläinen Kuusilampi ... 23
8.2 Härkälampi- Pohjoinen Kuusilampi ... 26
8.3 Haukilampi-Kärsälampi ... 29
8.4 Lumela - Urkki – Kortelampi ... 32
8.5 Kortelammen sakka-altaat ... 34

9 KUNNOSTUKSEN TAVOITEPITOISUUKSIEN MÄÄRITTÄMINEN ... 36

9.1 Yleistä ... 36
9.2 Kunnostuksen jälkeinen tilanne eri osa-alueilla ... 37
9.2.1 Tammalampi – Eteläinen Kuusilampi ... 37
9.2.2 Härkälampi – Pohjoinen Kuusilampi ... 37
9.2.3 Lumela – Urkki – Kortelampi sekä sakka-altaat ... 38
9.2.4 Haukilampi – Kärsälampi ... 39

Copyright © Pöyry Finland Oy

9.3 Alueelta pois johdettavan pintaveden tavoitepitoisuudet ... 39
9.4 Maaperän tavoitepitoisuuksien määritys ... 41
9.4.1 Lähestymistapa ... 41
9.4.2 Arvioinnissa hyödynnetyt viitearvot ... 42
9.4.3 Laskennan lähtötietojen määrittäminen ... 44
9.4.4 Nikkelin tavoitepitoisuuksien määritys ... 47
9.4.5 Sinkin tavoitepitoisuuksien määritys ... 48
9.4.6 Uraanin tavoitepitoisuuksien määritys ... 49
9.4.7 Tavoitepitoisuudet Tammalampi – Eteläinen Kuusilampi alueen kunnostukseen ... 50
9.5 Terveysriskinarvio ... 51
9.6 Arvioinnin herkkyys- ja epävarmuustarkastelu ... 52

10 KUNNOSTUKSEN ESIVALMISTELUT ... 53

10.1 Luvitus ... 53
10.2 Koeauma ... 53
10.3 Valmistelevat työt ... 53
10.4 Lumelan kalkkikasa ... 54

11 KUNNOSTUKSEN PÄÄPERIAATTEET ... 54

11.1 Yleistä ... 54
11.2 Kohteen erityispiirteet ... 55
11.3 Kunnostusmenetelmät ... 55
11.4 Työvaiheet ja työjärjestys ... 56
11.5 Jätteiden käsittely ... 57
11.6 Työmaaliikenne ... 58
11.7 Kuljetukset ... 58
11.8 Varastointi ... 58
11.9 Kunnostuksen päättyminen ... 58
11.10 Viimeistely ... 59
11.11 Työn aikaisten riskien hallinta ... 59
11.12 Kunnostuksen laadun valvonta ... 59
11.12.1 Kunnostusta ohjaavat mittaukset ja seuranta ... 59
11.13 Työsuojelu ... 59
11.14 Vesienhallinta ... 60
11.14.1 Valuma-alueet ja arvioidut vesimäärät ... 60
11.14.2 Pumppaamot ... 62
11.14.3 Putket ... 63
11.14.4 Vesienhallinta-altaat ... 63

12 KUNNOSTUKSEN TOTEUTUS ALUEITTAIN ... 64

12.1 Tammalampi - Eteläinen Kuusilampi ... 64
12.1.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen ... 64
12.1.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta ... 64
12.2 Härkälampi- Pohjoinen Kuusilampi ... 65
12.2.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen ... 65
12.2.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta ... 65
12.3 Kortelampi-Urkki-Lumela ... 66
12.3.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen ... 66
12.3.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta ... 66
12.4 Kortelammen sakka-altaiden alue ... 67

Copyright © Pöyry Finland Oy

12.4.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen 67
12.5 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta 67
12.6 Haukilampi-Kärsälampi 68
12.6.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen 68
12.6.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta 68
12.7 Yhteenveto 69

13 GEOTUUBIALUEIDEN UUDELLEEN JÄRJESTELYT JA RAKENTAMINEN 70

14 KONTAMINAATION ESTO 71

14.1 Tehdasalueelta tuleva kontaminaatio 71
14.2 Primääriliuotusalueelta tuleva kontaminaatio 71
14.3 Varikkoalueelta tuleva kontaminaatio 72
14.4 Pilaantuneiden maiden läjitysalue 72
14.5 Esikuivatusalueiden vesien hallinta 72

15 TARKKAILU JA RAPORTOINTI 72

16 AIKATAULU 73

17 LÄHDELUETTELO 73

Liitteet

Liite 1 Piirustus- ja asiakirjaluettelo

Copyright © Pöyry Finland Oy

1 JOHDANTO

Terrafame Oy:n kaivosalueella sijaitsee vesienkäsittelysakkoja, jotka ovat syntyneet pääosin aiemman toimijan Talvivaara Sotkamo Oy:n ja sen konkurssipesän aikaisesta toiminnasta. Vesienkäsittelysakat ovat suurimmaksi osaksi muodostuneet vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeen rakennettujen kenttäpuhdistamoiden toiminnassa vuosien 2012–2016 välisenä aikana. Varastoidut sakat ja lietteet ovat kalkkisaostuksella muodostettuja metallihydroksidisakkoja, joiden laatu vastaa pääpiirteissään metallien talteenottoprosessissa loppuneutraloinnissa muodostuvien sakkojen laatua. Sakat ja lietteet ovat nykyisin välivarastoituna tilapäisissä (maapohjaisissa) altaissa sekä geotuubeissa odottamassa loppusijoittamista.

Terrafame käynnisti alkuvuodesta 2017 keskusvedenpuhdistamon, jonka jälkeen vesienkäsittelyssä syntyvät sakat on loppusijoitettu kipsisakka-altaille.

Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesä jätti vuonna 2015 Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle (PSAVI) lupahakemuksen eri puolilla kaivosaluetta olevien vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamiseksi. Kunnostusvaihtoehdoista laadittujen selvitysten perusteella hakemuksessa päädyttiin esittämään ratkaisua, jossa kaivosalueelle olisi perustettu erillisiä sakkojen pysyviä sijoitusalueita: ns. Urkin allas (osa nykyistä Kortelammen allaskokonaisuutta), geotuubikentät 1 ja 2 sekä geotuubikentät 4, 5 ja 6. Kyseisille sijoitusalueille oli tarkoitus koota muilla välivarastoalueilla olevat sakat, jonka jälkeen sijoitusalueet oli tarkoitus sulkea peittorakenteilla. PSAVI antoi 26.9.2017 lupapäätöksen koskien vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamista ja katsoi, että geotuubit sakkoineen voidaan loppusijoittaa paikalleen tiiviillä rakenteella peittämällä. Päätös oli kuitenkin siltä osin hylkäävä, ettei PSAVI antanut lupaa sijoittaa maapohjaisissa altaissa olevia sakkoja ns. Urkin altaan alueelle. Tämä tarkoittaa, että maapohjaisissa altaissa pääosin Kortelammen alueella oleville sakoille tulee suunnitella uusi sijoitusvaihtoehto ja jättää uusi lupahakemus niiden loppusijoittamiseksi. PSAVI luokitteli sakat päätöksessään vaarallisiksi jätteiksi, mikä edellyttää YVA-menettelyä ennen ympäristölupahakemuksen jättämistä. VHO kumosi PSAVI:n päätöksen geotuubien sakkojen osalta 16.12.2019 ja palautti asian PSAVI:n ratkaistavaksi.

Terrafame on käynnistänyt maapohjaisissa altaissa sijaitsevien vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisesta uuden ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA), jonka jatkoksi tullaan hakemaan ympäristölupaa. YVA:ssa tarkastellaan vaihtoehtoina sakkojen sijoittamista erilliselle, uudelle jätealueelle (vaarallisen jätteen jätealue, joka sijoitettaisiin Kortelammen patoaltaan sisä- tai ulkopuolelle) tai vaihtoehtoisesti sakkojen hyödyntämistä nykyisten kipsisakka-altaiden peittämisvaiheessa (mahdollinen väli-/muotoilutäyttö ennen lopullista peittorakennetta).

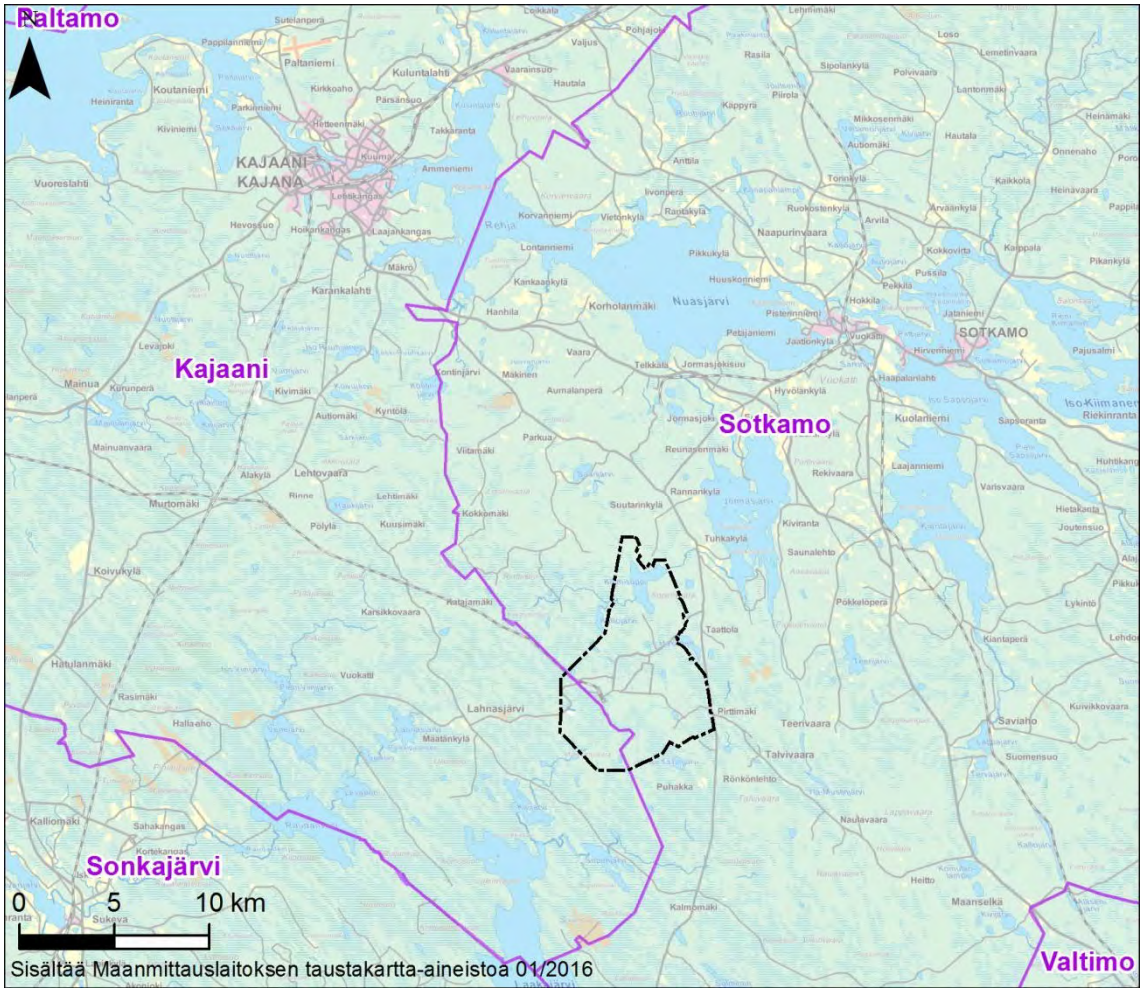
Työn tarkoituksena oli laatia sakka-alueiden kunnostuksen yleissuunnitelma jota voidaan käyttää YVA-menettelyn vaikutusten arviointia varten. Lisäksi työssä laadittiin alustava arvio kunnostustyön vaiheistuksesta ja aikataulusta.

Copyright © Pöyry Finland Oy

2 KOHDE

2.1 Kaivoksen sijainti

Terrafamen kaivosalue sijaitsee Sotkamon kunnan ja osittain Kajaanin kaupungin alueella, noin 20 km Kajaanista kaakkoon (Kuva 1). Etäisyys lähimpään taajamaan Sotkamoon on linnun tietä noin 15 km.



Kuva 1. Terrafamen kaivoksen sijainti.

2.2 Omistus ja kaavoitustilanne

Terrafamen kaivosalue on pääosin Terrafamen kokonaan omistama, vuokramaata on pari neliökilometriä. Asutusta kaivospiirin alueella ei ole. Kaivosalueen läheisyydessä sijaitsee vakituisessa käytössä olevia rakennuksia sekä loma-asutuksia, lähin asuintalo sekä loma-asunto sijaitsevat n. kahden kilometrin päässä louhoksesta.

Kunnostettavista reiteistä Haukilampi–Kärsälampi ja Lumela–Urkki–Kortelampi sijaitsevat kokonaisuudessaan Terrafamen omistamilla alueilla. Eteläinen Kuusilampi–Härkälampi–Pohjoinen Kuusilampi reitillä maa-alueet ovat Terrafamen omistuksessa, mutta vesialueista Eteläinen Kuusilampi, Kaivoslampi, Syvälampi ja Härkälampi ovat Jormaskylän osakaskunnan omistuksessa. Kunnostettavat kohteet sijoittuvat kokonaisuudessaan kaivosalueelle.

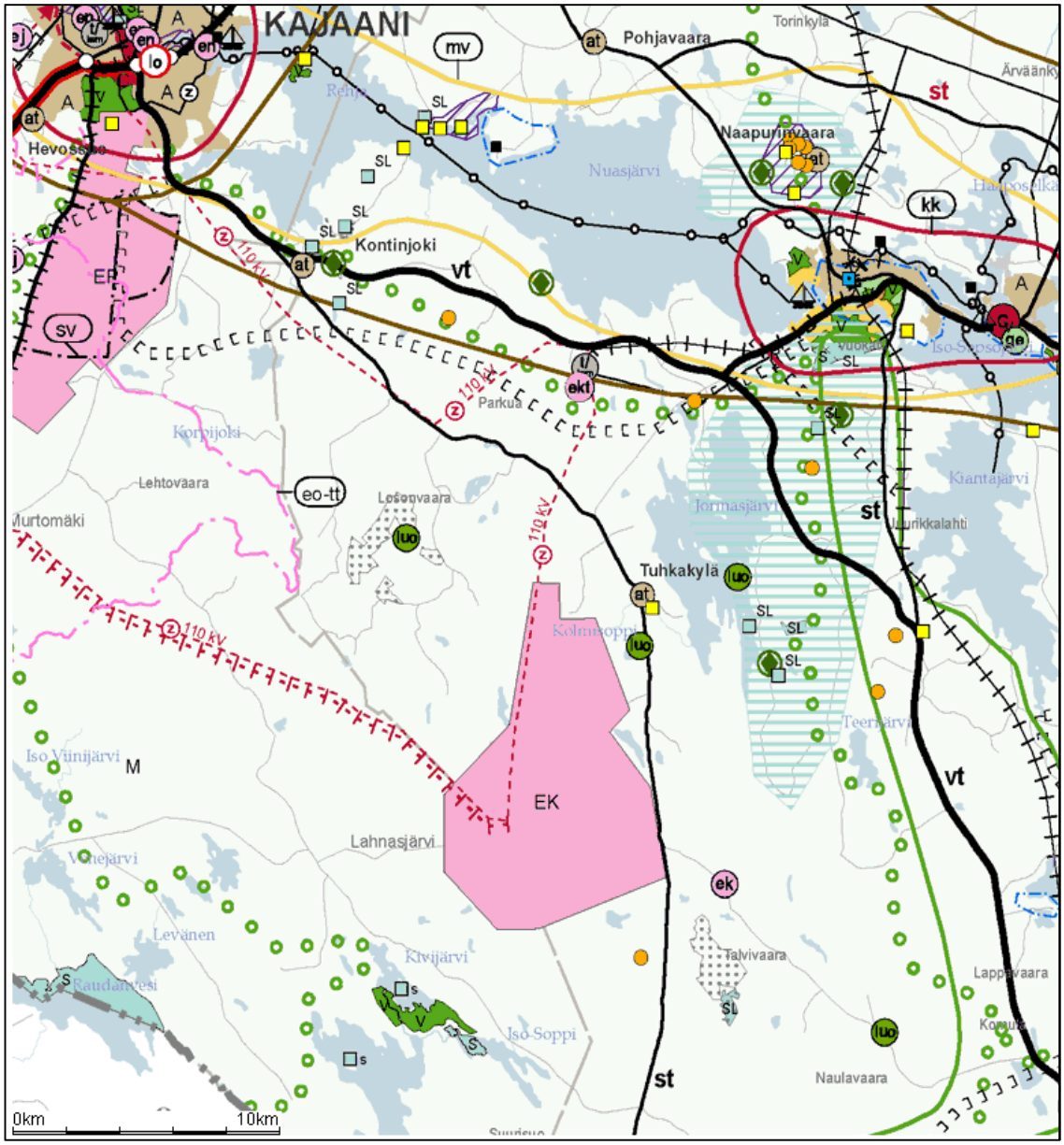
Terrafamen kaivosalue on maakuntakaavassa osoitettu merkinnällä EK (kaivosalue). Terrafamen kaivoksen lähialue on kaavoitettu pääosin maa- ja metsätalouskäyttöön

Copyright © Pöyry Finland Oy

tarkoitetuksi alueeksi (M) (Kuva 2). Kainuussa on vireillä Kainuun kokonaismaakuntakaavan 2020 tarkistaminen, joka käynnistyi maakuntavaltuuston päätöksellä 1.6.2015.

Hankealueella ei ole osayleiskaavoja.

Kaivoksen tehdasalueella on voimassa asemakaava.

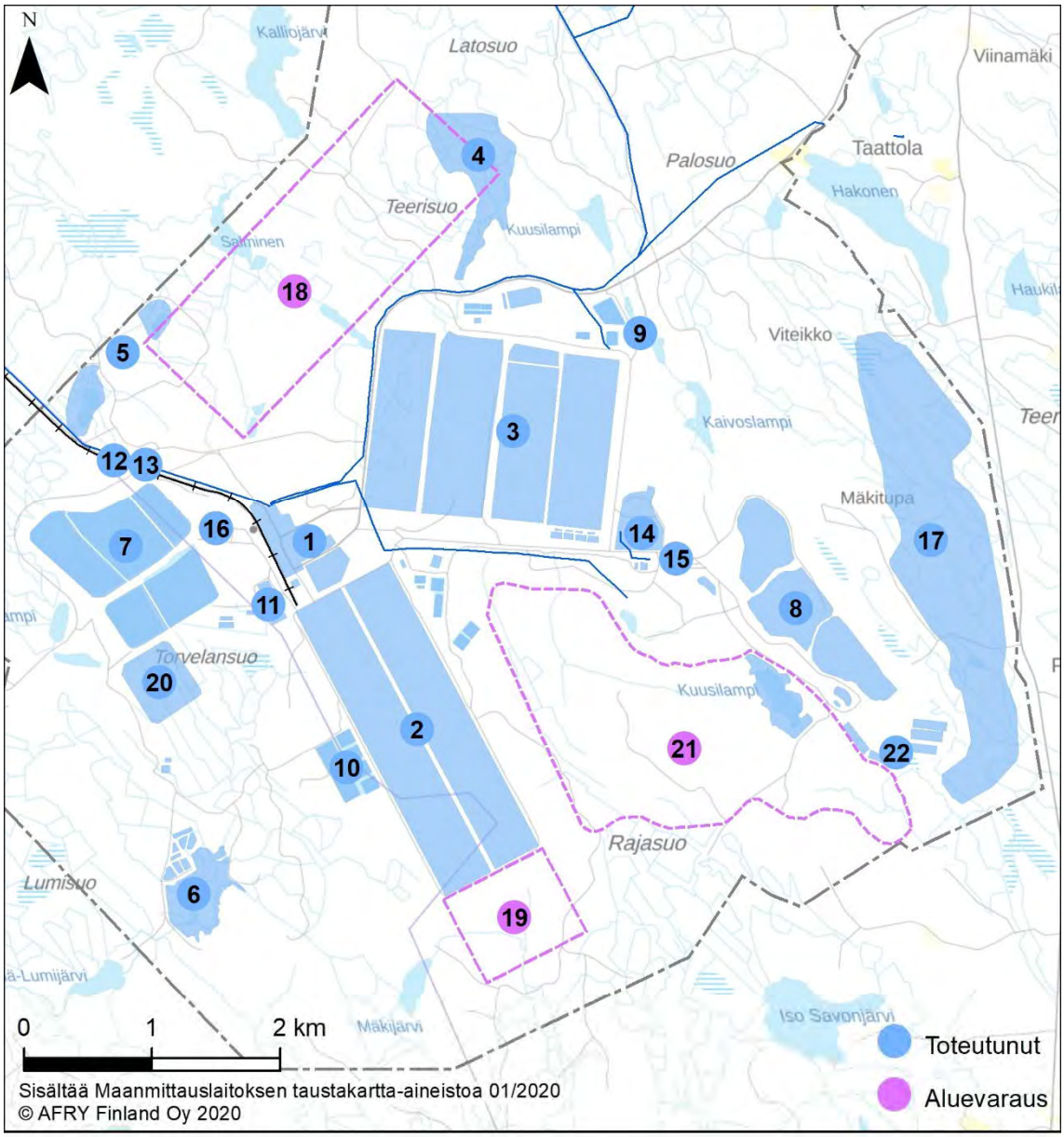


Kuva 2. Ote maakuntakaavakartasta (Kainuun liitto, 2019).

2.3 Toiminnan yleiskuvaus

Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto vuonna 2009. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km^2. Käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen louhos, primääriliuotus (n. 200 ha), sekundääriliuotus (n. 200 ha), pintamaiden läjitysalue (n. 190 ha), kipsisakka-allas (n. 100 ha), tehdasalue ja sivukivien läjitysalue KL2 (Kuva 3). Sivukiven läjitysalueen KL2 kaksi ensimmäistä lohkoa on otettu läjityskäyttöön.

Copyright © Pöyry Finland Oy



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

Kuva 3. Kaivoksen toteutuneiden (sinisten) ja suunniteltujen (violettien) toimintojen sijainti kaivospiirin alueella.

Tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla. Biokasaliuotuksessa malmikivessä luonnostaan esiintyville mikrobeille luodaan optimaaliset olosuhteet, joissa mikrobitoiminta katalysoi metallisulfidien hapettumisreaktioita.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Tuotantoprosessin keskeisimmät vaiheet ovat: louhinta, murskaus, agglomerointi, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Lisäksi kaivoksella tehtäviin toimintoihin kuuluvat erilaiset kunnossapito- ja korjaamotyöt, kemikaalien valmistus ja varastointi, räjähdysaineiden valmistus ja varastointi, polttoainevarastot ja jakelupisteet, alueet sivukivien ja pintamaiden läjitystä varten, lämmöntuotantolaitokset, erityyppisiä laboratorio- ja tutkimustiloja sekä toimisto-, huolto- ja sosiaalitilat mukaan lukien saniteettijätevedenpuhdistamo.

Pääosin prosessivedet kierrätetään suljetussa kierrossa, jonka lisäksi prosessivesiä puhdistetaan tuotantolaitoksen käyttövesiksi käänteisosmoosilaitteiston avulla. Tuotantoon käytetään myös järvestä johdettua raakavettä, mikäli käänteisosmoosista ei saada riittävästi raakavettä. Vesistöön johdettavien käsittelyä vaativien vesien neutralointi tapahtuu keskusvedenpuhdistamolla. Kaivosalueelta voidaan juoksuttaa vettä purkuputken kautta Nuasjärveen Oulujoen vesistöalueelle tai poikkeustilanteissa myös pieniin lähivesistöihin Oulun ja Vuoksen vesistöalueille.

3 KAIVOSALUEELLA TAPAHTUNEET VUODOT JA ONNETTOMUUDET

Lumela-Urkki-Kortelampi reitin sakat ovat pääosin muodostuneet marraskuun 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeen, jolloin altaille varastoitiin valtaosa kipsisakka-allasvuodossa vapautuneesta happamasta ja metallipitoisesta vedestä. Vuotovesi puhdistettiin kalkkineutralointiin perustuvalla puhdistusmenetelmällä Kortelammen kenttäpuhdistamolla vuosina 2013-2014, jolloin valtaosa alueella olevasta sakasta on muodostunut. Sakkaa on syntynyt pieniä määriä Kortelammen puhdistamon käytöstä kevääseen 2016 saakka, jonka jälkeen yksikkö ei ole ollut käytössä. Lumelan-Urkin ja Kortelammen alueelle on muodostunut sakkaa jossain määrin jo toiminnan alkuvuosina 2010-2012, jolloin altaat toimivat jälkikäsittelyaltaina siten, että loppuneutraloinnin ylitteen (ns. LONE-ylite) pH:ta säädettiin kalkkineutraloinnilla ennen veden johtamista Vuoksen vesistöön.

Vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon seurauksena vesiä valui myös pohjoisen suuntaan Haukilammen ja Kärsälammen pohjoiselle jälkikäsittelyalueelle viiden päivän ajan, kyseisten vesien neutraloinnissa muodostui sakkaa Haukilammen ja Kärsälammen alueelle. Valtaosa Haukilammen ja Kärsälammen sakoista on kuitenkin muodostunut jo aikaisemmin vuosina 2010-2012, kun aluetta on käytetty pohjoisena jälkikäsittelyalueena ja siellä on säädetty loppuneutraloinnin ylitteen pH:ta ennen veden johtamista Oulunjoen vesistöön.

Louhoksen alueelle muodostuneet sakat ovat syntyneet siten, että edellisen toiminnan harjoittajan aikana avolouhokseen on jouduttu varastoimaan useassa vaiheessa puhdistusta vaativia vesijakeita. Näiden vesien sekä alueelle muodostuneiden sade- ja valumavesien puhdistamisessa ns. Tammalammen kenttäpuhdistamolla on syntynyt sakkaa, joka on varastoitu louhosalueella oleviin geotuubeihin. Vesienkäsittelysakkoja on muodostunut kenttäpuhdistamoiden vaikutuksesta myös Eteläinen Kuusilampi - Härkälampi - Pohjoinen Kuusilampi reitille.

Vuonna 2017 käynnistyi keskusvedenpuhdistamo, jonka jälkeen vesienkäsittelyssä muodostuvat sakat loppusijoitetaan kipsisakka-altaille. Näin uuden sakan syntyminen maapohjaisiin altaisiin on loppunut ja alueet voidaan kunnostaa.

Copyright © Pöyry Finland Oy

4 SUUNNITTELUALUE

Kunnostettavat alueet on jaettu vesistöreiteittäin seuraavasti:

1. Eteläinen Kuusilampi – Tammalampi
2. Härkälampi (ml. vesienkäsittelyalue) – Pohjoinen Kuusilampi
3. Lumelan allas – Urkki – Kortelampi sekä sakka-altaat
4. Haukilampi – Kärsälampi

Kunnostettavien reittien lisäksi työhön kuului avolouhoksen kaakkoispuolella olevien geotuubikenttien suunnittelu ja geotuubikenttien peittäminen. Aiemmin laadittujen suunnitelmien päivitys siten, että alueen muotoilussa hyödynnetään louhinnan tieltä purettavien geotuubikenttien sakkaa. Valumavesien hallinnan suunnittelu peittämistyön aikana sekä peittämisen jälkeen. Geotuubikenttien suunnitelmat on esitetty erillisessä suunnitteluasiakirjassa (liitteet 306, 307).

Kuva 4. Kunnostettavien alueet likimääräiset rajaukset punaisella.

Copyright © Pöyry Finland Oy

5 YMPÄRISTÖOLOSUHTEIDEN KUVAUS

5.1 Topografia ja maaperäolosuhteet

Kaivospiirin alue kuuluu maaselänalueeseen, jonka topografiaan kuuluvat vaarat ja niiden väliset laaksot. Maapeite on korkeilla maastonkohdilla moreenia ja suoalueilla turvetta. Moreenikerros mukailee alla olevan kallioperän muotoja ja paksuimmat moreenipeitteet ovat suoalueilla ja painanteissa turvekerroksen alapuolella. Kallion päällä on yleensä vain ohut kerros maa-ainesta. Kunnostusalueilla pintamaa koostuu pääosin turpeesta, jonka alapuolinen maa-aines on kivikkoista moreenia. Turpeen paksuus vaihtelee alle metristä viiteen metriin asti. Alueilla, joissa turvepaksuus on useita metrejä, turpeen alapuolinen maalaji on tavallisesti siltti, hiekka tai silttinen hiekkamoreeni.

Kaivospiirin mustaliuskemuodostuma on osa Kainuun liuskejakson eteläosaa, jossa vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Hyödynnettävään Ni-Cu-Zn-esiintymään kuuluu kaksi erillistä mineralisaatiota, Kuusilampi ja Kolmisoppi, jotka kivilajeiltaan vastaavat toisiaan. Isäntäkivenä on sulfidi-grafiittirikas mustaliuske. Tärkeimmät sulfidit ovat rikkikiisu, magneettikiisu, sinkkivälke, pentlandiitti ja kuparikiisu. Alueen pääkivilajit stratigrafiajärjestyksessä ovat: pohjagneissikompleksi, kvartsiitit, kiilleliuskeet ja mustaliuskeet. (Lapin Vesitutkimus Oy, 2005)

Uraanin pitoisuudet alueen kallioperässä vaihtelevat huomattavasti. Suomen kallioperässä arvioidaan olevan uraania keskimäärin 4 ppm. Graniittisissa kivilajeissa esiintyy varsin yleisesti keskimääräistä suurempia pitoisuuksia (4–50 ppm), erityisesti Kaakkois-Suomen rapakivialueilla. Esimerkiksi Talvivaaran mustaliuskeessa uraanipitoisuus on 15–20 ppm, eli ei poikkeuksellisen korkea Suomen kallioperän pitoisuusvaihteluihin nähden. (STUK, Säteilyturvakeskus, 2019)

Erityisesti moreenin nikkelipitoisuudet ovat luontaisesti koholla kaivospiirin malmioiden tuntumassa. Kallioperän metallipitoisuudet näkyvät myös maaperän metallipitoisuuksissa ja moreeni kuvastaa paremmin alla olevan kallioperän koostumusta kuin muut maalajit. Näin ollen on olemassa alueita, joilla on luonnostaan muuta maata suurempia haitta-ainepitoisuuksia. Kaivospiirin alue kuuluu metalliprovinssi 3:n alueelle, jolla kuparin, koboltin, kromin, nikkelin, vanadiinin tai sinkin pitoisuus moreenissa on suurempi kuin muualla Suomessa. Taulukossa 1 on tarkasteltu luontaisten haitta-aineiden esiintymistä maaperässä (luonnonmaana moreeni) kaivospiirin alueella.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 1. Metallien taustapitoisuudet maaperässä kaivospiirin alueella.

	Metallit ja puolimetallit										
	Arseeni (As)	Kadmium (Cd)	Koboltti (Co)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Elohopea (Hg)	Nikkeli (Ni)	Lyijy (Pb)	Antimoni (Sb)	Vanadiini (V)	Sinkki (Zn)
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Analysoidut näytteet, kpl	76	96	6506	6505	6504	95	6481	83	96	6487	6505
Taustapitoisuudet, keskiarvo	1,82	0,05	8,1	29,0	24,0	0,03	21,0	5,8	0,05	31,5	30,1
Taustapitoisuus, Maksimi	11,15	0,17	65,7	297,7	188	0,08	150	29,6	0,5	124	239,4
SSTP*	3	0,11	18	59	52	0,08	44	10	0,13	68	71
Kynnysarvo, VNA	5	1	20	100	100	0,5	50	60	2	100	200
VNA, Valtioneuvoston asetus 214/2007											

*Suurin suositeltu taustapitoisuusarvo

Aluevalinta: Sotkamon kunnan alue, jolle kaivospiiri sijoittuu, säde 15 km

© Maanmittauslaitos, National Land Survey, 2018

Keskipiste: N:552416 E:7094490 (EUREF TM35FIN)

GTK:n Maaperän taustapitoisuudet (TAPIR) -karttapalvelu 28/11/2019

Turpeen metallipitoisuuksista ei ole olemassa yhtä kattavaa valtakunnallista kartoitusta kuin mineraalimaasta.

5.2 Sadanta ja haihdunta

Alueen kuukausittainen valuma on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2). Alueen keskimääräinen valuma on 13,8 l/s*km^2, nettosadannaksi muutettuna se tarkoittaa 435 mm/vuosi.

Kerran 100 vuodessa toistuva märän ja kuivan vuoden valuntatiedot on määritetty toistuvuusanalyysissä soveltaen Gumbelin menetelmää. (Pöyry Finland Oy, 2019)

Taulukko 2. Keskimääräinen valunta ja 1/100 märän vuoden valunta.

	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu	Keskiarvo
Valunta q (l/s/km2)	6,2	5,0	4,9	26,0	43,6	10,2	10,4	10,6	11,7	13,7	13,2	9,7	13,8
Valunta q 1/100 märkä (l/s/km2)	10,6	8,8	9,3	49,7	60,6	18,1	20,1	18,2	16,7	22,3	22,9	18,7	23,0

Pysyvien altaiden ja pumppaamojen mitoituksessa on käytetty valuma-arvoa 102,5 l/s*km^2. Valuma on arvioitu interpoloimalla vuorokausivaluma (500 l/s*km^2) ja kerran sadassa vuodessa toistuvan märän toukokuun valuma (60,6 l/s*km^2) seitsemälle vuorokaudelle.

5.3 Pohjavesiolosuhteet

Kaivosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Alueen pohjavesipinta on 0–8 m syvyydellä maanpinnasta. Alueen pohjavesiolosuhteisiin vaikuttavat täyttöjen, louhoksen, altaiden ja patojen lisäksi kallioperän ruhjeisuus. Alueella on pääosin ohut maapeite, ja kallio on ruhjeista, joten kalliopohjavesi voi olla kohteessa merkittävä haitta-aineiden kulkeutumisväylä. Malmioiden kohdalla kalliopohjavesi on metallipitoista, mutta etäämpänä veden metallipitoisuudet ovat pienempiä. (Pöyry, 2017)

Varsinaisen pohjavesikerroksen muodostuminen alueella on heikkoa, sillä alueen maaperä koostuu pääosin huonosti vettä läpäisevistä ohuista moreenikerroksista. Pääosa kaivospiirinalueelle satavasta vedestä kulkeutuukin pintavaluntana ojiin ja puroihin. Ohuen maapeitteen vuoksi maaperään imeytyvän ja pohjavettä

Copyright © Pöyry Finland Oy

muodostavan veden määrä on vähäinen ja alueen pohjaveden virtausmatkat ovat lyhyitä.

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.

Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa kaivospiirin alueella pohjaveden kohonneina metallipitoisuuksina. Pohjavesitarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä on havaittu tehdasalueen ja Kortelammen alueen välisellä alueella. Sekundääriliuotuskentän alueella sekä Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolella on todettu kohonneita metallipitoisuuksia. (Ramboll, 2017)

Vuoden 2016 syksyllä tehtiin selvitys (Pöyry, 2017) pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta. Kortelammen painauman alueelle arvioidaan virtaavan pohjavesiä sekä pohjoisesta kipsisakka-altaan suunnasta että idästä primääriliuotusalueen suunnasta. Pohjaveden virtaussuunta alueelta on laajassa mittakaavassa lounaaseen. Selvityksen mukaan Kortelammen alueella esiintyy kohonneita haitta-ainepitoisuuksia maaperän pohjavedessä. Pohjaveden pitoisuudet viittaavat vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkivaikutuksiin. Maaperän pohjavedessä on merkittäviä määriä rautaa ja sulfaatteja, minkä lisäksi esiintyy neutralointiin liittyviä pitoisuuksia (kalsium ja natrium). Kallioperään kairatuissa pohjavesiputkissa veden laatu on selkeästi parempi. Kallioperän ruhjeisessa yläosassa pohjaveden virtaus on tällä alueella oletettavasti voimakkaampaa (sekoittuminen) kuin maaperässä tapahtuva virtaus. Alueen nykyisessä hydrologisessa tilassa haitta-ainepitoisen maaperän pohjaveden virtaus alueen ulkopuolelle on rajoittunutta sekä luontaisista tekijöistä (maaston muodot ja maaperän laatu) että pumppauksista johtuen. Kallioperän pohjavedessä pitoisuudet taas ovat pienempiä. Tutkitun alueen pohjaveden tilasta ei aiheudu välitöntä haittaa lähimmille kiinteistöille ja pohjaveden käyttäjille (Pöyry, 2017).

5.4 Pintavesiolosuhteet

Kaivosalue sijaitsee Oulujoen (vesistöaluenumero 59.) ja Vuoksen (04.) vedenjakajalla. Eteläinen Kuusilampi – Tammalampi – Härkälampi – Pohjoinen Kuusilampi -reitti sekä Haukilampi – Kärsälampi -reitti sijaitsevat Oulujoen vesistöalueella ja Lumela – Urkki – Kortelampi -reitti sijaitsee Vuoksen vesistöalueella.

Haukilampi – Kärsälampi

Haukilammen ja Kärsälammen muodostamalla alueella (pohjoinen jälkikäsittelyalue) on puhdistettu kalkkineutraloinnin ja laskeutuksen avulla alueelle aiemmin johdettuja prosessin loppuneutraloinnin (Lone) ylitevesiä ja alueen valumavesiä. Viime vuosina alueelle ei ole johdettu vettä muista kohteista tai metallientalteenottolaitokselta, vaan sinne tuleva vesi on koostunut sade- ja valumavesistä. Haukilampi ja Kärsälampi ovat olleet ennen kaivostoimintaa pienvesiä. Niiden pinta-ala on kasvanut kaivostoiminnan

Copyright © Pöyry Finland Oy

aikana. Haukilammen eteläkärjessä on ilmakuvan perusteella selvä sakkakerrostuma. Kaivoksen on mahdollista purkaa Kärsälammesta vesiä Salmisen kautta Oulujoen suuntaan, mutta vesiä on purettu vesistöön viimeksi vuonna 2016. Sen jälkeen Hauki- ja Kärsälammen vesiä on purettu keskusvedenpuhdistamolle. Kärsälammen vedenlaatua seurattiin vuosina 2009-2016, kun vettä juoksutettiin luontoon.

Lumela – Urkki – Kortelampi

Ennen 2012 tapahtunutta kipsisakka-altaan vuotoa Kortelammen alueella oli kolmialtainen jälkikäsittelyalue. Urkin pato on vanha vesienkäsittelytarkoituksessa rakennettu pato. Lumelan pato on rakennettu vuonna 2010 tapahtuneen kipsisakka-allas vuodon jälkeen. Kortelammen alueella on luonnostaan ollut vain pieni Kortelampi, mutta patojen rakentamisen seurauksena alueella on luonnontilaan verrattuna suuret määrät vettä. Kaivoksen on mahdollista purkaa Kortelammen vesiä Ylä-Lumijärven ohittavan ojan kautta Lumijokeen, Vuoksen suuntaan, mutta Kortelammen vesiä on juoksutettu Vuoksen vesistöön viimeksi keväällä 2016. Tällä hetkellä Kortelammen vesiä pumpataan Lumelan altaaseen, josta vesiä pumpataan Mourunpuron kautta keskusvedenpuhdistamolle. Kortelammen vedenlaatua tarkkailtiin 2013-2016 kun alueen vesienkäsittely-yksiköitä käytettiin.

Eteläinen Kuusilampi – Tammalampi – Kaivoslampi – Syvälampi – Härkäpuro Härkälampi – Pohjoinen Kuusilampi

Eteläinen Kuusilampi, Kaivoslampi, Syvälampi, Härkäpuro, Härkälampi ja Pohjoinen Kuusilampi ovat luonnostaan pienvesiä.

Tammalammen käsittely-yksiköllä on puhdistettu kalkkineutraloinnin ja laskeutuksen avulla avolouhokselta, kipsisakka-altaalta sekä eteläisen käsittely-yksikön altailta johdettuja vesiä, jotka on johdettu käsittelyn jälkeen edelleen varastoitavaksi Eteläiseen Kuusilampeen. Eteläisestä Kuusilammesta käsitellyt vedet on johdettu Härkäpuron kautta pohjoiseen. Tammalammen jälkikäsittely-yksikkö on ollut vähäisellä käytöllä vuoden 2017 keskuspuhdistamon käynnistymisen jälkeen. Ennen Tammalammen käsittely-yksikölle johdettuja vesijakeita käsitellään nykyisin keskuspuhdistamolla.

Reitin vesiä on neutraloitu tarpeen mukaan myös Syvälammen ja Härkälammen välisessä uomassa.

Reitin vedet ovat happamia osittain alueen luontaisesta kallioperästä johtuen, osittain myös kaivostoiminnasta johtuen. Esim. Louhoksesta ja primäärimurskauksesta lähialueelle päätynyt pöly sekä pintamaiden läjitysalueelta virtaavat vedet ovat todennäköisesti vaikuttaneet Härkäpuron reitin veden laatuun. Toiminnan alkuvaiheessa suurin vaikutus on ollut sillä, kun malmion päältä on poistettu pintamaita. Härkäpuron reitin vesien tiedetään olleen luontaisesti happamia ja metallipitoisia jo ennen kaivostoiminnan aloittamista.

Pohjoisen Kuusilammen avoin vesialue on sakan vuoksi merkittävästi pienentynyt ja Härkälampi on käytännössä sakan täyttämä.

5.5 Kortelammen sakka-altaiden rakenteet

Kortelammen sakka-altaat on rakennettu vuonna 2013. Altaat on rakennettu luonnonmaapohjalle. Altaiden reunapadot on rakennettu louherunkoisina ja

Copyright © Pöyry Finland Oy

tiivisrakenteena 2,5 m paksu moreenikerros. Patojen luiskat on verhottu pienlouheella (300 mm), jonka alle on asennettu suodatinkangas N4.

Altaiden rakenne on suunniteltu siten että sakkapitoinen vesi pumpataan lietealtaisiin. Lietealtaista vesi johdetaan neutralointialtaisiin. Neutralointialtaat on jaettu välipadoilla joissa on ylivuoto. Neutralointialtaista vesi johdetaan kirkasvesialtaisiin, joista on purkuputket. Purkuputket on varustettu venttiileillä. Altaat on esitetty kuvassa 5.

Kuva 5. Sakka-altaat.

5.6 Kunnostettavien alueiden valuma-alueet

Nykyiset kunnostettavien alueiden valuma-alueet on esitetty kuvassa 6.

Haukilammen vedet virtaavat Kärsälampeen ja sieltä luontaisesti Salmisen kautta Oulujoen vesistöön. Nykyisin Haukilammen ja Kärsälammen valuma-alueen vesiä ei kuitenkaan johdeta ympäristöön, vaan ne pumpataan keskusvedenpuhdistamolle. Haukilammen ja Kärsälammen valuma-alue on tässä työssä jaettu omiksi pienemmiksi alueikseen.

Lumela-Urkki-Kortelammen valuma-alueella vedet virtaavat Lumelasta Kortelampeen päin. Luontaisesti vedet virtaisivat Kortelammesta Ylä-Lumijärveen ja sieltä Vuoksen vesistöön. Nykyisin vesiä ei kuitenkaan ole johdettu sinne.

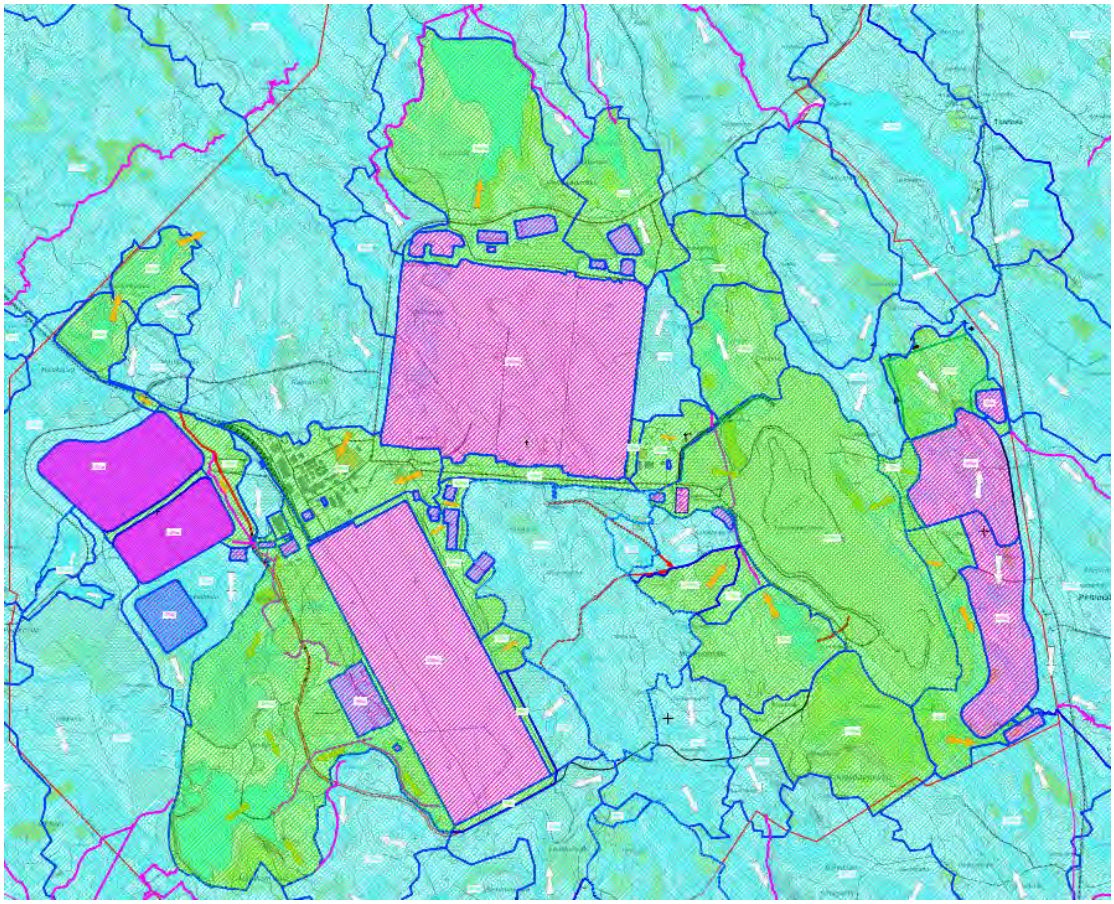
Härkälammen valuma-alue kerää tällä hetkellä puhtaita vesiä avolouhoksen länsi- ja pohjoispuolelta, sekä likaantuneita varikkoalueen hulevesiä ja maanläjitysalueiden vesiä. Härkälammen valuma-alue on suuri, minkä vuoksi Härkälampeen tuleva kevätvalunta on merkittävä.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Eteläiseen Kuusilameen tulee puhtaita valumavesiä. Myös viereisessä Kuljun altaassa varastoidaan puhtaita valumavesiä.

Taulukko 3. Kunnostettavien alueiden nykyiset valuma-alueet.

Allas	Valuma-alueen pinta-ala (ha)
Haukilampi	28
Kärsälampi	26 + 28 (Haukilampi)
Lumela – Urkki - Kortelampi	290 + 107 (Tehdasalue)
Eteläinen Kuusilampi	72
Härkälampi	586
Pohjoinen Kuusilampi	41 + 586 (Härkälammen valuma-alue)



Kuva 6. Kaivoksen nykyiset valuma-alueet. Vihreät valuma-alueet ovat kaivoksen vesitaseen piirissä. Sinisiltä valuma-alueilta vedet johdetaan ympäristöön.

6 YMPÄRISTÖLUPA

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessä (16/0089/2) 28.4.2016 on määritetty vaatimukset likaantuneiden vesien puhdistusvaatimuksista sekä virtaamista.

Copyright © Pöyry Finland Oy

6.1 Pitoisuudet

Ympäristöluparajat on esitetty taulukossa 4. Jokaisesta vesien käsittelykohteesta johdettavan veden kokonaispitoisuudet tulee alittaa virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona laskettuna taulukossa esitetyt raja-arvot.

Taulukko 4. Ympäristöluvan pitoisuusrajat luontoon johdettavien vesien laadulle.

Aine	Raja-arvo
Nikkeli, kok.	< 0,3 mg/l
Kupari, kok.	< 0,3 mg/l
Alumiini, kok.	< 0,5 mg/l
Sinkki, kok.	< 0,5 mg/l
Mangaani, kok.	< 4 mg/l
Rauta, kok.	< 4 mg/l
Uraani, kok.	< 10 µg/l
Sulfaatti	< 2 000 mg/l
Kiintoaine, hehkutusjäännös	< 15 mg/l
Muut vaatimukset	
pH	5,5-9
Kadmium (liukoinen)	< 3 µg/l
Elohopea (liukoinen)	< 1,5 µg/l

Kunnostuksen aikaisina raja-arvoina pidetään nykyisiä ympäristöluparajoja. Kunnostuksen jälkeiset tavoitepitoisuudet on esitetty kappaleessa 9.3.

6.2 Kuormitus

Lupapäätöksen 52/2013/1 ympäristölupamääräyksen 9a mukaan kaivosalueelta Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin johdettavien käsiteltyjen vesien yhteenlaskettu päästö alkuperäisiä purkureittejä pitkin saa olla enintään:

- Nikkeli 250 kg
- Kupari 150 kg
- Sinkki 300 kg
- Mangaani 2 600 kg
- Sulfaatti 1 300 t
- Natrium 650 t

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen 16/0090/2 mukaan alkuperäistä lupamääräystä on muutettu niin, että Vuoksen vesistöön saa johtaa enintään 40 % lupamääräyksen 9a haitta-aineiden vuosipäästöistä ja Oulujoen vesistössä Kolmisopen yläpuolelle enintään 60 % lupamääräyksen 9a haitta-aineiden vuosipäästöistä.

Lupapäätöksen 43/2015/1 ympäristölupamääräyksen 3 ja VHO:n päätöksen 16/0091/2 mukaan Nuasjärveen johtavan purkuputken osalta käsiteltyjen vesien aiheuttama yhteenlaskettu päästö vuodessa saa olla enintään:

- Nikkeli 350 kg
- Kupari 100 kg
- Sinkki 525 kg
- Mangaani 20 000 kg

Copyright © Pöyry Finland Oy

- Sulfaatti 15 000 t, joulu-huhtikuussa enintään 1000 t/kk ja sulan veden aikaan enintään 2000 t/kk
- Natrium 4 000 t

7 SAKAN OMINAISUUDET

7.1 Sakasta tehdyt tutkimukset

Kunnostuksen aikana käsiteltävä sakka on kalkkisaostuksella muodostettua metallihydroksidisakkaa, jonka laatu vastaa pääpiirteissään kaivoksen metallien talteenottoprosessissa loppuneutraloinnissa muodostuvien sakkojen laatua. Sakkojen laatua on selvitetty mm. Rambollin ja Sitowisen toimesta.

Ramboll on tehnyt haitta-ainetutkimuksia vuosina 2013 ja 2016. Vuonna 2013 kokonaispitoisuuksia määritettiin kahdeksasta sakkanäytteestä ja liukoisuuksia määritettiin 11 sakkanäytteestä. Vuonna 2016 haitta-aineiden kokonaispitoisuudet ja –liukoisuudet määritettiin yhdeksästä näytteestä (Ramboll, 2017).

Sitowise on tehnyt sakka- ja lietealueilla pilaantuneisuustutkimuksia marraskuussa 2018, helmikuussa 2019 ja heinäkuussa 2019. Tutkimuksissa tehtiin yhteensä 101 näytepistettä, joiden avulla kartoitettiin sakanlevinneisyyttä, sakkakerroksen paksuutta ja laatua. Lisäksi sakan levinneisyyttä tutkittiin 53 havaintopisteestä. Näytteistä mitattiin maastossa röntgenfluoresenssimittarilla metallien ja puolimetallien suuntaa-antavat pitoisuudet. Tarkempiin laboratorioanalyyseihin lähetettiin 28 näytettä. Näytteenoton yhteydessä kirjattiin mm. sakkakerroksen paksuus, ulkonäkö ja alapuolisen maan maalaji. Analyysien tuloksista on kerrottu nykytilakuvauksissa kappaleessa 8.

7.1.1 Turpeen ja sakan seosten testit

Ramboll on tutkinut vuoden 2016 tutkimusten yhteydessä happaman suotoveden muodostumista ja haitta-aineiden liukoisuutta sakan ja turpeen seoksesta. Tutkimukset tehtiin kahdella näytteellä sekoittamalla sakkaa ja turvetta keskenään suhteessa 1:1, ravistelemalla seosta ravistelijassa 30 vrk ajan ja määrittämällä sen jälkeen haitta-aineiden liukoisuudet L/S –suhteessa 10. Lisäksi yhdestä näytteestä tehtiin perkolaatiotesti, jossa sakkaa ja turvetta (1:1) sisältävän näytteen suodoksen haitta-ainepitoisuuksien kehittymistä testin kuluessa selvitettiin analysoimalla suodoksista haitta-aineiden pitoisuuksia. Tulosten perusteella turpeen sekoittaminen sakkaan näkyi DOC:n liukoisuuden selvänä lisääntymisenä sekä myös nikkelin liukoisuuden lisääntymisenä verrattuna pelkästä sakasta tehtyihin liukoisuusmäärityksiin. Perkolaatiotestissä haitta-aineiden liukoisuus lisääntyi testin edetessä ja selvimmin vaikutus näkyi DOC:n, sulfaatin, magnesiumin, mangaanin ja nikkelin osalta. Liukoisuudet olivat kuitenkin pieniä ja L/S-suhteessa 10 ainoastaan sulfaatin liukoisuus 19 000 mg/kg ka ylitti Vna 331/2013 pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon. Suodoksen pH laski vain vähän testin kuluessa (Ramboll, 2017).

7.1.2 Kaasun tuotto

Ramboll Analytics Oy:n laboratoriossa selvitettiin rikkivedyn muodostumista kaasuntuottokokeen avulla, jossa sakkaa ja turvetta sisältävistä näytteistä tehtiin seoksia.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Tutkittavat seokset sijoitettiin inertteihin kammioihin, joissa tapahtuvaa massan kaasuntuottoa seurattiin kaasuntuottopotentiaalin mittausmenetelmää (GP21) tutkittavalle ainekselle soveltaen. Kokeen alussa kammioihin lisättiin jätevedenpuhdistamon mädättämölietettä reaktion käynnistämiseksi. Kammioista otettiin kaasunäytteitä, joista analysoitiin pelkistyneet rikkiyhdisteet. Määritetyt yhdisteet olivat rikkivety (divetysulfidi, H_2S), metyylimerkaptaani (MeSH, CH_3SH), dimetyylisulfidi (DMS, CH_3SCH_3) sekä dimetyylidisulfidi (DMDS, $CH_3S_2CH_3$). (Ramboll, 2017)

Tutkimustulosten perusteella rikkivetypitoisuudet olivat alhaisia muodostuneessa kaasussa. Sakkojen ja turpeen seosten todettiin muodostavan ainoastaan hyvin pieniä kaasumääriä. Kaasun tai rikkivedyn muodostumista näytteen massaa kohti ei voitu luotettavasti määrittää kaasumäärän vähäisyyden vuoksi. Ramboll Analytics Oy:n kaasuntuottokokeen tutkimusten perusteella sakkojen reagoivuus on alhainen, kun pH on riittävän korkealla tasolla ja turpeen sekoittuminen sakkaan minimoidaan kunnostustöiden aikana.

7.1.3 Vaaraominaisuudet, luokitus ja sijoituskelpoisuus

Ramboll Oy:n tutkimuksissa 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 nikkelipitoisuudet (valtaosassa näytteitä) vaarallisen jätteen raja-arvot (Ni 380 mg/kg, Zn 1000 mg/kg). Liukoisuudet ovat pääsääntöisesti pieniä, eivätkä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot (Ni 40 mg/kg, Zn 200 mg/kg) ylity lukuun ottamatta liukoisen sulfaatin pitoisuutta. Sulfaatti esiintyy sakoissa kuitenkin pääasiassa $CaSO_4$ muodossa, jolla ei ole asetuksen mukaisia vaaraominaisuuksia.

8 NYKYTILA

Seuraavissa kappaleissa on esitetty aluekohtaiset infotaulut. Taulujen tiedot on laskettu Sitowisen tekemien tutkimusten, Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston, Terrafamen toimittamien lampien ja altaiden pohjakäyrien sekä maaperätietojen pohjalta.

Määrät on eritelty siten että taulukossa on esitetty arvio puhtaana sakkana erotettavissa olevan sakan määrästä sekä turpeen sekaisen sakan määrästä, jota ei työteknisistä syistä voida poistaa puhtaana sakkakerroksena. Pilaantuneiden pohjamaiden määräarvio on suuntaa-antava arvio joka perustuu alueen pinta-alaan ja riskiperusteiseen arvioon siitä, kuinka syvälle pohjamaa on pilaantunut.

Altaiden tilavuudet on laskettu Terrafamen toimittamien altaan pohjan käyrien ja 18.2.-18.11.2019 välisenä aikana havaittujen altaiden pinnan tasojen perusteella. Tilavuudet eivät huomioi altaissa olevaa sakkamäärää, joten sakka sisältyy altaiden kokonaistilavuuteen. Sakka-alueiden valuma-alueet on arvioitu Terrafamen toimittamasta valuma-aluekartasta. Veden laatu on esitetty Sitowisen Sakka- ja lietealueiden pilaantuneisuuden tutkimusraportin sekä Terrafamen Vesienhallintasuunnitelma 2019 perusteella.

Copyright © Pöyry Finland Oy

8.1 Tammalampi- Eteläinen Kuusilampi

Eteläinen Kuusilampi – Tammalampi

Alueen pinta-ala: 168 000 m^2

Valuma-alue: 72 ha

Lampien tilavuus

- E Kuusilampi 221 200 m^3
- Tammalampi 48 700 m^3

veden laatu (E Kuusilampi)

- Ni 8,8 – 200 µg/l
- Zn < 15 µg/l

Poistettavan sakan määrä

- 192 000 m^3ktr

poistettavan sakan laatu

- Ni 13-1331 mg/kg,
- Zn 58-2632 mg/kg
- SO_4 5300-46000 mg/kg
- U ei näytettä

Poistettavat muut massat:

- turpeen sekainen sakka 16 000 m^3ktr
- pilaantunut maa 33 000 m^3ktr

Kunnostettava alue sijaitsee avolouhoksen lounaispuolella ja sillä on kaksi allasaluetta. Eteläinen Kuusilampi on muodostunut entisen Kuusilammen alueelle. Kuusilammen itäpuolelle sijoittuvan ja sitä selvästi pienemmän Tammalammen koko ei ole merkittävästi muuttunut kaivostoiminnan myötä.

Eteläisen Kuusilammen alueelta otettujen näytteiden analyysituloksia on esitetty taulukossa (Taulukko 5). Alueella olevan sakan metallien (nikkeli ja sinkki) korkeimmat pitoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen raja-arvot. Sulfaatin pitoisuudet olivat 5300-46 000 mg/kg. Tammalammen alueelta ei ole otettu näytteitä.

Eteläisen Kuusilammen vedenlaatutietoja on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 7). Näiden tietojen perusteella Kuusilammen veden laatu täyttää ympäristölupaehdot ja sitä on mahdollista johtaa ympäristöön.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 5. Eteläisen Kuusilammen haitta-aineiden kokonaispitoisuuksia. (Sitowise, 2019)

		Eteläinen Kuusilampi					Sakka
		SP25	SP40	SP41	SP43	SP44	
		0-0,85 m	3-3,6 m	1,2-1,8 m	0,4-0,6 m	0-0,3 m	
		Sakka	Sakka	Sakka	Sakka	Turve+ Sakka	
Kuiva-aine							23,3
pH							9
Hehkutushäviö							10,4
TOC	paino-%				14		0,3
Sulfaatti	mg/kg		36000	46000		36000	
Alumiini							6133
Antimoni	mg/kg	<1	<1	<1		<1	
Arseeni	mg/kg	<0,7	1,4	0,9		1,4	<0,7
Elohopea	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2		<0,2	
Kadmium	mg/kg	2,8	5,4	0,9		0,8	3,4
Kalsium							128500
Koboltti	mg/kg	18,6	28,2	3,4		4,5	
Kromi	mg/kg	2,1	1,9	2,6		6,7	
Kupari	mg/kg	10,4	5,4	11,1		22,3	14
Lyijy	mg/kg	2,2	5,7	4,6		20,7	
Magnesium							26060
Mangaani							25720
Nikkeli	mg/kg	786,9	1331	114,5		45,9	679,5
Rikki							32610
Sinkki	mg/kg	161,2	2632	156,4		148,6	1229
Uraani							3,5
Vanadiini	mg/kg	4,8	<0,5	<0,5		16,2	

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 6 Eteläisen kuusilammen haitta-aineiden liukoisuuksia. (Sitowise, 2019)

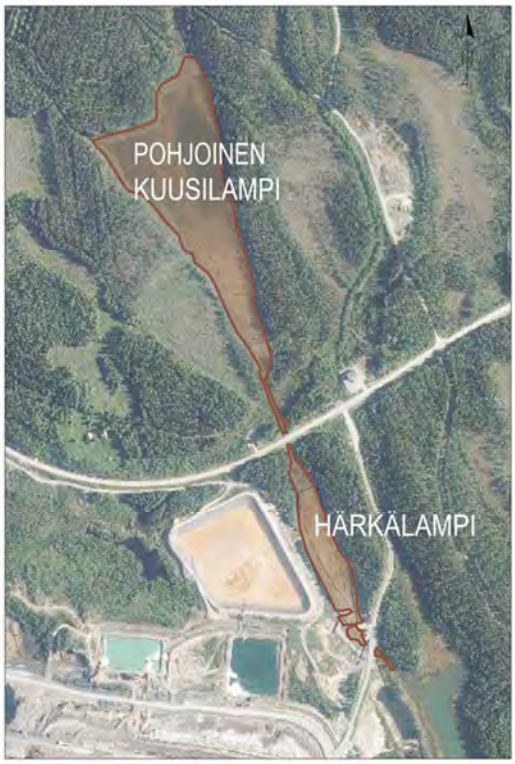
		Eteläinen kuusilampi
Kosteuspitoisuus	%w/W	330
pH		9,1
Sähkönjohtavuus	mS/m	290
DOC	mg/kg	<100
Kloridi	Cl/kg	<160
Fluoridi	F/kg	27
Sulfaatti	SO4/kg	19000
Antimoni	mg/kg	<0,05
Arseeni	mg/kg	<0,10
Barium	mg/kg	<4,0
Elohopea	mg/kg	<0,002
Kadmium	mg/kg	<0,010
Kromi	mg/kg	<0,10
Kupari	mg/kg	<0,40
Lyijy	mg/kg	<0,10
Molybdeeni	mg/kg	<0,10
Nikkeli	mg/kg	<0,10
Seleeni	mg/kg	<0,03
Sinkki	mg/kg	<0,80
Uraani	mg/kg	<0,3
Fenoli-indeksi	mg/kg	<0,5

Taulukko 7. Eteläisen Kuusilammen vedenlaatu.

Muuttuja	Yksikkö	Pitoisuus (Sitowise, 2019)	Pitoisuus (Terrafame, 2019)
pH			7-8
Sähkönjohtavuus	mS/cm		2,5-3
SO_4	mg/l	1200-1400	1500-1800
Al	µg/l		
As	µg/l		
Cd	µg/l	0,06	
Co	µg/l	0,20	
Cu	µg/l	<1,0	
Hg	µg/l	0,13-0,18	
Mn	mg/l		0,5-2
Na	mg/l		100-200
Ni	µg/l	8,80	100-200
Pb	µg/l	<0,6	
Fe	µg/l		0-500
Zn	µg/l	<15	
U	µg/l		
V	µg/l	<0,5	

Copyright © Pöyry Finland Oy

8.2 Härkälampi- Pohjoinen Kuusilampi



Härkälampi – Pohjoinen Kuusilampi

Alueen pinta-ala: 82 000 m^2

Valuma-alue: 627 ha

P Kuusilammen tilavuus

- ei lähtötietoja

Veden laatu:

- Ni 6,9-42 µg/l
- Zn <5-33 µg/l

Poistettavat massat:

- sakka 54 000 m^3ktr
- turpeen sekainen sakka 6 000 m^3ktr
- pilaantunut maa 16 000 m^3ktr

Sakan laatu (kokonaispitoisuus):

- Ni 116-406 mg/kg,
- Zn 406-604 mg/kg
- SO_4 2500 -5600 mg/kg
- U 6,7 mg/kg

Alue sijaitsee avolouhoksen luoteispuolella. Alueen altaista toinen on muodostunut Härkälammen ja toinen Pohjoisen Kuusilammen alueelle. Pohjoisen Kuusilammen avoin vesialue on sakan vuoksi merkittävästi pienentynyt ja Härkälampi on käytännössä sakan täyttämä.

Alueelta otettujen sakkanäytteiden analyysituloksia on esitetty taulukossa (Taulukko 8). Pohjoisen Kuusilammen sakan sinkin korkeimmat pitoisuudet ylittivät ylemmän ja nikkelin pitoisuudet alemman ohjearvotason (Vna 214/2007). Härkälammen näytteessä metallien pitoisuudet ylittävät ylemmän ohjearvotason. Sulfaattipitoisuudet olivat 2500-5600 mg/kg.

Pohjoisen Kuusilammen veden pitoisuuksia on esitetty taulukossa (Taulukko 10). Pohjoisen Kuusilammen veden laatu on täyttänyt ympäristölupavaatimukset. Korkeimpia pitoisuuksia on havaittu Härkäpurossa, joka laskee Pohjoiseen Kuusilampeen.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 8. Pohjoisen Kuusilammen ja Härkälammen haitta-aineiden kokonaispitoisuuksia. (Sitowise, 2019)

		Pohjoinen Kuusilampi			Härkälampi	Kuusilampi pohjoinen	Härkälampi +härkäpuro
		SP47	SP48	SP49	NP50		
		0,2-0,7 m	0,1-0,7 m	0,02-0,1	0,05-0,15 m		
		Turve	Turve	Sakka+ turve	Turve	Sakka	Sakka
Kuiva-aine						11,8	22,2
pH						8,2	9,6
Hehkutushä						25,9	12,3
TOC	paino-%			13		13	3,5
Sulfaatti	mg/kg	5600	2500				
Alumiini						12200	10880
Antimoni	mg/kg	<1	<1		<1		
Arseeni	mg/kg	3,2	3,2		<0,7	1,7	1,7
Elohopea	mg/kg	<0,2	<0,2		<0,2		
Kadmium	mg/kg	2,6	2,5		1,1	11,2	11,6
Kalsium						78220	151300
Koboltti	mg/kg	16,2	25,2		26,6		
Kromi	mg/kg	8,1	7,7		3,2		
Kupari	mg/kg	33,8	31,7		14,9	95,7	78,2
Lyijy	mg/kg	17,5	17,7		18,5		
Magnesium						20570	37750
Mangaani						4721	7889
Nikkeli	mg/kg	125,3	116,1		406,3	725,4	798,3
Rikki						9922	8578
Sinkki	mg/kg	471	406		603,5	2539	2514
Uraani						4,6	4,6
Vanadiini	mg/kg	12,6	16		3,6		

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 9 Pohjoisen Kuusilammen ja Härkälammen haitta-aineiden liukoisuuksia. (Sitowise, 2019) (Ramboll, 2019)

		Ramboll	Sitowise	
		Härkälampi	Kuusilampi (pohjoinen)	Härkälampi+ härkäpuro
			sakka	sakka
Kosteuspitoisuus	%w/W		750	350
pH			7,9	11
pH-alku		12,8		
pH-loppu		12,6		
Sähkönjohtavuus	mS/m	800	330	120
DOC	mg/kg	400	390	370
Kloridi	Cl/kg	90	<160	<160
Fluoridi	F/kg	<10	<10	2,7
Sulfaatti	SO4/kg	8300	20000	4100
Antimoni	mg/kg	<0,020	<0,05	<0,05
Arseeni	mg/kg	<0,020	<0,10	<0,10
Barium	mg/kg	1,5	<4,0	<4,0
Elohopea	mg/kg	<0,003	<0,002	<0,002
Kadmium	mg/kg	<0,020	<0,010	<0,010
Kromi	mg/kg	<0,020	<0,10	<0,10
Kupari	mg/kg	0,28	<0,40	1,1,1900 2:24:00
Lyijy	mg/kg	<0,020	<0,10	<0,10
Molybdeeni	mg/kg	0,048	<0,10	<0,10
Nikkeli	mg/kg	9,6	0,23	5,1
Seleeni	mg/kg	<0,020	<0,03	<0,03
Sinkki	mg/kg	1,9	<0,80	<0,80
Uraani	mg/kg	<0,020	<0,3	<0,3
Vanadiini	mg/kg	<0,020		
Fenoli-indeksi	mg/kg	6,8	1,1	1,3

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 10. Härkäpuron ja pohjoisen Kuusilammen vedenlaatutietoja liukoisina pitoisuuksina. (Sitowise, 2019) (Ramboll, 2019)

		Härkäpuro	Pohjoinen Kuusilampi (Sitowise, 2019)	Pohjoinen Kuusilampi (Ramboll, 2019)	Pohjoinen Kuusilampi, tarkkailu Y4B
pH		7,1-11,9		8,50	
Sähkönjohtavuus	mS/cm	140-370			
SO_4	mg/l	600-1300	410-420	900,00	542
Al	µg/l	<10-140		200,00	510
As	µg/l	0,26-<1,0			0,45
Cd	µg/l	<0,03-20	0,57-0,60	0,10	2,7
Co	µg/l	0,13-9,1	1,60		11,8
Cu	µg/l	1,3-2,7	1,3-1,6		4,1
Hg	µg/l		<0,13		
Mn	µg/l	920-8500		73,00	1310
Na	mg/l	53-110		89,00	
Ni	µg/l	1,4-1200	39-42	6,90	210
Pb	µg/l	0,15-<0,5	<0,6		
Fe	µg/l	<10-220		49,00	550
Zn	µg/l	1,3-3100	24-33	<5	470
U	µg/l	<0,1-0,94		0,50	0,64
V	µg/l		0,5		

8.3 Haukilampi-Kärsälampi

Haukilampi - Kärsälampi

Alueen pinta-ala: 406 000 m^2

Valuma-alue: yhteensä 54 ha

Lampien tilavuudet

- Haukilampi 102 400 m^3
- Kärsälampi 41 100 m^3

Veden laatu

- Ni 0-100 µg/l
- Zn <15 µg/l

Poistettavat massat

- sakka 56 000 m^3ktr
- turpeen sekainen sakka 58 000 m^3ktr
- pilaantunut maa 72 000 m^3ktr

Sakan laatu (kokonaispitoisuudet)

- Ni 21-114 mg/kg,
- Zn 5,2-39 mg/kg
- SO_4 33000-73000 mg/kg
- U ei mitattu

Copyright © Pöyry Finland Oy

Alue sijaitsee kaivosalueen luoteispuolella ja sillä on kaksi sakka-aluetta. Haukilammen ja Kärsälammen alueet ovat muodostuneet samannimisten lampien alueelle.

Haukilammen alueelta otettujen näytteiden analyysituloksia on esitetty taulukossa 11. Alueella olevassa sakassa nikkelin pitoisuus ylitti alemman ohjearvotason (Vna 214/2007). Sinkin pitoisuudet olivat pieniä, kynnysarvotasot alittavia. Kärsälammen alueelta ei ole otettu näytteitä, mutta pitoisuuksien oletetaan olevan samalla tasolla kuin Haukilammen altaan alueella.

Haukilammen ja Kärsälammen vedenlaatutietoja on esitetty taulukossa (Taulukko 13). Näiden analyysitulosten perusteella lampien vedenlaatu täyttää ympäristölupavaatimukset ja vettä voitaisiin johtaa suoraan ympäristöön. Haukilammen ja Kärsälammen vedet johdetaan tällä hetkellä kuitenkin keskusvedenpuhdistamolle.

Taulukko 11. Sedimenttinäytteiden kokonaispitoisuuksia Haukilampi-Kärsälampi -alueella (Sitowise, 2019), (Ramboll, 2017).

		Sitowise								Ramboll	
		Haukilampi						Hauki-lampi	Kärsä-lampi	Hauki-lampi	Kärsä-lampi
		SP20 0-0,3 m Sakka	SP34 0-0,4 m Sakka+ turve	SP34 0-0,4 Sakka+ turve	SP34 0,4-0,5 Turve	SP37 1,2-1,3 Sakka+ turve	SP37 1,3-1,8 Turve				
Kuiva-aine								27,2	18,6	9,8	6,8
pH								12,3	9,5	7,4	9,5
Hehkutushäviö								11,7	16,2		
TOC	paino-%		12			28		2	2,7	2,7	2
Sulfaatti	mg/kg				33000		73000				
Antimoni	mg/kg	<1		<0,05	<1		<1			<0,50	<0,50
Alumiini	mg/kg							5166	2963		
Arseeni	mg/kg	<0,7		<0,02	<0,7		1,3	<0,7	<0,7	1,9	<1,0
Barium	mg/kg							0,4	0,4	23	16
Elohopea	mg/kg	<0,2		<0,1	<0,2		<0,2			<0,10	<0,10
Kalsium	mg/kg							200100	150800		
Kadmium	mg/kg	<0,3		<0,05	<0,3		<0,3			0,96	0,31
Koboltti	mg/kg	2,2		0,21	0,9		3,5				
Kromi	mg/kg	2,6		<0,05	3,4		14,4			14	4,7
Kupari	mg/kg	2,2		0,068	30,7		13,3	3,6	3,1	<10	<10
Lyijy	mg/kg	2,3		<0,05	6,1		6,9			3,6	2,7
Magnesium	mg/kg							22720	32700		
Mangaani	mg/kg							19400	44590		
Molybdeeni	mg/kg									<2,0	<2,0
Nikkeli	mg/kg	113,8		24	21		45,6	165,5	200,6	880	420
Rikki	mg/kg							19470	21270		
Seleeni	mg/kg									<1,0	<1,0
Sinkki	mg/kg	38,9		5,2	7,6		29,6	42,8	31,2	290	98
Uraani	mg/kg							28	20	140	35
Vanadiini	mg/kg	17,8		<0,05	3,6		22,1			24	6,7
Öljyhiilivety	mg/kg									88	<30

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 12 Sakkanäytteiden haitta-aineiden liukoisuuksia Haukilampi-Kärsälampi -alueella (Sitowise, 2019).

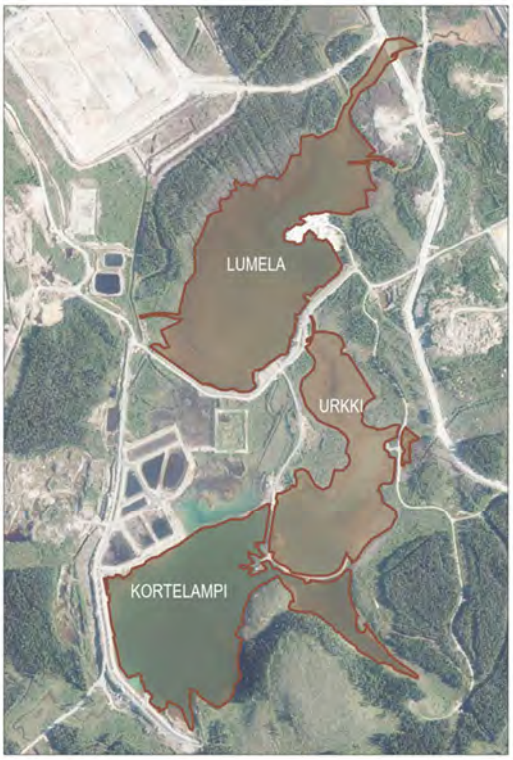
		Haukilampi	Kärsälampi
Kosteuspitoisuus	%w/W	270	440
pH		12,3	10,7
Sähkönjohtavuus	mS/m	1000	660
DOC	paino-%	530	300
Kloridi	mg/kg	<160	<160
Fluoridi	mg/kg	9,6	<20
Sulfaatti	mg/kg	16000	38000
Antimoni	mg/kg	<0,05	<0,05
Arseeni	mg/kg	<0,10	<0,10
Barium	mg/kg	<0,4	<0,4
Elohopea	mg/kg	<0,002	<0,002
Kadmium	mg/kg	<0,010	<0,010
Kromi	mg/kg	<0,10	<0,10
Kupari	mg/kg	<0,40	<0,40
Lyijy	mg/kg	<0,10	<0,10
Molybdeeni	mg/kg	<0,10	<0,10
Nikkeli	mg/kg	11	4,1
Seleeni	mg/kg	<0,03	<0,03
Sinkki	mg/kg	<0,80	<0,80
Uraani	mg/kg	<0,3	<0,3
Vanadiini(V)	mg/kg		
Fenoli-indeksi	mg/kg	0,8	1,3

Taulukko 13. Haukilammen ja Kärsälammen vedenlaatutietoja (Terrafame, 2019) (Sitowise, 2019), (Ramboll, 2017)..

		Kärsälampi	Haukilampi (Sitowise, 2019)	Haukilampi (Terrafame, 2019)
pH		7-8		7-8
Sähkönjohtavuus	mS/cm	1-1,5		1-1,5
SO_4	mg/l	400-600	410-480	400-600
Cd	µg/l		<0,024	
Co	µg/l		<0,2	
Cu	µg/l		<1,0	
Hg	µg/l		<0,13	
Mn	mg/l	0-0,2		0-0,2
Na	mg/l	100-200		100-200
Ni	µg/l	0-100	3,40	0-100
Pb	µg/l		<0,6-0,8	
Fe	mg/l	0 - 0,3		0-0,3
Zn	µg/l		<15	
V	µg/l		<0,5	

Copyright © Pöyry Finland Oy

8.4 Lumela - Urkki – Kortelampi



Lumela – Urkki – Kortelampi

Alueen pinta-ala: 664 000 m^2

Valuma-alue: 397 ha

Altaiden tilavuudet

- Lumela 416 000 m^3
- Urkki 87 400 m^3
- Kortelampi 1 105 000 m^3

Veden laatu

- Ni 1000-3000 µg/l
- Zn -

Poistettavat massat

- sakka 300 000 m^3ktr
- turpeen sekainen sakka 112 000 m^3ktr
- pilaantunut maa 131 000 m^3ktr

Sakan laatu (kokonaispitoisuus)

- Ni 510-1526 mg/kg
- Zn 602-2852 mg/kg
- SO_4 liuk. 13000-78000 mg/kg
- U <0,05-120 mg/kg

Lumela – Urkki – Kortelampi alueella on kolme allasaluetta. Lumelantien patoallas, joka on muodostunut Mourunpuron reitille. Altaan päässä on pato. Urkin allas jatkuu Lumelantien altaan eteläpuolelta ja on niin ikään rajattu padolla. Kortelampi sijaitsee Urkin altaan lounaispuolella ja on muodostunut entisen Kortelammen alueelle. Lisäksi Kortelammen ja Lumelan altaiden välimaastossa sijaitsee Kortelammen sakka-altaat (kpl 8.5) joihin on johdettu kunnostettavia vesiä. Lumelan altaan ja Kortelammen välissä sijaitsee lisäksi pilaantuneen maan kaatopaikka. Altaiden välinen alue on pilaantunut sakalla.

Alueelta otettujen näytteiden analyysituloksia on esitetty taulukoissa (Taulukko 14 ja Taulukko 15) Metallien pitoisuudet olivat korkeimmat Kortelammella ja matalimmat Lumelantien patoaltaalla. Uraanipitoisuudet vaihtelevat altaittain voimakkaasti <0,05 - 120 mg/kg välillä. Suurimmat uraanipitoisuudet mitattiin Urkin altaassa Rambollin tutkimuksissa. Sitowisen tutkimuksissa Urkin altaan uraanipitoisuudet kuitenkin alittivat analyysin määritysrajan. Pienimmät uraanin pitoisuudet havaittiin Kortelammessa. Sulfaatin liukoisuus vaihtelee 13 000 -78 000 mg/kg välillä. Suurimmat liukoisuudet havaittiin Urkin altaassa Rambollin tutkimuksissa ja pienimmät liukoisuudet havaittiin Kortelammessa. Tuloksista voidaan huomata että esim. Urkin alueella pitoisuudet ja liukoisuudet vaihtelevat voimakkaasti. Rambollin analysoimissa näytteissä pitoisuudet ja liukoisuudet olivat Urkin alueella suurimpia, kun taas Sitowisen tutkimuksissa pitoisuudet ja liukoisuudet olivat huomattavasti matalampia, lähempänä Kortelammen tuloksia.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 14. Kokoomanäytteiden kokonaispitoisuuksia Lumela – Urkki – Kortelampi alueella (Sitowise, 2019), (Ramboll, 2017).

		Sitowise				Sitowise						Ramboll	
		Urkki	Kortelamp	Kortelampi	Lumelantie	Kortelampi						Urkki	Lumela
						NP24	NP29	NP31	NP33	NP55	NP56		
						0,08-0,2	0,06-0,25	0,0-0,1	0,0-0,1	0,15-0,35	0,3-0,4		
						Tv	Hk	Sakka	Sakka	Hk	HkMr		
Kuiva-aine	paino-%	27,9	30,9	23	16,2							12	14
pH		7,6	10	8,9	7,6							7,3	9,1
Hehkutushäviö													
	paino-% KA,	12,2	12,4	15,9	15,2								
TOC	paino-% KA,	0,7	0,7	0,7	1,1							0,19	<0,1
Antimoni	mg/kg					<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,50	<0,50
Alumiini	mg/kg	57150	15040	6750	24730								
Arseeni	mg/kg	3,8	4,8	1,5	<0,7	2,5	0,9	10,7	5,6	0,7	1,1	2,9	<1,0
Barium	mg/kg											15	2,7
Elohopea	mg/kg					<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,10	<0,10
Kadmium	mg/kg	2,7	9,5	5	2,1	2,6	<0,3	17,4	16,5	<0,3	0,6	1,4	1,2
Kalsium	mg/kg	136400	143300	45350	66330								
Kobolttl	mg/kg					8	3,5	150,8	113,2	4,1	8,9		
Kromi	mg/kg					10,9	12,2	4	3,5	9,5	14,9	14	<1,0
Kupari	mg/kg	57,9	81,8	34,3	24,9	64	10,9	243,4	141,3	9,2	15	25	<10
Lyijy	mg/kg					16,5	2,2	6,1	6,6	1,6	2,4	2,9	<1,0
Magnesium	mg/kg	8868	46090	66990	16220								
Mangaani	mg/kg	13640	48970	51920	25930								
Molybdeeni	mg/kg											<2,0	<2,0
Nikkeli	mg/kg	786,4	1526	824,3	509,5	133,7	9,5	4432	3129	31,9	132,7	740	500
Rikki	mg/kg	47120	29770	13820	25960								
Seleeni	mg/kg											<1,0	<1,0
Sinkki	mg/kg	1127	2852	1244	602,1	291,9	15,9	9863	5370	54	229,3	640	410
Uraani	mg/kg	<0,05	<0,05	24	94							120	21
Vanadiini	mg/kg					8,3	21,1	<0,5	19,5	12,1	17,4	28	1,9

Taulukko 15 Sakan liukoisuuksia Lumela – Urkki – Kortelampi alueella (Sitowise, 2019), (Ramboll, 2017).

Liukoisuudet 1-vaihesessa raviste		Sitowise				Ramboll	
		Urkki (NP6-15)	Kortelampi (NP24-34)	Kortelampi Pohjoisosa	Lumelantien patoallas	Urkki	Majava/Lumela
Kosteuspitoisuus	%w/W	260	220	340	520	L/S=10	L/S=10
pH							
pH-alku						7,1	9,8
pH-loppu						6,8	9,7
Sähkönjohtavuus	mS/m	330	230	360	620	760	520
DOC	paino-% KA,	<100	140	<100	<100	62	49
Kloridi	mg/kg KA.	<160	<160	<160	<160	96	55
Fluoridi	mg/kg KA.	3,6	<2,0	13	<20	<10	12
Sulfaatti	mg/kg KA.	23000	13000	24000	52000	78000	48000
Antimoni	mg/kg KA.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,020	<0,020
Arseeni	mg/kg KA.	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,020	<0,020
Barium	mg/kg KA.	<4,0	<4,0	<4,0	<0,4	0,23	0,26
Elohopea	mg/kg KA.	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003	<0,003
Kadmium	mg/kg KA.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,020
Kromi	mg/kg KA.	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,020	<0,020
Kupari	mg/kg KA.	<0,40	3	<0,40	<0,40	0,033	<0,020
Lyijy	mg/kg KA.	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,020	<0,020
Molybdeeni	mg/kg KA.	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,046	<0,020
Nikkeli	mg/kg KA.	<0,10	2,3	<0,10	<0,10	0,72	0,038
Seleeni	mg/kg KA.	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,020	<0,020
Sinkki	mg/kg KA.	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	0,51	0,031
Uraani	mg/kg KA.	<0,3	<0,3	<0,3	0,12	0,23	<0,020
Vanadiini(V)	mg/kg KA.	<0,40	<0,40			<0,020	<0,020
Fenoli-indeksi	mg/kg KA.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	1,5

Copyright © Pöyry Finland Oy

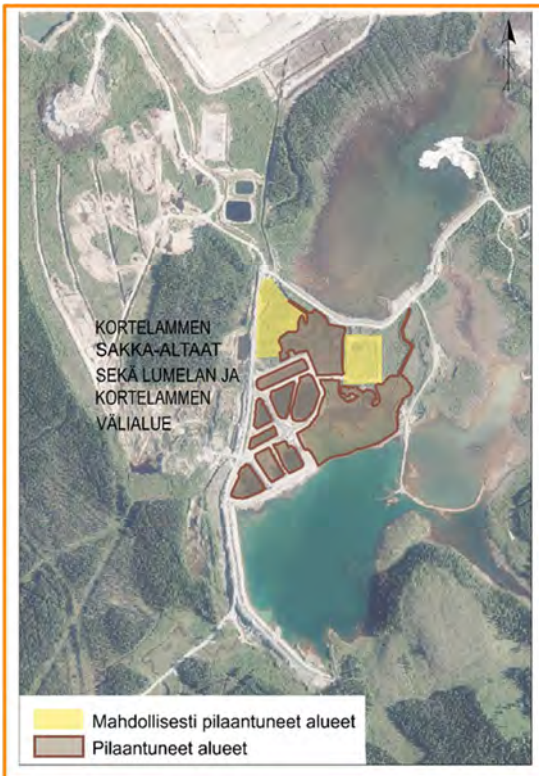
Kortelammen vedenlaatu on esitetty taulukossa 16. Vesi on hapanta ja mm. mangaani, nikkeli ja rautapitoisuudet ovat kohonneet.

Vedenlaatu ei täytä ympäristölupavaatimuksia, eikä sitä voida johtaa käsittelemättä ympäristöön. Sen vuoksi vesi johdetaan tällä hetkellä keskusvedenpuhdistamolle. Tässä työssä oletetaan, että myöskään Lumelan ja Urkin veden laatu ei täytä ympäristölupavaatimuksia.

Taulukko 16. Kortelammen vedenlaatu (Terrafame, 2019).

Muuttuja	Yksikkö	Pitoisuus
pH		3-3,4
Sähkönjohtavuus	mS/cm	3-5
SO_4	mg/l	1 800 – 2 500
Mn	mg/l	100-300
Na	mg/l	100-500
Ni	µg/l	1 000 – 3 000
Fe	mg/l	50 – 200

8.5 Kortelammen sakka-altaat



Kortelammen sakka-altaat ja välialue

Alueen pinta-ala: 109 000 m²

Valuma-alue: 19,6 ha (altaat 4,2 ha)

Altaiden tilavuus yhteensä 157 300 m³

Veden laatu:

- Ni -
- Zn -

Poistettavat massat:

- sakka 64 000 m³ktr
- turpeen sekainen sakka 17 000 m³ktr
- pilaantunut maa 17 000 m³ktr

Sakan laatu (kokonaispitoisuudet):

- Ni 1068 mg/kg,
- Zn 1465 mg/kg

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kortelammen sakka-altaat on alueelle rakennettuja vesienkäsittelyaltaita, joiden rakenne on esitelty kappaleessa 5.5. Välialueella tarkoitetaan altaiden itäpuolelle, Lumelan, Kortelammen ja Urkin altaiden väliin jäävää aluetta. Alueella on myös mahdollisesti pilaantuneita alueita, joista ei ole tutkimustietoa. Näitä alueita ei ole sisällytetty tähän suunnitelmaan.

Sakan nikkelipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen raja-arvon ja sinkin pitoisuus ylemmän ohjearvotason (Vna 214/2007)(Taulukko 17).

Kortelammen sakka-altaiden tilavuus on yhteensä 157 300 m³. Altaita on suunniteltu hyödynnettävän Lumela-Urkki-Kortelampi -altaiden kunnostuksessa veden käsittelyssä. Mikäli veden laatu altaissa ei täytä ympäristölupavaatimuksia, vesi pumpataan keskusvedenpuhdistamolle.

Taulukko 17. Kortelammen sakka-altaiden haitta-aineiden kokonaispitoisuuksia sakassa (Terrafame, 2019) (Sitowise, 2019).

		Sakka-altaat	Kortelammen sakka-altaat
		NP19	NP16-23
		0,05-0,2	
Kuiva-aine	paino-%		25
pH			9,4
Hehkutushäviö	paino-%		15,6
TOC	paino-%		<0,3
Alumiini	mg/kg		9134
Antimoni	mg/kg	<1	
Arseeni	mg/kg	2,4	4,6
Elohopea	mg/kg	<0,2	
Kadmium	mg/kg	5,6	11,1
Kalsium	mg/kg		114200
Koboltti	mg/kg	35	
Kromi	mg/kg	3	
Kupari	mg/kg	46,2	48,3
Lyijy	mg/kg	4,9	
Magnesium	mg/kg		97050
Mangaani	mg/kg		72040
Nikkeli	mg/kg	1068	1561
Rikki	mg/kg		37760
Sinkki	mg/kg	1465	2308
Uraani	mg/kg		<0,05
Vanadiini	mg/kg	<0,5	

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 18. Kotelammen sakka-altaiden haitta-aineiden liukoisuuksia sakassa (Terrafame, 2019) (Sitowise, 2019).

		Kortelammen sakka-altaat
		NP16-23
Kosteuspitoisuus	%w/W	300
pH		8,5
Sähkönjohtavuus	mS/m	390
DOC	paino-%	<100
Kloridi	mg/kg	<160
Fluoridi	mg/kg	14
Sulfaatti	mg/kg	29000
Antimoni	mg/kg	<0,05
Arseeni	mg/kg	<0,10
Barium	mg/kg	<4
Elohopea	mg/kg	<0,002
Kadmium	mg/kg	<0,010
Kromi	mg/kg	<0,1
Kupari	mg/kg	<0,4
Lyijy	mg/kg	<0,1
Molybdeeni	mg/kg	<0,1
Nikkeli	mg/kg	<0,1
Seleeni	mg/kg	<0,03
Sinkki	mg/kg	<0,8
Vanadiini(V)	mg/kg	<0,40
Fenoli-indeksi	mg/kg	<0,5

9 KUNNOSTUKSEN TAVOITEPITOISUUKSIEN MÄÄRITTÄMINEN

9.1 Yleistä

Sakka-alueiden kunnostuksen tavoitepitoisuuksia määritettäessä kohdetta tarkasteltiin osa-aluekohtaisesti huomioiden sen sijainti kaivosalueella sekä tuleva käyttö. Alueen itäosaan malmivyöhykkeelle on määritetty korkeammat tavoitepitoisuudet johtuen jo luontaisesti korkeammista taustapitoisuuksista. Tulevan käytön osalta Kuusilammen louhoksen länsipuolelle lähivuosina rakennettavan sivukivialueen sijoittuminen kunnostusalueen kohdalle taas edellyttää erilaista lähestymistapaa luonnontilaisen kaltaiseen tilaan palautettaviin osa-alueisiin verrattuna. Tavoitepitoisuuksien määrityksessä on huomioitu kunnostettujen alueiden jääminen pintaveden alle. Lisäksi tavoitepitoisuuksien määritykseen vaikuttaa se, että alueet sijoittuvat teollisen toiminnan välittömään läheisyyteen kaivospiiriin sisäpuolelle, missä kulkeminen ja alueiden käyttö on rajallista.

Tavoitepitoisuudet on määritetty maaperälle ja pintavedelle. Pohjavedelle ei ole määritetty erillistä tavoitepitoisuutta, koska alueella ei juuri muodostu pohjavettä, alueen pohjavettä ei käytetä ja toisaalta maaperän ja pintaveden tavoitepitoisuuksien saavuttaminen edistää myös pohjaveden parempaa laatua.

Tavoitepitoisuudet on määritetty sakassa korkeimpana pitoisuutena havaituille raskasmetalleille, eli nikkelille ja sinkille. Lisäksi tavoitepitoisuus on määritetty

Copyright © Pöyry Finland Oy

Säteilyturvakeskuksen erityisessä seurannassa olevalle uraanille ja pintaveden osalta sulfaatille. Koska kunnostus perustuu alueille kertyneen veden sekä sakan ja pilaantuneen pintamaan poistoon, näiden merkkiaineiden tavoitepitoisuuksien saavuttamisen arvioidaan johtavan myös muiden, sakassa ja sen alapuolisessa pohjamaassa pienempinä pitoisuuksina havaittujen haitta-aineiden turvallisiin tasoihin.

9.2 Kunnostuksen jälkeinen tilanne eri osa-alueilla

Tavoitepitoisuuksia määritettäessä tarkasteltiin alueen kunnostuksen jälkeistä tavoitetilannetta, jolloin pitoisuustasojen tulee olla määritettyjen tavoitepitoisuuksien tasolla. Kunnostuksen jälkeisen tilanteen ja alueiden käytön osalta on tehty seuraavissa kappaleissa esitettyjä päätelmiä ja oletuksia.

9.2.1 Tammalampi – Eteläinen Kuusilampi

Tammalampi ja Eteläinen Kuusilampi sijoittuvat avolouhoksen välittömään läheisyyteen, sen länsipuolelle. Kunnostettavan alueen laajuus, mille jäännöspitoisuutta voi pintamaahan jäädä, on tällä osa-alueella kaikkiaan noin 168 000 m^2.

Alueen maaperä koostuu kairausten perusteella turpeesta ja sen alapuolisesta moreenikerroksesta. Irtomaata on alueelle ohuesti. Turvekerroksen vahvuus on noin 1–3 m ja moreenia on enimmillään noin 2 m, keskimäärin arviolta 1,5 m. Kunnostuksen jälkeen turvekerros jää hivenen nykyistä ohuemmaksi. Pohjavesipinta on lähellä maanpintaa, noin 20..30 cm syvyydellä. Pohjavedenvirtaus suuntautuu lähialueella kohti Eteläistä Kuusilampea ja avolouhosta, ja pohjaveden päävirtaussuunnaksi alueella on arvioitu pohjoinen. Kuusilammen pohjasedimentti on nykyisellään noin 1,5–10 m vahvuinen, mistä se tullee ohenemaan merkittävästi sakkojen poiston myötä. Alueelle ei päästetä kertymään enää pintavesiä.

Kunnostuksen jälkeen Eteläisen Kuusilammen alueella aloitetaan sivukivialueen rakennustyöt, jolloin lammen kohdalta ja ympäriltä poistetaan kaikki eloperäiset ja helposti painuvat maa-ainekset rakennusteknisistä syistä. Tämän jälkeen lampi tullaan täyttämään puhtailla rakennuskelpoisilla massoilla. Osa-alueen kunnostuksessa tavoitteena on poistaa sakkoja ja niiden alapuolisia sakan sekaisia maa-aineksia siinä määrin, ettei alueelle jääville massoille ole tarpeellista asettaa käyttö- eikä sijoitusrajoitteita. Kunnostuksen jälkeen sivukivialueen rakennustöissä poistettavia massoja tulee voida käsitellä alueen taustapitoisuudet ja toiminnan luonne huomioiden puhtaaksi luokiteltavana aineksena. Ne tulee voida sijoittaa pintamaan läjitysalueelle ja niiden tulee soveltua sulkemisvaiheessa alueiden peitoissa hyödynnettäväksi.

Tammalampi tulee yhdistymään louhokseen ja siinäkin tapauksessa, ettei aluetta louhita, se pidetään kuivana kaivosturvallisuuden vuoksi. Kuivatusvedet johdetaan kaivoksen vesitaseeseen.

9.2.2 Härkälampi – Pohjoinen Kuusilampi

Härkälampi ja Pohjoinen Kuusilampi sijoittuvat kaivostoimintojen välittömään läheisyyteen, avolouhoksen luoteispuolelle. Kunnostettavan alueen laajuus, mille jäännöspitoisuutta voi pintamaahan jäädä, on tällä osa-alueella kaikkiaan noin 82 000 m^2.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Molemmat ovat olleet lampia jo ennen alueen kaivostoimintaa ja ne palautetaan kunnostuksen yhteydessä alkuperäisenkaltaisiksi vesialueiksi. Härkälampeen on syötetty aluevesien käsittelyyn liittyen kalkkia ja lampi on sakan täyttämä, mutta sen oletetaan palautuvan kunnostuksen jälkeen alkuperäiseen laajuuteensa (noin 12 100 m^2) ja syvyyteensä (maksimisyvyys noin 3 m, keskimäärin noin 1,5 m).

Kipsisakkaa on kulkeutunut Härkälammesta virtauksen mukana sen alapuoliseen Pohjoiseen Kuusilampeen, missä myös on laajalla alueella sakkaa. Kunnostuksen jälkeen Pohjoisen Kuusilammen oletetaan palautuvan alkuperäiseen laajuuteen (noin 51 000 m^2). Lammen veden syvyyden arvioidaan olevan kunnostuksen jälkeen keskimäärin noin 2,5 m, kun maksimisyvyys on noin 5 m. Lampi purkaa vetensä kahta erillistä uomaa myöten pohjoiseen kohti Kolmisoppea ja edelleen Jormasjärveä.

Molemmissa lammissa on pohjalla sakkaa ja sedimenttiä paksuna kerroksena, mistä se ohenee merkittävästi poistettaessa sakka ja sen alapuolinen pilaantunut sedimentti.

Lampia ympäröivä alueen maaperä koostuu turpeesta ja sen alapuolisesta ohuesta moreenikerroksesta. Kairaustietoja alueelta on rajallisesti. Turvekerroksen vahvuus on lammen lähivyöhykkeellä arviolta noin 1–2 m ja sen alapuolella on moreenia enimmillään noin 2 m. Pohjavesipinta on lähellä maanpintaa, arviolta 20..30 cm syvyydellä. Pohjaveden virtaus suuntautuu pohjoiseen.

9.2.3 Lumela – Urkki – Kortelampi sekä sakka-altaat

Lumela-Urkki-Kortelammen alue sijoittuu kaivoksen lounaisosaan. Alueelle on allastettu valumavesiä patorakennelmilla, minkä lisäksi siellä on Kortelammen kahden vesienkäsittely-yksikön toiminnassa muodostunutta sakkaa. Kunnostettava alue on varsin laaja. Kunnostettava alue on varsin laaja. Jäännöspitoisuutta voi pintamaahan jäädä tällä osa-alueella kaikkiaan noin 773 000 m^2 laajuiselle alueelle.

Ennen kaivostoimintaa alue on ollut matalaprofiilinen, ojitettu suo. Kortelammen paikkeilla ainoa luonnontilainen pintavesistö on ollut pieni Kortelampi ja siitä Ylä-Lumijärveen johtanut uoma. Lumelan kohdalla on virrannut Mourunpuro. Kortelammen ja Majavan (Lumelan) patorakenteita ei tulla purkamaan kunnostuksen yhteydessä. Ne jätetään patoamaan alueelle muodostuvia puhtaita pintavesiä. Alue on kuitenkin tavoitteena kunnostaa siihen tasoon, että vesiä voidaan johtaa patojen ohitse vaarantamatta alapuolisen vesistön veden laatua. Urkin altaan patoa ei myöskään tulla purkamaan.

Tavoitepitoisuuksia laskettaessa alueella arvioidaan muodostuvan patojen yhteyteen noin 100 000 m^2 laajuinen Lumelan allas ja noin 125 000 m^2 laajuinen Kortelammen allas. Keskimääräiseksi veden syvyydeksi Lumelan altaassa arvioidaan noin 1,5 m ja Kortelammen altaassa noin 2,5 m. Muilta osin alue tullee olemaan matalaprofiilista maa-aluetta.

Lumela-Urkki-Kortelammen painauma poikkeaa maaperäolosuhteiltaan muusta kaivosalueesta, missä pintamaata on kallion päällä varsin ohuesti. Täällä alueen maanpeite on laajalla alueella yli 5 m vahvuinen, paikoitelleen yli 10 m ja paksuimmillaan jopa 22 m. Alueen turvekerroksen vahvuus vaihtelee välillä 3–5 m ja tämän alapuolinen maa-aines on pääasiassa hiekkamoreenia.

Alueelle kertyneen sakkakerroksen paksuus vaihtelee. Patojen yhteyteen ja painaumiin sakkaa on kertynyt paksusti, kun taas reuna-alueilla sakkaa on ohuemmin.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kunnostuksen jälkeen pohjalla ei ole sakkaa ja luontainen sedimenttikerros on paljastettu.

Kortelammen painaumaan arvioidaan virtaavan pohjavesiä sekä pohjoisesta kipsisakka-altaan suunnasta että idästä primääriliuotusalueen suunnasta. Pohjavesiä tulee myös koillis- ja eteläpuolen moreenirinteiltä. Pohjaveden virtaussuunta on laajassa mittakaavassa lounaaseen, kohti Kortelammen painaumaa, josta vedet laskevat Ylä-Lumijokea Lumijärveen. Paikallisesti virtausta rajoittavat jo nykyisin primääriliuotusalueen suojapumppaukset. Jatkossa aluevesien hallinta tullaan toteuttamaan siten, ettei alueelle pääse pintavesiä kaivostoimintojen yhteydestä, jolloin kertyvät vedet muodostuvat sadannasta ja luonnontilaisilta moreenirinteiltä kertyvästä pohjavedestä. Pohjavesipinta on lähellä maanpintaa. Pohjaveden muodostuminen ja virtaus on arvioitu merkityksettömäksi, mutta pohjavesiä voi kuitenkin kulkeutua kallioperän ruhjeissa.

9.2.4 Haukilampi – Kärsälampi

Haukilampi ja Kärsälampi sijoittuvat kaivoksen luoteisosaan. Kunnostettavan alueen laajuus, mille jäännöspitoisuutta voi pintamaahan jäädä, on tällä osa-alueella kaikkiaan noin 406 000 m^2.

Haukilampi ja Kärsälampi olivat lampia ennen kaivostoimintaa ja kunnostuksen jälkeen niiden oletetaan palautuvan entiseen laajuuteensa. Haukilampi on ollut noin 32 000 m^2 laajuinen ja Kärsälampi noin 15 000 m^2 laajuinen. Haukilammen veden syvyys tulee olemaan keskimäärin arvioilta 2,5 m ja Kärsälammen noin 1,5 m. Alueen vedet virtaavat pohjoiseen Salmiseen ja siitä edelleen kohti Kolmisoppea ja Jormasjärveä. Kärsälammen läheisyyteen tullaan myöhemmin rakentamaan sekundäärisen liuotusalueen laajennusosa, missä yhteydessä lampien kuivatus voi olla tarpeellista. Tässä vaiheessa alue on tavoitteena kunnostaan luonnontilaista vastaavaan tilaan.

Liejukerros Kärsälammen pohjalla on tällä hetkellä noin 1,5–5 m vahvuinen ja Haukilammessa arviolta hivenen tätä paksumpi. Osa sedimentistä on sakkaa, osa luonnontilaista lammen pohjalle kertynyttä liejua. Kunnostuksen jälkeen pohjalla ei ole sakkaa ja luontainen sedimenttikerros on paljastettu.

Alueen maaperä koostuu turpeesta ja sen alapuolisesta ohuesta moreenikerroksesta. Turvekerroksen vahvuus on Kärsälammen alueella tehtyjen kairausten perusteella ohuehko, noin 1–1,5 m vahvuinen. Turpeen alapuolella on moreenia enimmillään noin 2 m vahvuudelta. Pohjavesipinta on myös tällä osa-alueella lähellä maanpintaa, noin 0,2-0,5 m syvyydellä. Pohjaveden virtaus suuntautuu karttatarkastelun perusteella luoteeseen - pohjoiseen.

9.3 Alueelta pois johdettavan pintaveden tavoitepitoisuudet

Alueelta johdettavalle pintavedelle esitetyt tavoitepitoisuudet kuvaavat keskimääräisiä pitoisuustasoja, jotka tulee saavuttaa kunnostettavien alueiden lammista lähtevälle vedelle pidemmällä aikavälillä kunnostuksen jälkeen, jotta lampien vedet voidaan johtaa ympäristöön käsittelemättä. Yksittäisissä näytteissä pitoisuudet voivat olla hetkellisesti tavoitepitoisuuksia korkeampia. Lisäksi kaivospiirin sisälle sijoittuvissa kunnostettavien alueiden lammissa pitoisuudet voivat olla tätä korkeammat.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Pitoisuudet määritettiin tasolle, josta ei arvioida aiheutuvan haittaa paikallisessa vesiympäristössä. Raskasmetallien luontaiset taustapitoisuudet ovat olleet ennen kaivostoimintaa keskimääräistä korkeampia malmivyöhykkeen vesistöissä ja vesieliöt ovat näillä alueilla sopeutuneet korkeampaan luontaiseen tasoon. Tavoitepitoisuudet on määritetty luontaiset taustapitoisuudet huomioiden.

Eteläinen Kuusilampi kuivatetaan ja alueella rakennetaan sivukivialue ja Tammalampi tullaan kuivattamaan kaivosturvallisuuden takaamiseksi. Näiden lampien pintavesille ei näin ollen ole määritetty tavoitepitoisuuksia. Alueen itäosaan malmivyöhykkeelle määritetyt tavoitepitoisuudet koskevat Pohjoisesta Kuusilammesta ja Härkälammesta purkautuvia vesiä. Länsiosaan määritetyt tavoitepitoisuudet tulee saavuttaa Haukilammesta ja Kärsälammesta sekä Lumelan ja Kortelammen patoaltaista purkautuvalle vedelle.

Pintaveden tavoitepitoisuudet on määritetty asiantuntija-arviona ottaen huomioon:

- Pintaveden keskimääräinen laatu kaivosaluetta ympäröivissä tarkkailupisteissä, joiden vesi voidaan johtaa sellaisenaan ympäristöön. Keskiarvoa laskettaessa analyysitarkkuusrajan alittavat pitoisuudet on laskettu analyysitarkkuusrajan puolikkaana.
- Nikkelin luontainen taustapitoisuus (7,6 µg/l liukoinen nikkeli) ennen kaivostoimintaa ja sen perusteella määritetty asetuksen 868/2010 mukainen ympäristölaatunormi 27,6 µg/l (EQSAA + tausta) (Ramboll, 2015).
- Kanadalaiset vesistöjen ympäristölaatunormit (British Columbia Ministry of Environment 2016 ja Canadian Council of Ministers of the Environment 2016), joita yleisesti sovelletaan haitta-aineille, joiden pitoisuuksille vesistöissä ei ole Suomessa määritetty haitatonta tasoa.
- Kaivoksen ympäristöluvassa 43/2015/1 määritetyt päästöraja-arvot.

Taulukossa 19 on eritelty kunnostetuilta alueilta ympäristöön johdettavan pintaveden pitkän aikavälin tavoitepitoisuudet määritysperusteineen.

Taulukko 19. Pintavesille määritetyt tavoitepitoisuudet.

Alue	Haitta-aineen tavoitepitoisuus kokonaispitoisuutena	Keskimääräinen pitoisuustaso ympäristönäytepisteissä	Kanadalaiset vesistöjen ympäristölaatunormit	Perustelu
	Ni (µg/l)	Ni (µg/l)	Ni (µg/l)	
Kaivospiirin itäosa	100	96	25-150	Kaivosalueen itäosasta ympäristöön johdettavissa vesissä nikkelipitoisuus keskimäärin (2018-2019) tasolla 96 µg/l.
Kaivospiirin länsiosa	30	12		Ympäristölaatunormi 27,6 µg/l liukoisena nikkelinä.
	Zn (µg/l)	Zn (µg/l)	Zn (µg/l)	
Kaivospiirin itäosa	500	300	7,5-187*	Luparaja (ympäristölupa Nro 43/2015/1) sinkkipäästöille pintaveteen 500 µg/l.
Kaivospiirin länsiosa	200	14		Kanadalaisen vesistölaatunormin perusteella haitaton taso.
	SO_4 (mg/l)	SO_4 (mg/l)	SO_4 (mg/l)	
Kaivospiirin itäosa	200	33	128-429*	Lupapäätöksen Nro 43/2015/1 lupamääräyksen 5 mukainen taso käänteisosmoosilaitokselta suoraan vesistöön johdettavien päästöjen sulfaattipitoisuudelle.
Kaivospiirin länsiosa	100			Vesiympäristölle haitattomaksi määritetty sulfaattipitoisuus 128 µg/l.
	U (µg/l)	U (µg/l)	U (µg/l)	
Kaivospiirin itäosa	10	0,602	15	Luparaja (ympäristölupa nro 43/2015/1) uraanipäästöille pintaveteen, Kanadalaisen vesistölaatunormin perusteella vesiympäristölle haitaton pitoisuustaso.
Kaivospiirin länsiosa	5	0,162		Alueen luontainen taustapitoisuus korkeimmillaan tasolla 5 µg/l

*) Raja-arvo riippuu veden kovuudesta

Copyright © Pöyry Finland Oy

9.4 Maaperän tavoitepitoisuuksien määritys

9.4.1 Lähestymistapa

Kunnostuksessa tavoitteena on poistaa kaikki sakat sekä niiden alapuolista turpeen ja sakan sekaista pintamaata sille tasolle, että maan pintakerrokseen jäävien tavoitepitoisuuksien arvioidaan olevan ympäristölle haitattomia.

Pintamaahan jäävistä haitta-aineista saattaisi aiheutua ympäristöriski, mikäli ne voivat kulkeutua laajemmalle ja siten pilata maaperää, pohjavettä, ulkoilmaa tai pintavesiä. Ekologinen riski on mahdollinen, mikäli kasveille tai eläimille aiheutuu haittavaikutuksia altistuksesta suoraan pilaantuneisuuteen tai siitä levinneeseen pitoisuuteen. Vastaavasti, jotta yhdisteistä aiheutuisi terveysriski, tulisi ihmisten altistua haitta-aineille suoraan pilaantuneen maan tai siitä pintaveteen, pohjaveteen tai hengitysilmaan päätyneille pitoisuuksille siinä määrin, että se voisi olla terveydelle haitallista. Kunnostuskohde sijoittuu kokonaisuudessaan kaivospiirin alueelle, missä kulkeminen on rajoitettua, jolloin terveysriski voisi aiheutua vasta varsin korkeilla pitoisuustasoilla.

Maaperän tavoitepitoisuuksien määrityksessä hyödynnettiin erilaisia pilaantuneisuuden viitearvoja, alueella havaittuja pitoisuuksia sekä yleispiirteistä kulkeutumisriskinarviointia osa-alueittain. Lähtökohtaisesti tavoitteena on kunnostaa maaperä sille tasolle, ettei siitä pääse kulkeutumaan pintavesiin liian korkeita pitoisuuksia. Riskinarviointiohjelmat lähtökohtaisesti yliarvioivat haitta-aineiden kulkeutumista, jotta arvioissa pysytään turvallisella tasolla. Tämä voi johtaa kohtuuttoman mataliin tavoitepitoisuustasoihin ja näin ollen laskentaa sovellettiin tavoitepitoisuuksien määrittelyssä yhdessä viitearvojen ja alueen taustapitoisuustiedon kanssa.

Kulkeutumista kuvaavia laskentoja tehtiin eri pitoisuustasoilla. Laskennassa hyödynnettiin nikkelille ja sinkille Caltox- riskinarviointiohjelmaa, jolla voidaan samanaikaisesti tarkastella haitta-aineen jakautumista ympäristön eri osa-alueisiin. Laskentaohjelma huomioi haitta-aineen päätymisen maaperän eri kerroksiin, pintaveteen, sedimenttiin, pohjaveteen, kasvillisuuteen sekä ilmakehään. Tarkastelussa keskityttiin lähinnä haitta-aineiden mahdolliseen kulkeutumiseen pinta- ja pohjavesiin, joiden välityksellä kulkeutuminen alueen ulkopuolelle voisi olla mahdollista. Tarkasteltavien haitta-aineiden haihtuvuus on vähäinen, eikä ulkoilmaan päätyminen ole siten määräävä kulkeutumisreitti tavoitepitoisuutta asetettaessa. Kasvillisuuteen mahdollisesti päätyvillä pitoisuuksilla ei ole merkitystä kulkeutumisen kannalta.

Uraanin kulkeutumista määritettiin laskennallisesti yksinkertaisia yhtälöitä hyödyntäen. Yhtälöillä tarkasteltaessa laskenta keskittyy aina yksittäiseen kulkeutumisreittiin, eikä jakautumista eri reittien kesken saada huomioiduksi. Laskentaa voidaankin pitää suuntaa-antavana arviona, joka yliarvio kulkeutuvia pitoisuuksia, mutta toimii tukena viitearvojen ja alueen luontaisten taustapitoisuuksien kanssa. Pitoisuutta huokosvedessä arvioitiin yhtälöllä:

$$Cw = \frac{Cs}{Kd}$$

Copyright © Pöyry Finland Oy

missä C_w = pitoisuus huokosvedessä (mg/l)

C_s = pitoisuus maaperässä (mg/kg)

K_d = kohde- ja ainekohtainen maa-vesi-jakautumiskerroin (l/kg)

Pohjaveteen kulkeutumista arvioitiin yhtälöllä:

$$Cgw = \frac{Cw}{DFgw}$$

missä C_{gw} = pitoisuus pohjavedessä (mg/l)

C_w = pitoisuus huokosvedessä (mg/l)

DW_{gw} = laimenemiskerroin huokosveden ja pohjaveden välillä, joka voidaan laskea kaavalla

$$DWgw = \frac{Lgw \times I}{vgw \times dmin + (Lgw + X) \times I}$$

missä L_{gw} = pilaantuneen alueen pituus pohjaveden virtaussuunnassa (m)

I = pohjaveteen imeytyvän veden määrä (m/a)

v_{gw} = pohjaveden virtausnopeus (m/a)

d_{mix} = sekoittumiskerroksen paksuus pohjavedessä (m)

X = etäisyys pilaantuneen alueen reunasta tarkkailupisteeseen (m)

Kunnostuksen tavoitepitoisuudet on esitetty huomioiden kulkeutumisriskinarvioinnin tulokset, haitta-ainekohtaiset viitearvot, alueelta pois johdettavalle pintavedelle esitetyt tavoitetasot sekä taustapitoisuudet. Kunnostuksen tavoitepitoisuudet on pyritty osoittamaan korkeimmalle tasolle, joka arvioidaan kohteessa haitattomaksi.

9.4.2 Arvioinnissa hyödynnetyt viitearvot

Arvioinnissa on hyödynnetty ympäristöhallinnon ohjetta 23/2007 maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteista, ympäristöhallinnon ohjetta 2/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista sekä ympäristöhallinnon ohjetta 6/2014 pilaantuneen maa-alueen riskinarvioinnista ja kestävästä riskin hallinnasta.

Nikkelille ja sinkille tavoitepitoisuuksien määrityksessä huomioitiin Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (Vna 214/2007) sekä sen määritysperusteet, alueella luontaisesti havaitut taustapitoisuudet ennen kaivostoimintaa tehtyjen tutkimusten ja GTK:n taustapitoisuus aineiston mukaisina. Lisäksi huomioitiin GTK:n aineistoon perustuva suurin suositeltu taustapitoisuus (SSTP). Pintaveden osalta huomioitiin kohdan 9.3 taulukossa 19 esitetyt tavoitepitoisuudet perusteluineen.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 20. Maaperän pilaantuneisuuden kynnys- ja ohjearvot sekä alueen taustapitoisuuksia nikkelille ja sinkille.

	Maaperä (mg/kg)		Selite
	Nikkeli	Sinkki	
Vna 214/2007			
Luontainen pitoisuus	17 (3-100)	31 (8-110)	
Kynnysarvo	50	200	Kynnysarvon ylittyessä maaperän pilaantuneisuus arvioita
Alempi ohjearvo	100	250	Yleisesti sovelletaan asuinkäytössä oleville alueille
Ylempi ohjearvo	150	400	Ylesesti sovelletaan teollisuusalueille
YM 6/2014 maaperän ohjearvojen määrityspersusteet			
SVP	0,26	16	Suurin eliöille haitaton pitoisuus
SVP_{pv}	40	3000	Terveysperusteinen viitearvo juomavetenä käytettävälle pohjavedelle
SHP_{eko}	65	210	Suurin yleisesti hyväksyttävä ekologinen riski (vastaa HC_{50} arvoa)
SHP_{terv}	1190	>10 000	Terveysperusteinen viitearvo alemman ohjearvon määrityksessä
$SHPT_{eko}$	120	340	Ekologinen viitearvo ylemmän ohjearvon määrityksessä (arvio)
$SHPT_{terv}$	4960	>10 000	Terveysperusteinen viitearvo ylemmän ohjearvon määrityksessä
GTK Maaperän taustapitoisuudet (TAPIR)			
Keskiarvo	21	30	
Maksimi	150	239	
SSTP	44	71	
Tutkimukset alueella LVT 2005			
Keskiarvo	14	31	
Mimimi	6,8	11	
Maksimi	19	50	

Alueen kunnostuksessa ei ole mahdollista pyrkiä luontaisia taustapitoisuuksia matalammalle tasolle, vaikka se riskiperusteisesti osoittautuisi aiheelliseksi. Kunnostustavoitteiden asettamista Vna 214/2007 mukaisia kynnysarvoja tai merkittävästi asuinalueille määritettyjä alempia ohjearvoja pienemmiksi ei myöskään voida pitää järkevänä lähestymistapana. Kaivostoiminta jatkuu ja kunnostetuille osa-alueille saattaa myöhemmin sijoittua kaivostoimintoja. Toisaalta jäännöspitoisuuksien sijoittuminen osin pintaveden alapuoliseen maahan voi edellyttää teollisuusalueella yleisesti sovellettavia tavoitepitoisuuksia matalampia pitoisuustasoja. Ohjearvoja ei ole tarkoitettu sellaisenaan veden alapuolelle jäävän maan tai sedimentin pilaantuneisuuden arviointiin.

Uraanille ei ole määritetty Vna 214/2007 mukaisia kynnys- tai ohjearvoja eikä siitä ole käytettävissä GTK:n tiedostoissa yhtä kattavaa taustapitoisuusaineistoa alueen maaperässä kuin sinkistä ja nikkelistä. Vuosina 2010 ja 2011 STUK on laatinut alueen ympäristön radiologisen taustapitoisuusselvityksen (STUK, 2012), jossa on selvitetty alueen ympäristönäytteiden radioaktiivisuutta. Maanäytteissä uraanin radioaktiivisuustaso jäi alle mittalaitteen määritysrajan. Uraanin taustapitoisuutta on arvioitu GTK:n aineiston ja STUK:n selvitysten pohjalta. Taustapitoisuuksia on esitetty taulukossa 21.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 21. Taustapitoisuuksia uraanille.

	Pitoisuus mg/kg
Talvivaaran malmi	15–20
Suomen kallioperä keskimäärin	4
Suurin Talvivaaran sivukivestä analysoitu pitoisuus	7,4

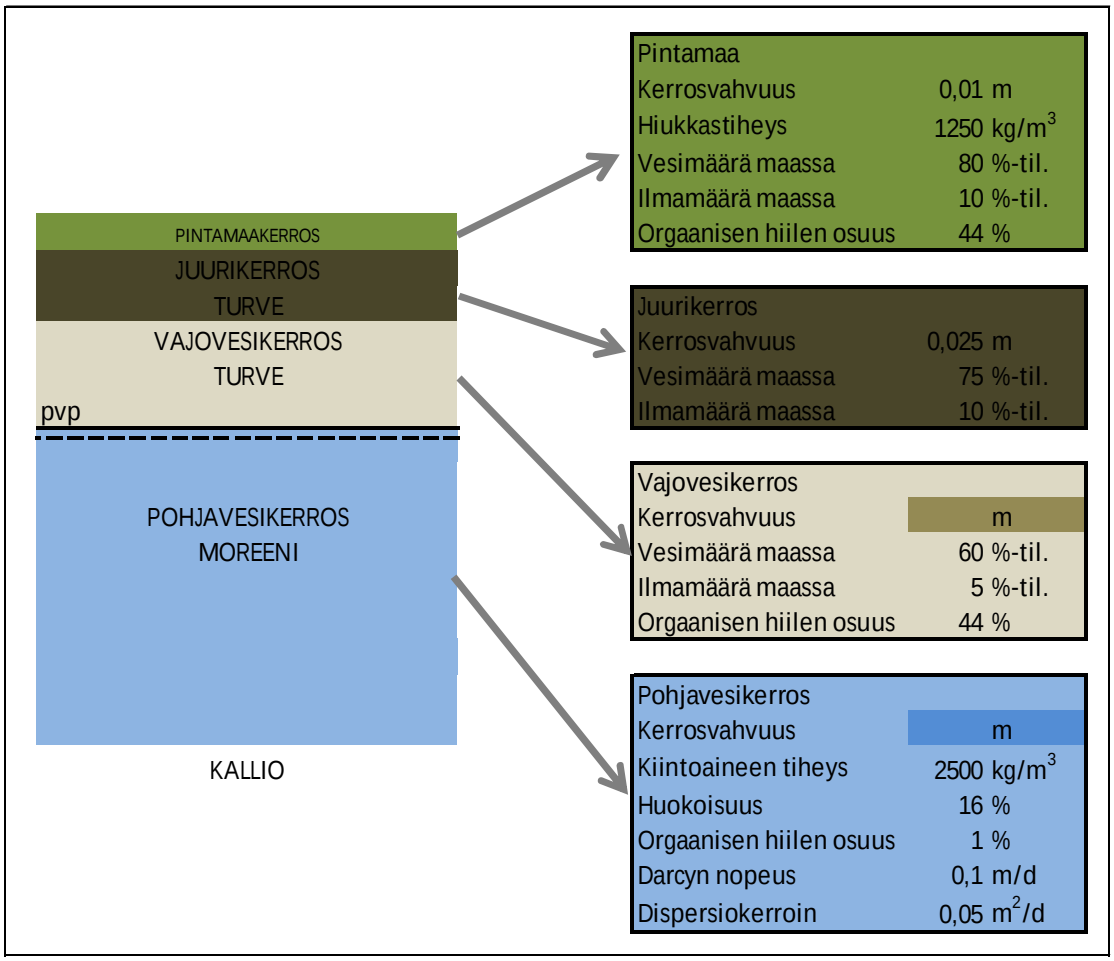
9.4.3 Laskennan lähtötietojen määrittäminen

Osa maaperän tavoitepitoisuuksien laskennassa käytetyistä lähtötiedoista on osa-aluekohtaisia ja osa yhteisiä koko kaivosalueelle. Taulukossa 22 on listattu koko kaivosalueelle yhteisesti määritetyt alueen ilmasto- ja hydrologisia olosuhteita kuvaavat lähtötiedot. Kuvassa 7 on esitetty maaperän eri kerrosten ominaisuuksia kuvaavat lähtötiedot, jotka ovat koko kaivosalueella samat. Kuvassa 8 on pintaveden ja sedimentin ominaisuuksia kuvaavat lähtötiedot, jotka on määritetty yhteneviksi kaikilla tarkastelluilla osa-alueilla. Osa-alueittain vaihtelevat lähtötiedot on eritelty taulukossa 23.

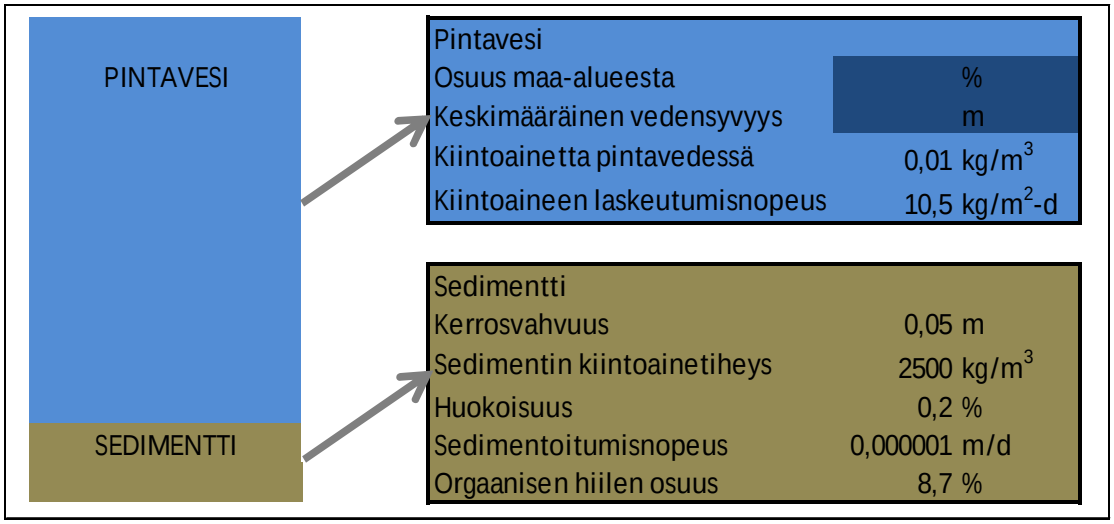
Taulukko 22. Ilmasto- ja hydrologisia olosuhteita kuvaavat lähtötiedot ja niiden määritys perusteet.

Hydrologiset lähtötiedot	Malliin määritetty	Valintaperuste
Sadanta	700 mm/a	Arvio, Kajaanin sadanta vuosina 1961-2010 keskimäärin 598,1 mm/a, ja Vieremän 720 mm/a
Pintavesivirtaus alueelle	0 l/s	Vedenjakaja-aluella, ei merkittävää alueelle tulevaa virtausta
Pintavalunta	13,8 l/s-km^2	Alueen vesitaseeseen perustuva arvio
Suotautuminen pohjavedeksi	70 mm/a	Maalajien (Tv ja Mr) perusteella arvioitu osuus sadannasta
Haihdunta pintavedestä	440 mm/a	Astiahaihdunta Ruukin 420 mm/a ja Maaningan 465 mm/a tarkkailuasemilla vuosina 1971-2000
Lämpötila	1,8 °C	Kajaanin, lämpötila keskimäärin 1961-2010
Keskimääräinen tuulen nopeus	2,7 m/s	Sotkamon Kuolaniemen sääasema vuosien 2015-2017 keskiarvo

Copyright © Pöyry Finland Oy



Kuva 7. Maaperän eri kerrosten ominaisuuksia kuvaavat tavoitepitoisuuksien laskennassa käytetyt lähtötiedot.



Kuva 8. Pintaveden ja sedimentin ominaisuuksia kuvaavat tavoitepitoisuuksien laskennassa käytetyt lähtötiedot.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 23. Osa-alueittain vaihtelevat maaperän ja pintaveden ominaisuudet.

		Haukilampi-Kärsälampi	Lumela-Urkki-Kortelampi-Sakka-altaat	Pohjoinen Kuusilampi-Härkälampi	Eteläinen Kuusilampi - Tammalampi
Alueen kokonais pinta-ala	m^2	406 800	773 900	82 100	164 500
Vajovesikerros					
Kerrosvahvuus	m	1	4	1	2
Pohjavesikerros					
Kerrosvahvuus	m	1,5	4	1	1,5
Pintavesi					
Vesialueen pinta-ala	m^2	47 000	225 000	63 100	
Osuus maa-alueesta	%	12 %	29 %	77 %	
Keskimääräinen vedensyvyys	m	2	2	2,3	
Vesitilavuus	m^3	94000	450000	145130	

Maaperän kerroksia kuvattaessa pintamaa-, juuri- ja vajovesikerros määritettiin turpeeksi ja pohjavesikerros moreeniksi. Pohjavesipinta asettuu laskennallisesti turpeen ja moreenin rajalle, vaikka todellisuudessa se on lähellä maanpintaa turvekerroksessa. Määrittämällä turvekerros todellisuutta vastaavan vahvuisena saadaan maan vesivarastotilavuus määritettyä oikein. Ohjelma laskee veden virtauksen pintakerroksissa vertikaalisena ja pohjavesikerroksessa horisontaalisena, mikä vastaa riittävällä tarkkuudella maaperän veden käyttäytymistä turpeessa ja moreenissa.

Tavoitepitoisuuksia laskettaessa jäännöspilaantuneisuuden oletetaan ulottuvan tarkasteltavan osa-alueen koko laajuudelle 2,5 cm vahvuisena kerroksena. Laskennassa jäännöspitoisuus määritettiin juurikerrokseen, mistä se voi kulkeutua pintamaahan ja siitä ilmakehään tai kasvillisuuteen, vajovesikerrokseen ja siitä edelleen pohjaveteen sekä pintaveteen ja sedimenttiin. Todellisuudessa jäännöspitoisuutta tulee paikoitellen jäämään vahvempi kerros ja paikoitelleen pitoisuudet pintamaassa jäävät tavoitetasoa pienemmiksi. Vajovesikerros ja pohjavesi oletettiin laskennan lähtötilanteessa puhtaiksi.

Kaikilla kunnostettavilla alueilla on nykyisellään laajasti pintavettä, mutta sen osuus kunnostuksen jälkeen tulee vaihtelemaan osa-aluekohtaisesti. Tavoitepitoisuuksien laskennassa on oletettu, että pintavesien laajuudet ja syvyydet palautuvat toimintaa edeltävälle tasolle. Kortelampi-Lumela-Urkki -alueelle jäävät padot muodostavat altaita, joita joiden kokoa on arvioitu alueen hydrologisten olosuhteiden perusteella. Eteläisen Kuusilammen ja Tammalammen alueelle taas ei jää pintavettä lainkaan.

Raskasmetalleja (nikkeli ja sinkki) kuvaaville lähtötiedoille käytettiin Caltox-ohjelman oletusarvoja. Myös kasvillisuus on kuvattu käyttäen ohjelman oletusarvoja, koska tarkempia kohdekohtaisia ominaisuuksia ei ole tiedossa. Vastaavasti pölyn kulkeutumiseen vaikuttavat lähtötiedot määritettiin ohjelman oletusarvojen mukaisina. Alueen haitta-aineiden osalta ilmakehään päätyminen ei ole merkittävä kulkeutumisreitti. Uraanin osalta kasvillisuutta tai ilmakehää ei ole huomioitu laskennassa.

Caltox-ohjelmn kalibroitiin osa-alueittain siten, että laskennalliset pitoisuudet pintamaassa, pohjavedessä ja vesistössä vastaavat alueella luontaisesti havaittuja

Copyright © Pöyry Finland Oy

pitoisuustasoja. Kalibroinnissa alueen maaperä-, pohjavesi ja pintavesiolosuhteita kuvaavia lähtötietoja täsmennettiin.

Uraanin kulkeutumiseen vaikuttava maa-vesi jakautumiskerroin (K_d) määritettiin kirjallisuuden perusteella (Sheppard, S, et. al, 2011 ja Sheppard, S, et. al, 2009), ottaen huomioon alueen kallioperässä ja pohjavedessä havaitut uraanipitoisuudet. Kertoimen suuruusluokka riippuu voimakkaasti maaperän ominaisuuksista, kuten pH:sta, orgaanisen aineksen määrästä ja hienoaineen määrästä ja kertoimina Turpeelle on toisaalla määritetty maa-vesi jakautumiskertoimia väillä 1 500 – 15 000 l/kg. Mitä suurempi kerroin on, sitä niukkaliukoisempi yhdiste on kyseessä. Suppean kohdekohtaisen aineiston perusteella alueen pohja- ja pintavesissä havaitut pitoisuudet vastasivat laskennallisesti parhaiten maa-vesi jakautumiskerrointa 2 700 l/kg. Tavoitepitoisuuksien määritystä tukevat laskelmat tehtiin kertoimella 2 500 l/kg.

9.4.4 Nikkelin tavoitepitoisuuksien määritys

Verrattaessa pintamaasta pintavesiin laskennallisesti kulkeutuvia pitoisuuksia, tulisi maaperän kunnostaa alueen länsiosassa tasolle 30 mg/kg (taulukot 24 ja 25), jotta alueelta pois johdettavalle pintavedelle asetettu tavoitepitoisuus voitaisiin saavuttaa. Se olisi ennen kaivostoimintaa havaittuihin maaperän pitoisuuksiin verrattuna korkeampi, mutta esimerkiksi GTK:n taustapitoisuusaineiston mukaista suurinta sallittua taustapitoisuutta (SSTP) ja Vna 214/2007 mukaista kynnysarvotasoa matalampi pitoisuustaso. Kunnostamista kynnysarvotasolle tai sen alle ei voida pitää järkevänä lähestymistapana. Alueen teollinen toiminta ja siitä ympäristöön edelleen aiheutuvat päästöt huomioiden kunnostustavoitteeksi alueen länsiosaan esitetään alempaa ohjearvo 100 mg/kg. Tällöin pitoisuudet pintavedessä olisivat laskennallisesti tasolla 90–100 µg/l, mutta käytännössä jäisivät todennäköisesti tätä pienemmäksi. Alueelta purkautuvien vesien käsittelyyn on kuitenkin syytä varautua.

Taulukko 24. Nikkelin laskennalliset pitoisuudet Kärsälampi-Haukilampi alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
		10	30	50	100	150	13
Ulkoilma	mg/m^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kasvillisuus	mg/kg	1,78	5,33	8,88	17,76	26,64	2,31
Pintamaa	mg/kg	0,18	0,54	0,89	1,78	2,68	0,23
Juurikerros	mg/kg	0,21	0,64	1,07	2,13	3,20	0,28
Vajovesikerros	mg/kg	0,02	0,05	0,08	0,16	0,24	0,02
Pohjavesi	mg/l	0,02	0,07	0,11	0,23	0,34	0,03
Pintavesi	mg/l	0,01	0,03	0,06	0,11	0,17	0,01
Sedimentti	mg/kg	0,27	0,82	1,36	2,72	4,09	0,35

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 25. Nikkelin laskennalliset pitoisuudet Kortelammen allas-Urkki-Lumela alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
	mg/kg	10	30	50	100	150	12
Ulkoilma	mg/m^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kasvillisuus	mg/kg	2,33	6,98	11,64	23,28	34,92	2,79
Pintamaa	mg/kg	0,27	0,82	1,37	2,74	4,10	0,33
Juurikerros	mg/kg	0,32	0,95	1,58	3,17	4,75	0,38
Vajovesikerros	mg/kg	0,00	0,01	0,02	0,05	0,07	0,01
Pohjavesi	mg/l	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,00
Pintavesi	mg/l	0,01	0,03	0,05	0,09	0,14	0,01
Sedimentti	mg/kg	0,23	0,68	1,13	2,26	3,39	0,27

Alueen itäosassa pintaveden laskennallinen nikkelipitoisuus jäisi selvästi pintaveden laadun turvaamiseksi määritettyä tasoa (100 µg/l) pienemmäksi kunnostettaessa ylemmän ohjearvon 150 mg/kg mukaan (Taulukko 26). Tätä korkeampaa tavoitepitoisuutta ei nähdä ympäristön kannalta järkevänä ja sen saavuttaminen alueen kunnostuksessa nähdään realistiseksi. Kunnostustavoite vastaa korkeimpia alueella havaittuja taustapitoisuuksia (GTK, Tapir). Mallin laskennassa Kuusilampi-Härkälampi alueella pitoisuudet pintavedessä jäävät pienemmiksi johtuen pinta-alan suhteen suuremmasta vesimäärästä, mikä laimentaa pitoisuuksia.

Taulukko 26. Nikkelin laskennalliset pitoisuudet Kuusilampi - Härkälampi alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
	mg/kg	10	30	50	100	150	17
Ulkoilma	mg/m^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kasvillisuus	mg/kg	4,12	12,37	20,62	41,24	61,86	7,01
Pintamaa	mg/kg	1,45	4,35	7,24	14,49	21,73	2,46
Juurikerros	mg/kg	1,56	4,67	7,79	15,58	23,37	2,65
Vajovesikerros	mg/kg	0,05	0,15	0,25	0,50	0,75	0,08
Pohjavesi	mg/l	0,05	0,15	0,24	0,49	0,73	0,08
Pintavesi	mg/l	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05	0,01
Sedimentti	mg/kg	0,09	0,26	0,44	0,88	1,32	0,15

9.4.5 Sinkin tavoitepitoisuuksien määritys

Sinkille vesiympäristön kannalta haitattomaksi tasoksi alueen länsiosaan on määritetty 200 µg/l. Tämä ylittyisi alueen pintavesissä laskennallisesti kynnysarvotasoisella tai tätä pienemmällä pitoisuudella (Taulukko 27 ja Taulukko 28). Vna 214/2017 mukaisella alemmalla ohjearvotasolla 250 mg/kg pintaveden laskennallinen pitoisuus ylittää hiven sille määritetyn tavoitetason, mutta huomioitaessa laskennan konservatiivisuus, pitoisuus pintavedessä jäisi todennäköisesti tavoitetasoa pienemmäksi. Alueen länsiosassa kunnostuksen tavoitetasoksi sinkille esitetään alempaa ohjearvoa 250 mg/kg, millä arvioidaan saavutettavan riittävä hyvä pintaveden laatu. Tavoitetaso vastaa korkeimpia alueen maaperässä havaittuja sinkkipitoisuuksia.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 27. Sinkin laskennalliset pitoisuudet Kärsälampi-Haukilampi alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
		30	100	200	250	400	180
Ulkoilma	mg/m^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kasvillisuus	mg/kg	5,81	19,38	38,76	48,45	77,52	34,88
Pintamaa	mg/kg	0,68	2,26	4,51	5,64	9,03	4,06
Juurikerros	mg/kg	0,79	2,65	5,30	6,62	10,59	4,77
Vajovesikerros	mg/kg	0,05	0,15	0,31	0,39	0,62	0,28
Pohjavesi	mg/l	0,07	0,22	0,45	0,56	0,90	0,40
Pintavesi	mg/l	0,04	0,12	0,25	0,31	0,49	0,22
Sedimentti	mg/kg	1,04	3,47	6,93	8,66	13,86	6,24

Taulukko 28. Sinkin laskennalliset pitoisuudet Kortelammen allas-Urkki-Lumela alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
		30	100	200	250	400	170
Ulkoilma	mg/m^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kasvillisuus	mg/kg	7,52	25,07	50,13	63,00	100,00	43,00
Pintamaa	mg/kg	1,02	3,41	6,81	8,50	14,00	5,80
Juurikerros	mg/kg	1,16	3,88	7,76	9,70	16,00	6,60
Vajovesikerros	mg/kg	0,01	0,05	0,10	0,12	0,19	0,08
Pohjavesi	mg/l	0,01	0,04	0,07	0,01	0,14	0,06
Pintavesi	mg/l	0,03	0,10	0,20	0,25	0,40	0,17
Sedimentti	mg/kg	0,85	2,83	5,65	7,10	11,00	4,80

Alueen itäosaan sinkille esitetään kunnostuksen tavoitetasoksi ylempää ohjearvoa 400 mg/kg. Vesistöön laskennallisesti päätyvä pitoisuus jää tällöin selvästi tavoitetasoa pienemmäksi, mutta ylempää ohjearvoa korkeampaa sinkin tavoitepitoisuutta ei nähdä aiheelliseksi. Tavoitetaso on selvästi korkeampi, kun alueen maaperässä luontaisesti havaitut sinkkipitoisuudet.

Taulukko 29. Sinkin laskennalliset pitoisuudet Pohjoinen Kuusilampi - Härkälampi alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
		30	100	200	250	400	280
Ulkoilma	mg/m^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kasvillisuus	mg/kg	12,61	42,04	84,07	105,09	168,15	117,70
Pintamaa	mg/kg	5,08	16,94	33,88	42,35	67,76	47,43
Juurikerros	mg/kg	5,42	18,07	36,13	45,17	72,27	50,59
Vajovesikerros	mg/kg	0,14	0,48	0,96	1,20	1,92	1,34
Pohjavesi	mg/l	0,14	0,47	0,94	1,17	1,87	1,31
Pintavesi	mg/l	0,01	0,04	0,07	0,09	0,15	0,10
Sedimentti	mg/kg	0,31	1,04	2,08	2,60	4,17	2,92

9.4.6 Uraanin tavoitepitoisuuksien määritys

Uraanin tavoitepitoisuudeksi pintavedelle, jotta vesiä voidaan johtaa sellaisenaan turvallisesti ympäristöön, on määritetty 5 µg/l alueen länsiosaan ja 10 µg/l alueen itäosaan. Maaperän tavoitepitoisuuksia itä- ja länsiosaan on laskettu kappaleessa 9.4.1

Copyright © Pöyry Finland Oy

esitetyillä kaavoilla olettaen pohjaveteen päätyvän pitoisuuden vastaavan pitoisuutta pintavedessä. Laskenta on suuntaa antava varmistus tavoitepitoisuuden soveltuvuuden todentamiseksi. Pohjoinen Kuusilampi – Härkälampi alueella pilaantunutta pohjavettä on oin 1 km pituudelta ja Lumela-Urkki-Kortelampi alueella noin 2 km pituudelta pohjaveden virtaussuunnassa. Taulukossa 30 on esitetty maaperän pitoisuudet, joilla laskennalliset pitoisuudet huokosvedessä ja pohjavedessä vastaisivat pintavedelle määritettyä tavoitepitoisuustasoa. Riskiperusteisesti Lumela-Urkki-Kortelammen alueelle maaperän tavoitepitoisuudeksi riittäisi 23 mg/kg, Kärsilampi-Haukilampi alueelle 34 mg/kg ja Pohjoinen Kuusilampi – Härkälampi alueelle 68 mg/kg.

Taulukko 30. Laskennalliset uraanipitoisuudet huokosvedessä ja pohjavedessä maa-vesi jakautumiskertoimelle 2500 l/s.

	Laskennalliset pitoisuudet (K_d 2500 l/kg)		
	PIntamaassa mg/kg	Huokosvedessä µg/l	Pohjavedessä µg/l
	12,5	5	
	25	10	
Lumela-Urkki-Kortelampi	23	9,2	4,92
Kärsälampi-Haukilampi	34	13,6	4,97
Pohjoinen Kuusilampi-Härkälampi	68	27,2	9,93

Tavoitepitoisuuksien asettamista malmissa havaittua pitoisuustasoa korkeammaksi ei nähdä järkeväksi. Alueen länsiosaan esitetään maaperän kunnostukselle uraanin tavoitepitoisuutta 7,5 mg/kg ja alueen itäosaan 10 mg/kg.

9.4.7 Tavoitepitoisuudet Tammalampi – Eteläinen Kuusilampi alueen kunnostukseen

Eteläisen Kuusilammen alueelle tullaan rakentamaan välittömästi kunnostuksen jälkeen sivukivialue ja Tammalampi yhdistetään louhokseen louhosturvallisuuden takaamiseksi. Jatkokäyttö ohjaa maaperän kunnostuksen tavoitepitoisuuksien määrittelyä. Tavoitteena on, että alueelle jääviä rakennustöiden yhteydessä pois kaivettavia massoja voidaan myöhemmin hyödyntää riskittä maarakentamisessa kaivosalueella. Tammalammen osalta kunnostukselle ei aseteta tavoitepitoisuuksia, koska sen välittömään läheisyyteen sijoittuu kaivostoimintoja.

Tavoitepitoisuudet on määritetty Vna 214/2007 mukaisten ohjearvojen ja alueen luontaisten taustapitoisuuksien perusteella. Ehdotus tavoitepitoisuuksiksi perusteluineen on esitetty taulukossa 31. Tavoitetaso on määritetty keskimääräisenä pitoisuutena laajemmalle alueelle, jolloin yksittäisessä pisteessä pitoisuus voi olla tavoitetasoa korkeampi.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 31. Maaperän kunnostuksen tavoitepitoisuudet Eteläisen Kuusilammen alueelle.

Haitta-aine	Tavoitepitoisuus	Määritysperuste
Nikkeli Ni)	150 mg/kg	Alueen taustapitoisuustaso (TAPIR) suurimmillaan 150 mg/kg, Vna 214/2007 ylempi ohjearvo
Sinkki (Zn)	250 mg/kg	Alueen taustapitoisuustaso (TAPIR) suurimmillaan 239 mg/kg, Vna 214/2007 alempi ohjearvo
Uraani (U)	10 mg/kg	Malmin pitoisuus 17 mg/kg, suurin sivukivestä analysoitu pitoisuus 7,4 mg/kg

Nikkelin osalta kunnostuksessa tavoitteena on alittaa alueen maaperässä havaittu suurin taustapitoisuus 150 mg/kg, mikä vastaa Vna 214/2007 mukaista ylempää ohjearvo. Maa-ainekset, joissa tavoitepitoisuus alittuu, voitaneen sijoittaa toisaalle kaivosalueella, mutta niitä ei tule kuljettaa kaivospiirin ulkopuolelle. Massojen sijoittamiselle ja hyötykäyttöön alueella tulee kuitenkin hakea lupa.

Myös sinkille kunnostuksessa tavoitteena on alittaa alueen maaperässä havaittu suurin taustapitoisuus 239 mg/kg, minkä perusteella tavoitepitoisuudeksi on määritetty Vna 21472007 mukainen sinkin alempi ohjearvo 250 mg/kg. Tavoitepitoisuuden alittavia massoja voidaan hyödyntää alueella, mutta niitä ei saa kuljettaa kaivopiirin ulkopuolelle.

Uraanipitoisuuksia ei ole määritetty alueen maaperästä ennen kaivostoimintaa. Malmin uraanipitoisuus on likimain tasolla 17 mg/kg ja sivukivestä on analysoitu uraanipitoisuuksia tasolla <5…7,4 mg/kg. Uraanille ei myöskään ole lainsäädännössä annettu kunnostuksen maaperän kunnostuksen tavoitepitoisuustasoja.

9.5 Terveysriskinarvio

Kunnostuskohde sijoittuu kaivospiirin alueelle, missä vapaa kulkeminen on rajoitettua. Alueella ei ulkoilla eikä sieltä kerätä luonnontuotteita. Pintavesissä ei harrasteta uimista eikä kalastusta. Pohja- tai pintavettä ei hyödynnetä talous- eikä kasteluvetenä. Näin ollen alueen maaperään, pohjaveteen tai pintaveteen kunnostuksen jälkeen jäävistä pitoisuuksista ei todellisuudessa aiheudu ihmisiin kohdistuvaa terveysriskiä.

Pintamaahan jäävän nikkelin ja sinkin osalta terveysriskiä on tarkasteltu laskennallisesti yleispiirteisenä kvantitatiivisena riskitarkasteluna käyttäen Caltox-laskentaohjelmaa. Laskennassa on oletettu, että kunnostetut alueet rajattaisi kaivospiirin ulkopuolelle ja niille olisi ulkopuolisilla vapaa pääsy. Alueilla olisi mahdollista ulkoilla, poimia marjoja, kalastaa ja uida, joten mahdollisina altistusreitteinä on huomioitu ulkoilman hengittäminen, pintaveden juominen, marjojen syöminen, maansyöminen sekä altistus ihonvälityksellä uidessa ja maata koskettaessa. Taulukossa 32 on esitetty altistusta kuvaavat kohteessa merkittävät laskennan lähtötiedot.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 32. Altistusta kuvaavat lähtötiedot.

Altistusreittiä kuvaava muuttuja	Yksikkö	Arvio	Perustelu
Veden juominen	l/kg-d	0,00044	10 l vuodessa alueen vettä juotuna
Hedelmien ja kasvisten syöminen	kg/kg-d	0,0049	300 g/d, mikä suomalaisten keskimääräinen kasvisten syöntimäärä
Kalan syöminen	kg/kg-d	0,000177	Suomalaisten keskimäärin syömän kotimaisen kalan määrä
Maan syöminen	kg/d	0,00000035	Ohjelman oletusarvo
Pintaveden osuus käytetystä vedestä		0	
Pohjaveden osuus käytetystä vedestä		1	
Pitoisuuksille altistuneiden kasvisten ja hedelmien osuus		0,5	Arvio, puolet alueen marjoista altistuneet jäännöspitoisuuksille
Paikallisten kasvisten ja hedelmien osuus		0,072	Luonnon marjojen syöntimäärä Suomessa on keskimäärin 8 kg/vuosi
Paikallisen kalan osuus		0,5	Oletus, että puolet kalasta ts. 2 kg/vuosi alueen järvistä
Oleskelu ulkoilmassa	h/d	0,15	Vastaa noin 55 h vuodessa
Altistuskerran maa-ainekselle	d/y	30	Maksimiarvio alueella retkeilystä
Uintikerrat	d/y	5	Arvio (uintikerta 0,5 h)

Laskennallisesti nikkelille 12–17 mg/kg pitoisuus pintamaassa olisi turvallisella tasolla, josta ei aiheudu kohonnutta riskiä. Riskinarviointi antaa aina konservatiivisia arvioita ja laskettu riskitön pitoisuustaso olisikin pienempi kuin alueen luontainen taustapitoisuustaso (GTK, Tapir). Altistuminen tapahtuisi miltei kokonaisuudessaan alueelta syötävien marjojen välityksellä. Kasvillisuuteen päätyvän pitoisuuden laskennassa on käytetty ohjelman oletusarvoja Michiganin osavaltiolle, mikä ei välttämättä vastaa marjoihin todellisuudessa päätyviä pitoisuuksia. Lisäksi ohjelman oletusarvo alueelta saatavan nikkelin suurimmaksi sallituksi vuoroannokseksi (TDI 0,01429 µg/kg-d) on varsin pieni. Kunnostuksen tavoitepitoisuudella 100 mg/kg riski ylittäisi sallitun tason seitsemänkertaisesti. Konservatiivinen laskenta huomioitaessa ylitys on varsin pieni.

Sinkille osa-alueesta riippuen pintamaan pitoisuus 170–280 mg/kg olisi tasolla, josta ei aiheutuisi kohonnutta riskiä. Pitoisuudet ovat Vna214/2007 kynnysarvon ja alemman ohjearvon tasolla ja vastaavat korkeimpia alueen maaperässä havaittuja sinkkipitoisuuksia. Suurin osa altistuksesta aiheutuisi alueen marjojen syömisestä. Myös sinkille alueelta saatavaksi suurimmaksi sallituksi vuorokausiannokseksi on määritetty varsin pieni pitoisuus 0,2571 µg/kg-d. Kunnostuksen tavoitetaso 250 mg/kg on likipitäen riskittömäksi arvioidulla tasolla.

Mikäli tavoitetasolle kunnostetut alueet otettaisiin yleiseen käyttöön, tulisi kohteeseen laatia tarkennettu riskinarviointi. Alustavan konservatiivisen riskinarvioinnin perusteella tavoitetasolle kunnostetut alueet alueen länsiosassa voisivat soveltua turvallisesti ulkoilukäyttöön.

9.6 Arvioinnin herkkyys- ja epävarmuustarkastelu

Tavoitepitoisuudet on määritetty käyttäen yleisesti sovellettavia viitearvoja, alueen luontaisia taustapitoisuuksia ja yleispiirteistä mallinnusta. Mikään näistä ei yksistään sovellu pintaveden alapuolisten tavoitepitoisuuksien määritykseen. Vna 214/2007 ohjearvot on tarkoitettu maaperälle. Mallinnusohjelmassa taas pintaveden osuudeksi määritettiin osa-alueesta riippuen 12–77%, vaikka ohjelman tarkkuus heikkenee, mikäli pintaveden osuus on yli 10 %. Ohjelma todennäköisesti aliarvioi pitoisuuksia pintavedessä pintaveden osuuden ja vesimäärän kasvaessa suureksi. Tämä on nähtävissä etenkin Kuusilammen alueella, missä korkeammilla maaperän

Copyright © Pöyry Finland Oy

tavoitepitoisuuksilla pintaveden laskennalliset pitoisuudet jäävät pieniksi. Kunnostuksen loppuvaiheessa on maaperän tavoitepitoisuuksien lisäksi aiheellista seurata kaivantoihin kunnostuksen jälkeen kertyvän veden laatua riittävän kunnostustason todentamiseksi.

Arvioinnissa käytetty ohjelma perustuu kulkeutumisen osalta tasapainoyhtälöihin, joilla haitta-aineen pitoisuus jaetaan laskennallisesti ympäristön eri osa-alueisiin. Se ei huomio varsinaista kulkeutumista pohja- tai pintavedessä eikä kulkeutumisen ajallista vaihtelua. Se ei myöskään huomioi haitta-aineiden kemiallisia reaktioita tai hajoamista. Laskenta antaa aina yliarvion pitoisuuksista ympäristössä. Tämä toisaalta tuo turvamarginaalin arviointiin.

Laskennat on kalibroitu vastaamaan alueelta havaittuja pitoisuuksia, mikä lisää laskennan varmuutta. Malli toistaa kohtuullisen hyvin alueen maaperässä, pintavedessä ja pohjavedessä havaitut pitoisuudet, jolloin muutettaessa maaperän pitoisuustasoa tavoitepitoisuutta laskettaessa, saadaan arvioitua pinta- ja pohjaveden pitoisuustason suuruusluokkaa.

10 KUNNOSTUKSEN ESIVALMISTELUT

10.1 Luvitus

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on aiemmin ottanut kannan, jonka Vaasan hallinto-oikeus ja korkein hallinto-oikeus ovat ratkaisullaan vahvistaneet, että edellä kuvatut, maapohjaisissa altaissa olevat vesienkäsittelysakat ovat vaarallista jätettä ja täten niiden loppusijoitus tai hyödyntäminen edellyttää YVA-menettelyä. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma on kuulutettu 29.3.2019.

YVA-menettelyn jälkeen kaivosyhtiö jättää kunnostustöistä lupahakemuksen Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle.

10.2 Koeauma

Ennen varsinaisten sakankuivatusaumojen rakentamista rakennetaan koeaumat. Koeaumojen avulla koestetaan sakkojen aumausmenetelmiä työn kannalta parhaan työmenetelmän löytämiseksi. Koeauma rakennetaan ensimmäiselle kunnostettavalle alueelle varsinaisen auma-alueen kohdalle. Koeaumalla testataan suunnitellun luiskakulman, aumaustavan ja suotopenkkarakenteen toimivuutta. Koeauman avulla voidaan varmistaa, että työ on toteutettavissa suunnitelman mukaisesti tai tehdä suunnitelmaan tarvittavat muutokset ennen työn varsinaista toteuttamista.

Koeaumauksessa testataan Lumelan altaaseen varastoidun kalkin hyödyntämistä. Kalkin mahdollisia hyödyntämistapoja on avattu kappaleessa 10.4.

Koeaumauksen yhteydessä tarkkaillaan aumasta erottuvaa vesimäärää ja veden laatua. Tämän perusteella voidaan arvioida tarkemmin vedenkäsittelytarpeita ja aumasta erottuvan vesienhallintarakenteiden mitoitusta.

10.3 Valmistelevat työt

Ennen kunnostustoimenpiteitä valmistelevia toimenpiteitä on väliaikaisten teiden rakentaminen alueelle, puuston ja kantojen poistot alueilta.

Copyright © Pöyry Finland Oy

10.4 Lumelan kalkkikasa

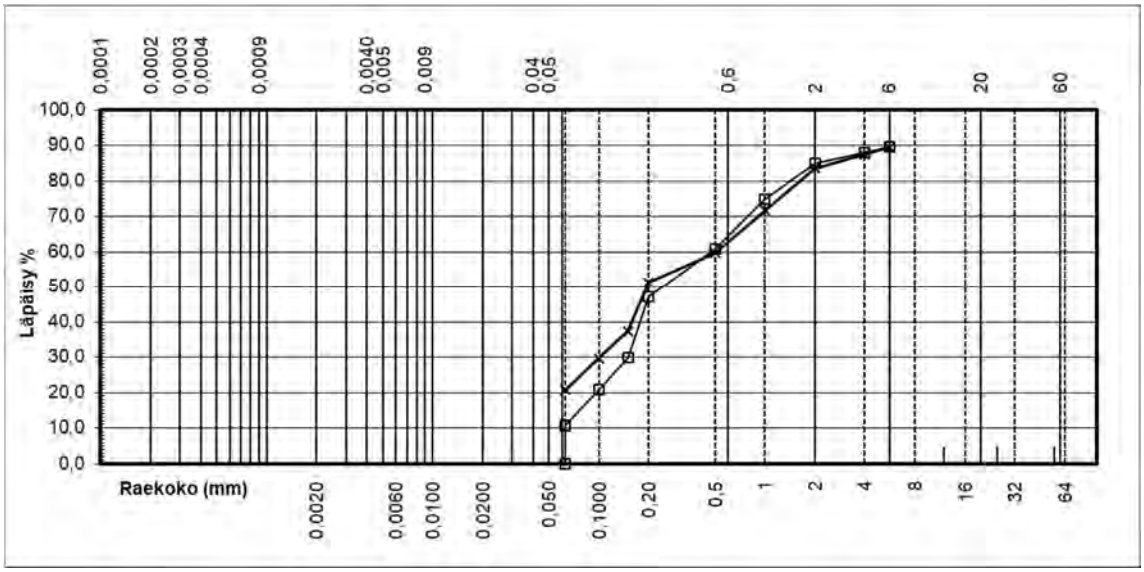
Lumelan altaan yhteyteen on läjitetty vedenpuhdistukseen sopimatonta kalkkia kaivosyhtiön arvion mukaan noin 11 400 m³. Kalkin laatu ei ole ollut riittävää vedenpuhdistusprosessiin, sillä kalkin seassa on ollut mm. hiekkaa.

Kalkkikasan laatua arvioitiin tutkimusohjelmassa, jossa selvitettiin kalkin koostumusta, neutralointitehokkuutta ja raekokoa. Kalkkikasasta otettiin näytteet kasan pinnalta ja 1 m syvyydeltä kasan kahdesta eri kohtaa.

Tutkimuksissa havaittiin, että pinnalla oleva kalkki on muuttunut suurimmaksi osaksi kalsiumkarbonaatiksi. Pintanäytettä tarvittiin neutralointitestissä kolminkertainen määrä verrattuna prosessissa käytettävään kalkkiin. Pintanäytteen CaO-pitoisuus oli 9 %.

1 m syvyydeltä otettu näyte oli säilynyt pintanäytettä paremmin. Neutralointitestissä näytettä tarvittiin 1,5-kertaisesti verrattuna prosessissa käytettävään kalkkiin. Näytteen CaO-pitoisuus oli 41 %.

Kuivan kalkkikasanäytteen keskimääräinen raekokojakauma on esitetty kuvassa 9. Näytteet vastaavat rakeisuudeltaan hiekkamoreenia. Näytteet sisältävät muutamia prosentteja karkeaa yli 4 mm raetta, joka vaikeuttaa kalkin hyötykäyttöä.



Kuva 9. Kalkkikasan näytteiden raekokojakauma

Läjitettyä kalkkia voidaan mahdollisesti käyttää mm. loppusijoituskasojen päällä nostamaan auman pH-arvoa, mikä edistää metallien saostumista. Kalkki voi lisäksi ehkäistä aumojen pölyämistä. Toinen mahdollisuus on lisätä kalkkia ennen aumojen kuljetusta loppusijoitukseen, jolloin kalkki voi hillitä pölyämistä. Muita käyttökohteita voi olla kunnostuksen aikainen vesienkäsittely, jossa kalkkia voidaan käyttää vesien johtamiseen tarkoitetuissa ojissa ja tasausaltaissa.

11 KUNNOSTUKSEN PÄÄPERIAATTEET

11.1 Yleistä

Kunnostuksen tarkoituksena on poistaa alueille läjittyneet sakat. Sakan poisto toteutetaan kohdassa 11.3 esitettyjä kunnostusmenetelmiä soveltaen ja tarvittaessa

Copyright © Pöyry Finland Oy

yhdistäen. Kaikki kunnostustyöt toteutetaan säädettyjä työsuojeluohjeita noudattaen ympäristöteknisen laadunvalvojan ohjeiden mukaisesti.

Tässä suunnitelmassa esitetyt kunnostusalueiden laajuudet ovat arvioita. Lopullisesti kunnostuksen laajuus määräytyy kunnostuksen aikana tehtävän aistinvaraisen arvioinnin ja kenttämittausten (XRF-analysaattori) sekä laboratorioanalyysitulosten perusteella.

11.2 Kohteen erityispiirteet

Kunnostettavien alueiden sakat ovat osin muodostuneet poikkeustilanteissa, ja vesiä on jouduttu johtamaan altaisiin nopeasti. Tästä johtuen altaiden vesipinnan alle on jäänyt rakenteita joihin kuuluu mm. Kortelammen alueella sähkölinja ja tierakenne. Kunnostuksessa tulee ottaa huomioon altaiden pohjalla olevat rakenteet.

Kunnostus tehdään tehdasalueella, jolloin tulee ottaa huomioon tehdasalueen erikoispiirteet.

11.3 Kunnostusmenetelmät

Kunnostusalueilla sakkoja on lampien ja padottujen altaiden pohjalla sekä näiden ympäristössä. Ympäristössä sakka on pääosin ohuena kerroksena osin pintamaahan sekoittuneena. Lampien ja altaiden pohjalla sakkakerrokset ovat paksumpina vetisinä kerroksina, jolloin niiden käsittely ja kuljettaminen voi olla haastavaa. Kunnostuksen lähtökohtana on, että sakkoja käsitellään kunnostusalueella kuljetuksen ja jatkokäsittelyn helpottamiseksi. Kosteita sakkoja aumataan kohteella kunnostuskartoissa osoitetuille esikuivatusalueille tai useammalle pienemmälle alueelle lammen tai altaan reunoille, mikä edistää sakkojen kuivumista ennen kuljetusta. Kunnostuskartoissa esitetyt alueet ovat ohjeellisia ja todelliset alueet varmistuvat kunnostustyön aikana paikallisten olosuhteiden mukaisesti.

Kunnostusalueilla vesipintaa lasketaan mahdollisimman paljon vedenalaisten sakka-alueiden paljastamiseksi. Tämä helpottaa sakkojen kasaamista ja aumaamista. Sakkojen aumaaminen pyritään tekemään kunnostettavien sakka-alueiden sisällä. Sakoilla pilaantumattomille alueille menoa vältetään. Kunnostusalueella sakat voidaan aumata yhdelle laajemmalle auma-alueelle tai aumoja voidaan tehdä useampia kunnostusalueen eri puolille, jolloin sakkojen siirtelymatkat ovat mahdollisimman pienet.

Kohteet kunnostetaan vaiheittain. Sakan poistamista edeltävät valmistelevat toimenpiteet on esitetty kohdassa 10.3.

Sakka-alueiden kunnostuksessa käytetään seuraavia menetelmiä:

- Sakan poisto imuruoppaamalla
- Sakan aumaus puskutraktorilla ja/tai tela-alustaisella kaivinkoneella kosteiden sakkojen esikuivattamiseksi ennen loppusijoitusalueelle kuljetusta
- Pohjamaan pilaantuneisuuden tarkistus ja pilaantuneiden massojen poisto puskutraktorilla ja/tai tela-alustaisella kaivinkoneella
- Märän ja ruopatun sakan kuivatus kunnostusalueella aumaamalla tai geotuubissa

Copyright © Pöyry Finland Oy

Sakan poistamiseen käytetään alueilla, jotka eivät ole veden peittämiä, ensisijaisesti puskutraktoria. Lampien ja padottujen altaiden vesipintaa lasketaan ennen kunnostusta. Kuivatetuilla alueilla sakan kasauksessa käytetään sakan kosteudesta riippuen puskutraktoria tai tela-alustaista kaivinkonetta. Kunnostuksen ajoittamisessa tulee ottaa huomioon pohjamaan kantavuus, jonka vuoksi osa kunnostustoimenpiteistä tulee tehdä talviaikaan. Myös märän sakan aumauksessa talvityöskentely helpottaa sakan käsittelyä. Lampien pohjan sakka-alueiden kunnostusta voi tehdä myös talvikaivuna jään päältä, mikäli lammen vesipintaa ei saada laskettua riittävästi.

Pintamaan päällä oleva ohut kerros kuivunutta sakkaa läjitetään puskutraktorilla/kaivinkoneella omalle kasalle. Sakkakerroksen mukana kuoritaan myös pohjamaata, koska työteknisesti ei ole mahdollista poistaa pelkkää sakkaa. Lumijoen kunnostuksesta saatujen kokemusten mukaan jäätyneen sakan mukana joudutaan suoalueilla työteknisistä syistä kaivamaan keskimäärin noin 20 - 30 cm kerros sakan alla olevaa turvetta (Ramboll, 2017). Pohjamaan pilaantuneisuus tarkistetaan sakan kuorimisen jälkeen ja mikäli pilaantuneisuutta havaitaan, pintamaan orgaanista maa-ainesta (humus, turve) kuoritaan kaivinkoneella ja läjitetään erikseen omalle kasalle. Sakka, sakan sekainen turve ja pilaantuneet maa-ainekset aumataan lampien lähelle välivarastoalueille omiin kasoihinsa kuivumaan.

Syvät vesialtaat, joita ei voida kuivattaa tai kunnostaa talvityönä, kunnostetaan imuruoppaamalla. Sakka pumpataan altaiden pohjalta geotuubeihin. Ruoppaukseen voidaan käyttää esimerkiksi monitoimiruoppaajaa (vesimestari), jolla pystyy sekä kaivamaan että imuruoppaamaan. Geotuubialueet rakennetaan kunnostusalueiden lähelle. Urkin ja Kortelammen alueella sakat voidaan imuruopata geotuubeihin suoraan loppusijoitusalueelle. Geotuubialueiden rakentaminen on kuvattu kappaleessa 13.

Lampien ja altaiden esikuivatusalueet aumat rakennetaan vesialueen vierelle. Aumojen yhdelle sivulle rakennetaan murskeesta suotopenkka. Suotopenkan sisäpuolelle asennetaan suodatinkangas, jonka avulla pyritään estämään suotopenkan tukkeutuminen, sekä kiintoaineksen pääsyn penkan ulkopuolelle rakennettavaan suotovesiojaan. Suotopenkan tarkoituksena on päästää läpi aumoista suotautuvat vedet, mutta estää sakan kulkeutuminen suotovesiojaan. Suotovesiojasta vedet ohjataan edelleen alueittain vesien hallinta suunnitelmien mukaisesti. Auman periaatepiirustus on esitetty piirustuksessa 305

11.4 Työvaiheet ja työjärjestys

Kunnostustyöhön sisältyy pääpiirteissään seuraavat työvaiheet:

- kunnostettavien alueiden mahdollinen ojitus, mahdollisten laskeutusaltaiden ja pumppausjärjestelyiden rakentaminen ja kontaminaation esto
- altaiden ylimääräveden tyhjennys alueellisten suunnitelmien mukaisesti
- väliaikaisten teiden rakennus työalueille (välivarasto- ja käsittelyalueilta)
- puiden kaato välivarasto ja käsittelyalueilta
- kantojen poisto kaivinkoneella/kahmarikauhalla välivarasto- ja käsittelyalueilta
- ns.”puhtaiden” puiden ja kantojen haketus, siirto hyötykäyttöön

Copyright © Pöyry Finland Oy

- väliaikaisen varastoalueen rakentaminen sakan sotkemalle puuainekselle (mm. kannot) ja turpeelle
- puiden raivaus sakka-alueilta
- väliaikaisten teiden rakennus sakka-alueille; sakan sekaisen turpeen ja kantojen poisto tiealueilta kaivinkoneella
- kantojen poisto sakka-alueilta kaivinkoneella/kahmarikauhalla
- sakan kuoriminen puskutraktorilla ja kaivu kaivinkoneella, siirto väliaikaiselle kasalle
- sakan sekaisen turpeen kaivu kaivinkoneella tai kasaaminen puskutraktorilla, siirto väliaikaiselle kasalle. Orgaaninen aines (turve, humus) pyritään pitämään erillään sakasta.
- sakan siirto kasoilta välivarasto- ja käsittelyalueelle puskutraktorilla tai pyöräkuormaajalla
- sakan ja sakan sekaisen turpeen siirto kasoilta loppusijoitusalueelle
- työkoneiden pesuvesien johtaminen esikuivatusalueiden ojiin
- geotuubialueiden rakentaminen (Kortelampi, Tammalampi-Eteläinen Kuusilampi)
- sakan pumppaus altaiden pohjalta geotuubeihin
- välivarasto- ja käsittelyalueiden muotoilu sakan ja sakan sekaisen turpeen kuivuessa
- auma-alueiden pölyn sidonta aumoja kastelemalla. Pölysuojaus tulee ottaa huomioon laadittaessa työmaan suojaussuunnitelmaa.

Kunnostustyön aikana ja päättymisen jälkeen tehtäviä toimenpiteitä ovat seuraavat:

- loppusijoitusalueen rakentaminen
- kuivuneen sakan kuljetus aumoista loppusijoitusalueelle, työn ajoitus kaivosalueen rakentamisen mukaisesti. Kalkin hyödyntäminen pölyämisen estossa ja/tai pH-tasapainon ylläpidossa loppusijoitusalueella.
- auma-alueen pilaantuneen (kosketuksissa sakan kanssa) pohjamaan kaivu ja läjitys kasoille. Pilaantuneen maan rajaamiseksi käytetään pikatestilaitteita. Kenttätestien lukemien pitoisuustaso varmistetaan laboratorioanalyysien avulla
- pilaantuneen maa-aineksen kuljetus loppusijoitusalueelle, maa-ainesta hyödynnetään alueen muotoilussa (estää kuivuneen sakan pölyämistä)
- kuivatuksessa ja kunnostuksen aikana käytettyjen pumppausrakenteiden purkaminen

Kunnostuksen aikataulutus on esitetty liitteissä 601 ja 602.

11.5 Jätteiden käsittely

Kunnostuksen aikana syntyvät jätejakeet pidetään toisistaan erillään. Käytännössä kunnostuksessa syntyy ainakin seuraavia jakeita:

Copyright © Pöyry Finland Oy

- Sakka
- Sakan sekainen turve
- Pilaantunut maa-aines
    - Turpeet
    - Mineraalimaa
- Alueilta poistetut puu ja muu kasvillisuus
- Kannot ja juurakot

Märkä sakka ja sakan sekainen turve esikuivatetaan kunnostusalueilla ja siirretään kuivatuksen jälkeen vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Kuivat sakat voidaan siirtää suoraan loppusijoitukseen. Kaatopaikalle on esitetty kaksi vaihtoehtoista sijaintia piirustuksessa 501.

Pilaantunut maa-aines läjitetään omaan kasaan/aumaan joko lampien alueelle tai pintamaiden välivarastoalueelle. Pilaantuneet turpeet sijoitetaan vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Pilaantuneita mineraalisia maa-aineksia käytetään loppusijoitusalueella esipeittokerroksessa ja maat säilötään pintamaiden välivarastointialueella. Pintamaiden välivarastointialueen sijainti on esitetty samassa piirustuksessa vaarallisen jätteen kaatopaikan sijaintivaihtoehtojen kanssa.

Alueelta poistetut puut ohjataan polttoon Terrafamen alueelle tulevalle polttolaitokselle. Muu kasvillisuus (mm.pensaat) käsitellään yhdessä pilaantuneen turpeen kanssa.

Sakan likaamat kannot ja juurakot pestään sakasta lampialueella, haketetaan joko lampialueella tai pintamaiden välivarastoalueella ja poltetaan Terrafamen alueelle tulevassa polttolaitoksessa.

11.6 Työmaaliikenne

11.7 Kuljetukset

Kaikki pilaantuneiden maiden, sakkojen ja puuaineksen kuljetukset, jotka voivat pölytä kuljetuksen aikana peitetään pilaantuneisuuden levittämisen estämiseksi. Kuljetusreitit suunnitellaan huomioiden siirrettävän materiaalin vaatimukset.

11.8 Varastointi

Pilaantuneiden maa-ainesten välivarastointialue on esitetty piirustuksessa 501. Alueelle tuodaan kaikki maa-ainekset joiden varastointia ei voida suorittaa kunnostettavilla alueilla tai joita hyödynnetään loppusijoitusalueen esipeittorakenteessa.

11.9 Kunnostuksen päättyminen

Maaperän kunnostustoimet ovat riittäviä, kun kenttätestien ja laboratoriossa analysoitujen kontrollinäytteiden haitta-ainepitoisuudet alittavat kunnostuksen tavoitepitoisuudet. Mikäli tavoitepitoisuuksia ei jostain kaivua rajoittavasta tekijästä

Copyright © Pöyry Finland Oy

johtuen saavuteta, laaditaan jatkotoimenpiteiden suunnitteluun avuksi riskinarvio, jolla tarkastellaan, onko jäännöspitoisuuksista haittaa ympäristölle.

11.10 Viimeistely

Kunnostuksen päätyttyä alueen pintamaat muotoillaan tasaiseksi. Puustoa kylvetään uudelleen alueille joista sitä on jouduttu kunnostuksen vuoksi poistamaan.

11.11 Työn aikaisten riskien hallinta

Työmaa-alueella saa liikkua ainoastaan kunnostustyöhön osallistuvat henkilöt asianmukaisin turva- ja suojalaittein varustautuneena. Kunnostuksessa noudatetaan urakoitsijan laatimaa ja valvojan hyväksymää riskienhallintasuunnitelmaa.

11.12 Kunnostuksen laadun valvonta

Laadunvalvonta ja -varmistus muodostuu viranomaisvalvonnasta (Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus), rakennuttajan laadunvalvonnasta, urakoitsijan omasta laadunvalvonnasta sekä rakennuttajan nimeämästä ympäristöteknisestä valvojasta (ulkopuolinen riippumaton laadunvalvonta).

Laadunvalvonnasta pidetään erillistä laadunvalvontapöytäkirjaa tai laadunvalvonnan toteutukset ja tulokset merkitään päivittäin työmaapäiväkirjaan. Työmaapäiväkirjaan merkitään myös työn toteutukseen liittyvät seikat: työmaan vahvuus, käytetyt koneet, materiaalimenekit sekä sääolot ja muut olennaiset seikat. Työmaapäiväkirjaan tehdyt kirjaukset käsitellään työmaakokouksessa, jossa tehdään urakkaan liittyvät tarpeelliset päätökset.

11.12.1 Kunnostusta ohjaavat mittaukset ja seuranta

Kunnostustyön aikana pilaantuneen alueen rajaamiseksi käytetään pikatestilaitteita, esim. Innov-X-analysaattori sekä laboratoriom ääirityksiä sen jälkeen, kun sakka on saatu poistettua kenttähavaintojen perusteella. Näytteitä otetaan riittävän usein, jolloin kaivutoimenpiteet saadaan kohdistettua mahdollisimman tarkasti oikeaan kohtaan. Valvoja kalibroi pikatestilaitteet (esim. Innov-X) valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Kunnostustyön aikana otetaan laboratorionäytteitä niin, että kenttätestien lukemien pitoisuustaso voidaan varmistaa, ja sitä kautta osoittaa tavoitepitoisuudet saavutetuiksi. Laboratoriossa näytteistä määritetään pH, metallipitoisuudet, sulfaatti ja uraanipitoisuus.

Välivarasto- ja käsittelyalueelle sijoitettavasta sakasta, sakan sekaisesta turpeesta ja turpeesta otetaan kustakin erikseen kokoomanäytteitä kunnostusaluekohtaisesti. Kokoomanäytteistä määritetään kaatopaikka- ja hyötykäyttökelpoisuustestit, joiden perusteella voidaan arvioida sakan jatkokäsittelytarvetta ja loppusijoitusta.

11.13 Työsuojelu

Kunnostuskohteessa tulee noudattaa työsuojeluohjeita, jotka soveltuvat metalleilla pilaantuneelle alueelle sekä Terrafamen turvaohjeita.

Aumojen kaivantojen luiskaukset tehdään työturvallisuus huomioiden.

Copyright © Pöyry Finland Oy

11.14 Vesienhallinta

Kunnostettavien alueiden valuma-alueita pienenetään mahdollisuuksien mukaan ojituksilla ja mm. kontaminaationestorakenteilla. Kuivatuksen aikana vedet johdetaan ympäristöön jos veden laatu on riittävän hyvä. Jos veden laatu heikkenee, tulee vedet johtaa keskusvedenpuhdistamolle.

Kunnostettavia alueita kuivatetaan myös kunnostuksen aikana. Vedenlaadun on arvioitu heikentyvän kunnostuksen aikana, minkä vuoksi kiintoainetta laskeutetaan ensin laskeutusaltaissa tai kunnostamattomissa altaissa, joista vedet ohjataan keskusvedenpuhdistamolle.

Esikuivatusalueilta erottuvat mahdollisesti kontaminoituneet vedet ohjataan hallitusti ojien avulla kunnostettavien alueiden syvimpiin kohtiin. Kunnostuksen lopuksi syvin alueet imuruopataan ja kontaminoituneet massat poistetaan.

Geotuubeista erottuva vesi sisältää vähän kiintoainetta ja niihin lisätty polymeeri voi sitoa haitta-aineita. Veden laadusta ei ole tässä suunnitteluvaiheessa kuitenkaan tarkkaa tietoa. Sen vuoksi varaudutaan geotuubialueiden vesien keräämiseen ja johtamiseen keskusvedenpuhdistamolle.

11.14.1 Valuma-alueet ja arvioidut vesimäärät

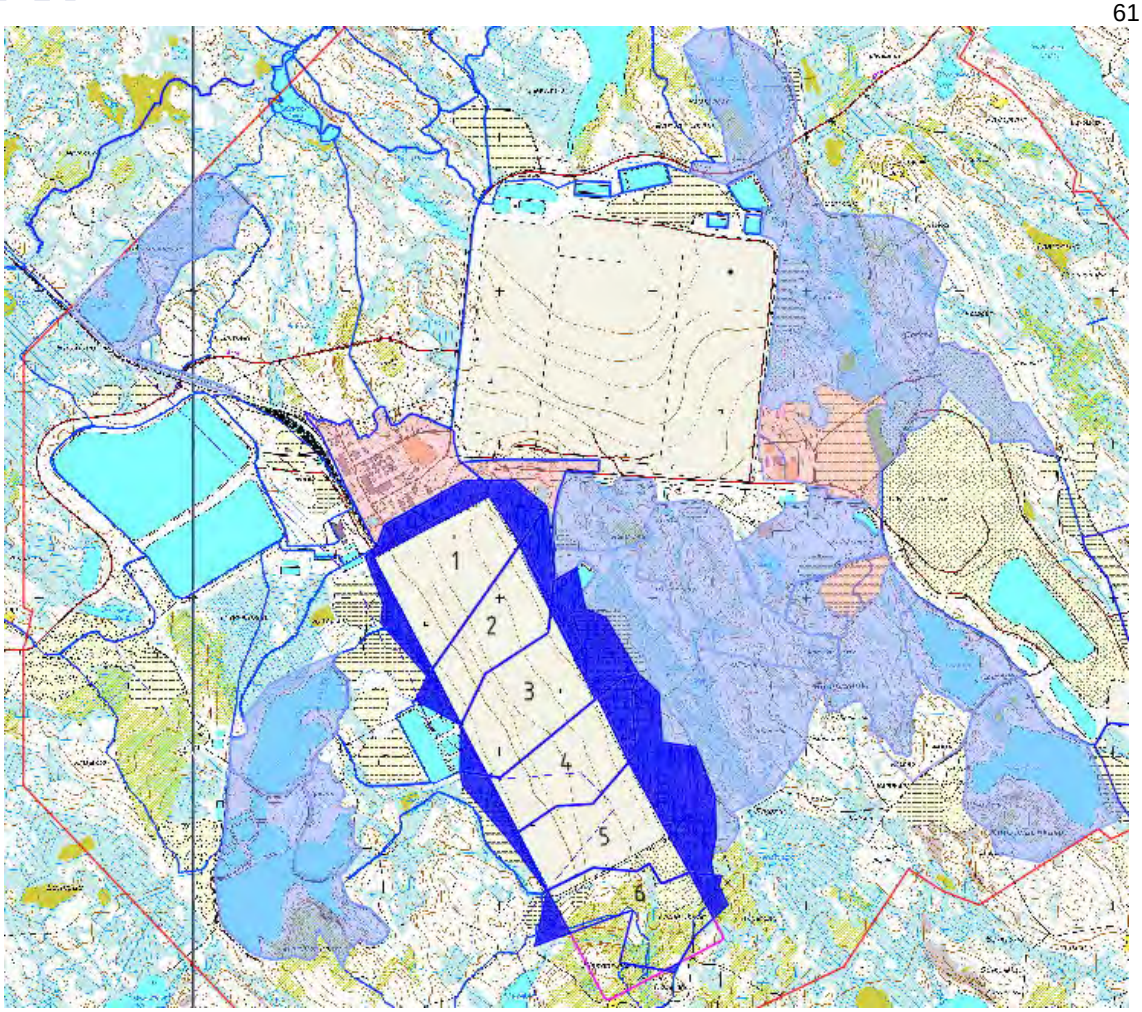
Kunnostettaville alueille muodostuva keskimääräinen vesimäärä ja valuma-alueiden pinta-alat on arvioitu taulukossa 33. Keskimääräinen virtaama (Taulukko 33) on laskettu keskimääräisen vuoden keskimääräisen valuman 13,8 l/s*km² ja valuma-alueiden pinta-alojen perusteella.

Lumelan valuma-alueen pinta-ala pienenee nykyisestä (Kuva 10, Taulukko 3) kun tehdasalueen kontaminaation esto otetaan käyttöön (kpl 14). Lisäksi Lumelan luoteispuolelle on suunniteltu oja, jonka avulla pienennetään altaan valuma-aluetta.

Urkin valuma-alueen pinta-alaa pienenetään aluetta ympäröivillä ojilla. Ojat laskevat kunnostuksen aikana Kortelampeen. Kunnostuksen jälkeen ojan vedet ohjataan ympäristöön Ylä-Lumijärven suuntaan.

Härkälammen alueelle tulevan valuma-alueen pinta-ala pienenee varikkoalueen ja pilaantuneiden maiden osalta. Suurin osa vesistä ohjataan Härkälammen ja Pohjoisen Kuusilammen ohi niiden kunnostusten aikana.

Copyright © Pöyry Finland Oy



Kuva 10. Kunnostuksen aikaiset valuma-alueet. Vaalean sinisellä on esitetty kunnostettavien alueiden valuma-alueet, punaisella kontaminaation estoalueet, joista bioliuotuskasan valuma-alueet on esitetty tumman sinisellä.

Taulukko 33. Kunnostettaville alueille muodostuva keskimääräinen virtaama sekä valuma-alueiden pinta-ala.

Kunnostettavat alueet	Valuma-alueen pinta-ala (ha)	Keskimääräinen virtaama (m^3/h)
Haukilampi	27	12
Kärsälampi	28	14
Lumela	43	17
Urkki	20	9
Kortelampi	77	34
Eteläinen Kuusilampi	32	12
Härkälampi	8	4
Pohjoinen Kuusilampi	46	29

Kontaminaationestoalueille on esitetty keskimääräinen virtaama sekä valuman 102,5 $l/s*km^2$ mukainen virtaama. Valuma on arvioitu interpoloimalla vuorokausivaluma (500 $l/s*km^2$) ja kerran sadassa vuodessa toistuvan märän toukokuun valuma (60,6 $l/s*km^2$) seitsemälle vuorokaudelle. Pysyvien rakenteiden, kuten kontaminaationestoalueiden pumppaukset, putket ja altaat mitoitetaan sen mukaisesti.

Tehdasalueen valuma-alueen pinta-alassa on huomioitu bioliuotuksen valuma-alueet.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Bioliuotuskasan itäpuolelle on rakennettu suojapumppauksia ja bioliuotuksen valuma-alueet voivat olla tässä esitettyjä pienempiä. Tämä huomioidaan kontaminaationestorakenteiden seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Valuma-alueet tarkennetaan seuraavassa projektivaiheessa.

Taulukko 34. Kontaminaationestoalueille muodostuva keskimääräinen virtaama ja märän vuoden virtaama kun valuma on 102,5 l/s*km².

Kontaminaation esto	Valuma-alueen pinta-ala (ha)	Keskimääräinen virtaama (m³/h)	Virtaama märkä vuosi (valuma 102,5 l/s*km) (m³/h)
Tehdasalue	61	30	223
Bioliuotus: valuma-alue 1	29	14	106
Bioliuotus: valuma-alue 2	11	5	40
Bioliuotus: valuma-alue 3 & 4	41	20	152
Bioliuotus: valuma-alue 5	39	19	143
Bioliuotus: valuma-alue 6	8	4	29
Varikko	16	8	60
Varikon pima-alue	22	11	81
Pima-alue	12	6	43

11.14.2 Pumppaamot

Altaiden tyhjennyksessä käytetään lauttapumppaamoja, joihin kiinnitetään uppoasennettavat vedenpoistopumput. Lähtökohtaisesti vedenpoistopumppuina käytetään Terrafamen omia pumppuja, mutta niitä varten tehdään uudet lauttarakenteet ja kaapeloinnit.

Kunnostusvaiheessa altaiden kuivanapito hoidetaan uppoasenteisilla vedenpoistopumpuilla tyhjennetyn altaan syvimmän kohdan pohjalta. Lähtökohtaisesti vedenpoistopumppuina käytetään Terrafamen omia pumppuja, joita varten tehdään tarvittavat kaapeloinnit.

Geotuubialueille ja työnaikaisille laskeutusaltaille tehdään lähtökohtaisesti kiinteät jätevesipumppaamot. Kiinteät jätevesipumppaamot voidaan korvata mahdollisesti siirrettävillä ratkaisuilla, mikäli sähköistys ei onnistu tai tilalle on saatavissa siirrettävä pumppausratkaisu, jossa pumppauksen ohjaus on mahdollista.

Altaan kunnostamisen jälkeisessä ohituspumppauksessa (vain Haukilampi, Lumela, Urkki) pyritään käyttämään olemassa olevia pumppaamorakenteita, mikäli se on mahdollista. Esimerkiksi Haukilammella ja Lumelassa on nykyiset pumppaamot, jotka pumppaavat keskuspuhdistamolle. Tyhjennysvaiheeseen tehtyjä lauttarakenteita voi myös käyttää ohituspumppauksissa mikäli mahdollista.

Kontaminaationestoalueille rakennetaan kiinteät jätevesipumppaamot jokaiselle keräysaltaalle. Lisäksi primäärikasan nykyiset suojapumppaukset PL2200, PLS3, PM1 ja P10 korvataan tarvittaessa uusilla suuremmilla jätevesipumppaamoilla, sillä nykyisten pumppaamojen kapasiteetti on riittämätön.

Copyright © Pöyry Finland Oy

11.14.3 Putket

Kaikki suunnitellut paineelliset vesiputket on alustavasti mitoitettu painehäviölaskurilla (Darcy – Weisbach). Putkikoot on optimoitu syntyvän painehäviön, virtausnopeuden sekä putken investointikustannuksen perusteella. Laskentaa varten tarvittiin eri putkikokojen dimensiot, mitoitusvirtaama ja putken pituus. Paikallishäviöt arvioitiin siten, että kussakin linjassa olisi 5 kpl läppäventtiileja, yksi takaiskuventtiili, 5 kpl 90° kulmaa ja yksi purkautumishäviö. Putkien mitoitusta tarkennetaan seuraavissa projektivaiheissa.

Altaiden tyhjennysputket rakennetaan lauttapumppaamoilta laskeutusaltaisiin tai muihin lampiin. Putkia ei kaiveta maahan.

Pääsoin kunnostuksen aikaiset vedet johdetaan samaa linjaa pitkin kuin tyhjennyksen aikaiset vedet, joten kunnostuksen aikainen virtaama ei mitoita näitä putkia. Pohjoisessa Kuusilammessa nämä vedet menevät eri suuntiin. Johtuen kunnostusvaiheen pumppauksen pienemmistä virtaamista ja korkeista kiintoainepitoisuuksista, on näiden putkilinjojen possutuksiin varauduttava. Possutusyhteenä voi toimia laippaliitos pumpun jälkeen.

Ohituspumppauksien paineputket rakennetaan kunnostetuilta altailta ympäristöön, siten että se ohittaa valunnassa alempana olevat kunnostettavat altaat (vain Haukilampi, Lumela, Urkki). Putket kaivetaan maahan jäätymisen estämiseksi.

Kontaminaationestoalueiden putkistot kaivetaan maahan, sillä putkien käyttö on pitkäaikaista.

11.14.4 Vesienhallinta-altaat

Vesienhallinta-altaat on mitoitettu alustavasti kohteittain. Altaisiin tulevat vesimäärät tulevat vielä tarkentumaan seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Tyhjennysvaiheen laskeutusallas

Pohjoinen Kuusilampi tyhjennetään selkeytysaltaan kautta ympäristöön. Allas on mitoitettu 72 tunnin viipymälle, jotta kiintoaine ehtii laskeutua riittävästi ennen veden johtamista ympäristöön. 72 tunnin aikana 0,0015 mm kokoinen savipartikkeli ehtii laskeutua 1 m matkan. Altaaseen tulevaksi vesimääräksi on alustavasti arvioitu 220 m^3/h, joka on laskettu altaan valuma-alueen ja arvioidun altaan tyhjennysnopeuden perusteella. Allasta voidaan käyttää tarvittaessa myös tyhjennysvaiheen jälkeen.

Kunnostuksen aikaiset altaat

Haukilammen kaakkoispuolella oleva selkeytysallas sekä eteläisen Kuusilammen selkeytysallas mitoitetaan keskusvedenpuhdistamon käytössä olevan kapasiteetin 300 m^3/h ja 4 h viipymäajan mukaan. Neljän tunnin aikana 0,006 mm kokoinen hiesupartikkeli ehtii laskeutua 1 m matkan. Altaalla laskeutetaan kunnostuksesta tulevaa kiintoainetta, jotta keskusvedenpuhdistamolle tuleva kiintoaineen määrä ei nouse.

Kontaminaation esto

Pysyvät kontaminaation estoon tarkoitetut altaat varastoivat valuma-alueilta tulevan veden 7 vuorokauden ajaksi. Altaat on mitoitettu 102,5 $l/s*km^2$ valuman perusteella 7

Copyright © Pöyry Finland Oy

vuorokaudelle. Mitoituksissa oletettiin että keskuspuhdistamolle ei voida tulvatilanteessa johtaa vesiä. Sulamispiikin aikana vesien haitta-ainepitoisuudet voivat olla pieniä, koska ne laimenevat suureen vesimäärään. Jossain tilanteissa on mahdollista johtaa vettä kasoille liuoskiertoon.

Taulukko 35. Kunnostuksen aikaiset ja kontaminaation estossa käytettävien altaiden alustavat mitoitukset.

Allas	Tilavuus (m³)	Pinta-ala (m²)	Syvyys (m)	Viipymäaika (h)
Haukilampi	1 200	480 (40 x 10 m)	3	4
Eteläinen Kuusilampi	1 200	480 (40 x 10 m)	3	4
Kuusilampi P	16 000	6 400 (160 x 40 m)	2,5	72
Bioliuotusalue, tehdasalue ja pintamaiden välivarasto	120 000	40 000 (350 x 114 m)	3	168
Varikkoalue	10 000	2 500 (90 x 28 m)	4	168
Varikkoalueen itäpuolen pilaantuneen maan läjitys	13 700	3 420 (110 x 31 m)	4	168
Varikkoalueen eteläpuolen pilaantuneen maan läjitys	7 300	1 810 (80 x 23 m)	4	168

12 KUNNOSTUKSEN TOTEUTUS ALUEITTAIN

12.1 Tammalampi - Eteläinen Kuusilampi

12.1.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen

Eteläisen Kuusilammen veden laadun on arvioitu olevan riittävän hyvä veden johtamiseksi ympäristöön kuivatuksen aikana. Allas kuivatetaan pumppaamalla vedet ympäristöön Härkälammen suuntaan. Mikäli vedenlaatu heikkenee tyhjennyksen edetessä, vesiä voidaan johtaa DP0 kautta keskusvedenpuhdistamolle. Keskusvedenpuhdistamolle pumpattavien kunnostuksenaikaisten vesien käsittelykapasiteetti on 300 m³/h.

Eteläisen Kuusilammen länsipuolelle rakennetaan laskeutusallas erityisesti kunnostusvaiheessa nousevan kiintoaineen erotukseen. Allasta voidaan hyödyntää jo kuivatusvaiheessa.

Tammalammen kuivatuksen ja kunnostuksen aikana vedet johdetaan eteläiseen Kuusilampeen imuruoppausalueen tuntumaan. Tammalammesta tuleva kontaminaatio poistetaan lopuksi imuruoppaamalla.

12.1.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta

Eteläisen Kuusilammen kunnostus tehdään reuna-alueilta puskutraktori- ja kaivinkonetyönä aumaamalla. Sakan poisto pyritään tekemään sulakauden aikana

Copyright © Pöyry Finland Oy

kuivillaan olevien ranta-alueiden osalta. Kuivempi sakka ja sakan sekainen turve ajetaan suoraan vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Märempi sakka-aines aumataan esikuivatusalueelle. Syvimmiltä lammen alueilta, jossa sakkaa on arvioitu olevan yli 1m kerros, sakat imuruopataan ja johdetaan geotuubiin. Tammalammen kunnostus tehdään imuruoppaamalla ja sakat johdetaan geotuubeihin. Kun sakka ja sakan sekaisen turpeen poisto on tehty, tarkistetaan pohjamaan pilaantuneisuus ja pilaantuneet pohjamaat poistetaan.

Kunnostuksen aikana altaan vedenlaadun on arvioitu heikentyvän ja sen vuoksi vedet pumpataan uuden selkeytysaltaan kautta DP0-altaaseen ja sieltä olemassa olevaa putkilinjaa pitkin keskusvedenpuhdistamolle.

Geotuubialueelta vedet valuvat painovoimaisesti viereiseen laskeutusaltaaseen ja pumpataan sieltä DP0:n kautta käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle.

Alueen kunnostuksen suunnitelmakartta on esitetty piirustuksessa 301. Kartassa esitetyt esikuivatusalueet ovat suuntaa-antavia, ja lopulliset kuivatusalueet tarkentuvat kunnostuksen aikana.

12.2 Härkälampi- Pohjoinen Kuusilampi

12.2.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen

Härkälammen kautta virtaa tällä hetkellä 586 ha valuma-alueen vedet. Ennen Härkälammen kunnostuksen aloittamista vesien virtausreitti muutetaan nykyisen Härkälammen itäpuolen kautta pohjoiseen Kuusilampeen. Tällä saadaan merkittävästi vähennettyä kunnostusalueelle tulevaa vesimäärää.

Pohjoisen Kuusilammen kuivatus tehdään laskeutusaltaaseen, josta vesi laskee painovoimaisesti lammen purkuojaan. Purkuojaa pitkin vesi valuu Kuusijokeen ja Kalliojokeen. Selkeytyksessä erotetaan mahdollisesti nouseva kiintoaine. Kuivatuksen aikana veden laatua tarkkaillaan. Mikäli vedenlaatu ei täytä lupaehtoja, se johdetaan vedenkäsittelyyn.

12.2.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta

Härkälammen ja pohjoisen Kuusilammen sakka-alueiden kunnostuksessa työkoneina käytetään kaivinkonetta ja puskutraktoria. Sakan poisto pyritään tekemään sulakauden aikana kuivillaan olevien ranta-alueiden osalta. Pintamaan päällä oleva kuivempi sakka ja sakan sekainen turve ajetaan suoraan vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Märempi sakka-aines aumataan esikuivatusalueella ja orgaaninen maa-aines kuljetetaan väliaikaiselle varasto-alueelle. Lampien pohjan sakka-alueiden kunnostusta tehdään talvikaivuna jään päältä. Paksuimpien sakkakerrosten (>1m) poisto tehdään imuruoppaamalla sakka geotuubeihin. Kun sakka ja sakan sekaisen turpeen poisto on tehty, tarkistetaan pohjamaan pilaantuneisuus ja pilaantuneet pohjamaat poistetaan.

Veden laadun on arvioitu heikentyvän kunnostuksen aikana. Pohjoisen Kuusilammen kunnostuksen aikaiset kuivatusvedet, samoin kuin geotuubialueen vedet pumpataan geotuubialueen pumppaamon kautta käsittelyyn SEM2-altaille, jossa vesienkäsittelykapasiteettia on 100 m^3/h (max 200 m^3/h). Härkälammen kunnostuksen aikaiset vedet johdetaan samaan SEM2-altaaseen johtavaan runkolinjaan.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kuivatusvaihetta varten rakennettua laskeutusallasta voidaan hyödyntää myös kunnostusvaiheessa kiintoaineen erotuksessa.

Härkälammen kunnostuksen jälkeen vedet voidaan ohjata virtaamaan takaisin Härkälammen kautta.

Pohjoisen Kuusilammen kunnostuksen aikana eteläpuolisen valuma-alueen vedet ohjataan pohjoisen Kuusilammen itäpuolelta Kuusijokeen. Pohjoisen Kuusilammen kunnostuksen jälkeen vedet virtaavat Pohjoisesta Kuusilammesta joko Latosuolle tai Kuusijokeen.

Alueen kunnostuksen suunnitelmakartta on esitetty piirustuksessa 302. Kartassa esitetyt esikuivatusalueet ovat suuntaa-antavia, ja lopulliset kuivatusalueet tarkentuvat kunnostuksen aikana.

12.3 Kortelampi-Urkki-Lumela

12.3.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen

Ennen Kortelampi – Urkki – Lumela -alueen kunnostusta tehdas- ja bioliuotusalueelta tuleva kontaminaatio tulee estää. Kontaminaation esto on esitetty tarkemmin kappaleessa 14. Kontaminaation eston vaikutuksesta alueen valuma-alue pienenee.

Ensimmäisenä kunnostettavan Lumelan altaan valuma-aluetta pienennetään kaivamalla eristysoja altaan luoteispuolelle.

Lumelan allasta tyhjennetään painovoimaisesti ja pumppaamalla vesiä Urkin altaaseen, jossa tapahtuu myös veden selkeytymistä. Vedet virtaavat Urkin altaasta Kortelampeen, josta vedet pumpataan joko sakka-altaille tai suoraan sakka-altailta lähtevään painelinjaan.

Urkin altaan kunnostuksen aikana Lumelan altaan valumavedet ohjataan Lumelan altaan länsipuolelta Ylä-Lumijärveen, mikäli veden laatu on riittävän hyvä. Tämä pienentää Urkin altaan valuma-aluetta. Lisäksi Urkin kuivatusta tehostetaan altaan ympärille kaivettavilla ojilla, joilla pienennetään lisää altaan valuma-aluetta. Urkin altaaseen tuleva vesi johdetaan Kortelampeen painovoimaisesti ja pumppaamalla, josta vedet pumpataan joko sakka-altaille tai suoraan sakka-altailta lähtevään painelinjaan.

Kortelammen kunnostuksen aikana kunnostettujen Lumelan ja Urkin alueiden vedet voidaan johtaa Ylä-Lumijärveen ohituspumppausten avulla. Kortelampea tyhjennetään pumppaamalla vesiä keskusvedenpuhdistamolle sakka-altaiden kautta, missä vesiä selkeytetään.

Lumelan ja Urkin kuivatus, joka tehdään hyvissä ajoin ennen Kortelammen kunnostusta, vähentää Kortelammen kuivatusvesimäärää.

12.3.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta

Kortelampi-Urkki-Lumela-altaiden kunnostus aloitetaan Lumelasta. Urkin kunnostus voidaan aloittaa kun Lumelan sakat saadaan sijoitettua esikuivatusalueelle. Kortelammen kunnostus tehdään viimeisenä Urkin kunnostuksen valmistuttua.

Sakan poisto pyritään tekemään puskutraktorilla sulakauden aikana kuivillaan olevien ranta-alueiden osalta. Kuivempi sakka ja sakan sekainen turve ajetaan suoraan

Copyright © Pöyry Finland Oy

vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Märempi sakka sijoitetaan esikuivatusalueelle, jossa sakan annetaan jäätyä talven yli. Työkoneina käytetään puskutraktoria ja kaivinkonetta. Työ tehdään sekä kesä- että talvityöskentelynä pohjamaan kantavuuden mukaan. Etenkin Urkin pehmeillä alueilla työtä tehdään talviaikaan, jolloin pohjamaan kantavuus on parempi. Urkin ja Kortelammen sakan poisto tehdään imuruoppaamalla alueilta, joita ei saada kuivattua ja joissa sakan paksuus on yli metrin. Geotuubeille on kaksi vaihtoehtoista sijoituspaikkaa jotka riippuu loppusijoitusalueen paikasta. Mikäli loppusijoitusalue sijoittuu Kortelammen padon ulkopuoliselle valuma-alueelle geotuubit sijoitetaan suoraan loppusijoitusalueelle. Jos loppusijoitusalue tulee sijaitsemaan Urkin alueella tulee todennäköiseksi, että Urkin alueelle tehdään erillinen geotuubialue. Imuruoppaus tehdään kesäaikaan ja puskutraktori ja kaivinkonetyöskentelyä sekä kesä- että talviaikaan. Geotuubialueen vedet ohjataan sakka-altaiden kautta keskusvedenpuhdistamolle. Kun sakka ja sakan sekaisen turpeen poisto on tehty, tarkistetaan pohjamaan pilaantuneisuus ja pilaantuneet pohjamaat poistetaan.

Kunnostuksen aikana Lumelan altaaseen kertyvää vettä johdetaan Urkin altaaseen, jossa tapahtuu kiintoaineen laskeutumista. Sakka-altaista vesi pumpataan keskusvedenpuhdistamolle. Myös Urkin altaasta vesi virtaa lopulta Kortelampeen ja sieltä keskusvedenpuhdistamolle.

Urkin altaasta vesiä johdetaan kunnostuksen aikana Kortelampeen, missä kiintoaine selkeytyy. Toinen mahdollisuus on pumpata vedet sakka-altaisiin.

Kortelammen kunnostuksen aikana likaantunut vesi pumpataan selkeytykseen olemassa oleviin sakka-altaisiin. Sieltä vesi pumpataan keskusvedenpuhdistamolle.

Lumelan alueella olevan pintamaiden välivarastoalueen vedet pumpataan vieressä olevaan bioliuotus- ja tehdasalueen kontaminaationestoaltaisiin.

Kunnostuksen jälkeen vedet virtaavat Lumelasta Urkin kautta Kortelampeen.

Alueen kunnostuksen suunnitelmakartta on esitetty piirustuksessa 303. Kartassa esitetyt esikuivatusalueet ovat suuntaa-antavia, ja lopulliset kuivatusalueet tarkentuvat kunnostuksen aikana.

12.4 Kortelammen sakka-altaiden alue

12.4.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen

Ennen Lumela-Urkki-Kortelampi kunnostusta sakka-altaat tyhjennetään vedestä. Vesi pumpataan keskuspuhdistamolle.

12.5 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta

Sakka-altaiden sakka kaivetaan kaivinkoneella ja kuljetetaan suoraan loppusijoitusalueelle. Mikäli kuljettaminen osoittautuu työn aikana mahdottomaksi sakan korkean vesipitoisuuden vuoksi, sakkaa voidaan aumata ja kuivattaa altaiden sisällä ennen poiskuljetusta. Myös imuruoppaus geotuubiin on vaihtoehtoinen menetelmä.

Sakka-altaisiin voidaan ohjata Lumelan, Urkin ja Kortelammen kunnostuksen aikana muodostuvia valumavesiä.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Alueen kunnostuksen suunnitelmakartta on esitetty piirustuksessa 303. Kartassa esitetyt esikuivatusalueet ovat suuntaa-antavia, ja lopulliset kuivatusalueet tarkentuvat kunnostuksen aikana.

12.6 Haukilampi-Kärsälampi

12.6.1 Kunnostusalueiden kuivatus ja vesien johtaminen

Hauki- ja Kärsälammen alueen kunnostustyö alkaa Haukilammen kuivatuksella, koska vedet virtaavan luontaisesti Haukilammesta Kärsälampeen ja sieltä Salmisen kautta Oulujoen vesistöön. Haukilammen kuivatusvedet ja siihen tulevat valumavedet pumpataan Haukilammen kaakkoispuolelle rakennettavalle laskeutusaltaalle ja sieltä keskusvedenpuhdistamolle.

Kärsälampi kuivatetaan ja kunnostetaan Haukilammen kunnostuksen jälkeen. Kärsälammen vedet pumpataan Haukilammen laskeutusaltaalle ja sieltä keskusvedenpuhdistamolle. Kunnostetun Haukilammen puhtaat valumavedet pumpataan Kärsälammen ohi Kärsälammen kunnostuksen aikana.

12.6.2 Alueiden kunnostus ja vesien hallinta

Kunnostaminen aloitetaan Haukilammen sakka-alueesta, jonka jälkeen kunnostetaan Kärsälammen alue. Sakat esikuivatetaan lampien välittömässä läheisyydessä.

Haukilammen ja Kärsälammen sakka-alueiden kunnostuksessa työkoneina käytetään kaivinkonetta ja puskutraktoria. Sakan poisto pyritään tekemään sulakauden aikana kuivillaan olevien ranta-alueiden osalta. Kuivunut sakka ajetaan suoran vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Märempi sakka sijoitetaan esikuivatusalueelle, jossa sakan annetaan jäätyä talven yli. Työkoneina käytetään puskutraktoria ja kaivinkonetta. Työ tehdään sekä kesä- että talvityöskentelynä pohjamaan kantavuuden mukaan. Lampien pohjan sakka-alueiden kunnostusta tehdään talvikaivuna jään päältä. Sakan poisto tehdään imuruoppaamalla alueilta, joita ei saada kuivattua ja joissa sakan paksuus on yli metrin. Kun sakka ja sakan sekaisen turpeen poisto on tehty, tarkistetaan pohjamaan pilaantuneisuus ja pilaantuneet pohjamaat poistetaan.

Kunnostuksen aikana muodostuvat likaantuneet vedet pumpataan Haukilammen kaakkoispuolelle rakennetulle laskeutusaltaalle. Laskeutuksen jälkeen vedet pumpataan keskusvedenpuhdistamolle.

Kärsälammen kunnostuksen aikana Haukilammen alueelta tulevat puhtaat vedet pumpataan Kärsälammen ohi ympäristöön. Kun Kärsälampi on kunnostettu, Haukilammen ja Kärsälammen vedet virtaavat Kärsälammesta ympäristöön.

Esikuivatusalueilta erottuva vesi ohjataan ojia pitkin hallitusti Haukilammen ja Kärsälammen syvintä kohtaa. Kunnostuksen lopussa nämä alueet imuruopataan ja sakka läjitetään geotuubialueelle.

Geotuubeista erottuvan veden laadusta ei ole tässä suunnitteluvaiheessa tarkkaa tietoa. Sen vuoksi geotuubialueilta tulevat vedet varaudutaan keräämään ja johtamaan laskeutusaltaan kautta keskusvedenpuhdistamolle.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Alueen kunnostuksen suunnitelmakartta on esitetty piirustuksessa 304. Kartassa esitetyt esikuivatusalueet ovat suuntaa-antavia, ja lopulliset kuivatusalueet tarkentuvat kunnostuksen aikana.

12.7 Yhteenveto

Taulukossa 36 on esitetty allasalueilta poistettavan veden ja sakan määrä sekä niiden sijoittaminen välivarastoaumoihin tai geotuubeihin. Poistettavien pintamaiden (pilaantunut maa) määrä on otettu Sitowisen raportista (Sitowise. 2019).

Altaiden tilavuus on arvioitu 18.2.-18.11.2019 altaiden keskimääräisten veden pinnan korkeuksien ja Terrafamen toimittamien pohjan käyrien perusteella.

Härkälammesta ja Pohjoisesta Kuusilammesta ei ollut tietoja pohjan käyristä ja sen vuoksi lampien tilavuutta ei voitu arvioida.

Taulukko 36. Altaiden tilavuus ja poistettavien massojen määrä allasalueittain.

	Vesi m³	Sakka m³	Turpeen sekainen sakka m³	Pilaantunut maa m³
Tammalampi	48 700	20 - 30 000	1000	3000
Eteläinen Kuusilampi	221 200	172 000	15000	30000
Härkälampi	-	10 000	1000	3000
Pohjoinen Kuusilampi	-	44 000	5000	13000
Kortelampi	1 105 000	89 000	34000	46 000
Urkki	87 400	70 000	23000	30 000
Lumela	416 000	141 000	55000	55 000
Kortelammen sakka-altaat ja välialue	157300	64000	17000	17 000
Haukilampi	102 400	39000	18000	30 000
Kärsälampi	41 100	17000	40000	40 000
YHTEENSÄ	2 179 100	670 000	209 000	269 000

Copyright © Pöyry Finland Oy

Taulukko 37. Sakan käsittely kunnostusalueella. Suluissa esitetyt luvut ovat varauksia.

	Aumaus m³	Geotuubit m³
Tammalampi	-	20 000-30 000
Eteläinen Kuusilampi	104 000	68 000
Härkälampi	10 000	-
Pohjoinen Kuusilampi	34 000 - 44 000	(10 000)
Kortelampi	11 000	78 000
Urkki	50 000	20 000
Lumela	141 000	-
Kortelammen sakka-altaat ja välialue	22 000 – 64 000	(42 000)
Haukilampi	24 000 – 39 000	(15 000)
Kärsälampi	12 000 - 17 000	(5 000)
YHTEENSÄ	408 000 - 480 000	225 000-273 000

Tammalammen ja eteläisen Kuusilammen alueilta poistetaan pilaantuneita maita arviolta 33 000 m³ktr. Aumattava sakan määrä on 104 000 m³ktr ja geotuubeihin sijoitettava sakkamäärä 88 000-98 000 m³ktr.

Härkälammen ja pohjoisen Kuusilammen sakka-alueiden poistettava pilaantuneita maita määrä on 16 000 m³ktr. Alueelta poistettava sakka (54 000 m³ktr) sijoitetaan välivarastoaumoihin. Alueella on myös geotuubialuevaraus.

Kortelammen, Urkin ja Lumelan poistettavien pilaantuneiden maiden määrä on yhteensä 148 000 m³ktr. Sakkaa sijoitetaan välivarastoaumoihin 202 000 m³ktr ja geotuubeihin 98 000 m³ktr.

Kortelammen sakka-altaista sekä Kortelampi-Lumelan välialueelta pilaantuneita maita poistetaan 17 000 m³ktr. Aumattava sakan määrä on 22 000 – 64 000 m³ktr riippuen sakka-altaiden sakan määrästä ja kuiva-ainepitoisuudesta. Sakka-altaiden sakalle on siten myös 42 000 m³ktr geotuubivaraus.

Haukilammen ja Kärsälammen alueelta poistetaan pilaantuneita maita 70 000 m³ktr. Aumattavan sakan määrä on 36 000-56 000 m³ktr. Syvimpien kohtien sakoille on 20 000 m³ktr geotuubivaraus.

13 GEOTUUBIALUEIDEN UUDELLEEN JÄRJESTELYT JA RAKENTAMINEN

Geotuubialueet 4-6 sijoittuvat Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolelle. Louhoksen laajentaminen edellyttää geotuubialueen uudelleen muotoilun purkamalla osa geotuubeista. Tuubeissa kuivunut sakka siirretään ja muotoillaan geotuubialueiden väliin. Geotuubeista purettavien sakkojen määrä on noin 45 000 m³.

Geotuubialueiden välissä ei ole tiivistä pohjarakennetta. Nykyisten alueiden pohjarakenteen tiivisrakenteena on 2 mm paksu HDPE-kalvo, jonka alapuolisena suojakerroksena on kivituhka #0-4 mm. Nykyisten alueiden väliin rakennetaan vastaavan suojastason mukainen pohjarakenne. Alueiden välistä poistetaan nykyiset tierakenteet ja paljastetaan geotuubialueiden kalvorakenteiden reunat. Alueiden välit tasataan moreenilla, jonka päälle levitetään kivituhka ja HDPE-kalvo.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Geotuubialue leikataan vähintään kaltevuuteen 1:3 ja massat siirretään läjitykseen. Leikkaus toteutetaan purkamalla geotuubeja täytön yläosasta lähtien. Louhoksen puolelle rakennetaan uusi tiepenger, jonka geotuubialueen puoleiseen luiskaan asennetaan HDPE-kalvo ja se hitsataan pohjan HDPE-kalvon kanssa yhtenäiseksi tiivisrakenteeksi. Tienpenkereen ja geotuubialueen liitoskohdan tasaus välialueiden kohdalla tehdään siten, että HDPE-kalvo on koko matkaltaan laskeva alueelta 6 alueen 5 eteläpuolelle.

Purettujen täyttöalueiden kohdalla sakkaluiskan alaosaan tehdään vastapenger , jolla varmistetaan sakkaluiskan riittävä stabiliteetti. Välialueiden kohdalle vastapenger rakennetaan molemmille puolille yhtenäisenä tukipenkereenä ennen sakan läjitystä. Pohjan HDPE-kalvo jatkuu yhtenäisenä tukipenkereen ali. Tukipenkereen kohdalla HDPE-kalvon päälle tehdään suojakerros kivituhkasta # 0-4 mm.

Siirrettävät sakat läjitetään kerroksittain tukipenkereiden ja nykyisten sakkakasojen väliselle alueelle. Tukipenkereiden suuntaan luiskakaltevuus enintään 1:3.

Kunnostettavilta alueilta imuruopattaville sakoille tehtävillä geotuubikentillä pohja tasataan ja muotoillaan moreenilla. Pilaantuneilla alueilla geotuubit voidaan sijoittaa suoraan moreenin päälle, jolloin täytyy varmistua veden johtumisesta takaisin pilaantuneelle alueelle. Pilaantumattomilla alueilla moreenin päälle levitetään LDPE-kalvo tiivisrakenteeksi. Geotuubikenttä muotoillaan siten, että geotuubeista erottuva vesi voidaan johtaa ja kerätä hallitusti. Mikäli esikokeiden (hanging bag) perusteella voidaan todistaa, että geotuubista suotautuva vesi on laadultaan hyvää, niin kalvorakenteet voidaan jättää pois.

14 KONTAMINAATION ESTO

Ennen kunnostuksen aloittamista tehdas- ja varikkoalueilta sekä louhoksen länsipuolella olevalta pilaantuneen maan läjitysalueelta tuleva kontaminaatio tulee estää, jotta kunnostetut alueet eivät kontaminoidu uudelleen. Sekä kaivos- että varikkoalueen vedet kerätään altaaseen, josta ne voidaan johtaa kootusti keskusvedenpuhdistamolle tai prosessiin. Kontaminaationestoalueiden vesimäärät on esitetty kappaleessa 11.14.1.

14.1 Tehdasalueelta tuleva kontaminaatio

Tehdasalueen hulevesiä on havaittu päätyvän Lumelan altaaseen. Hulevedet sisältävät kohonneita haitta-ainepitoisuuksia, jotka ovat aiheuttaneet kontaminaatiota. Kontaminaatio tulee estää ennen Lumelan-Urkin-Kortelammen alueen kunnostamista.

Tehdasalueen vesien keräysallas rakennetaan primääriliuotuskasan ja kipsisakka-altaiden väliin. Vedet kerätään altaaseen ojituksien ja pumppausten avulla.

Tehdasalueelta tuleva vesimäärä on arvioitu valuma-alueen pinta-alan ja valuman perusteella. Laskennassa on arvioitu, että alueelta ei ole suojapumppauksia.

14.2 Primääriliuotusalueelta tuleva kontaminaatio

Bioliuotuskasan ympärillä on olemassa olevia suojapumppauksia. Suojapumppaukset eivät kuitenkaan ole olleet riittäviä, koska haitta-aineita on päätynyt Urkin suuntaan. Kontaminaatio estämiseksi suojapumppaamojen pumppaustehoa parannetaan, rakenteita tiivistetään ja ojat ja muut rakenteet uudistetaan suuremmille vesimäärille.

Copyright © Pöyry Finland Oy

Suojapumppauspisteistä vesi pumpataan samaan altaaseen tehdasalueelta tulevien kontaminoituneiden vesien kanssa. Keräysaltaalta vedet pumpataan keskusvedenpuhdistamolle.

14.3 Varikkoalueelta tuleva kontaminaatio

Tällä hetkellä varikkoalueelta tulee kontaminaatiota Härkälammen valuma-alueelle. Varikkoalueelta tuleva kontaminaatio on peräisin alueen hulevesistä ja kaivoskoneiden pesusta. Varikkoalue ympäröidään ojilla, joilla hulevedet ohjataan keräysaltaaseen. Myös kaivoskoneiden pesuvesien keräystä tulee tehostaa. Keräysallas mitoitetaan muodostuvien hulevesien ja käytetyn pesuvesimäärän mukaan.

Raskaan ja kevyen kaluston pesussa käytetään vettä vuodessa yhteensä 21 000 m^3.

Varikkoalueen vieressä on pilaantuneen maan alue. Alue ympäröidään ojilla, joiden vedet johdetaan omaan keräysaltaaseen ja sieltä varikkoalueen selkeytysaltaan, pumppaamon ja DP0 -altaan kautta keskusvedenpuhdistamolle.

14.4 Pilaantuneiden maiden läjitysalue

Avolouhoksen länsipuolella on alue, jolle on läjitetty pilaantunutta maata. Alue tullaan peittämään asianmukaisella pintarakenteella. Pintarakenne rakennetaan kuitenkin vesienhallinnan parantamisen jälkeen, minkä vuoksi vesienhallintarakenteet mitoitetaan ilman pintarakennetta. Vedet kerätään alueen ympäriltä avo-ojilla keräysaltaaseen ja sieltä DP0 -altaan kautta keskusvedenpuhdistamolle.

Pintarakenteen rakentamisen jälkeen puhdas pintavalunta voidaan ohjata ympäristöön Härkälammen valuma-alueelle. Likaantunut suotovesi tulee kerätä ja ohjata puhdistukseen. Likaantunut suotovesi ohjataan DP0:lle ja sieltä keskusvedenpuhdistamolle.

14.5 Esikuivatusalueiden vesien hallinta

Esikuivatusalueilta tuleva vesi voi mahdollisesti kontaminoida jo kunnostettuja alueita. Sen vuoksi vedet ohjataan hallitusti ojia pitkin altaiden syvimpiin kohtiin. Nämä alueet kunnostetaan lopuksi imuruoppaamalla.

15 TARKKAILU JA RAPORTOINTI

Työmaavalvoja seuraa ja ohjaa kunnostustyön etenemistä ja kirjaa suoritetut toimenpiteet ja tapahtumat työmaapäiväkirjaan. Suunnitelluista ja otetuista kontrollinäytteistä (määrä ja sijainti) pidetään kirjaa, ja ne raportoidaan.

Kun kohde on kunnostettu, laaditaan loppuraportti, jossa esitellään alueella tehdyt toimenpiteet saavutettuine tuloksineen. Raporttiin liitetään kunnostukseen liittyvät kokousmuistiot, työmaapäiväkirja, pilaantuneen maaperän siirtoasiakirjat ja muut vastaavat työn suoritusta kuvaavat asiakirjat.

Tilaaja toimittaa raportin hyväksyttäväksi ympäristöviranomaisille.

Vesien laatua tarkkaillaan vesien tyhjennyksen ja alueiden kunnostustyön aikana sekä kunnostuksen jälkeen.

Copyright © Pöyry Finland Oy

16 AIKATAULU

Kunnostus toteutetaan vuodesta 2021 lähtien, riippuen luvitusprosessin etenemisnopeudesta.

17 LÄHDELUETTELO

Kainuun liitto. (2019). *Maakuntakaavakartta*. Noudettu osoitteesta https://www.kainuunliitto.fi/sites/default/files/kainuun_maakuntakaava_2020.pdf

Lapin Vesitutkimus Oy. (2005). *Talvivaaran kaivoshankkeen maaperä- ja pohjavesitutkimus. 26.8.2005.*

Pilaantuneen maa-alueen riskinarvionti ja kestävä riskin hallinta. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014. (2014).

Pöyry. (2017). *Selvitys pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primääriliuotusalueen maaperään kohdistuvista päästöistä.*

Pöyry Finland Oy. (2019). *Kolmisopin säännöstely Vesienhallintaraportti 24.10.2019.*

Ramboll. (2015). *Pintavesien ja kalojen Ni, Cd ja Hg taustapitoisuusselvitys.*

Ramboll. (2017). *Terrafame Oy, Päivitetty lupahakemus vesienkäsittelyn sakkojen ja lietteiden kunnostukselle. DNRO PSAVI/931/2015.24.1.2017.*

Ramboll. (2019). *Terrrafamen kaivoksen tarkkailu vuonna 2018 Osa V: pintavesien laadun tarkkailu.*

Reinikainen, J. (2007). *Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteet. Ympäristöhallinnon ohje 23/2007.*

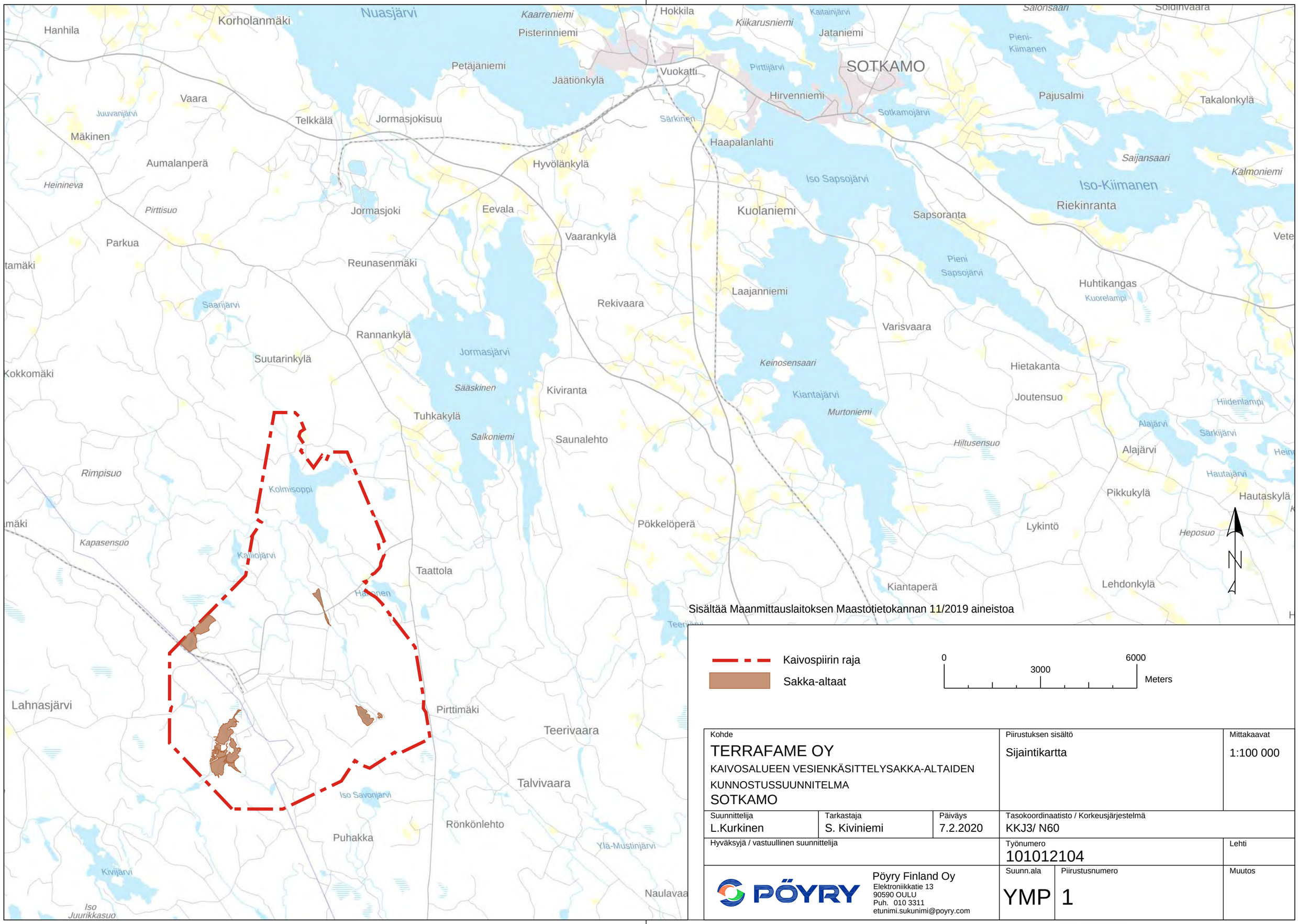
Reinikainen, J. (2007). *Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustapeen arviointi. Ympäristöhallinnon ohje 2/2007.*

Sitowise. (2019). *Sakka- ja lietealueiden pilaantuneisuuden tutkimusraportti. Luonnos 23.8.2019.*

STUK, Säteilyturvakeskus. (2019). *Kaivokset,Uraanipitoisuudet Suomen kallioperässä ja vesistöissä*. Noudettu osoitteesta https://www.stuk.fi/aiheet/kaivokset/uraanipitoisuudet-suomen-kallioperassa-ja-vesistossa

Terrafame. (2019). *Vesienhallintasuunnitelma 2019. Versio 1.1 päivitetty 13.9.2019.*

Copyright © Pöyry Finland Oy



Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

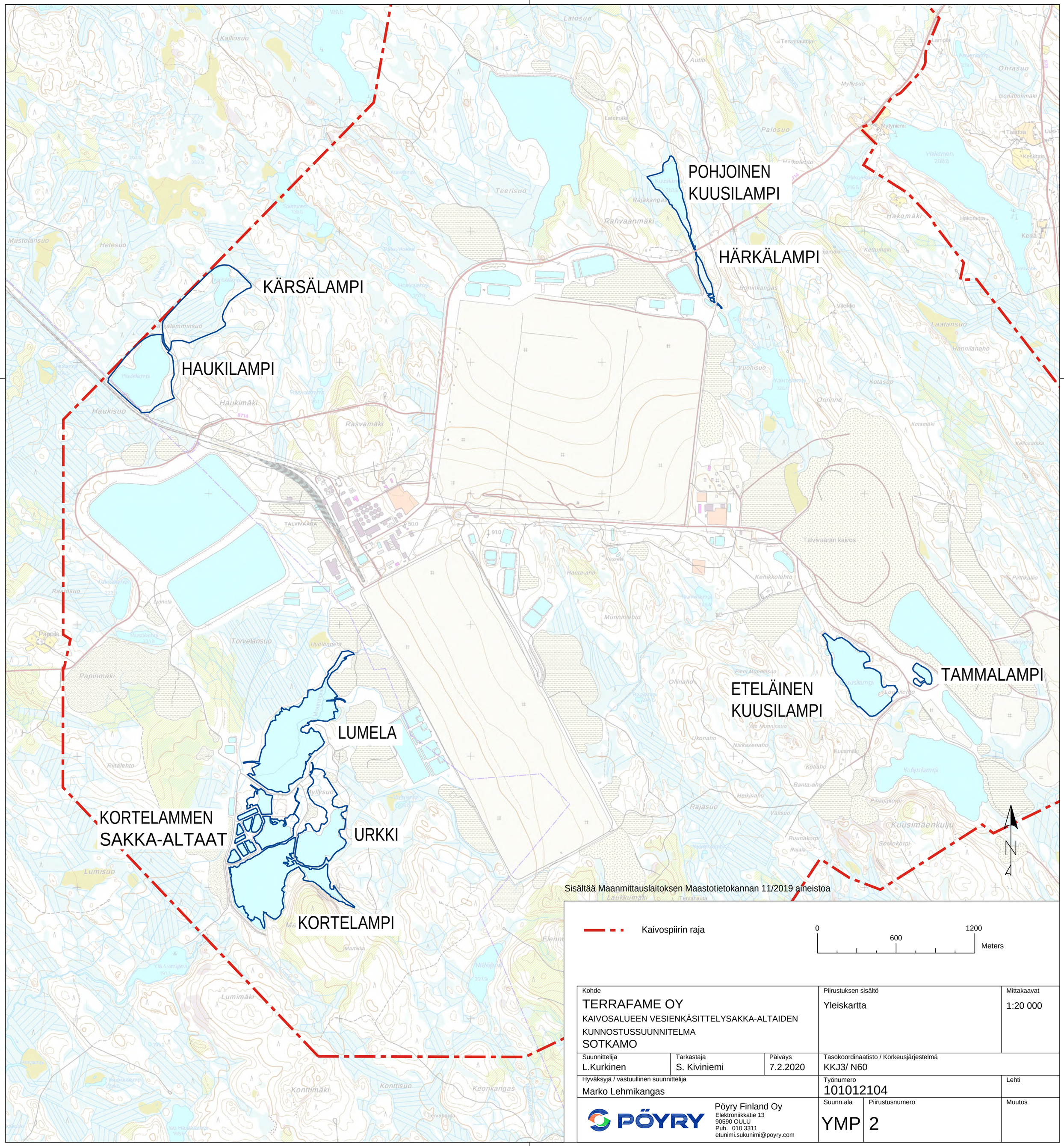
Kaivospiirin raja

Sakka-altaat

0 3000 6000 Meters

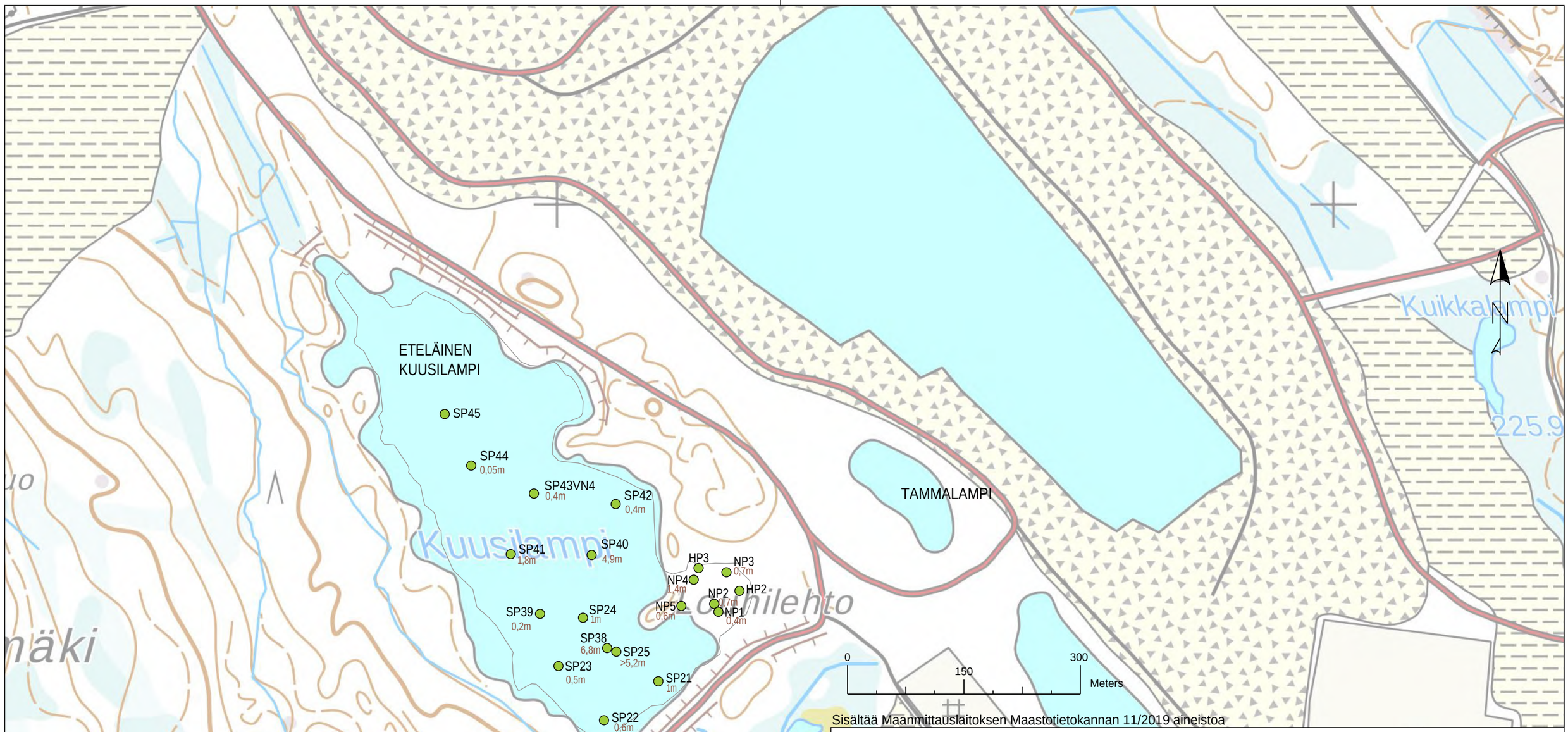
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Sijaintikartta	1:100 000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 1
				Muutos

SIJAINTIKARTTA



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Yleiskartta	1:20 000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 2
				Muutos

YLEISKARTTA



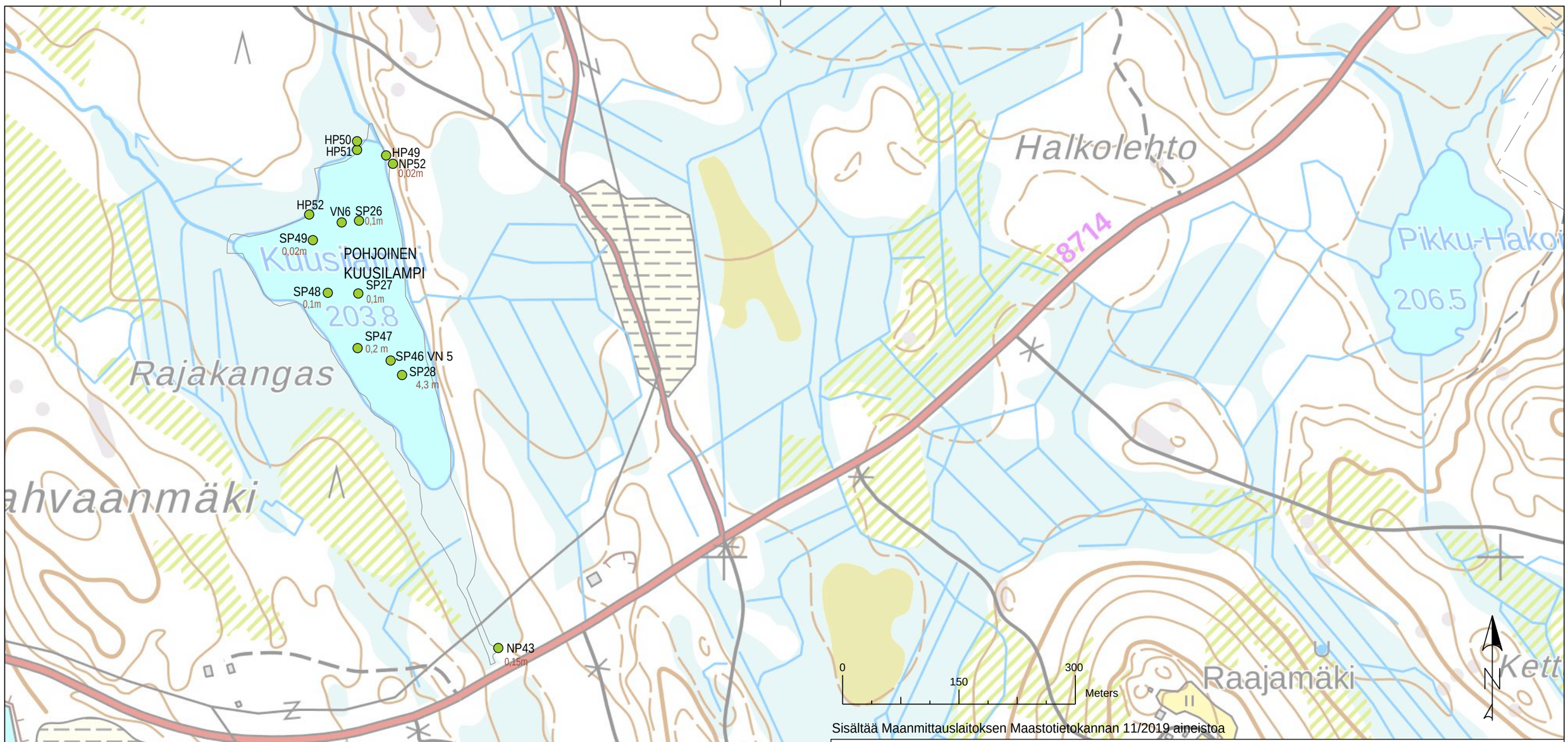
Tutkimuspiste

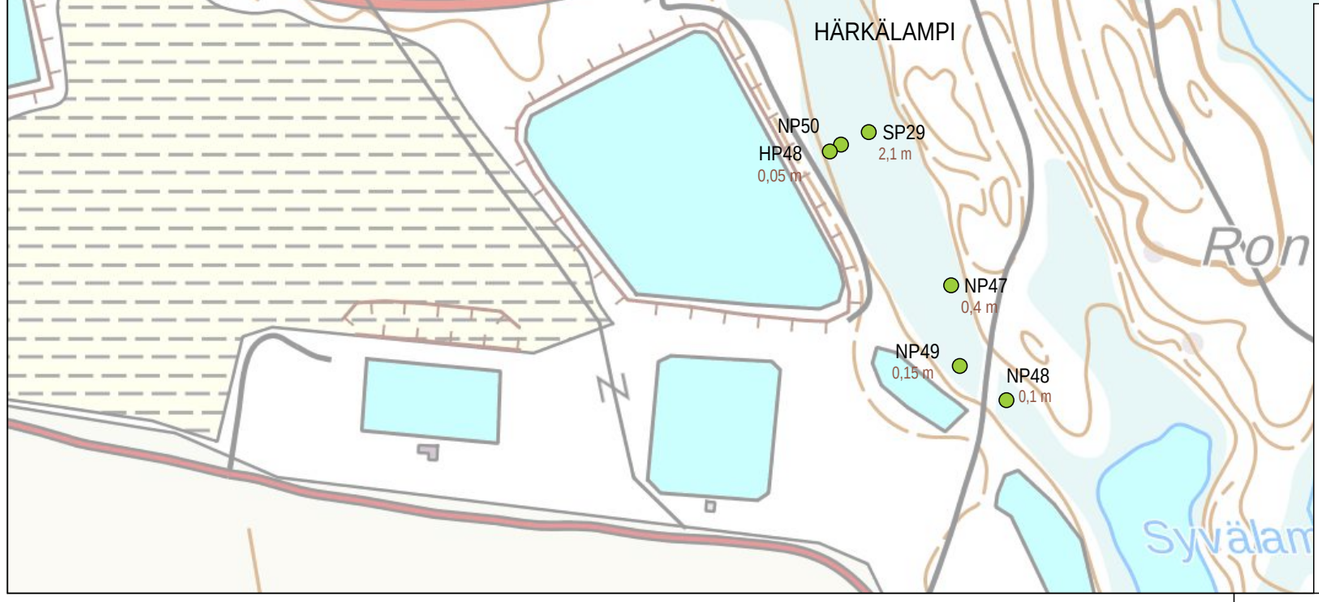
NP10 Pistetunnus

0,2 m Sakan paksuus

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Tammalampi-Eteläinen Kuusilampi Tutkimuspistekartta	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti A3
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 101
				Muutos

TUTKIMUSPISTEKARTTA_TERRAFAME





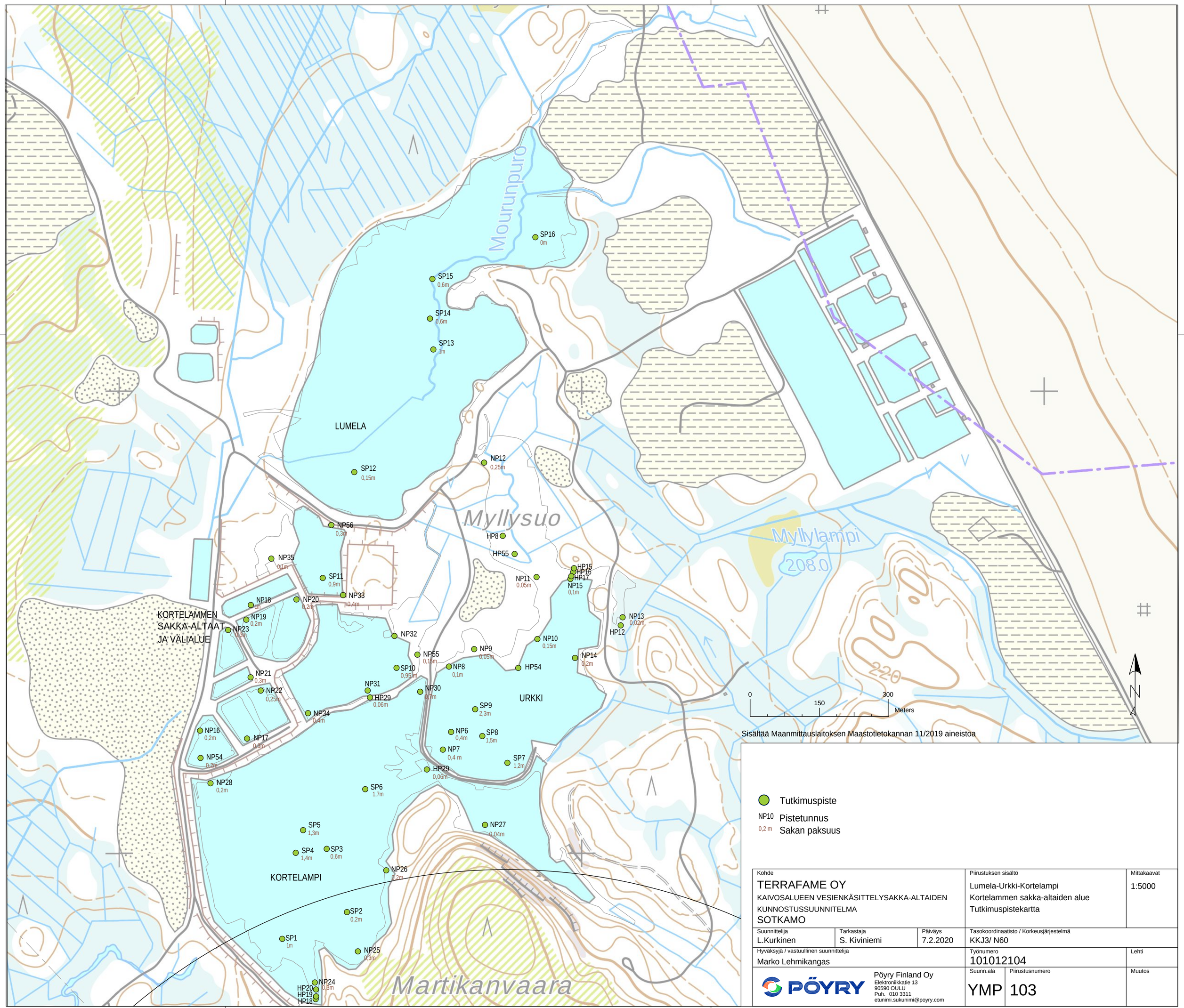
Tutkimuspiste

NP10 Pistetunnus

0,2 m Sakan paksuus

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Pohjoinen Kuusilampi - Härkälampi Tutkimuspistekartta	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti A3
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 102
				Muutos

TUTKIMUSPISTEKARTTA_TERRAFAME



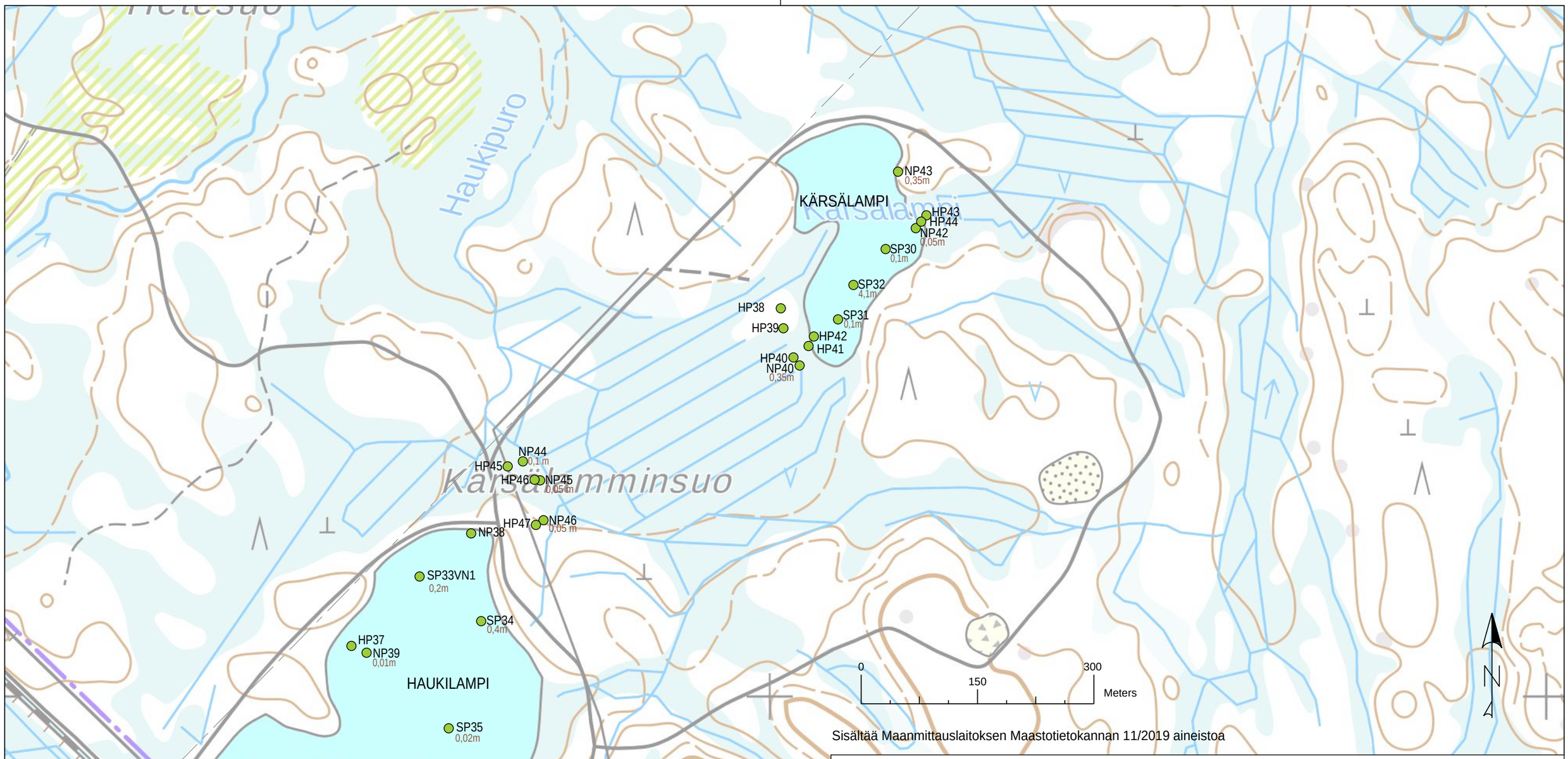
Tutkimuspiste

NP10 Pistetunnus

0,2 m Sakan paksuus

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Lumela-Urkki-Kortelampi Kortelammen sakka-altaiden alue Tutkimuspistekartta	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 103
				Muutos

TUTKIMUSPISTEKARTTA_TERRAFAME



Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Tutkimuspiste

NP10 Pistetunnus

0,2 m Sakan paksuus

Kaivospiirin raja

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Haukilampi-Kärsälampi Tutkimuspistekartta	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti A3
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 104
				Muutos

TUTKIMUSPISTEKARTTA_TERRAFAME

MERKINNÄT

Sakka-alueen rajaus

Sakan paksuus > 1 m

0 150 300 Meters

N

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

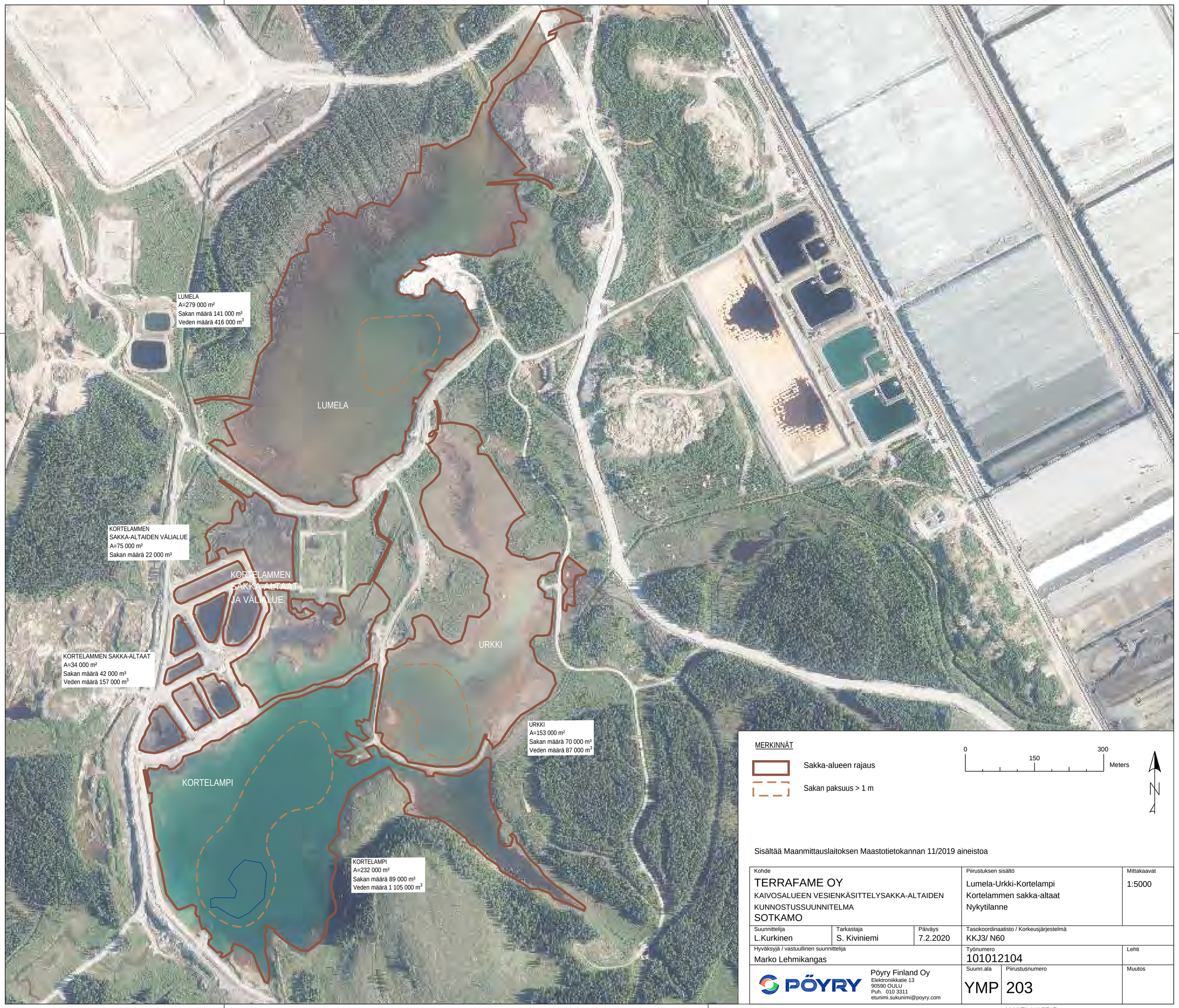
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Tammalampi-Eteläinen Kuusilampi Nykytilanne	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 201	Muutos

NYKYTILAKARTAT

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Pohjoinen Kuusilampi - Härkälampi Nykytilanne	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 202
				Muutos

NYKYTILAKARTAT



Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Lumela-Urkki-Kortelampi Kortelammen sakka-altaat Nykytilanne	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 203
				Muutos

NYKYTILAKARTAT

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Kärsälampi-Haukilampi Nykytilanne	1:5000
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
L.Kurkinen	S. Kiviniemi	7.2.2020	KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija			Työnumero	Lehti
Marko Lehmikangas			101012104	
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala / Piirustusnumero	Muutos
			YMP 204	

NYKYTILAKARTAT

Varikon PIMA-alueen keräysaltaan purku varikon keräsyaltaaseen, uusi kiinteä jätevesipumppaamo.

Keräysallas 110*31 m

Varikon vedet kerätään avo-ojilla keräysaltaaseen

Varikon PIMA-alueen vedet kerätään avo-ojilla keräysaltaaseen

Keräysallas 90*28 m

Varikon keräysaltaan purku DP0-altaaseen, uusi, kiinteä jätevesipumppaamo

Nykyinen putkilinja keskuspuhdistamolle

DP0-altaan purku nykyistä putkea pitkin keskuspuhdistamolle, nykyinen pumppaamo.

Keräysaltaan purku DP0-altaaseen, uusi kiinteä jätevesipumppaamo.

PIMA-alueen vedet kerätään avo-ojilla keräysaltaaseen 80*23 m

Laskeutusaltaan purku: Lampien kuivatusvedet ympäristöön Härkälammen suuntaan, mikäli vedenlaatu riittävän hyvä. Kunnostuksen aikaiset vedet ja geotuubialueen vedet DP0-altaaseen.

Eteläisen Kuusilammen kuivatuksen- ja kunnostuksen aikaiset vedet pumpataan samaa putkilinjaa pitkin laskeutusaltaaseen. Kuivatusvedet voidaan johtaa myös suoraan purkulinjaan, mikäli veden kiintoainepitoisuus on hyväksyttävä. Kuivatuksen aikana lauttapumppaamo, kunnostuksen aikana uppopumppu lammen pohjalla. Valmius possutukseen oltava.

Laskeutusallas 40*10 m

ETELÄINEN KUUSILAMPI

Eteläisen Kuusilammen geotuubialueen vedet laskeutuslataaseen, viettoputki.

Imuruoppausalue

Geotuubialue

TAMMA-LAMPI

Tammalammen kuivatuksen- ja kunnostuksen aikaiset vedet samaa putkilinjaa pitkin eteläiseen Kuusilampeen. Kuivatuksen aikana lauttapumppaamo, kunnostuksen aikana uppopumppu lammen pohjalla. Valmius possutukseen oltava.

N

0 150 300 Meters

ETELÄINEN KUUSILAMPI
Kunnostusalue
A=154 000 m^2
Poistettavat massat
217 000 m^3, josta
sakkaa 172 000 m^3 (aumataan 104 000 m^3,
imuruopataan geotuubeihin 68 000 m^3)
turpeen sekaista sakkaa 15 000 m^3
pilaantunutta maata 30 000 m^3

TAMMALAMPI
Kunnostusalue
A=14 000 m^2
Poistettavat massat
24 000-34 000 m^3, josta
sakkaa 20 000-30 000 m^3 (joka imuruopataan geotuubeihin)
turpeen sekaista sakkaa 1000 m^3
pilaantunutta maata 3000 m^3

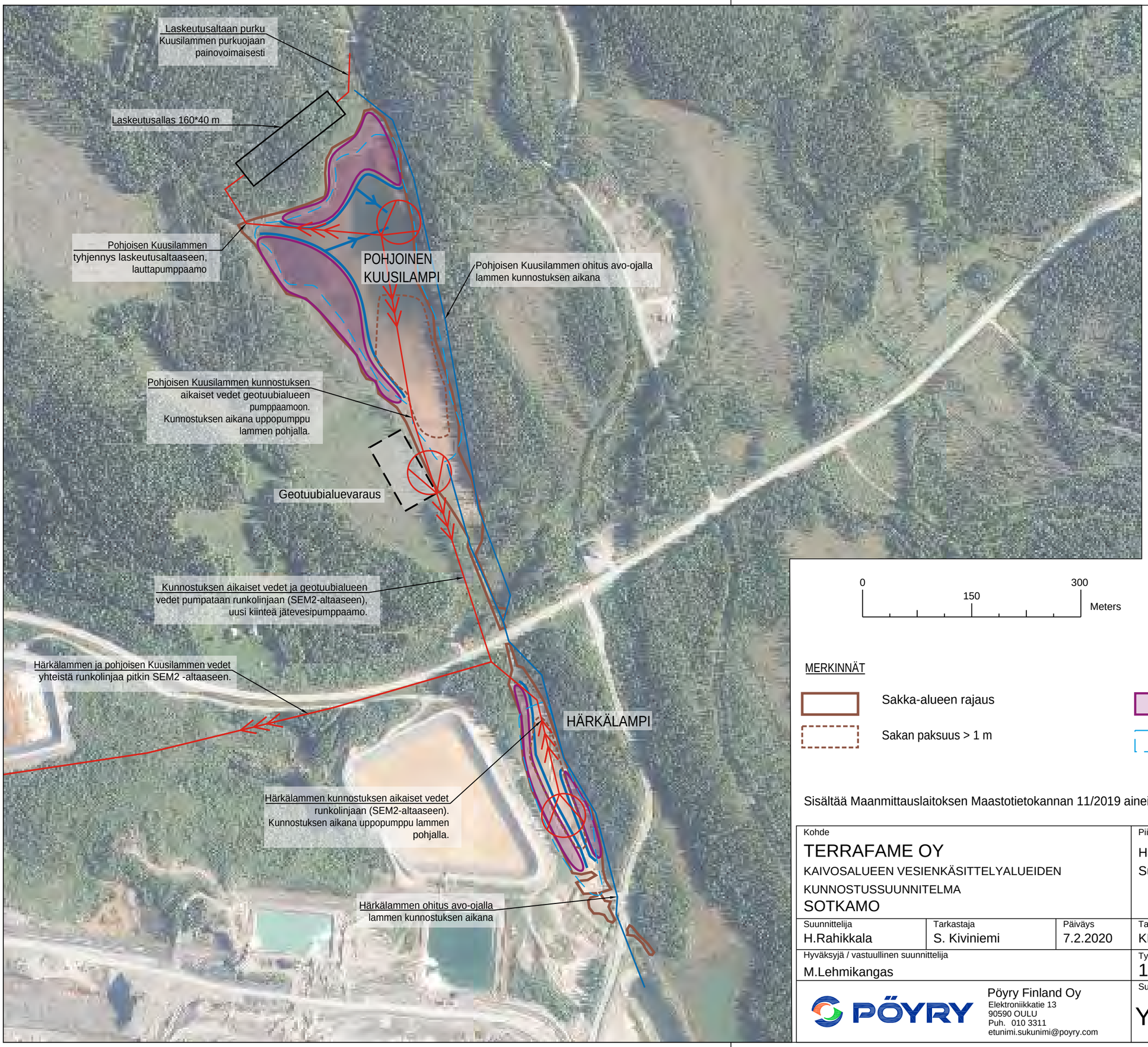
MERKINNÄT

- Sakka-alueen rajaus
- Sakan paksuus > 1 m
- Esikuivatusalue
- Vanha rantaviiva (sijainti likimääräinen)

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYALUEIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Tammalampi-Eteläinen Kuusilampi Suunnitelmakartta	1:5000
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä	
H.Rahikkala	S. Kiviniemi	7.2.2020	KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija			Työnumero	Lehti
M.Lehmikangas			101012104	
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala: YMP	Piirustusnumero: 301 / Muutos

SK_KUUSILAMPI_HÄRKÄLAMPI



POHJOINEN KUUSILAMPI
Kunnostusalue
A=66 000 m^2
Poistettavat massat
62 000 m^3, josta
sakkaa 44 000 m^3, joka aumataan
(mahdollisesti myös imuruoppaus
geotuubeihin)
turpeen sekaista sakkaa 5000 m^3
pilaantunutta maata 13 000 m^3

HÄRKÄLAMPI
Kunnostusalue
A=16 000 m^2
Poistettavat massat
16 000 m^3, josta
sakkaa 10 000 m^3, joka aumataan
turpeen sekaista sakkaa 3000 m^3
pilaantunutta maata 3 000 m^3

0 150 300 Meters

N

MERKINNÄT

Sakka-alueen rajaus

Sakan paksuus > 1 m

Esikuivatusalue

Vanha rantaviiva (sijainti likimääräinen)

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYALUEIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Härkälampi, Pohjoinen Kuusilampi Suunnitelmakartta	1:5000
Suunnittelija H.Rahikkala	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M.Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 302	Muutos

SK_KUUSILAMPI_HÄRKÄLAMPI

Uusi putkilinja keskuspuhdistamolle

Tehdasalueen kontaminaation eston avo-ojat

Tehdasalueen kontaminaation eston vedet yhteiseen keräysaltaaseen avo-ojaa pitkin

Suojaumppauksen P10 kapasiteettia kasvatetaan, uusi kiinteä pumppaamo ja putkilinja, vedet primääriliuotuskasan keräysaltaaseen

Varaus uudelle kipsisakka-alueelle

Primääriliuotuskasan vierustalle avo-ojat kontaminaation estoa varten

Primääriliuotuskasan ja tehdasalueen kontaminaationeston yhteinen keräysallas 350*114 m.

Primäärikasan ja tehdasalueen kontaminaation eston yhteisen keräysaltaan purku keskuspuhdistamolle, uusi kiinteä jätevesipumppaamo

Pintamaiden välivarastoaltaan ja Lumelan väliin avo-ojat, jolla vedet kerätään pumppaamoon. Pumppaus keräysaltaaseen, putki kaivetaan maahan. Uusi kiinteä jätevesipumppaamo.

Lumelan valuma-alueen pienentäminen avo-ojalla

Suojaumppauksen PM1 kapasiteettia kasvatetaan, uusi pumppaamo ja putkilinja, vedet primääriliuotuskasan keräysaltaaseen.

Varaus uudelle kipsisakka-alueelle

Pintamaiden välivarastoalue

Ohipumppaus Lumelasta ympäristöön Urkin ja Kortelammen kunnostuksen aikana. Kaivetaan maahan. Nykyinen lauttapumppaamo.

LUMELA

Suojaumppauksen PLS3 kapasiteettia kasvatetaan, uusi pumppaamo ja putkilinja, ve pumppaamolle PM1.

Lumelan kuivatuksen- ja kunnostuksen aikaiset vedet samaa putkilinjaa pitkin Urkkiin. Kuivatuksen aikana lauttapumppaamo, kunnostuksen aikana uppopumppu lammen pohjalla. Valmius possutukseen oltava.

Loppusijoitus VE1

Urkin valuma-alueen pienentäminen avo-ojilla

Purkuputki sakka-altailta keskuspuhdistamolle, kaivetaan maahan, uusi kiinteä jätevesipumppaamo.

Loppusijoitusalue Vaihtoehto 2

Lumelan ja Urkin kuivatuksen ja kunnostuksen aikana vedet voidaan ohjata sakka-altaiden ohi suoraan purkulinjaan

Ohipumppaus Urkista ympäristöön Kortelammen kunnostuksen aikana, kaivetaan maahan, lauttapumppaamo

KORTELAMMEN SAKKA-ALTAAT JA VÄLIALUE

URKKI

Imuruoppausalue

Geotuubialue VE1

Geotuubialue loppusijoitusalueelle

Suojaumppauksen PL2200 k kasvatetaan, uusi pumppaamo ja putk pumppaa

Pumppaus geotuubialueelta sakka-altaille, kaivetaan maahan uusi kiinteä jätevesipumppaamo.

Imuruoppausalue

KORTELAMPI

Kortelammen kuivatuksen- ja kunnostuksen aikaiset vedet samaa putkilinjaa pitkin sakka-altaille. Kuivatuksen aikana lauttapumppaamo, kunnostuksen aikana uppopumppu lammen pohjalla. Valmius possutukseen oltava.

Urkin kuivatuksen- ja kunnostuksen aikaiset vedet samaa putkilinjaa pitkin Kortelampeen. Kuivatuksen aikana lauttapumppaamo, kunnostuksen aikana uppopumppu lammen pohjalla. Valmius possutukseen oltava.

LUMELA
Kunnostusalue
A=279 000 m^2
Poistettavat massat
251 000 m^3, josta
sakkaa 141 000 m^3 (aumataan)
turpeen sekaista sakkaa 55 000 m^3
pilaantunutta maata 55 000 m^3

URKKI
Kunnostusalue
A=153 000 m^2
Poistettavat massat
123 000 m^3, josta
sakkaa 70 000 m^3 (aumataan 50 000 m^3,
imuruopataan geotuubeihin 20 000 m^3)
turpeen sekaista sakkaa 23 000 m^3
pilaantunutta maata 30 000 m^3

KORTELAMMEN SAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUS
A=34 000 m^2
Sakkaa 63 000 m^3, joka imuruopataan geotuubeihin

KORTELAMMEN VÄLIALUEEN KUNNOSTUS
A=75 000 m^2
Poistettavat massat
64 000 m^3, josta
sakkaa 30 000 m^3 (aumataan)
turpeen sekaista sakkaa 17 000 m^3
pilaantunutta maata 17 000 m^3

KORTELAMPI
Kunnostusalue
A=232 000 m^2
Poistettavat massat
242 000 m^3, josta
sakkaa 162 000 m^3
(aumataan 72 000 m^3,
imuruopataan geotuubeihin 90 000 m^3)
turpeen sekaista sakkaa 34 000 m^3
pilaantunutta maata 46 000 m^3

0 150 300 Meters

N

MERKINNÄT

Sakka-alueen rajaus

Sakan paksuus > 1 m

Esikuivatusalue

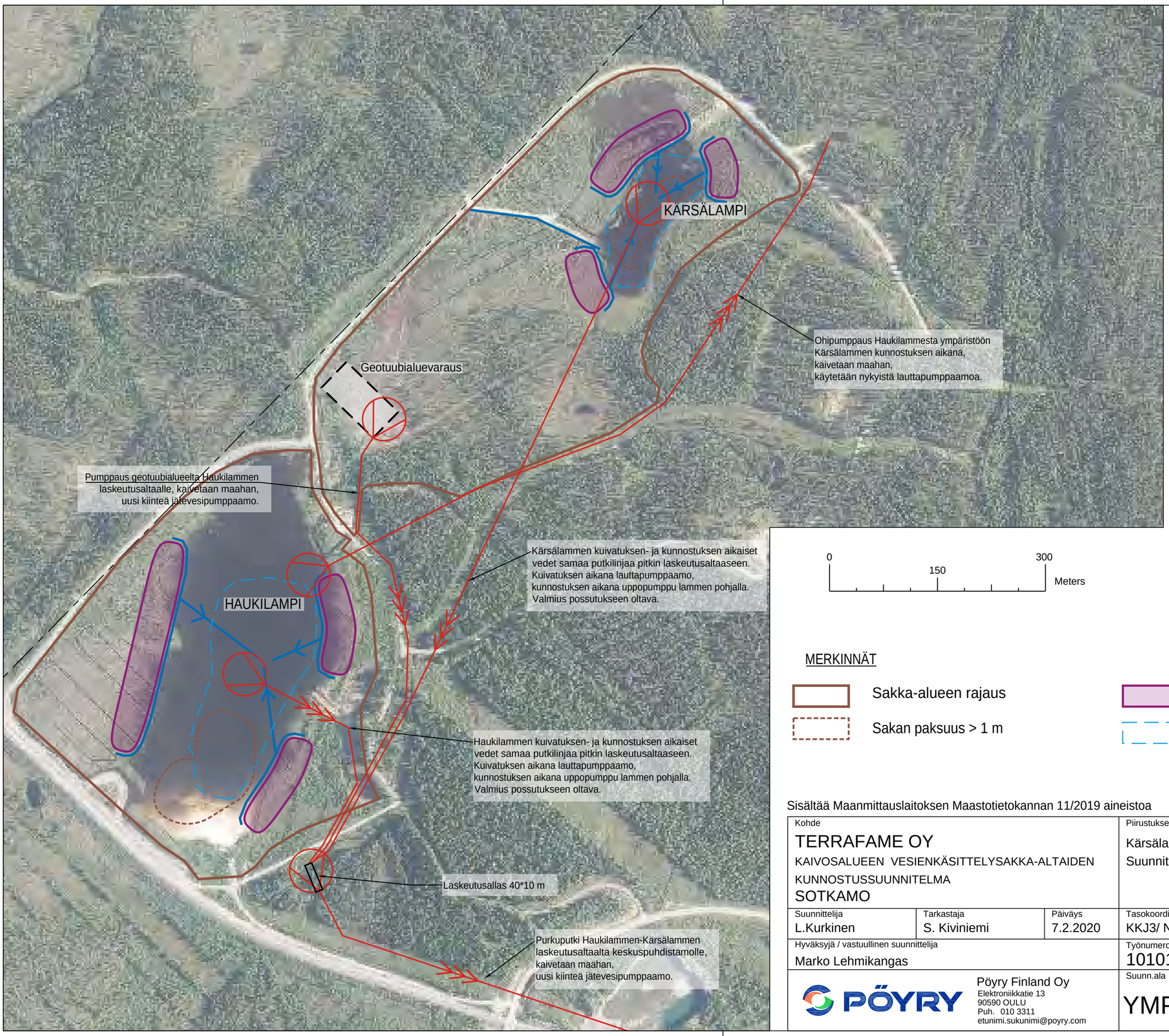
Vanha rantaviiva (sijainti likimääräinen)

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

A	Loppusijoitusaluevaihtoehtojen päivittäminen	L.Kurk	H.Tirk	M.Leh	19.2.2021
Rev.	Muutos	Suun.	Tark.	Hyv.	Pvm

Kohde TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO		Piirustuksen sisältö Lumela-Urkki-Kortelampi Suunnitelmakartta	Mittakaavat 1:5000
Suunnittelija S.Kiviniemi	Tarkastaja H.Rahikkala	Päiväys 26.3.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M.Lehmikangas		Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 303
			Muutos A

SK_LUMELA_URKKI_KORTELAMPI



KÄRSÄLAMPI
Kunnostusalue
A=212 000 m^2
Poistettavat massat
97 000 m^3, josta
sakkaa 17 000 m^3 (aumataan)
turpeen sekaista sakkaa 40 000 m^3
pilaantunutta maata 40 000 m^3

HAUKILAMPI
Kunnostusalue
A=194 000 m^2
Poistettavat massat
89 000 m^3, josta
sakkaa 39 000 m^3 (aumataan)
turpeen sekaista sakkaa 18 000 m^3
pilaantunutta maata 30 000 m^3

0 150 300 Meters

N

MERKINNÄT

Sakka-alueen rajaus

Sakan paksuus > 1 m

Esikuivatusalue

Vanha rantaviiva (sijainti likimääräinen)

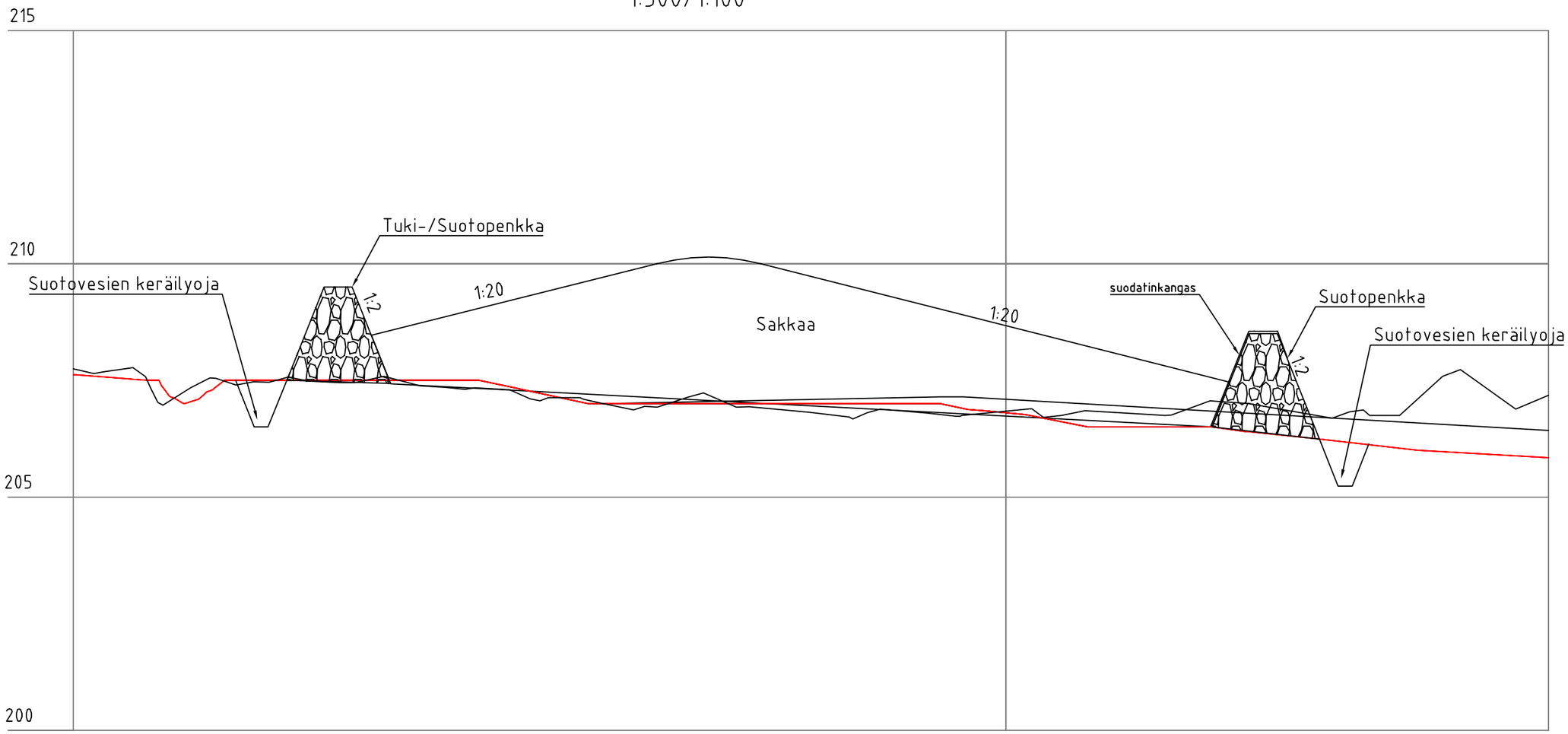
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Kärsälampi-Haukilampi Suunnitelmakartta	1:5000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja S. Kiviniemi	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 304
				Muutos

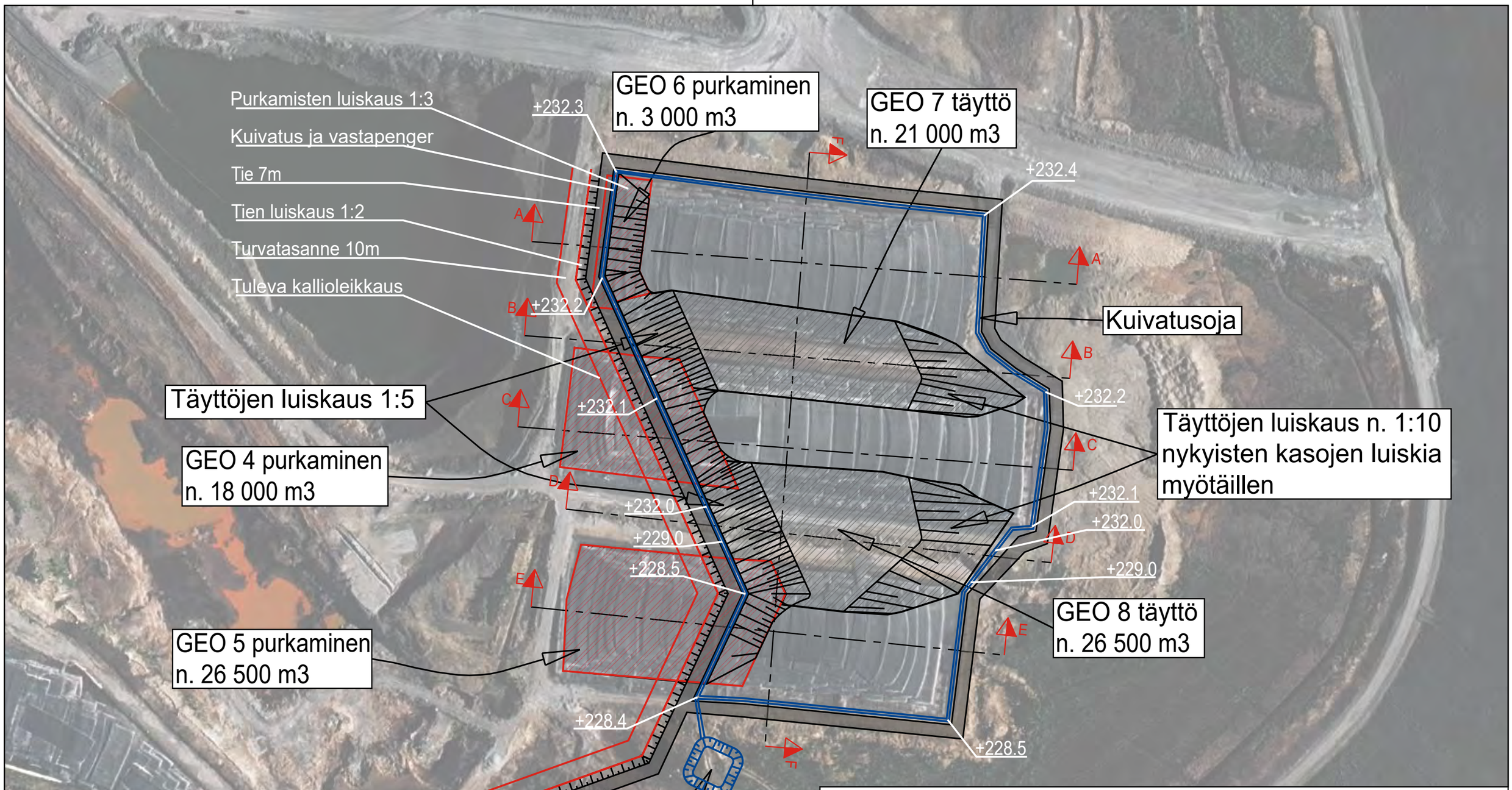
SK_HAUKILAMPI_KÄRSÄLAMPI

PITUUSLEIKKAUS B (1):

1:500/1:100



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALUEIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA			Tyyppikuva sakkojen kuivatus, Lumela	1:500/1:100
Suunnittelija S.Kiviniemi	Tarkastaja L.Kurkinen	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M.Lehmikangas			Työnumero 101012104-001	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 305	Muutos



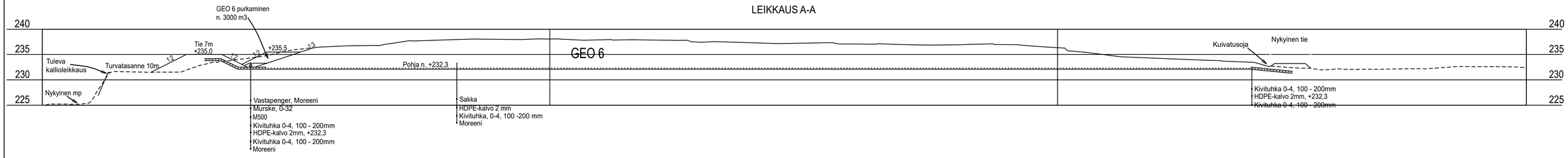
N

0 50 100 Metriä

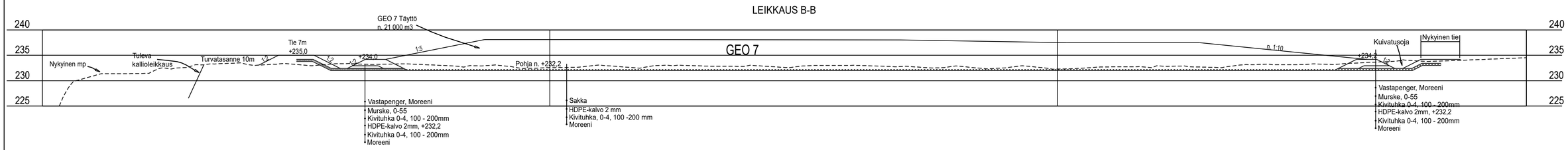
Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYALUEIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Geotuubialueiden 4-6 uudelleenmuotoilu Suunnitelmakartta	1:2000
Suunnittelija J. Falben	Tarkastaja J. Tuikka	Päiväys 20.1.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3 / N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M. Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 306	Muutos

GEOTUUBI_LÄJITYSTARKASTELU

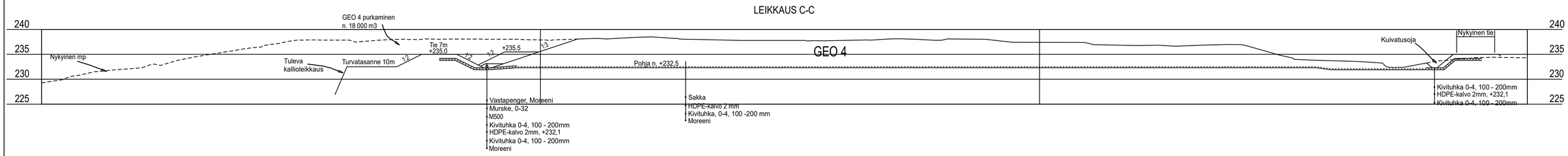
LEIKKAUS A-A



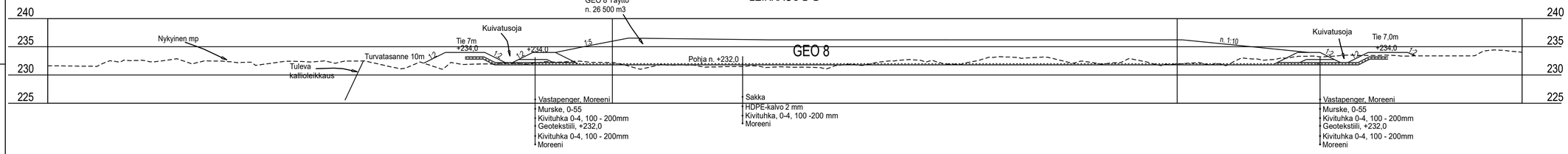
LEIKKAUS B-B



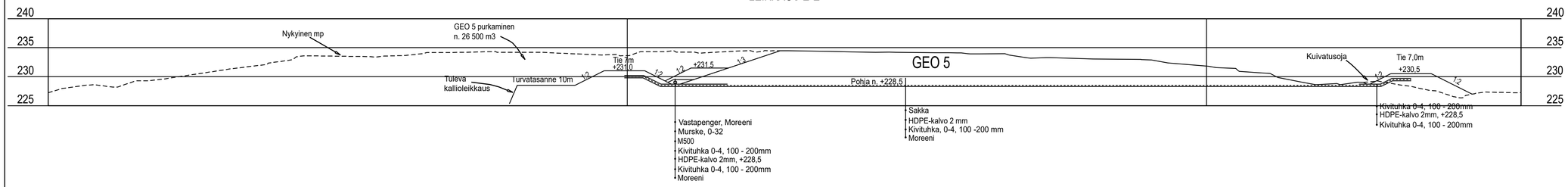
LEIKKAUS C-C



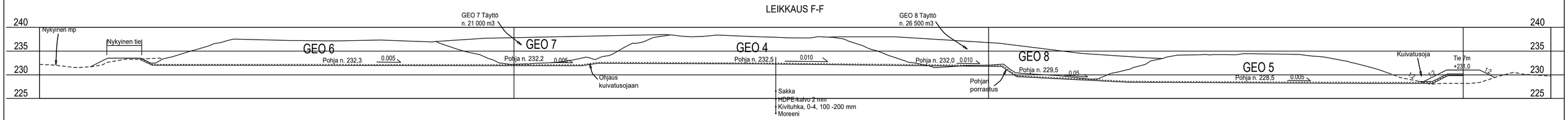
LEIKKAUS D-D



LEIKKAUS E-E



LEIKKAUS F-F



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELUALUEIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA			Geotuubialueiden 4-6 uudelleenmuotoilu Leikkaukset A,B,C,D,E,F	1:400
Suunnittelija J. Falben	Tarkastaja J. Tuikka	Päiväys 20.1.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3 / N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M. Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com			Suunn.ala GEO	Piirustusnumero 307
				Muutos

Uusi putkilinja keskuspuhdistamolle

Tehdasalueen kontaminaation eston avo-ojat

Tehdasalueen kontaminaation eston vedet yhteiseen keräysaltaaseen avo-ojaa pitkin

Suojaumppauksen P10 kapasiteettia kasvatetaan, uusi kiinteä pumppaamo ja putkilinja, vedet primääriliuotuskasan keräysaltaaseen

Primäärikasan ja tehdasalueen kontaminaation eston yhteisen keräysaltaan purku keskuspuhdistamolle, uusi kiinteä jätevesipumppaamo

Primäärikasan vierustalle avo-ojat kontaminaation estoa varten

Primääriliuotuskasan ja tehdasalueen kontaminaationeston yhteinen keräysallas 350*114 m.

Pintamaiden välivarastoaltaan ja Lumelan väliin avo-ojat, jolla vedet kerätään pumppaamoon. Pumppaus keräysaltaaseen, putki kaivetaan maahan. Uusi kiinteä jätevesipumppaamo.

Suojaumppauksen PM1 kapasiteettia kasvatetaan, uusi pumppaamo ja putkilinja, vedet primääriliuotuskasan keräysaltaaseen.

Pintamaiden välivarastoalue

Suojaumppauksen PLS3 kapasiteettia kasvatetaan, uusi pumppaamo ja putkilinja, vedet pumppaamolle PM1.

Suojaumppauksen PL2200 kapasiteettia kasvatetaan, uusi pumppaamo ja putkilinja, vedet pumppaamolle PLS3.

Ojaa jatketaan primäärikasan tulevan laajenemisen vuoksi

0 150 300 Meters

MERKINNÄT

Suunniteltu putki

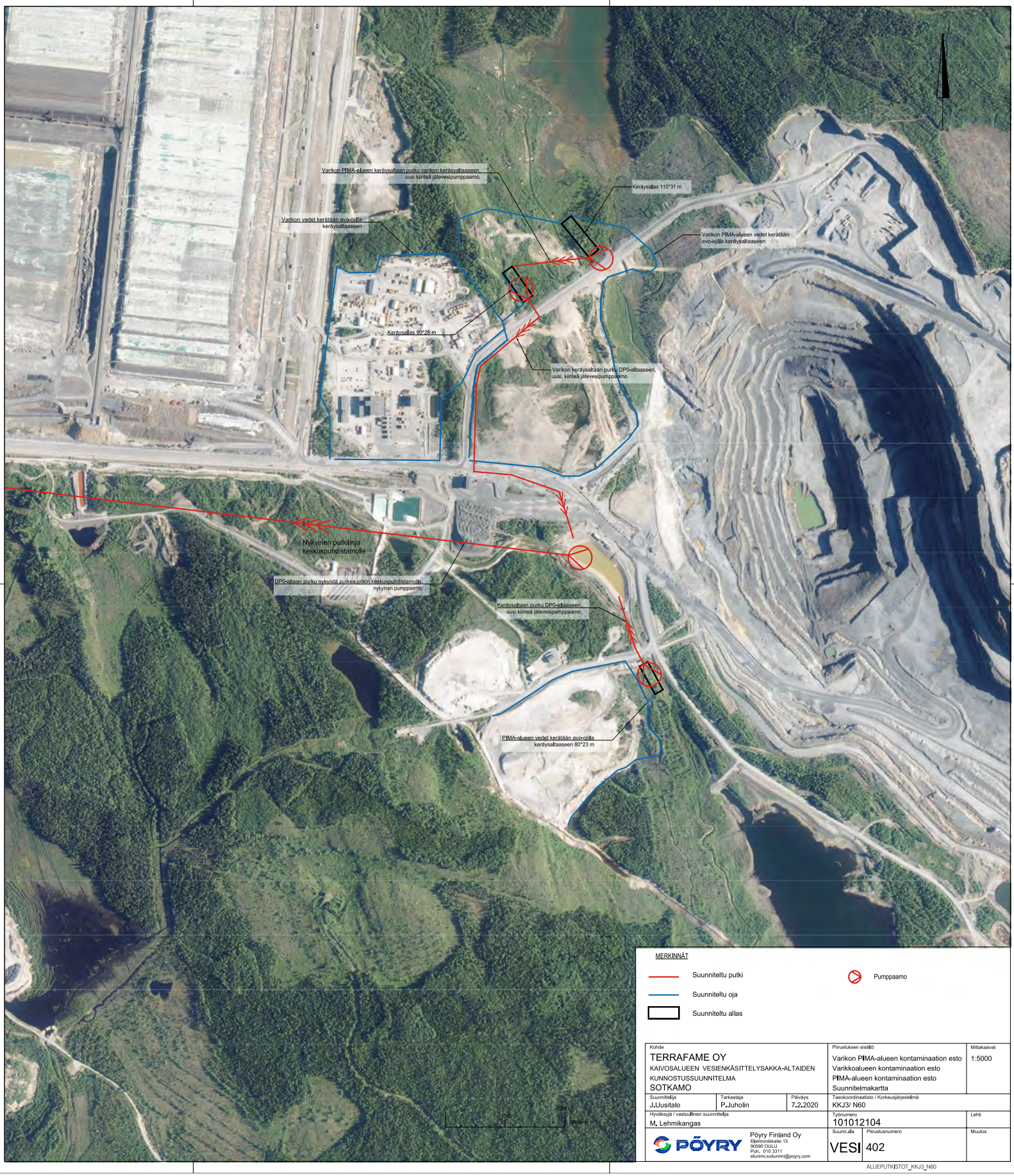
Suunniteltu oja

Suunniteltu allas

Suunniteltu pumppaamo

Kohde TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Piirustuksen sisältö Primäärikasan kontaminaation esto Tehdasalueen kontaminaation esto Suunnitelmakartta	Mittakaavat 1:5000
Suunnittelija J.Uusitalo	Tarkastaja P.Juholin	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M. Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala VESI	Piirustusnumero 401
				Muutos

ALUEPUTKISTOT_KKJ3_N60



MERKINNÄT

Suunniteltu putki

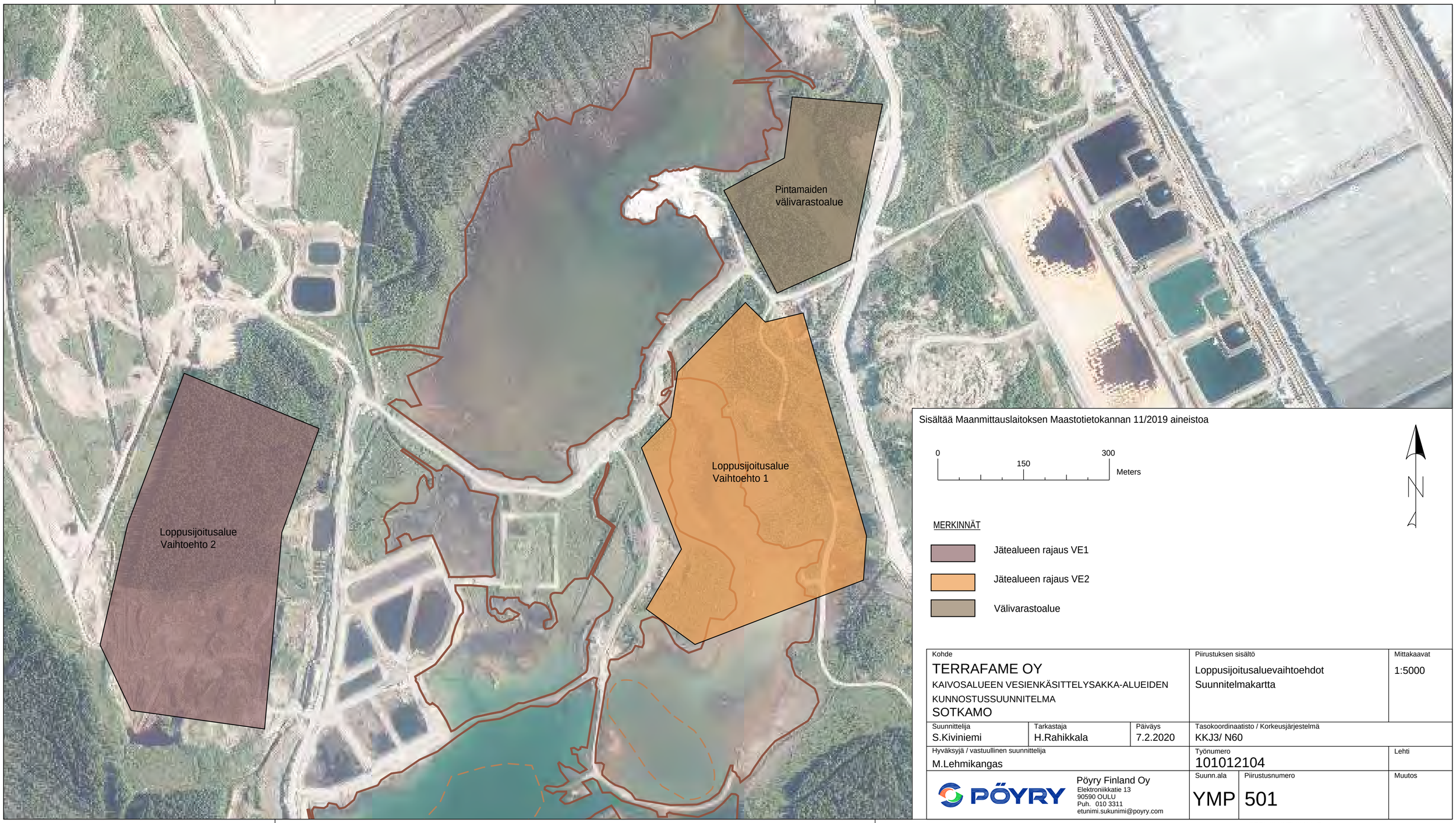
Suunniteltu oja

Suunniteltu allas

Pumppaamo

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALTAIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Varikon PIMA-alueen kontaminaation esto Varikkoalueen kontaminaation esto PIMA-alueen kontaminaation esto Suunnitelmakartta	1:5000
Suunnittelija J.Uusitalo	Tarkastaja P.Juholin	Päväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M. Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh.: 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala VESI	Piirustusnumero 402	Muutos

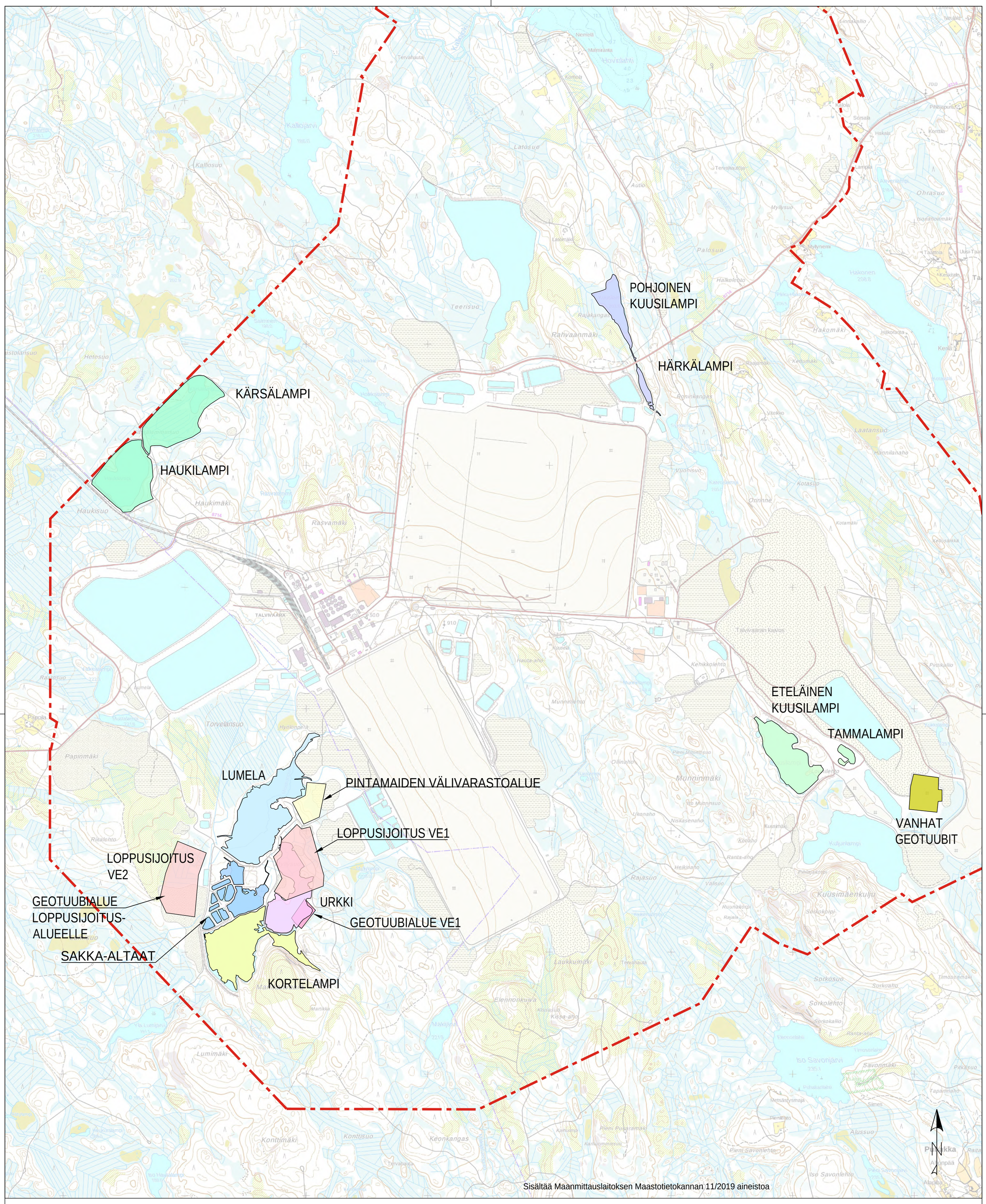
ALUEPUTKISTOT_KKJ3_N60



Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY KAIVOSALUEEN VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALUEIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA SOTKAMO			Loppusijoitusaluevaihtoehdot Suunnitelmakartta	1:5000
Suunnittelija S.Kiviniemi	Tarkastaja H.Rahikkala	Päiväys 7.2.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija M.Lehmikangas			Työnumero 101012104	Lehti
PÖYRY	Pöyry Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 501

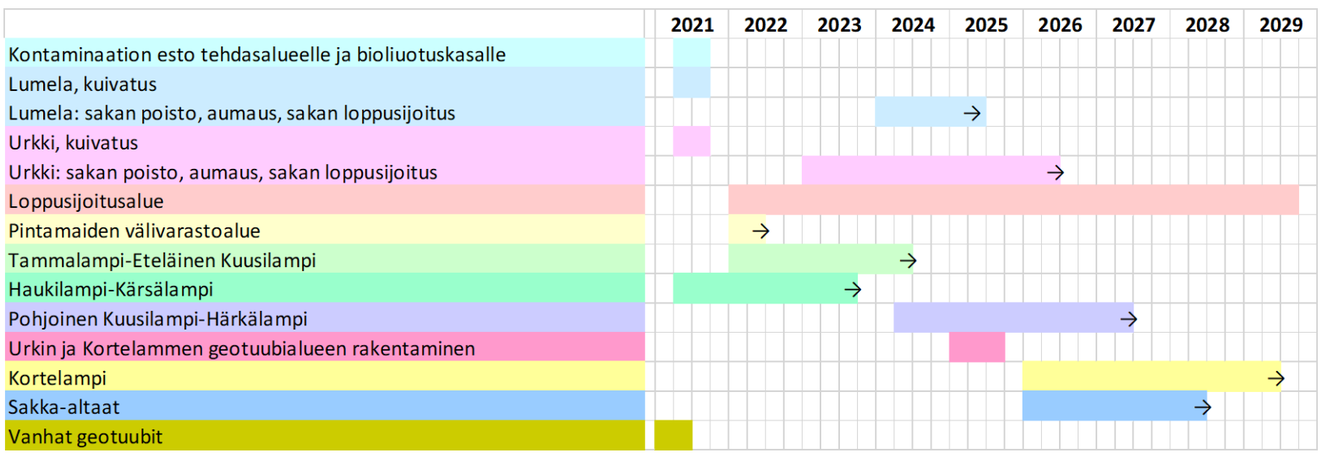
Muutos

LOPPUSIJOITUSALUE



Kaivospiirin raja

0 600 1200 Meters



Rev.	Muutos	Suun.	Tark.	Hyv.	Pvm
A	Loppusijoitusalueiden nimeäminen	L.Kurk	H.Tirk	M.Leh	19.2.2021

Kohde
TERRAFAME OY
VESIENKÄSITTELYSAKKA-ALUEIDEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA
SOTKAMO

Piirustuksen sisältö
Kunnostuksen alustava vaiheistus
Yleiskartta

Mittakaavat
1:20 000

Suunnittelija: L.Kurkinen
Tarkastaja: S. Kiviniemi
Päiväys: 7.2.2020
Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä: KKJ3/ N60

Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija: Marko Lehmikangas
Työnumero: 101012104
Lehti

Pöyry Finland Oy
Elektroniikkatie 13
90590 OULU
Puh. 010 3311
etunimi.sukunimi@poyry.com

Suunn.ala: YMP
Piirustusnumero: 601
Muutos: A

VAIHEISTUS_YLEISKARTTA

TERRAFAME OY

Sekundääriliuotuslohkojen 5-8 rakentaminen

Salmisen kunnostus, Yleissuunnitelma

101015424-001

26.2.2021

AFRY
ÅF PÖYRY

Copyright © AFRY Finland Oy

Vastuulauseke

Työ on suoritettu pätevien ja kokeneiden asiantuntijoiden toimesta parasta ammatillista arviointikykyä käyttäen. Tämän raportin sisältö ja johtopäätökset perustuvat työn aikana saamiimme tutkimustietoihin ja muihin lähteisiin. Raportti ja AFRY Finland Oy:n vastuu raportista noudattaa konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013. Konsultin vastuu työstä Terrafame Oy:lle on palkkion suuruinen. AFRY Finland Oy ei vastaa raportissa esitettyjen tietojen käytöstä aiheutuvista tai käyttöön liittyvistä kolmannelle osapuolelle mahdollisista aiheutuvista vahingoista riippumatta siitä, onko kyseessä välitön tai välillinen vahinko tai kuinka vahinko on aiheutunut. Raportti on luottamuksellinen ja tehty Terrafame Oy:lle.

copyright © AFRY

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

copyright © AFRY

Asiakas	Terrafame Oy
Otsikko	Sekundääriliuotuslohkojen 5-8 rakentaminen Salmisen kunnostus, Yleissuunnitelma
Työnumero	101015424-001
Revisio	Rev A, 26.2.2021
Alkuperäinen	19.1.2021
Dokumentin pvm	19.1.2021
Laatija	TkT Piia Juholin DI Susanna Kiviniemi FM Heidi Rahikkala DI Leena Kurkinen DI Janne Uusitalo
Tarkistus pvm	19.1.2021
Tarkistanut	DI Marko Lehmikangas
Yhteystiedot	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 FI-90590 OULU Finland Kotipaikka Vantaa, Finland Y-tunnus 0625905-6 Tel. +358 10 3311 www.AFRY.fi

Copyright © AFRY Finland Oy

Sisältö

1 Johdanto ... 9

1.1 Kaivoksen sijainti ... 9

1.2 Omistus ja kaavoitustilanne ... 10

1.3 Toiminnan yleiskuvaus ... 11

2 Kaivosalueella tapahtuneet vuodot ja onnettomuudet ... 13

3 Suunnittelualue ... 13

4 Ympäristöolosuhteiden kuvaus ... 14

4.1 Topografia ja maaperäolosuhteet ... 14

4.2 Sadanta ja haihdunta ... 15

4.3 Pohjavesiolosuhteet ... 16

4.4 Pintavesiolosuhteet ... 16

4.5 Kunnostettavan alueen valuma-alue ... 17

5 Ympäristölupa ... 17

5.1 Pitoisuudet ... 18

5.2 Kuormitus ... 18

6 Sakan ominaisuudet ... 18

7 Salmisen nykytila ... 19

7.1 Yleistä ... 19

7.2 Salminen ... 19

8 Kunnostuksen tavoitepitoisuuksien määrittäminen ... 22

8.1 Yleistä ... 22

8.2 Kunnostuksen jälkeinen tilanne ... 22

8.3 Alueelta pois johdettavan pintaveden tavoitepitoisuudet ... 23

8.4 Maaperän tavoitepitoisuuksien määritys ... 24

8.4.1 Lähestymistapa ... 24

8.4.2 Arvioinnissa hyödynnetyt viitearvot ... 26

8.4.3 Laskennan lähtötietojen määrittäminen ... 27

8.4.4 Nikkelin tavoitepitoisuuksien määritys ... 30

8.4.5 Sinkin tavoitepitoisuuksien määritys ... 30

8.4.6 Uraanin tavoitepitoisuuksien määritys ... 31

8.5 Terveysriskinarvio ... 31

8.6 Arvioinnin herkkyys- ja epävarmuustarkastelu ... 33

9 Kunnostuksen esivalmistelut 33
9.1 Luvitus 33
9.2 Valmistelevat työt 33
10 Kunnostuksen toteutus 33
10.1 Kohteen erityispiirteet 33
10.2 Kunnostusmenetelmät 34
10.3 Työvaiheet ja työjärjestys 35
10.4 Vesienhallinta 36
10.4.1 Valuma-alueet ja arvioidut vesimäärät 37
10.4.2 Pumppaamot 38
10.4.3 Putket 40
10.4.4 Vesien käsittely 41
10.4.5 Esiselkeytysallas 42
10.4.6 Tyhjennys- ja kunnostusvaiheen laskeutusallas 42
10.5 Pilaantuneisuuden kunnostuksen toteutus 43
10.6 Geotuubialueen rakentaminen 43
10.7 Jätteiden käsittely 44
10.8 Työmaaliikenne, kuljetukset ja pilaantuneen aineksen varastointi 44
10.9 Kunnostuksen päättyminen 44
10.10 Työn aikaisten riskien hallinta 45
10.11 Kunnostuksen laadun valvonta 45
10.11.1 Kunnostusta ohjaavat mittaukset ja seuranta 45
10.12 Työsuojelu 46
10.13 Yhteenveto 46
11 Tarkkailu ja raportointi 46
12 Aikataulu 46
13 Lähdeluettelo 46

Liitteet

Liite 1 ..... Kunnostuksen aikataulu

Piirustukset

101015424-1	Sijaintikartta	1:100 000
101015424-2	Yleiskartta	1:10 000
101015424-3	Suunnitelmakartta	1:5000
101015424-4	Leikkauspiirustukset	1:1000/1:100

Tiivistelmä

Terrafame Oy:n kaivosalueelle rakennetaan sekundääriliuotusalue (SEK 5-8). Salminen sijoittuu Terrafamen kaivospiirin pohjoisosaan; osin kaivosalueelle ja osin sen ulkopuolelle. Rakennettava sekundääriliuotusalue tulee sijoittumaan osittain Salmisen kohdalle.

Salmisen alusvesi ja pintasedimentti ovat pilaantuneet kaivostoiminnan alkuvuosina. Pilaantuneisuutta on aiheuttanut myös vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuoto, jonka vuotovedestä osa meni Salmisen kautta. Rakentamisen yhteydessä vesialueeksi jäävä Salmisen osa kunnostetaan.Salminen on järvi, jonka veden syvyys on keskimäärin arviolta 2,5 m. Suurin vesisyvyys on noin kahdeksan metriä. Haukilampi-Kärsälampi alueen vedet virtaavat pohjoiseen Salmiseen ja siitä edelleen kohti Kolmisoppea ja Jormasjärveä. Kärsälammen ja Salmisen alueelle tullaan rakentamaan sekundäärinen liuotusalue, missä yhteydessä järvien kuivatus on tarpeellista. Vesialueeksi jäävä järvi on tavoitteena kunnostaa luonnontilaista vastaavaan tilaan.

Tämä Salmisen kunnostuksen yleissuunnitelma sisältää pohjalle kerrostuneen hyvin sulfaattipitoisen veden puhdistuksen, kertyneen sakan poiston sekä työn aikaisen vesienhallinnan ja ympäristötarkkailun toteuttamisen suunnittelun. Keväällä 2020 Pöyry Finland Oy (nyk. AFRY Finland Oy) laati sakka-alueiden yleispiirteisen kunnostussuunnitelman (101012104, Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostus), johon sisältyi alustava arvio kunnostustyön vaiheistuksesta ja aikataulusta. Salmisen kunnostamista suunniteltaessa on huomioitu aikaisempi yleissuunnitelma, ja kunnostustyön vaiheistusta ja aikataulutusta on päivitetty Salmisen sakka-altaan kunnostussuunnittelun osalta.

Kunnostuksen tarkoituksena on puhdistaa Salmisen alusvesi ja poistaa kertyneet sakat sekä niiden alapuolinen pilaantunut lieju. Kunnostustyö tehdään pääasiassa imuruoppaamalla sakka ja pilaantunut maa-aines geotuubeihin.

Työssä arvioitiin kunnostettavan kohteen valuma-alueen pinta-ala ja sen perusteella määritettiin alueella muodostuva keskimääräinen vesimäärä. Kunnostettavan alueen valuma-alueen pinta-alaa pienennetään ojituksilla.

Kunnostustyön alkuvaiheessa vähennetään Salmiseen laskevan veden määrää rajaamalla valuma-aluetta ojituksilla. Lisäksi vesipintaa lasketaan pumppauksilla sakka-alueiden paljastamiseksi ranta-alueilta. Salmisen vesi on selkeästi kerrostunutta, minkä vuoksi veden laatu on pintaosissa pohjakerroksia parempi. Kuivatuksen aikana pintavesiä johdetaan ympäristöön, jos veden laatu on riittävän hyvä, mikä vähentää kemiallisesti käsiteltävän veden määrää.

Salmisen tyhjennyksen ja kunnostuksen aikana vedenlaatu tulee heikentymään, minkä vuoksi vedet tulee käsitellä mm. sulfaatin, metallien ja kiintoaineen erottamiseksi. Ensisijaisesti kemiallinen metallien ja sulfaatin saostus tehdään tehdasalueella sijaitsevalla keskusvedenpuhdistamolla, josta vedet ohjataan kipsisakka-altaiden kautta Latosuolle. Vaihtoehtoisesti vedet voidaan käsitellä kenttäpuhdistamolla, joka sijaitsee Haukilammen koillispuolella. Kenttäpuhdistamolla sulfaatti ja metallit saostetaan reaktorissa kalkkimaidolla, jonka jälkeen muodostunut kiintoaines laskeutetaan laskeutusaltaassa. Tämän jälkeen vedet ohjataan olemassa olevia putkilinjoja pitkin Latosuon altaaseen.

Tässä suunnitelmassa esitetyt kunnostusalueiden laajuudet ovat arvioita. Lopullisesti kunnostuksen laajuus määräytyy kunnostuksen aikana tehtävien kenttämittausten ja laboratorioanalyysitulosten perusteella. Myös vesienkäsittelyn suunnitelmat ovat alustavia, ja ne tarkentuvat seuraavissa projektivaiheissa.

1 Johdanto

Terrafamen kaivosalueelle rakennetaan sekundääriliuotusalue (SEK5-8), joka tulee sijaitsemaan osin Salmisen alueella. Koska Salmisen alueen kunnostuksen yleissuunnitelma liittyy olennaisesti osaksi sekundääriliuotusalueen rakentamista, on vesialueen kunnostustarve akuutti.

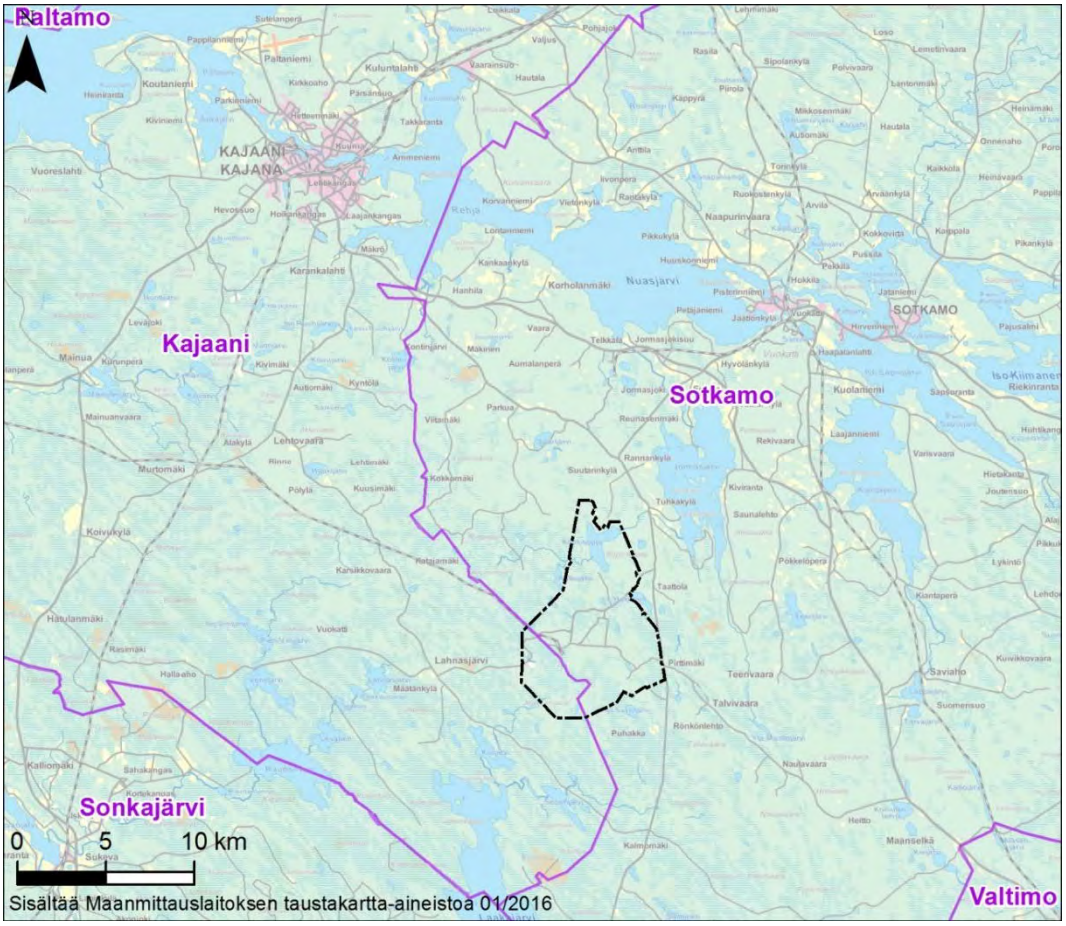
Terrafame Oy:n kaivosalueella sijaitsee vesienkäsittelysakkoja, jotka ovat syntyneet pääosin aiemman toimijan Talvivaara Sotkamo Oy:n ja sen konkurssipesän aikaisesta toiminnasta. Vesienkäsittelysakat ovat suurimmaksi osaksi muodostuneet vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeen rakennettujen kenttäpuhdistamoiden toiminnassa vuosien 2012–2016 välisenä aikana. Varastoidut sakat ja lietteet ovat kalkkisaostuksella muodostettuja metallihydroksidisakkoja, joiden laatu vastaa pääpiirteissään metallien talteenottoprosessissa loppuneutraloinnissa muodostuvien sakkojen laatua. Sakat ja lietteet ovat nykyisin välivarastoituna tilapäisissä (maapohjaisissa) altaissa sekä geotuubeissa odottamassa loppusijoittamista. Salmisen alusvesi ja pintasedimentti ovat pilaantuneet kaivostoiminnan alkuvuosina. Pilaantuneisuutta on aiheuttanut myös vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuoto, jonka vuotovedestä osa meni Salmisen kautta. Rakentamisen yhteydessä vesialueeksi jäävä Salmisen osa kunnostetaan.

Terrafame on käynnistänyt maapohjaisissa altaissa sijaitsevien vesienkäsittelysakkojen loppusijoittamisesta uuden ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA), jonka jatkoksi tullaan hakemaan ympäristölupaa. YVA:ssa tarkastellaan vaihtoehtoina sakkojen sijoittamista erilliselle, uudelle jätealueelle (vaarallisen jätteen jätealue, joka sijoitettaisiin Kortelammen patoaltaan sisä- tai ulkopuolelle) tai vaihtoehtoisesti sakkojen hyödyntämistä nykyisten kipsisakka-altaiden peittämisvaiheessa (mahdollinen väli-/muotoilutäyttö ennen lopullista peittorakennetta).

AFRY/Pöyry Finland Oy laati sakka-alueiden kunnostuksen yleissuunnitelman (suunnitelma päivätty 20.2.2020), jota voidaan käyttää YVA-menettelyn vaikutusten arviointia varten. Lisäksi työssä laadittiin alustava arvio kunnostustyön vaiheistuksesta ja aikataulusta. Kaivospiirin pohjoisosaan sijoittuvan Salmisen osalta kunnostussuunnittelua on jatkettu tässä yleissuunnitelmassa, ja tämä työ on huomioitu aikaisemmissa kunnostustöiden vaiheistuksissa ja aikatauluissa.

1.1 Kaivoksen sijainti

Terrafamen kaivosalue sijaitsee Sotkamon kunnan ja osittain Kajaanin kaupungin alueella, noin 20 km Kajaanista kaakkoon (Kuva 1). Etäisyys lähimpään taajamaan Sotkamoon on linnuntietä noin 15 km.



Kuva 1 Terrafamen kaivoksen sijainti.

1.2 Omistus ja kaavoitustilanne

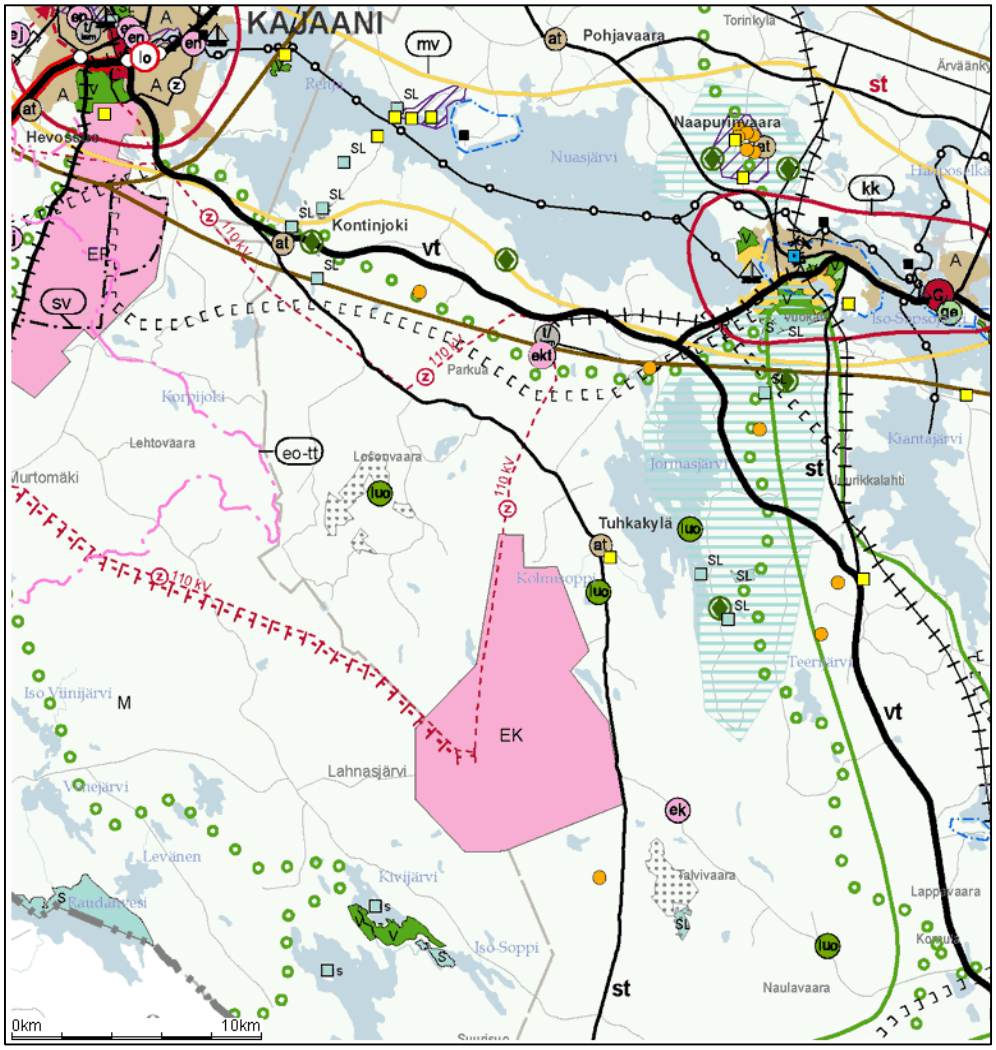
Terrafamen kaivosalue on pääosin Terrafamen kokonaan omistama, vuokramaata on pari neliökilometriä. Asutusta kaivospiirin alueella ei ole. Kaivosalueen läheisyydessä sijaitsee vakituisessa käytössä olevia rakennuksia sekä loma-asutuksia, lähin asuintalo sekä loma-asunto sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä louhoksesta.

Kunnostettava Salmisen allas sijaitsee kaivospiirin rajalla. Maa-alue (765-403-39-12) on Terrafamen omistuksessa ja vesialue on Jormaskylä-Korholanmäki yhteistä aluetta.

Terrafamen kaivosalue on maakuntakaavassa osoitettu merkinnällä EK (kaivosalue). Terrafamen kaivoksen lähialue on kaavoitettu pääosin maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitetuksi alueeksi (M) (Kuva 2). Kainuussa on vireillä Kainuun kokonaismaakuntakaavan 2020 tarkistaminen, joka käynnistyi maakuntavaltuuston päätöksellä 1.6.2015.

Hankealueella ei ole osayleiskaavoja.

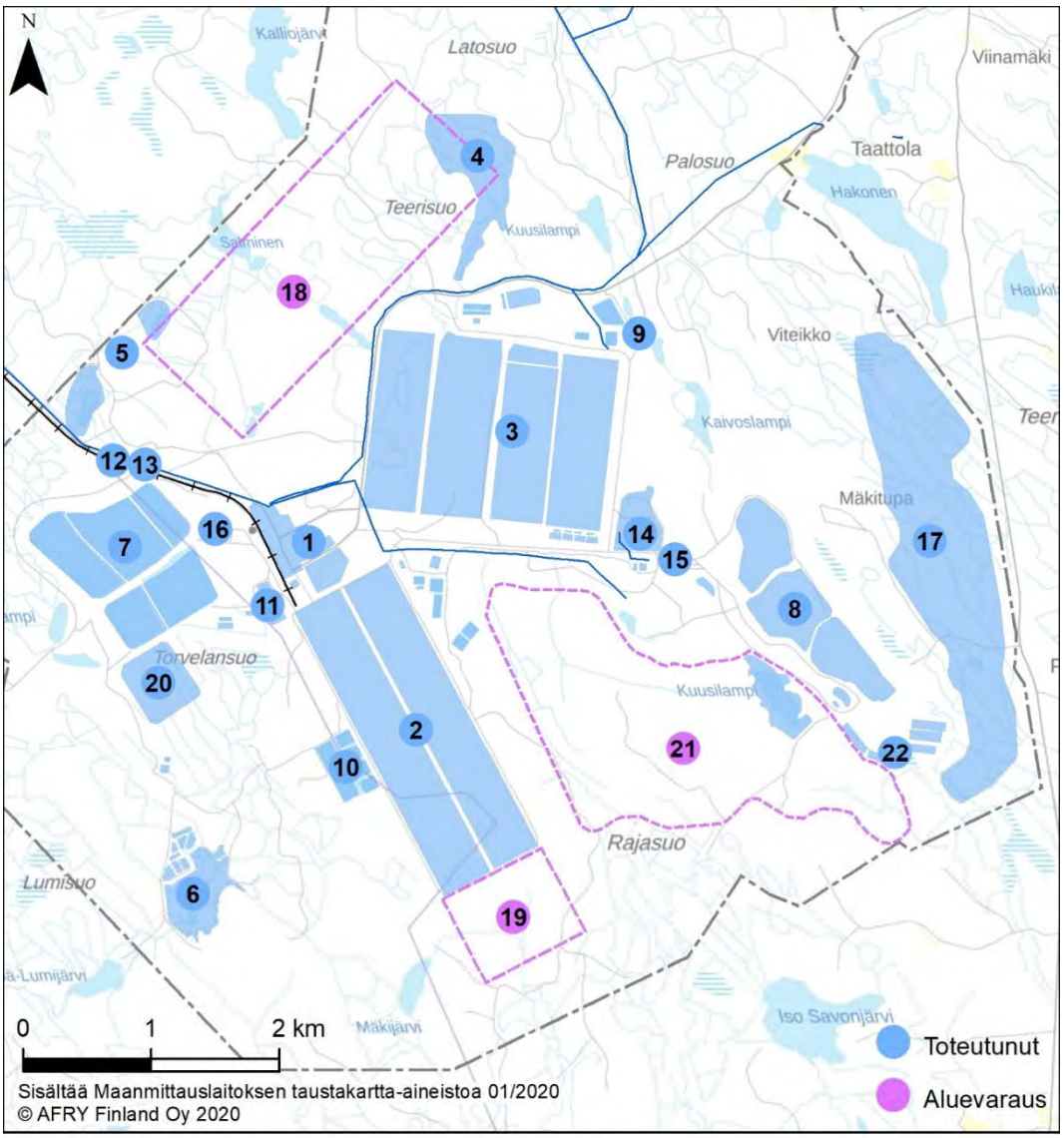
Kaivoksen tehdasalueella on voimassa asemakaava.



Kuva 2 Ote maakuntakaavakartasta (Kainuun liitto, 2019).

1.3 Toiminnan yleiskuvaus

Louhinta kaivoksella alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto vuonna 2009. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Käytössä olevat tuotantoalueet ovat Kuusilammen louhos, primääriliuotus (n. 200 ha), sekundääriliuotus (n. 200 ha), pintamaiden läjitysalue (n. 190 ha), kipsisakka-allas (n. 100 ha), tehdasalue ja sivukivien läjitysalue KL2 (Kuva 3). Sivukiven läjitysalueen KL2 kaksi ensimmäistä lohkoa on otettu läjityskäyttöön.



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

Kuva 3 Kaivoksen toteutuneiden (sinisten) ja suunniteltujen (violettien) toimintojen sijainti kaivospiirin alueella.

Tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla. Biokasaliuotuksessa malmikivessä luonnostaan esiintyville mikrobeille luodaan optimaaliset olosuhteet, joissa mikrobitoiminta katalysoi metallisulfidien hapettumisreaktioita.

Tuotantoprosessin keskeisimmät vaiheet ovat: louhinta, murskaus, agglomerointi, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. Lisäksi kaivoksella tehtäviin toimintoihin kuuluvat erilaiset kunnossapito- ja korjaamotyöt, kemikaalien valmistus ja varastointi, räjähdysaineiden valmistus ja varastointi, polttoainevarastot ja jakelupisteet, alueet sivukivien ja pintamaiden läjitystä varten, lämmöntuotantolaitokset, erityyppisiä laboratorio- ja tutkimustiloja sekä toimisto-, huolto- ja sosiaalitilat mukaan lukien saniteettijätevedenpuhdistamo.

Pääosin prosessivedet kierrätetään suljetussa kierrossa, jonka lisäksi prosessivesiä puhdistetaan tuotantolaitoksen käyttövesiksi käänteisosmoosilaitteiston avulla. Tuotantoon käytetään myös järvestä johdettua raakavettä, mikäli käänteisosmoosista ei saada riittävästi raakavettä. Vesistöön johdettavien käsittelyä vaativien vesien neutralointi tapahtuu keskusvedenpuhdistamolla. Kaivosalueelta voidaan juoksuttaa vettä purkuputken kautta Nuasjärveen Oulujoen vesistöalueelle tai poikkeustilanteissa myös pieniin lähivesistöihin Oulun ja Vuoksen vesistöalueille.

2 Kaivosalueella tapahtuneet vuodot ja onnettomuudet

Vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon seurauksena vesiä ohjattiin Lumela-Urkki-Kortelammen suuntaan, mutta vesiä valui myös pohjoisen suuntaan Haukilammen ja Kärsälammen pohjoiselle jälkikäsittelyalueelle viiden päivän ajan. Kyseisten vesien neutraloinnissa muodostui sakkaa Haukilammen ja Kärsälammen alueelle. Vuotovesiä ehti virrata Viitapuron kautta Salmiseen noin 20 000 m³. Valtaosa Haukilammen ja Kärsälammen sakoista on kuitenkin muodostunut jo aikaisemmin vuosina 2010-2012, kun aluetta on käytetty pohjoisena jälkikäsittelyalueena ja siellä on säädetty loppuneutraloinnin ylitteen (ns. LONE-ylite) pH:ta ennen veden johtamista Oulunjoen vesistöön. Salmiseen ei ole muodostunut juurikaan sakkoja toiminnan alkuvuosina. Kärsälammen ja Haukilammen sakat ovat syntyneet pääosin siellä tehdystä kalkkineutraloinnista (kalkkia syötetty lampiin tulevaan tulovirtaan). Salmiseen ei ole kulkeutunut merkittävissä määrin kalkkia ko. neutraloinnista. Sen sijaan kipsiallasvuodon aikana järven pohjoisosaan tehtiin kalkituksia, mistä on peräisin edelleen järven pohjoisosalla pohjassa oleva kalkki. Sedimentin pinnassa on ohut kerros metallikontaminaatiota, koska järvi on ollut voimakkaasti kerrostunut ja pohjan läheisessä vesikerroksessa metallipitoisuudet ovat olleet koholla. Jonkinasteista saostumista on näin ollen tapahtunut.

3 Suunnittelualue

Suunnittelualueeseen kuuluu Salminen (Kuva 4), ja lisäksi kuivatustoimenpiteitä tehdään valuma-alueilla, joiden vedet laskevat Salmiseen.

Kuva 4. Kunnostusalueen likimääräinen rajaus punaisella.

4 Ympäristöolosuhteiden kuvaus

4.1 Topografia ja maaperäolosuhteet

Kaivospiirin alue kuuluu maaselän alueeseen, jonka topografiaan kuuluvat vaarat ja niiden väliset laaksot. Maapeite on korkeilla maastonkohdilla moreenia ja suoalueilla turvetta. Moreenikerros mukailee alla olevan kallioperän muotoja ja paksuimmat moreenipeitteet ovat suoalueilla ja painanteissa turvekerroksen alapuolella. Kallion päällä on yleensä vain ohut kerros maa-ainesta. Kunnostusalueilla pintamaa koostuu pääosin turpeesta, jonka alapuolinen maa-aines on kivikkoista moreenia. Turpeen paksuus vaihtelee alle metristä viiteen metriin asti. Alueilla, joissa turvepaksuus on useita metrejä, turpeen alapuolinen maalaji on tavallisesti siltti, hiekka tai silttinen hiekkamoreeni.

Kaivospiirin mustaliuskemuodostuma on osa Kainuun liuskejakson eteläosaa, jossa vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Hyödynnettävään Ni-Cu-Zn-esiintymään kuuluu kaksi erillistä mineralisaatiota, Kuusilampi ja Kolmisoppi, jotka kivilajeiltaan vastaavat toisiaan. Isäntäkivenä on sulfidi-grafiittirikas mustaliuske. Tärkeimmät sulfidit ovat rikkikiisu, magneettikiisu, sinkkivälke, pentlandiitti ja kuparikiisu. Alueen pääkivilajit stratigrafiajärjestyksessä ovat: pohjagneissikompleksi, kvartsiitit, kiilleliuskeet ja mustaliuskeet. (Lapin Vesitutkimus Oy, 2005)

Uraanin pitoisuudet alueen kallioperässä vaihtelevat huomattavasti. Suomen kallioperässä arvioidaan olevan uraania keskimäärin 4 ppm. Graniittisissa kivilajeissa esiintyy varsin yleisesti keskimääräistä suurempia pitoisuuksia (4–50 ppm), erityisesti Kaakkois-Suomen rapakivialueilla. Esimerkiksi Talvivaaran mustaliuskeessa uraanipitoisuus on 15–20 ppm, eli ei poikkeuksellisen korkea Suomen kallioperän pitoisuusvaihteluihin nähden. (STUK, Säteilyturvakeskus, 2019)

Erityisesti moreenin nikkelipitoisuudet ovat luontaisesti koholla kaivospiirin malmioiden tuntumassa. Kallioperän metallipitoisuudet näkyvät myös maaperän metallipitoisuuksissa ja moreeni kuvastaa paremmin alla olevan kallioperän koostumusta kuin muut maalajit. Näin ollen on olemassa alueita, joilla on luonnostaan muuta maata suurempia haitta-ainepitoisuuksia. Kaivospiirin alue kuuluu metalliprovinssi 3:n alueelle, jolla kuparin, koboltin, kromin, nikkelin, vanadiinin tai sinkin pitoisuus moreenissa on suurempi kuin muualla Suomessa. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 4-1) on tarkasteltu luontaisten haitta-aineiden esiintymistä maaperässä (luonnonmaana moreeni) kaivospiirin alueella.

Taulukko 4-1. Metallien taustapitoisuudet maaperässä kaivospiirin alueella.

	Metallit ja puolimetallit										
	Arseeni (As)	Kadmium (Cd)	Koboltti (Co)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Elohopea (Hg)	Nikkeli (Ni)	Lyijy (Pb)	Antimoni (Sb)	Vanadiini (V)	Sinkki (Zn)
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Analysoidut näytteet, kpl	76	96	6506	6505	6504	95	6481	83	96	6487	6505
Taustapitoisuudet, keskiarvo	1,8	0,05	8,1	29	24	0,03	21	5,8	0,05	31	30
Taustapitoisuus, Maksimi	11	0,2	66	298	188	0,08	150	30	0,50	124	239
SSTP*	3,0	0,1	18	59	52	0,08	44	10	0,13	68	71
Kynnysarvo, VNA	5,0	1,0	20	100	100	0,5	50	60	2,0	100	200
VNA, Valtioneuvoston asetus 214/2007											

*Suurin suositeltu taustapitoisuusarvo

Aluevalinta: Sotkamon kunnan alue, jolle kaivospiiri sijoittuu, säde 15 km

Keskipiste: N:552416 E:7094490 (EUREF TM35FIN)

© Maanmittauslaitos, National Land Survey, 2018

GTK:n Maaperän taustapitoisuudet (TAPIR) -karttapalvelu 28/11/2019

Turpeen metallipitoisuuksista ei ole olemassa yhtä kattavaa valtakunnallista kartoitusta kuin mineraalimaasta.

4.2 Sadanta ja haihdunta

Alueen kuukausittainen valuma on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 4-2). Alueen keskimääräinen valuma on 13,8 l/s*km^2, nettosadannaksi muutettuna se tarkoittaa 435 mm/vuosi.

Kerran 100 vuodessa toistuva märän ja kuivan vuoden valuntatiedot on määritetty toistuvuusanalyysissä soveltaen Gumbelin menetelmää. (Pöyry Finland Oy, 2019)

Taulukko 4-2. Keskimääräinen valunta ja 1/100 märän vuoden valunta.

Valunta q (l/s/km2)	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu	k.a.
Keskimääräinen vuosi	6,2	5,0	4,9	26	44	10	10	11	12	14	13	10	14
1/100 märkä vuosi	11	8,8	9,3	50	61	18	20	18	17	22	23	19	23

Laskeutusaltaan mitoituksessa on käytetty kerran sadassa vuodessa toistuvan märän vuoden keskimääräistä valuma-arvoa 23,0 l/s*km^2.

4.3 Pohjavesiolosuhteet

Kaivosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Alueen pohjavesipinta on 0–8 m syvyydellä maanpinnasta. Alueen pohjavesiolosuhteisiin vaikuttavat täyttöjen, louhoksen, altaiden ja patojen lisäksi kallioperän ruhjeisuus. Alueella on pääosin ohut maapeite, ja kallio on ruhjeista, joten kalliopohjavesi voi olla kohteessa merkittävä haitta-aineiden kulkeutumisväylä. Malmioiden kohdalla kalliopohjavesi on metallipitoista, mutta etäämpänä veden metallipitoisuudet ovat pienempiä. (Pöyry, 2017)

Varsinaisen pohjavesikerroksen muodostuminen alueella on heikkoa, sillä alueen maaperä koostuu pääosin huonosti vettä läpäisevistä ohuista moreenikerroksista. Pääosa kaivospiirinalueelle satavasta vedestä kulkeutuukin pintavaluntana ojiin ja puroihin. Ohuen maapeitteen vuoksi maaperään imeytyvän ja pohjavettä muodostavan veden määrä on vähäinen ja alueen pohjaveden virtausmatkat ovat lyhyitä.

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.

Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa kaivospiirin alueella pohjaveden kohonneina metallipitoisuuksina. Pohjavesitarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä on havaittu tehdasalueen ja Kortelammen alueen välisellä alueella. Sekundääriliuotuskentän alueella sekä Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolella on todettu kohonneita metallipitoisuuksia. (Ramboll, 2017)

Vuoden 2016 syksyllä tehtiin selvitys (Pöyry, 2017) pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta. Kortelammen painauman alueelle arvioidaan virtaavan pohjavesiä sekä pohjoisesta kipsisakka-altaan suunnasta että idästä primääriliuotusalueen suunnasta. Pohjaveden virtaussuunta alueelta on laajassa mittakaavassa lounaaseen. Selvityksen mukaan Kortelammen alueella esiintyy kohonneita haitta-ainepitoisuuksia maaperän pohjavedessä. Pohjaveden pitoisuudet viittaavat vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkivaikutuksiin. Maaperän pohjavedessä on merkittäviä määriä rautaa ja sulfaatteja, minkä lisäksi esiintyy neutralointiin liittyviä pitoisuuksia (kalsium ja natrium). Kallioperään kairatuissa pohjavesiputkissa veden laatu on selkeästi parempi. Kallioperän ruhjeisessa yläosassa pohjaveden virtaus on tällä alueella oletettavasti voimakkaampaa (sekoittuminen) kuin maaperässä tapahtuva virtaus. Alueen nykyisessä hydrologisessa tilassa haitta-ainepitoisen maaperän pohjaveden virtaus alueen ulkopuolelle on rajoittunutta sekä luontaisista tekijöistä (maaston muodot ja maaperän laatu) että pumppauksista johtuen. Kallioperän pohjavedessä pitoisuudet taas ovat pienempiä. Tutkitun alueen pohjaveden tilasta ei aiheudu välitöntä haittaa lähimmille kiinteistöille ja pohjaveden käyttäjille (Pöyry, 2017).

4.4 Pintavesiolosuhteet

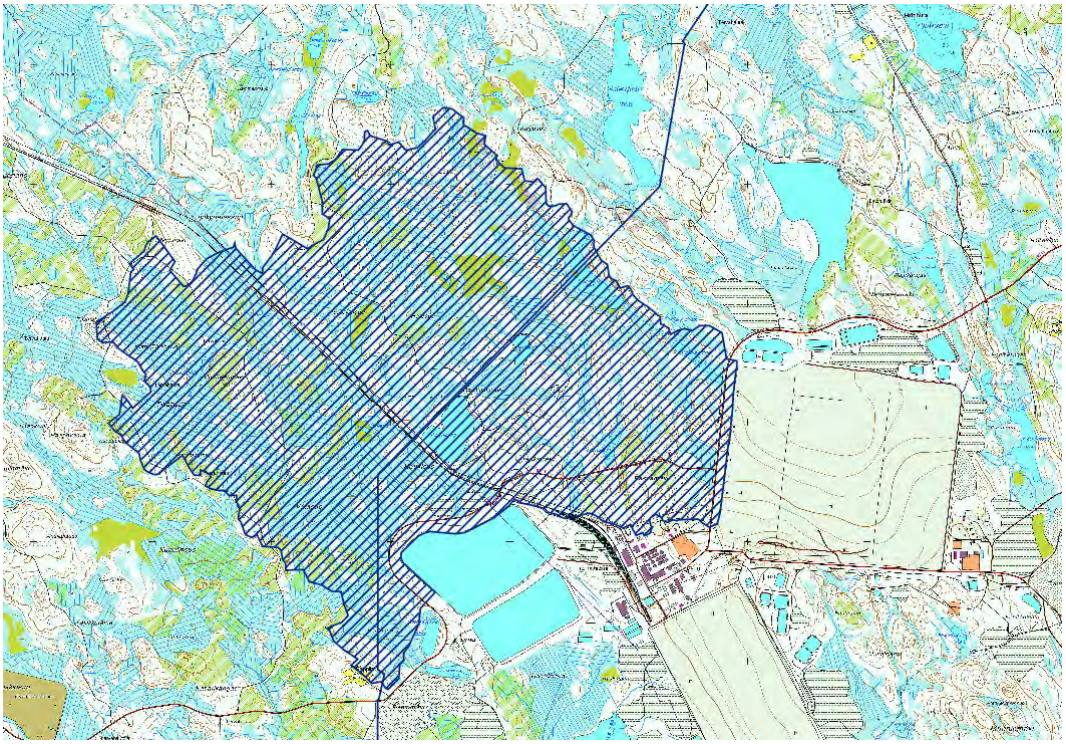
Kaivosalue sijaitsee Oulujoen (vesistöaluenumero 59.) ja Vuoksen (04.) vedenjakajalla. Salminen sijaitsee Oulujoen vesistöalueella.

Haukilammen ja Kärsälammen muodostamalla alueella (pohjoinen jälkikäsittelyalue) on puhdistettu kalkkineutraloinnin ja laskeutuksen avulla alueelle aiemmin johdettuja prosessin loppuneutraloinnin (Lone) ylitevesiä ja alueen valumavesiä. Viime vuosina alueelle ei ole johdettu vettä muista kohteista tai metallientalteenottolaitokselta, vaan sinne tuleva vesi on koostunut sade- ja valumavesistä. Kaivoksen on mahdollista purkaa Kärsälammesta vesiä Salmisen kautta Oulujoen suuntaan, mutta vesiä on purettu vesistöön viimeksi vuonna 2016. Sen jälkeen Hauki- ja Kärsälammen vesiä on purettu keskusvedenpuhdistamolle.

Salminen on luonnostaan järvi ja se on voimakkaasti lämpötila- ja suolakerrostunut. Salmisen pintaosissa noin 1 m syvyydellä veden laatu on vielä suhteellisen hyvä. 2,5 m syvyydeltä otetuissa mittauksissa veden hapen kyllästysaste on jo selvästi laskenut ja samalla metalli- ja sulfaattipitoisuudet ovat nousseet. Veden laatua on kuvattu tarkemmin kappaleessa 7.2.

4.5 Kunnostettavan alueen valuma-alue

Nykyinen Salmisen valuma-alue (1 340 ha) on esitetty kuvassa 5. Salmisen länsipuolella olevan valuma-alueen vedet laskevat Viitapuroa pitkin Salmisen pohjoisosaan ja siitä eteenpäin Kalliojärveen. Salmisen kaakkoispuolella olevan Hoikkalammen vedet virtaavat myös Salmiseen. Luontaisesti Haukilammen ja Kärsälammen vedet kulkevat myös Salmisen suuntaan, mutta viime vuosina niiden vedet on johdettu keskusvedenpuhdistamolle. Valuma-alueelta muodostuva vesimäärä on merkittävä ja sen vuoksi valuma-aluetta tulee rajata ojituksilla ennen kunnostuksen aloitusta.



Kuva 5.Salmisen nykyinen valuma-alue, pinta-ala 1 340 ha.

5 Ympäristölupa

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessä (16/0089/2) 28.4.2016 on määritetty vaatimukset likaantuneiden vesien puhdistusvaatimuksista sekä virtaamista.

5.1 Pitoisuudet

Ympäristöluparajat on esitetty taulukossa (Taulukko 5-1). Jokaisesta vesien käsittelykohteesta johdettavan veden kokonaispitoisuudet tulee alittaa virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona laskettuna taulukossa esitetyt raja-arvot.

Taulukko 5-1. Ympäristöluvan pitoisuusrajat ympäristöön johdettavien vesien laadulle.

Aine	Raja-arvo
Nikkeli, kok.	< 0,3 mg/l
Kupari, kok.	< 0,3 mg/l
Alumiini, kok.	< 0,5 mg/l
Sinkki, kok.	< 0,5 mg/l
Mangaani, kok.	< 4 mg/l
Rauta, kok.	< 4 mg/l
Uraani, kok.	< 10 µg/l
Sulfaatti	< 2 000 mg/l
Kiintoaine, hehkutusjäännös	< 15 mg/l
Muut vaatimukset	
pH	5,5-9
Kadmium (liukoinen)	< 3 µg/l
Elohopea (liukoinen)	< 1,5 µg/l

Kunnostuksen aikaisina raja-arvoina pidetään nykyisiä ympäristöluparajoja. Kunnostuksen jälkeiset tavoitepitoisuudet on esitetty kohdassa 8.4.

5.2 Kuormitus

Lupapäätöksen 52/2013/1 ympäristölupamääräyksen 9a mukaan kaivosalueelta Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin johdettavien käsiteltyjen vesien yhteenlaskettu päästö alkuperäisiä purkureittejä pitkin saa olla enintään:

- Nikkeli 250 kg
- Kupari 150 kg
- Sinkki 300 kg
- Mangaani 2 600 kg
- Sulfaatti 1 300 t
- Natrium 650 t

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen 16/0090/2 mukaan alkuperäistä lupamääräystä on muutettu niin, että Vuoksen vesistöön saa johtaa enintään 40 % lupamääräyksen 9a haitta-aineiden vuosipäästöistä ja Oulujoen vesistössä Kolmisopen yläpuolelle enintään 60 % lupamääräyksen 9a haitta-aineiden vuosipäästöistä.

6 Sakan ominaisuudet

Kunnostuksen aikana käsiteltävä sakka on kalkkisaostuksella muodostettua metallihydroksidisakkaa, jonka laatu vastaa pääpiirteissään kaivoksen metallien talteenottoprosessissa loppuneutraloinnissa muodostuvien sakkojen laatua. Salmisen sakan laatua on tutkittu vuonna 2013 (Pöyry Finland Oy 2013). Lisäksi Ramboll on

tehnyt sakan haitta-ainetutkimuksia vuosina 2013 ja 2016, muiden sakka-altaiden osalta. Sitowise on tehnyt muilla sakka- ja lietealueilla pilaantuneisuustutkimuksia vuosina 2018 ja 2019.

Ramboll Oy:n tutkimuksissa 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 nikkelipitoisuudet (valtaosassa näytteitä) vaarallisen jätteen raja-arvot (Ni 380 mg/kg, Zn 1000 mg/kg). Liukoisuudet ovat pääsääntöisesti pieniä, eivätkä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot (Ni 40 mg/kg, Zn 200 mg/kg) ylity lukuun ottamatta liukoisen sulfaatin pitoisuutta. Sulfaatti esiintyy sakoissa kuitenkin pääasiassa CaSO4 muodossa, jolla ei ole asetuksen mukaisia vaaraominaisuuksia.

7 Salmisen nykytila

7.1 Yleistä

Seuraavassa kappaleessa esitetyt tiedot on laskettu tarkkailutulosten, Pöyryn tekemien tutkimusten, Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston, vuosina 2017 ja 2018 tehtyjen pohjatutkimusten sekä maaperätietojen pohjalta.

Taulukossa poistettavan pilaantuneen sedimentin määrä perustuu arvioon, jonka mukaan koko Salmisen alueelta poistettaisiin 0,2 metrin kerros pintasedimenttiä. Työteknisistä syistä ei ole mahdollista poistaa pelkästään pilaantunutta arviolta 2 cm:n sedimenttikerrosta.

Sekundääriliuotuskasan rakentamisen yhteydessä rakennettavan padon alueelta ja täyttöalueelta poistettavan sedimentin määrä, on suuntaa-antava ja perustuu pinta-alaan ja pohjatutkimusten tietoihin pehmeän sedimenttikerroksen paksuudesta.

Altaiden vesitilavuudet on laskettu pohjatutkimusten tietojen perusteella.

Sakka-alueiden valuma-alueet on arvioitu Terrafamen toimittamasta valuma-aluekartasta. Vedenlaatutiedot on koottu Hertta-vedenlaatujärjestelmän vuoden 2020 Salmisen tarkkailutuloksista.

7.2 Salminen

Kunnostettava järvi, Salminen, sijaitsee kaivospiirin pohjoisosassa kaivospiirin rajalla. Salminen sijaitsee osin kaivospiirin rajan ulkopuolella.

Salmisen veden laatua on seurattu vuodesta 2007 lähtien vuosittain osana Terrafamen kaivoksen pintavesien tarkkailua. Veden laadusta on laadittu vuosittain tarkkailuraportti, josta viimeisin on tehty vuoden 2019 tuloksista (Ramboll 2020). Vuonna 2020 Salmisen veden laatua on seurattu neljä kertaa (maalis-, kesä, elo- ja lokakuussa). Vuoden 2020 tulokset on otettu Hertta-vedenlaatutietojärjestelmässä.

Salmisen vesi on ollut vuodesta 2010 lähtien suolapitoisuudesta johtuen voimakkaasti kerrostunutta, mikä näkyy vedenlaatutuloksissa. Alusvedessä sähkönjohtavuus on huomattavan suuri, mutta myös päällysveden sähkönjohtavuus on suurempi kuin ennen kaivostoimintaa. Veden pH on matala, päällysvedessä 5,1-6,5 ja alusvedessä 4,1-4,2. Alusvesi on vuonna 2020 ollut hapetonta.

Sulfaatin (SO_4) pitoisuus on pienentynyt vuodesta 2013 vuoteen 2020 huomattavasti (240-4000 mg/l → 20-26 mg/l). Alusvedessä sulfaatin pitoisuus on edelleen korkea, vaikka sekin on pienentynyt vuodesta 2013 (9200-12000 mg/l→ 8300-9100 mg/l).

Myös metallipitoisuudet ovat pääosin pienentyneet vuoden 2013 jälkeen, mutta myös ne ovat edelleen korkeita. Alusvedessä kadmiumin pitoisuus ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristölaatunormin (0,28 µg/l). Myös nikkelin osalta alusvedessä ympäristölaatunormi (33 µg/l) ylittyi selvästi.

Liukoisen uraanin pitoisuus on pienentynyt huomattavasti vuodesta 2013 vuoteen 2020. Myös uraanin osalta pitoisuudet ovat olleet päällysvedessä selvästi pienempiä kuin alusvedessä. Suomessa ei ole käytössä ohjearvoa luonnonvesien uraanipitoisuudelle.

Salmisen vedenlaatutietoja vuodelta 2020 on esitetty alla olevassa taulukossa 7-1. Näiden tietojen perusteella Salmisen pintavedessä 1 m syvyydeltä otetuissa näytteissä alumiinipitoisuus on ajoittain ylittänyt ympäristöluparajan. Lisäksi pH-arvo on ajoittain ollut alle luparajan. Syvemmältä otetuissa näytteissä mm. mangaani, nikkeli, rauta, sinkki uraani ja sulfaatti ovat aiheuttaneet selviä ympäristöluparajojen ylityksiä.

Salminen

Alueen pinta-ala: 79 000 m^2

Valuma-alue: 1 340 ha

Lammen tilavuus
- 200 000 m^3

Puhdistettavan alusveden (6,5 m) laatu ja määrä
- Cd 1,1-1,5 µg/l
- Ni 4200-4700 µg/l
- Zn 630-710 µg/l
- määrä 85 000 m^3

Poistettavan pilaantuneen sedimentin määrä
- 15 000 m^3ktr

Poistettava sedimentti täyttöalueella
- 50 000 m^3ktr

Poistettava sedimentti padon alueella
- 8000 m^3ktr

Poistettavan sakkasedimentin laatu
- Ni 114 mg/kg,
- Zn 39 mg/kg
- U 128 mg/kg

Taulukko 7-1. Salmisen vedenlaatu.

Vedenlaatu, Salminen vuosi 2020(*				
Muuttuja	Yksikkö	Näytteenottosyvyys		
		1 m	3,5-3,7 m	6,4-6,5 m
Happi, liuk	mg/l	2,8-10	<0,2-9,6	<0,2
Hapen kyll.aste	kyll.%	27-70	<2-67	<2
Sähkönjohtavuus	mS/m	6,2-10	13-1200	1100-1200
pH		5,1-6,5	4,1-6,2	4,1-4,2
kok.N	µg/l	330-790		3700-3900
kok.P	µg/l	9,9-22		
Fe	µg/l	610-3400	2700-610000	570000-720000
Mn	µg/l	180-680	1400-340000	330000-400000
SO4	mg/l	20-26	41-8700	8300-9100
Al	µg/l	170-630	690-150000	150000-170000
As	µg/l	<0,2-0,33		ND-5,7
Sb	µg/l	<0,2		<0,2-0,44
Ba	µg/l	11-18		15-17
P	µg/l			23-65
Cd	µg/l	<0,03-0,033	0,035-1,5	1,1-1,5
Ca	mg/l	3,6-5,2	6,1-270	230-280
Co	µg/l	0,33-0,65		84-90
Cr	µg/l	0,54-0,77		3,4-6,1
Cu	µg/l	1-1,4		<3-0,69
Pb	µg/l	0,12-0,55		0,83-0,91
Mg	mg/l	2,4-2,8	4,9-700	590-820
Na	mg/l	4-7,4	9,1-1300	1200-1600
Ni	µg/l	5,1-11	13-4200	4200-4700
TOC	mg/l	10-39		30-33
S	µg/l	19-11000	21	2800000-3300000
Zn	µg/l	12-19	21-650	630-710
U	µg/l	<0,1-0,5	0,17-60	110-140

*) Neljän näytteenottokierroksen (23.3.2020, 16.6.2020, 6.8.2020, 5.10.2020) vedenlaadun vaihteluväli (Hertta-vedenlaatutietojärjestelmä)

Salmisen sedimentin laatua on tutkittu vuonna 2013 osana Talvivaara Sotkamo Oy:lle tehtyä laajempaa sedimenttitutkimusta (Pöyry Finland Oy, 16X154566, 3.7.2013).

Pintasedimentin vuoden 2013 pitoisuuksia on verrattu vuosien 2012 ja 1993 tuloksiin. Useimpien raskasmetallien pitoisuudet ovat alentuneet vuoden 2012 tasosta. Nikkelin pitoisuus on noussut, mutta se ei ole huomattavan korkea.

Taulukko 7-2. Alkuaineiden pitoisuuksia Salmisen pintasedimentissä. (Pöyry Finland Oy 2013)

Alkuainepitoisuudet Salmisen pintasedimentissä				
Alkuaine	Yksikkö	02/2013	09/2012	1993
		0-2 cm	0-2 cm	k.a. 0-9 cm
As	mg/kg	4	8	2,4
Cd	mg/kg	0,23	0,79	0,75
Co	mg/kg	2,5	5,5	3
Cu	mg/kg	58,0	39	29,0
Ni	mg/kg	114	24	9
Zn	mg/kg	39	101	50
Fe	mg/kg	173000	42500	10119
Mn	mg/kg	6790	951	208
Al	mg/kg	49200	10400	
Pb	mg/kg	15	37	50
Hg	mg/kg	0,036	0	0
U	mg/kg	128	1	
S	mg/kg	91700	51400	
Ca	mg/kg	5860	11100	
Na	mg/kg	30900	58000	
F	mg/kg	<10000		

8 Kunnostuksen tavoitepitoisuuksien määrittäminen

8.1 Yleistä

Sakka-alueiden kunnostuksen tavoitepitoisuuksia määritettäessä kohdetta tarkasteltiin kevään 2020 yleissuunnitelmassa osa-aluekohtaisesti huomioiden sen sijainti kaivosalueella sekä tuleva käyttö. Salmisen alueen ominaisuudet ja sijainti huomioiden Hauki- ja Kärsälammen alueelle määriteltyjä tavoitepitoisuuksia voidaan hyödyntää myös Salmisen alueella.

Tavoitepitoisuudet on määritetty maaperälle (pintasedimentti) ja pintavedelle. Pohjavedelle ei ole määritetty erillistä tavoitepitoisuutta, koska alueella ei juuri muodostu pohjavettä, alueen pohjavettä ei käytetä ja toisaalta maaperän ja pintaveden tavoitepitoisuuksien saavuttaminen edistää myös pohjaveden parempaa laatua.

Tavoitepitoisuudet on määritetty sakassa korkeimpana pitoisuutena havaituille raskasmetalleille, eli nikkelille ja sinkille. Lisäksi tavoitepitoisuus on määritetty Säteilyturvakeskuksen erityisessä seurannassa olevalle uraanille ja pintaveden osalta sulfaatille. Koska kunnostus perustuu alueille kertyneen veden sekä sakan ja pilaantuneen pintamaan poistoon, näiden merkkiaineiden tavoitepitoisuuksien saavuttamisen arvioidaan johtavan myös muiden, sakassa ja sen alapuolisessa pohjamaassa pienempinä pitoisuuksina havaittujen haitta-aineiden turvallisiin tasoihin. (Pöyry Finland Oy, 2020)

8.2 Kunnostuksen jälkeinen tilanne

Tavoitepitoisuuksia määritettäessä tarkasteltiin alueen kunnostuksen jälkeistä tavoitetilannetta, jolloin pitoisuustasojen tulee olla määritettyjen tavoitepitoisuuksien tasolla. Kunnostuksen jälkeisen tilanteen ja alueen käytön osalta on tehty seuraavissa kappaleissa esitettyjä päätelmiä ja oletuksia.

Salminen sijoittuu pohjoisosaan kaivospiirin rajalle. Kunnostettavan alueen laajuus, mille jäännöspitoisuutta voi pintamaahan jäädä, on tällä osa-alueella kaikkiaan noin 85 000 m².

Salminen on järvi, jonka veden syvyys on keskimäärin arvioilta 2,5 m. Suurin vesisyvyys on noin kahdeksan metriä. Haukilampi-Kärsälampi alueen vedet virtaavat pohjoiseen Salmiseen ja siitä edelleen kohti Kolmisoppea ja Jormasjärveä. Kärsälammen ja Salmisen alueelle tullaan rakentamaan sekundäärinen liuotusalue, missä yhteydessä lampien kuivatus on tarpeellista. Siitä huolimatta alue on tavoitteena kunnostaa luonnontilaista vastaavaan tilaan.

Liejukerros (ns. pehmeä massa) Salmisen pohjalla on tällä hetkellä noin keskimäärin 1,9 m vahvuinen. Ohut, arviolta noin 2 cm vahvuinen sedimentin pintakerros on sakkaa, loppuosa luonnontilaista lammen pohjalle kertynyttä liejua. Kunnostuksella poistetaan pilaantunut sakkakerros koko lammen alueelta. Pehmeän kerroksen alapuolella on vaihtelevasti hiekkaa, moreenia ja paikoin soraa. Kaivospiirin rajan pohjoispuolella pehmeän kerroksen alapuolella on paikoin savea.

Salmisen ranta-alueiden maaperä koostuu turpeesta ja sen alapuolisesta ohuesta moreenikerroksesta. Turvekerroksen vahvuus on Salmisen ranta-alueella tehtyjen kairausten perusteella ohuehko, noin 1-3,5 m vahvuinen. Turpeen alapuolella on moreenia. Kallio on paikoin maan pinnassa tai lähellä maan pintaa. Pohjavesipinta on myös tällä osa-alueella lähellä maanpintaa, noin 0,2-0,5 m syvyydellä. Pohjaveden virtaus suuntautuu karttatarkastelun perusteella luoteeseen - pohjoiseen.

8.3 Alueelta pois johdettavan pintaveden tavoitepitoisuudet

Alueelta johdettavalle pintavedelle esitetyt tavoitepitoisuudet kuvaavat keskimääräisiä pitoisuustasoja, jotka tulee saavuttaa kunnostettavien alueiden lammista lähtevälle vedelle pidemmällä aikavälillä kunnostuksen jälkeen, jotta lampien vedet voidaan johtaa ympäristöön käsittelemättä. Yksittäisissä näytteissä pitoisuudet voivat olla hetkellisesti tavoitepitoisuuksia korkeampia. Lisäksi kaivospiirin sisälle sijoittuvissa kunnostettavien alueiden lammissa pitoisuudet voivat olla tätä korkeammat.

Pitoisuudet määritettiin tasolle, josta ei arvioida aiheutuvan haittaa paikallisessa vesiympäristössä. Raskasmetallien luontaiset taustapitoisuudet ovat olleet ennen kaivostoimintaa keskimääräistä korkeampia malmivyöhykkeen vesistöissä ja vesieliöt ovat näillä alueilla sopeutuneet korkeampaan luontaiseen tasoon. Tavoitepitoisuudet on määritetty luontaiset taustapitoisuudet huomioiden.

Aikaisemman kunnostussuunnitelman (Pöyry Finland Oy, 2020) mukaisesti kaivospiirin länsiosaan määritetyt tavoitepitoisuudet tulee saavuttaa Haukilammesta ja Kärsälammesta sekä tässä kunnostussuunnitelmassa Salmisesta purkautuvalle vedelle.

Pintaveden tavoitepitoisuudet on määritetty asiantuntija-arviona ottaen huomioon:

- Pintaveden keskimääräinen laatu kaivosaluetta ympäröivissä tarkkailupisteissä, joiden vesi voidaan johtaa sellaisenaan ympäristöön. Keskiarvoa laskettaessa analyysitarkkuusrajan alittavat pitoisuudet on laskettu analyysitarkkuusrajan puolikkaana.
- Nikkelin luontainen taustapitoisuus (7,6 µg/l liukoinen nikkeli) ennen kaivostoimintaa ja sen perusteella määritetty asetuksen 868/2010 mukainen ympäristölaatunormi 27,6 µg/l (EQSAA + tausta) (Ramboll, 2015).
- Kanadalaiset vesistöjen ympäristölaatunormit (British Columbia Ministry of Environment 2016 ja Canadian Council of Ministers of the Environment 2016),

joita yleisesti sovelletaan haitta-aineille, joiden pitoisuuksille vesistöissä ei ole Suomessa määritetty haitatonta tasoa.

- Kaivoksen ympäristöluvassa 43/2015/1 määritetyt päästöraja-arvot.

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 8-1) on eritelty kunnostetuilta alueilta ympäristöön johdettavan pintaveden pitkän aikavälin tavoitepitoisuudet määritysperusteineen.

Taulukko 8-1. Pintavesille määritetyt tavoitepitoisuudet kaivospiirin länsiosalla

Haitta-aineen tavoitepitoisuus kokonaispitoisuutena	Keskimääräinen pitoisuustaso ympäristönäytepisteissä	Kanadalaiset vesistöjen ympäristölaatunormit	Perustelu
Ni (µg/l)	Ni (µg/l)	Ni (µg/l)	
30	12	25-150	Ympäristölaatunormi 27,6 µg/l liukoisena nikkelinä.
Zn (µg/l)	Zn (µg/l)	Zn (µg/l)	
200	14	7,5-187*	Luparaja (ympäristölupa Nro 43/2015/1) sinkkipäästöille pintaveteen 500 µg/l. Kanadalaisen vesistölaatunormin perusteella haitaton taso.
SO_4 (mg/l)	SO_4 (mg/l)	SO_4 (mg/l)	
100	33	128-429*	Lupapäätöksen Nro 43/2015/1 lupamääräyksen 5 mukainen taso käänteisosmoosilaitokselta suoraan vesistöön johdettavien päästöjen sulfaattipitoisuudelle. Vesiympäristölle haitattomaksi määritetty sulfaattipitoisuus 128 mg/l.
U (µg/l)	U (µg/l)	U (µg/l)	
5	0,162	15	Luparaja (ympäristölupa nro 43/2015/1) uraanipäästöille pintaveteen, Kanadalaisen vesistölaatunormin perusteella vesiympäristölle haitaton pitoisuustaso. Alueen luontainen taustapitoisuus korkeimmillaan tasolla 5 µg/l

8.4 Maaperän tavoitepitoisuuksien määritys

8.4.1 Lähestymistapa

Kunnostuksessa tavoitteena on puhdistaa järven alusvesi, ja poistaa kaikki sakat Salmisen vesi- ja ranta-alueilta sille tasolle, että maan pintakerrokseen jäävien tavoitepitoisuuksien arvioidaan olevan ympäristölle haitattomia.

Vesi- ja ranta-alueille jäävistä haitta-aineista saattaisi aiheutua ympäristöriski, mikäli ne voivat kulkeutua laajemmalle ja siten pilata maaperää, pohjavettä, ulkoilmaa tai pintavesiä. Ekologinen riski on mahdollinen, mikäli kasveille tai eläimille aiheutuu haittavaikutuksia altistuksesta suoraan pilaantuneisuuteen tai siitä levinneeseen pitoisuuteen. Vastaavasti, jotta yhdisteistä aiheutuisi terveysriski, tulisi ihmisten altistua haitta-aineille suoraan pilaantuneen maan tai siitä pintaveteen, pohjaveteen tai hengitysilmaan päätyneille pitoisuuksille siinä määrin, että se voisi olla terveydelle haitallista. Kunnostuskohde sijoittuu kokonaisuudessaan kaivospiirin alueelle, missä

kulkeminen on rajoitettua, jolloin terveysriski voisi aiheutua vasta varsin korkeilla pitoisuustasoilla.

Kunnostuksen tavoitepitoisuuksia määritettiin kevään 2020 yleissuunnitelmassa. Maaperän tavoitepitoisuuksien määrityksessä hyödynnettiin erilaisia pilaantuneisuuden viitearvoja, alueella havaittuja pitoisuuksia sekä yleispiirteistä kulkeutumisriskinarviointia osa-alueittain. Lähtökohtaisesti tavoitteena on kunnostaa Salmisen alue sille tasolle, ettei alueelta pääse kulkeutumaan pintavesiin liian korkeita pitoisuuksia. Riskinarviointiohjelmat lähtökohtaisesti yliarvioivat haitta-aineiden kulkeutumista, jotta arvioissa pysytään turvallisella tasolla. Tämä voi johtaa kohtuuttoman mataliin tavoitepitoisuustasoihin ja näin ollen laskentaa sovellettiin tavoitepitoisuuksien määrittelyssä yhdessä viitearvojen ja alueen taustapitoisuustiedon kanssa.

Kulkeutumista kuvaavia laskentoja tehtiin eri pitoisuustasoilla. Laskennassa hyödynnettiin nikkelille ja sinkille Caltox- riskinarviointiohjelmaa, jolla voidaan samanaikaisesti tarkastella haitta-aineen jakautumista ympäristön eri osa-alueisiin. Laskentaohjelma huomioi haitta-aineen päätymisen maaperän eri kerroksiin, pintaveteen, sedimenttiin, pohjaveteen, kasvillisuuteen sekä ilmakehään. Tarkastelussa keskityttiin lähinnä haitta-aineiden mahdolliseen kulkeutumiseen pinta- ja pohjavesiin, joiden välityksellä kulkeutuminen alueen ulkopuolelle voisi olla mahdollista. Tarkasteltavien haitta-aineiden haihtuvuus on vähäinen, eikä ulkoilmaan päätyminen ole siten määräävä kulkeutumisreitti tavoitepitoisuutta asetettaessa. Kasvillisuuteen mahdollisesti päätyvillä pitoisuuksilla ei ole merkitystä kulkeutumisen kannalta.

Uraanin kulkeutumista määritettiin laskennallisesti yksinkertaisia yhtälöitä hyödyntäen. Yhtälöillä tarkasteltaessa laskenta keskittyy aina yksittäiseen kulkeutumisreittiin, eikä jakautumista eri reittien kesken saada huomioiduksi. Laskentaa voidaankin pitää suuntaa-antavana arviona, joka yliarvio kulkeutuvia pitoisuuksia, mutta toimii tukena viitearvojen ja alueen luontaisten taustapitoisuuksien kanssa. Pitoisuutta huokosvedessä arvioitiin yhtälöllä:

$$Cw=Cs/Kd$$

missä Cw = pitoisuus huokosvedessä (mg/l)

Cs = pitoisuus maaperässä (mg/kg)

Kd = kohde- ja ainekohtainen maa-vesi-jakautumiskerroin (l/kg)

Pohjaveteen kulkeutumista arvioitiin yhtälöllä:

$$Cgw=Cw/DFgw$$

missä Cgw = pitoisuus pohjavedessä (mg/l)

Cw = pitoisuus huokosvedessä (mg/l)

DWgw = laimenemiskerroin huokosveden ja pohjaveden välillä, joka voidaan laskea kaavalla

"DWgw = " $(Lgw\times I)/(vgw\times dmin+(Lgw+X)\times I)$

missä Lgw = pilaantuneen alueen pituus pohjaveden virtaussuunnassa (m)

I = pohjaveteen imeytyvän veden määrä (m/a)

vgw = pohjaveden virtausnopeus (m/a)

dmix = sekoittumiskerroksen paksuus pohjavedessä (m)

X = etäisyys pilaantuneen alueen reunasta tarkkailupisteeseen (m)

Kunnostuksen tavoitepitoisuudet on esitetty huomioiden kulkeutumisriskinarvioinnin tulokset, haitta-ainekohtaiset viitearvot, alueelta pois johdettavalle pintavedelle esitetyt tavoitetasot sekä taustapitoisuudet. Kunnostuksen tavoitepitoisuudet on pyritty osoittamaan korkeimmalle tasolle, joka arvioidaan kohteessa haitattomaksi. (Pöyry Finland Oy 2020)

8.4.2 Arvioinnissa hyödynnetyt viitearvot

Arvioinnissa on hyödynnetty ympäristöhallinnon ohjetta 23/2007 maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteista, ympäristöhallinnon ohjetta 2/2007 maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista sekä ympäristöhallinnon ohjetta 6/2014 pilaantuneen maa-alueen riskinarvioinnista ja kestävästä riskin hallinnasta.

Nikkelille ja sinkille tavoitepitoisuuksien määrityksessä huomioitiin Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (Vna 214/2007) sekä sen määritysperusteet, alueella luontaisesti havaitut taustapitoisuudet ennen kaivostoimintaa tehtyjen tutkimusten ja GTK:n taustapitoisuus aineiston mukaisina (). Lisäksi huomioitiin GTK:n aineistoon perustuva suurin suositeltu taustapitoisuus (SSTP). Pintaveden osalta huomioitiin kohdan 8.3 taulukossa (Taulukko 8-1) esitetyt tavoitepitoisuudet perusteluineen.

Taulukko 8-2. Maaperän pilaantuneisuuden kynnys- ja ohjearvot sekä alueen taustapitoisuuksia nikkelille ja sinkille.

	Maaperä (mg/kg)		Selite
	Nikkeli	Sinkki	
Vna 214/2007			
Luontainen pitoisuus	17 (3-100)	31 (8-110)	
Kynnysarvo	50	200	Kynnysarvon ylittyessä maaperän pilaantuneisuus arvioita
Alempi ohjearvo	100	250	Yleisesti sovelletaan asuinkäytössä oleville alueille
Ylempi ohjearvo	150	400	Ylesesti sovelletaan teollisuusalueille
YM 6/2014 maaperän ohjearvojen määritysperusteet			
SVP	0,26	16	Suurin eliöille haitaton pitoisuus
SVP_{pv}	40	3000	Terveysperusteinen viitearvo juomavetenä käytettävälle pohjavedelle
SHP_{eko}	65	210	Suurin yleisesti hyväksyttävä ekologinen riski (vastaa HC_{50} arvoa)
SHP_{terv}	1190	>10 000	Terveysperusteinen viitearvo alemman ohjearvon määrityksessä
$SHPT_{eko}$	120	340	Ekologinen viitearvo ylemmän ohjearvon määrityksessä (arvio)
$SHPT_{terv}$	4960	>10 000	Terveysperusteinen viitearvo ylemmän ohjearvon määrityksessä
GTK Maaperän taustapitoisuudet (TAPIR)			
Keskiarvo	21	30	
Maksimi	150	239	
SSTP	44	71	
Tutkimukset alueella LVT 2005			
Keskiarvo	14	31	
Mimimi	6,8	11	
Maksimi	19	50	

Alueen kunnostuksessa ei ole mahdollista pyrkiä luontaisia taustapitoisuuksia matalammalle tasolle, vaikka se riskiperusteisesti osoittautuisi aiheelliseksi. Kunnostustavoitteiden asettamista Vna 214/2007 mukaisia kynnysarvoja tai merkittävästi asuinalueille määritettyjä alempia ohjearvoja pienemmiksi ei myöskään voida pitää järkevänä lähestymistapana. Kaivostoiminta jatkuu ja heti kunnostuksen

jälkeen otetaan rakentamiskäyttöön (SEK 5-8) yli puolet Salmisesta. Toisaalta jäännöspitoisuuksien sijoittuminen osin pintaveden alapuoliseen maahan voi edellyttää teollisuusalueella yleisesti sovellettavia tavoitepitoisuuksia matalampia pitoisuustasoja. Ohjearvoja ei ole tarkoitettu sellaisenaan veden alapuolelle jäävän maan tai sedimentin pilaantuneisuuden arviointiin.(Pöyry Finland Oy 2020)

Uraanille ei ole määritetty Vna 214/2007 mukaisia kynnys- tai ohjearvoja eikä siitä ole käytettävissä GTK:n tiedostoissa yhtä kattavaa taustapitoisuusaineistoa alueen maaperässä kuin sinkistä ja nikkelistä. Vuosina 2010 ja 2011 STUK on laatinut alueen ympäristön radiologisen taustapitoisuusselvityksen (STUK, 2012), jossa on selvitetty alueen ympäristönäytteiden radioaktiivisuutta. Maanäytteissä uraanin radioaktiivisuustaso jäi alle mittalaitteen määritysrajan. Uraanin taustapitoisuutta on arvioitu GTK:n aineiston ja STUK:n selvitysten pohjalta. Taustapitoisuuksia on esitetty alla olevassa taulukossa (

Taulukko 8-3).

Taulukko 8-3. Taustapitoisuuksia uraanille.

	Pitoisuus mg/kg
Terrafamen malmi	15-20
Suomen kallioperä keskimäärin	4,0
Suurin Terrafamen sivukivestä analysoitu pitoisuus	7,4

8.4.3 Laskennan lähtötietojen määrittäminen

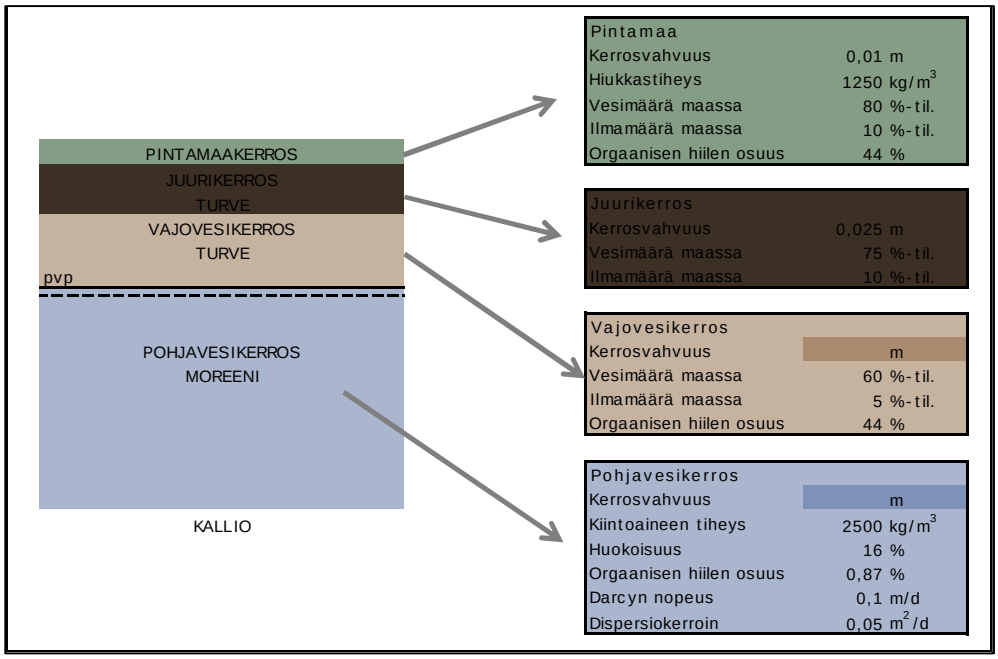
Osa maaperän tavoitepitoisuuksien laskennassa käytetyistä lähtötiedoista on osa-aluekohtaisia ja osa yhteisiä koko kaivosalueelle. Taulukossa 8-4 on listattu koko kaivosalueelle yhteisesti määritetyt alueen ilmasto- ja hydrologisia olosuhteita kuvaavat lähtötiedot. Kuvassa 6 on esitetty maaperän eri kerrosten ominaisuuksia kuvaavat lähtötiedot, jotka ovat koko kaivosalueella samat. Kuvassa 7 on pintaveden ja sedimentin ominaisuuksia kuvaavat lähtötiedot, jotka on määritetty yhteneviksi kaikilla tarkastelluilla osa-alueilla. Osa-alueittain vaihtelevat lähtötiedot on eritelty taulukossa. (Taulukko 8-4).

Maaperän kerroksia kuvattaessa pintamaa-, juuri- ja vajovesikerros määritettiin turpeeksi ja pohjavesikerros moreeniksi. Pohjavesipinta asettuu laskennallisesti turpeen ja moreenin rajalle, vaikka todellisuudessa se on lähellä maanpintaa turvekerroksessa. Määrittämällä turvekerros todellisuutta vastaavan vahvuisena saadaan maan vesivarastotilavuus määritettyä oikein. Ohjelma laskee veden virtauksen pintakerroksissa vertikaalisena ja pohjavesikerroksessa horisontaalisena, mikä vastaa riittävällä tarkkuudella maaperän veden käyttäytymistä turpeessa ja moreenissa. Laskennassa on huomioitu myös järven pohjasedimentti.

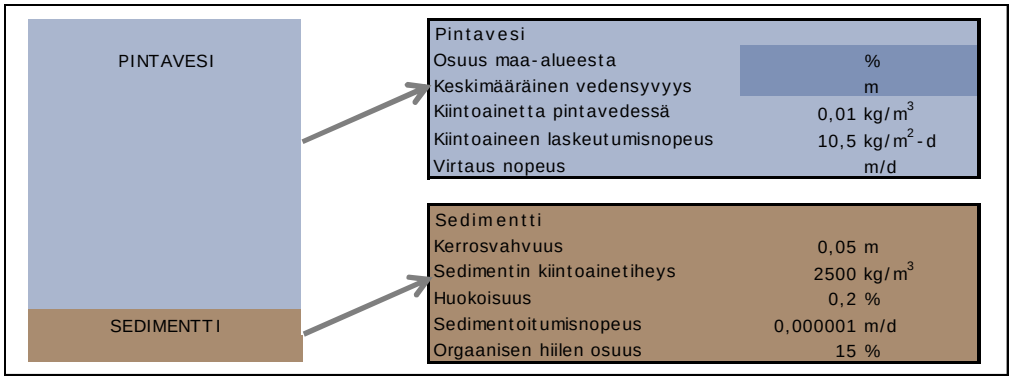
Tavoitepitoisuuksia laskettaessa jäännöspilaantuneisuuden oletetaan ulottuvan tarkasteltavan osa-alueen koko laajuudelle 2,5 cm vahvuisena kerroksena. Laskennassa jäännöspitoisuus määritettiin juurikerrokseen, mistä se voi kulkeutua pintamaahan ja siitä ilmakehään tai kasvillisuuteen, vajovesikerrokseen ja siitä edelleen pohjaveteen sekä pintaveteen ja sedimenttiin. Todellisuudessa jäännöspitoisuutta tulee paikoitellen jäämään vahvempi kerros ja paikoitelleen pitoisuudet pintamaassa jäävät tavoitetasoa pienemmiksi. Vajovesikerros ja pohjavesi oletettiin laskennan lähtötilanteessa puhtaiksi.

Taulukko 8-4. Ilmasto- ja hydrologisia olosuhteita kuvaavat lähtötiedot ja niiden määritys perusteet.

Hydrologiset lähtötiedot	Malliin määritetty	Valintaperuste
Sadanta	700 mm/a	Arvio, Kajaanin sadanta v. 1961-2010 keskim. 598,1 mm/a, ja Vieremän 720 mm/a
Pintavesivirtaus alueelle	0 l/s	Vedenjakaja-alueella, ei merkittävää alueelle tulevaa virtausta
Pintavalunta	13,8 l/s-km²	Alueen vesitaseeseen perustuva arvio
Suotautuminen pohjavedeksi	70 mm/a	Maalajien (Tv ja Mr) perusteella arvioitu osuus sadannasta
Haihdunta pintavedestä	440 mm/1	Astiahaihdunta Ruukin 420 mm/a ja Maaningan 465 mm/a tarkkailuasemilla v. 1971-2000
Lämpötila	1,8 °C	Kajaanin, lämpötila keskim. V. 1961-2010
Keskimääräinen tuulen nopeus	2,7 m/s	Sotkamon Kuolaniemen sääasema, vuosien 2015-2017 k.a.



Kuva 6. Maaperän eri kerrosten ominaisuuksia kuvaavat tavoitepitoisuuksien laskennassa käytetyt lähtötiedot.



Kuva 7. Pintaveden ja sedimentin ominaisuuksia kuvaavat tavoitepitoisuuksien laskennassa käytetyt lähtötiedot.

Taulukko 8-5.Osa-alueittain vaihtelevat maaperän ja pintaveden ominaisuudet.

		Haukilampi-Kärsälampi	Lumela-Urkki-Kortelampi-Sakka-altaat	Pohjoinen Kuusilampi-Härkälampi	Eteläinen Kuusilampi-Tammalampi	Salminen
Alueen kokonaispinta-ala	m^2	406 800	773 900	82 100	164 500	79 000
Vajovesikerros						
Kerrosvahvuus	m	1	4	1	2	1
Pohjavesikerros						
Kerrosvahvuus	m	1,5	4	1	1,5	1,5
Pintavesi						
Vesialueen pinta-ala	m^2	47 000	225 000	63 100		79000
Osuus maa-alueesta	%	12 %	29 %	77 %		100 %
Keskimääräinen vedensyvyys	m	2	2	2,3		2,5
Vesitilavuus	m^3	94000	450000	145130		200000

Raskasmetalleja (nikkeli ja sinkki) kuvaaville lähtötiedoille käytettiin Caltox-ohjelman oletusarvoja. Myös kasvillisuus on kuvattu käyttäen ohjelman oletusarvoja, koska tarkempia kohdekohtaisia ominaisuuksia ei ole tiedossa. Vastaavasti pölyn kulkeutumiseen vaikuttavat lähtötiedot määritettiin ohjelman oletusarvojen mukaisina. Alueen haitta-aineiden osalta ilmakehään päätyminen ei ole merkittävä kulkeutumisreitti. Uraanin osalta kasvillisuutta tai ilmakehää ei ole huomioitu laskennassa.

Caltox-ohjelma kalibroitiin osa-alueittain siten, että laskennalliset pitoisuudet pintamaassa, pohjavedessä ja vesistössä vastaavat alueella luontaisesti havaittuja pitoisuustasoja. Kalibroinnissa alueen maaperä-, pohjavesi ja pintavesiolosuhteita kuvaavia lähtötietoja täsmennettiin.

Uraanin kulkeutumiseen vaikuttava maa-vesi jakautumiskerroin (Kd) määritettiin kirjallisuuden perusteella (Sheppard, S, et. al, 2011 ja Sheppard, S, et. al, 2009), ottaen huomioon alueen kallioperässä ja pohjavedessä havaitut uraanipitoisuudet. Kertoimen suuruusluokka riippuu voimakkaasti maaperän ominaisuuksista, kuten pH:sta, orgaanisen aineksen määrästä ja hienoaineen määrästä ja kertoimina Turpeelle on toisaalla määritetty maa-vesi jakautumiskertoimia välillä 1 500 – 15 000 l/kg. Mitä suurempi kerroin on, sitä niukkaliukoisempi yhdiste on kyseessä. Suppean kohdekohtaisen aineiston perusteella alueen pohja- ja pintavesissä havaitut pitoisuudet vastasivat laskennallisesti parhaiten maa-vesi jakautumiskerrointa 2 700 l/kg. Tavoitepitoisuuksien määritystä tukevat laskelmat tehtiin kertoimella 2 500 l/kg. (Pöyry Finland Oy 2020)

8.4.4 Nikkelin tavoitepitoisuuksien määritys

Verrattaessa pintamaasta pintavesiin laskennallisesti kulkeutuvia pitoisuuksia, tulisi maaperän kunnostaa alueen länsiosassa tasolle 30 mg/kg (Taulukko 8-6), jotta alueelta pois johdettavalle pintavedelle asetettu tavoitepitoisuus voitaisiin saavuttaa. Se olisi ennen kaivostoimintaa havaittuihin maaperän pitoisuuksiin verrattuna korkeampi, mutta esimerkiksi GTK:n taustapitoisuusaineiston mukaista suurinta sallittua taustapitoisuutta (SSTP) ja Vna 214/2007 mukaista kynnysarvotasoa matalampi pitoisuustaso. Kunnostamista kynnysarvotasolle tai sen alle ei voida pitää järkevänä lähestymistapana. Alueen teollinen toiminta ja siitä ympäristöön edelleen aiheutuvat päästöt huomioiden kunnostustavoitteeksi alueen länsiosaan esitetään alempaa ohjearvoa 100 mg/kg. Tällöin pitoisuudet pintavedessä olisivat laskennallisesti tasolla 90–100 µg/l, mutta käytännössä jäisivät todennäköisesti tätä pienemmäksi. Alueelta purkautuvien vesien käsittelyyn on kuitenkin syytä varautua. (Pöyry Finland Oy 2020)

Taulukko 8-6.Nikkelin laskennalliset pitoisuudet Kärsälampi-Haukilampi alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
		10	30	50	100	150	13
Ulkoilma	mg/m³	0	0	0	0	0	0
Kasvillisuus	mg/kg	1,78	5,33	8,88	17,76	26,64	2,31
Pintamaa	mg/kg	0,18	0,54	0,89	1,78	2,68	0,23
Juurikerros	mg/kg	0,21	0,64	1,07	2,13	3,2	0,28
Vajovesikerros	mg/kg	0,02	0,05	0,08	0,16	0,24	0,02
Pohjavesi	mg/l	0,02	0,07	0,11	0,23	0,34	0,03
Pintavesi	mg/l	0,01	0,03	0,06	0,11	0,17	0,01
Sedimentti	mg/kg	0,27	0,82	1,36	2,72	4,09	0,35

Koska Salminen on osa Kärsälampi-Haukilampi -reittiä, sovelletaan Salmisen alueella kaivospiirin länsiosan tavoitepitoisuuksia.

8.4.5 Sinkin tavoitepitoisuuksien määritys

Sinkille vesiympäristön kannalta haitattomaksi tasoksi alueen länsiosaan on määritetty 200 µg/l. Tämä ylittyisi alueen pintavesissä laskennallisesti kynnysarvotasoisella tai tätä pienemmällä pitoisuudella (Taulukko 8-7). Vna 214/2017 mukaisella alemmalla ohjearvotasolla 250 mg/kg pintaveden laskennallinen pitoisuus ylittää hiven sille määritetyn tavoitetason, mutta huomioitaessa laskennan konservatiivisuus, pitoisuus pintavedessä jäisi todennäköisesti tavoitetasoa pienemmäksi. Alueen länsiosassa kunnostuksen tavoitetasoksi sinkille esitetään alempaa ohjearvoa 250 mg/kg, millä arvioidaan saavutettavan riittävä hyvä pintaveden laatu. Tavoitetaso vastaa korkeimpia alueen maaperässä havaittuja sinkkipitoisuuksia.

Taulukko 8-7. Sinkin laskennalliset pitoisuudet Kärsälampi-Haukilampi alueella.

		Tavoitepitoisuus pintamaassa (mg/kg)					
		30	100	200	250	400	180
Ulkoilma	mg/m³	0	0	0	0	0	0
Kasvillisuus	mg/kg	5,81	19,38	38,76	48,45	77,52	34,88
Pintamaa	mg/kg	0,68	2,26	4,51	5,64	9,03	4,06
Juurikerros	mg/kg	0,79	2,65	5,3	6,62	10,59	4,77
Vajovesikerros	mg/kg	0,05	0,15	0,31	0,39	0,62	0,28
Pohjavesi	mg/l	0,07	0,22	0,45	0,56	0,9	0,4
Pintavesi	mg/l	0,04	0,12	0,25	0,31	0,49	0,22
Sedimentti	mg/kg	1,04	3,47	6,93	8,66	13,86	6,24

8.4.6 Uraanin tavoitepitoisuuksien määritys

Uraanin tavoitepitoisuudeksi pintavedelle, jotta vesiä voidaan johtaa sellaisenaan turvallisesti ympäristöön, on määritetty 5 µg/l alueen länsiosaan. Maaperän tavoitepitoisuuksia on laskettu kappaleessa 8.4.1 esitetyillä kaavoilla olettaen pohjaveteen päätyvän pitoisuuden vastaavan pitoisuutta pintavedessä. Laskenta on suuntaa-antava varmistus tavoitepitoisuuden soveltuvuuden todentamiseksi. Taulukossa 8-8 on esitetty maaperän pitoisuudet, joilla laskennalliset pitoisuudet huokosvedessä ja pohjavedessä vastaisivat pintavedelle määritettyä tavoitepitoisuustasoa. Riskiperusteisesti Kärsälampi-Haukilampi alueelle maaperän tavoitepitoisuudeksi riittäisi 34 mg/kg.

Taulukko 8-8. Laskennalliset uraanipitoisuudet huokosvedessä ja pohjavedessä maa-vesi jakautumiskertoimelle 2500 l/s.

	Laskennalliset pitoisuudet (K_d 2500 l/kg)		
	Pintamaassa mg/kg	Huokosvedessä µg/l	Pohjavedessä µg/l
	12,5	5	
Kärsälampi-Haukilampi	34	13,6	4,97

Tavoitepitoisuuksien asettamista malmissa havaittua pitoisuustasoa korkeammaksi ei nähdä järkeväksi. Alueen länsiosaan esitetään maaperän kunnostukselle uraanin tavoitepitoisuutta 7,5 mg/kg.

Nikkelin osalta kunnostuksessa tavoitteena on alittaa alueen maaperässä havaittu suurin taustapitoisuus 150 mg/kg, mikä vastaa Vna 214/2007 mukaista ylempää ohjearvoa. Maa-ainekset, joissa tavoitepitoisuus alittuu, voitaneen sijoittaa toisaalle kaivosalueella, mutta niitä ei tule kuljettaa kaivospiirin ulkopuolelle. Massojen sijoittamiselle ja hyötykäyttöön alueella tulee kuitenkin hakea lupa.

Myös sinkille kunnostuksessa tavoitteena on alittaa alueen maaperässä havaittu suurin taustapitoisuus 239 mg/kg, minkä perusteella tavoitepitoisuudeksi on määritetty Vna 21472007 mukainen sinkin alempi ohjearvo 250 mg/kg. Tavoitepitoisuuden alittavia massoja voidaan hyödyntää alueella, mutta niitä ei saa kuljettaa kaivopiirin ulkopuolelle.

Uraanipitoisuuksia ei ole määritetty alueen maaperästä ennen kaivostoimintaa. Malmin uraanipitoisuus on likimain tasolla 17 mg/kg ja sivukivestä on analysoitu uraanipitoisuuksia tasolla <5…7,4 mg/kg. Uraanille ei myöskään ole lainsäädännössä annettu kunnostuksen maaperän kunnostuksen tavoitepitoisuustasoja.

8.5 Terveysriskinarvio

Kunnostuskohde sijoittuu pääosin kaivospiirin alueelle, missä vapaa kulkeminen on rajoitettua. Alueella ei ulkoilla eikä sieltä kerätä luonnontuotteita. Pintavesissä ei harrasteta uimista eikä kalastusta. Pohja- tai pintavettä ei hyödynnetä talous- eikä kasteluvetenä. Näin ollen alueen maaperään, pohjaveteen tai pintaveteen kunnostuksen jälkeen jäävistä pitoisuuksista ei todellisuudessa aiheudu ihmisiin kohdistuvaa terveysriskiä.

Pintamaahan jäävän nikkelin ja sinkin osalta terveysriskiä on tarkasteltu laskennallisesti yleispiirteisenä kvantitatiivisena riskitarkasteluna käyttäen Caltox-laskentaohjelmaa. Laskennassa on oletettu, että kunnostetut alueet rajattaisi kaivospiirin ulkopuolelle ja niille olisi ulkopuolisilla vapaa pääsy. Alueilla olisi mahdollista ulkoilla, poimia marjoja,

kalastaa ja uida, joten mahdollisina altistusreitteinä on huomioitu ulkoilman hengittäminen, pintaveden juominen, marjojen syöminen, maansyöminen sekä altistus ihonvälityksellä uidessa ja maata koskettaessa. Taulukossa 8-9 on esitetty altistusta kuvaavat kohteessa merkittävät laskennan lähtötiedot.

Taulukko 8-9. Altistusta kuvaavat lähtötiedot.

Altistusreittiä kuvaava muuttuja	Yksikkö	Arvio	Perustelu
Veden juominen	l/kg-d	0,00044	10 l vuodessa alueen vettä juotuna
Hedelmien ja kasvisten syöminen	kg/kg-d	0,0049	300 g/d, mikä suomalaisten keskim. kasvisten syöntimäärä
Kalan syöminen	kg/kg-d	0,000177	Ohjelman oletusarvo
Maan syöminen	kg/d	0,00000035	
Pintaveden osuus käytetystä vedestä		0	
Pohjaveden osuus käytetystä vedestä		1	
Pitoisuuksille altistuneiden kasvisten ja hedelmien osuus		0,5	Arvio, puolet alueen marjoistaaltistuneet jäännöspitoisuudelle
Paikallisten kasvisten ja hedelmien osuus		0,072	Luonnonmarjojen syöntimäärä Suomessa on keskimäärin 8 kg/a
Paikallisen kalan osuus		0,5	Oletus, että puolet kalasta ts. 2 kg/a alueen iärvistä
Oleskelu ulkoilmassa	h/d	0,15	Vastaa n. 55 h/a
Altistuskerrat maa-ainekselle	d/y	30	Maksimiarvio alueella retkeilystä
Uintikerrat	d/y	5	Arvio (uintikerta 0,5 h)

Laskennallisesti nikkelille 12–17 mg/kg pitoisuus pintamaassa olisi turvallisella tasolla, josta ei aiheudu kohonnutta riskiä. Riskinarviointi antaa aina konservatiivisia arvioita ja laskettu riskitön pitoisuustaso olisikin pienempi kuin alueen luontainen taustapitoisuustaso (GTK, Tapir). Altistuminen tapahtuisi miltei kokonaisuudessaan alueelta syötävien marjojen välityksellä. Kasvillisuuteen päätyvän pitoisuuden laskennassa on käytetty ohjelman oletusarvoja Michiganin osavaltiolle, mikä ei välttämättä vastaa marjoihin todellisuudessa päätyviä pitoisuuksia. Lisäksi ohjelman oletusarvo alueelta saatavan nikkelin suurimmaksi sallituksi vuoroannokseksi (TDI 0,01429 µg/kg-d) on varsin pieni. Kunnostuksen tavoitepitoisuudella 100 mg/kg riski ylittäisi sallitun tason seitsemänkertaisesti. Konservatiivinen laskenta huomioitaessa ylitys on varsin pieni.

Sinkille osa-alueesta riippuen pintamaan pitoisuus 170–280 mg/kg olisi tasolla, josta ei aiheutuisi kohonnutta riskiä. Pitoisuudet ovat Vna 214/2007 kynnysarvon ja alemman ohjearvon tasolla ja vastaavat korkeimpia alueen maaperässä havaittuja sinkkipitoisuuksia. Suurin osa altistuksesta aiheutuisi alueen marjojen syömisestä. Myös sinkille alueelta saatavaksi suurimmaksi sallituksi vuorokausiannokseksi on määritetty varsin pieni pitoisuus 0,2571 µg/kg-d. Kunnostuksen tavoitetaso 250 mg/kg on likipitäen riskittömäksi arvioidulla tasolla.

Mikäli tavoitetasolle kunnostetut alueet otettaisiin yleiseen käyttöön, tulisi kohteeseen laatia tarkennettu riskinarviointi. Alustavan konservatiivisen riskinarvioinnin perusteella tavoitetasolle kunnostetut alueet alueen länsiosassa voisivat soveltua turvallisesti ulkoilukäyttöön.

8.6 Arvioinnin herkkyys- ja epävarmuustarkastelu

Tavoitepitoisuudet on määritetty käyttäen yleisesti sovellettavia viitearvoja, alueen luontaisia taustapitoisuuksia ja yleispiirteistä mallinnusta. Mikään näistä ei yksistään sovellu pintaveden alapuolisten tavoitepitoisuuksien määritykseen. Vna 214/2007 ohjearvot on tarkoitettu maaperälle. Mallinnusohjelmassa taas pintaveden osuudeksi määritettiin osa-alueesta riippuen 12–77%, vaikka ohjelman tarkkuus heikkenee, mikäli pintaveden osuus on yli 10 %. Ohjelma todennäköisesti aliarvioi pitoisuuksia pintavedessä pintaveden osuuden ja vesimäärän kasvaessa suureksi. Kunnostuksen loppuvaiheessa on maaperän tavoitepitoisuuksien lisäksi aiheellista seurata Salmisen alueelle kunnostuksen jälkeen kertyvän veden laatua riittävän kunnostustason todentamiseksi.

Arvioinnissa käytetty ohjelma perustuu kulkeutumisen osalta tasapainoyhtälöihin, joilla haitta-aineen pitoisuus jaetaan laskennallisesti ympäristön eri osa-alueisiin. Se ei huomio varsinaista kulkeutumista pohja- tai pintavedessä eikä kulkeutumisen ajallista vaihtelua. Se ei myöskään huomioi haitta-aineiden kemiallisia reaktioita tai hajoamista. Laskenta antaa aina yliarvion pitoisuuksista ympäristössä. Tämä toisaalta tuo turvamarginaalin arviointiin.

Laskennat on kalibroitu vastaamaan alueelta havaittuja pitoisuuksia, mikä lisää laskennan varmuutta. Malli toistaa kohtuullisen hyvin alueen maaperässä, pintavedessä ja pohjavedessä havaitut pitoisuudet, jolloin muutettaessa maaperän pitoisuustasoa tavoitepitoisuutta laskettaessa, saadaan arvioitua pinta- ja pohjaveden pitoisuustason suuruusluokkaa.

9 Kunnostuksen esivalmistelut

9.1 Luvitus

Sekundääriliuotuslohkojen 5-8 rakentamiselle on haettu lupaa luvan PSAVI/2461/2017 yhteydessä.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto on aiemmin ottanut kannan, jonka Vaasan hallinto-oikeus ja korkein hallinto-oikeus ovat ratkaisullaan vahvistaneet, että edellä kuvatut, maapohjaisissa altaissa olevat vesienkäsittelysakat ovat vaarallista jätettä ja täten niiden loppusijoitus tai hyödyntäminen edellyttää YVA-menettelyä. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma on kuulutettu 29.3.2019.

YVA-menettelyn jälkeen kaivosyhtiö jättää kunnostustöistä lupahakemuksen Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle.

9.2 Valmistelevat työt

Ennen kunnostusta valmistelevia toimenpiteitä rakennetaan väliaikaiset tiet alueelle, sekä poistetaan mahdollinen puusto ja kannot kunnostettavilta alueilta.

10 Kunnostuksen toteutus

10.1 Kohteen erityispiirteet

Kunnostuksessa tulee ottaa huomioon SEK 5-8 rakentamisen vaatimukset. Tässä suunnitelmassa esitetty kunnostusalueiden laajuus ovat arvio. Lopullisesti kunnostuksen laajuus määräytyy kunnostuksen aikana tehtävän aistinvaraisen arvioinnin ja kenttämittausten (XRF-analysaattori) sekä laboratorioanalyysitulosten perusteella.

10.2 Kunnostusmenetelmät

Kunnostuksen tarkoituksena on puhdistaa järven pilaantunut vesi ja poistaa Salmisen alueelle läjittynyt sakka. Sakan poisto toteutetaan alla esitettäviä kunnostusmenetelmiä soveltaen ja tarvittaessa yhdistäen. Kaikki kunnostustyöt toteutetaan säädettyjä työsuojeluohjeita noudattaen ympäristöteknisen laadunvalvojan ohjeiden mukaisesti.

Kunnostusalueella sakkaa on Salmisen järven pehmeän sedimenttikerroksen pinnalla sekä mahdollisesti järven ympäristössä. Järven sakka on vetistä, joten sen käsittely ja kuljettaminen voi olla haastavaa. Kunnostuksen lähtökohtana on, että suurin osa sakasta poistetaan imuruoppaamalla se geotuubeihin. Sakkoja voidaan myös käsitellä kunnostusalueella aumaamalla kuljetuksen ja jatkokäsittelyn helpottamiseksi, mikäli se kuivatuksen jälkeen on mahdollista. Edellä mainitun mukaisesti kosteaa sakkaa ja/tai pilaantunutta pintasedimenttiä aumataan useammalle pienemmälle alueelle Salmisen rannalle, mikä edistää sakan kuivumista ennen kuljetusta.

Kunnostusalueilla vesipintaa lasketaan pumppaamalla pintaosan puhdas vesimassa ennen imuruoppauksen aloitusta, jotta vältetään pinnassa olevan puhtaamman vesimassan sekoittuminen alempiin kerroksiin. Kontaminoituneet vedet johdetaan tyhjennyksen aikana vesienkäsittelyyn.

Kunnostus toteutetaan vaiheittain. Sakan poistamista edeltäviä valmistelevia toimenpiteitä on esitetty kohdassa 10.3.

Sakka-alueen kunnostuksessa käytetään seuraavia menetelmiä:

- Puhtaan, pintaveden poisto pumppaamalla
- Likaisten vesien poisto käsittelyyn, tarkempi kuvaus kappaleessa 10.4.4
- Imuruoppaus
- Sakan ja pilaantuneen liejun poisto imuruoppaamalla
- Tarvittaessa sakan aumaus ranta-alueilla puskutraktorilla ja/tai tela-alustaisella kaivinkoneella kostean sakan esikuivattamiseksi ennen loppusijoitusalueelle kuljetusta. Loppusijoitusalue tulee sijaitsemaan rakennettavalla vaarallisen jätteen kaatopaikalla (ks. karttaliite 2). Kuivatusta jatketaan ranta-alueella kunnes vaarallisen jätteen kaatopaikka valmistuu. Salmisen osittainen kuivanapito voi näin ollen jatkua useamman vuoden.
- Pohjamaan pilaantuneisuuden tarkistus, ja pilaantuneiden massojen poisto puskutraktorilla ja/tai tela-alustaisella kaivinkoneella
- Märän ja ruopatun sakan kuivatus kunnostusalueella aumaamalla ja geotuubissa

Imuruoppauksessa sakka pumpataan altaiden pohjalta geotuubeihin. Ruoppaukseen voidaan käyttää esimerkiksi monitoimiruoppaajaa (vesimestari), jolla pystyy sekä kaivamaan että imuruoppaamaan. Geotuubialue rakennetaan kunnostusalueen läheisyyteen Kärsä- ja Haukilammen väliselle alueelle, suunnitelmakartassa 101015424-3 osoitetulle alueelle. Geotuubialueiden rakentaminen on kuvattu kappaleessa 10.6.

Mahdollinen sakan aumaaminen pyritään tekemään kunnostettavien sakka-alueiden (kuivatut ranta-alueet) sisällä. Sakalla pilaantumattomille alueille menoa vältetään. Kunnostusalueella sakka voidaan aumata yhdelle laajemmalle auma-alueelle tai aumoja voidaan tehdä useampia kunnostusalueen eri puolille, jolloin sakan siirtelymatkat ovat mahdollisimman pienet. Sakan aumaamisessa tulee huomioida tuleva sekundääriliuotuskasa.

Kuivatetuilla alueilla sakan ja/tai pilaantuneen pintasedimentin kasauksessa käytetään aineksen kosteudesta riippuen puskutraktoria tai tela-alustaista kaivinkonetta. Myös märän sakan aumauksessa talvityöskentely helpottaa sakan käsittelyä. Järven pohjan sakka-alueiden kunnostusta voi tehdä myös talvikaivuna jään päältä, mikäli vesipintaa saadaan laskettua riittävästi, mutta tämä ei todennäköisesti ole mahdollista muutoin kuin ranta-alueilla Salmisen alueella, koska järven maksimisyvyys on yli kuusi metriä.

Kunnostuksen edetessä jo kuivatetulla järvialueella pintamaan päällä oleva ohut kerros kuivunutta sakkaa läjitetään puskutraktorilla/kaivinkoneella omalle kasalle. Sakkakerroksen mukana kuoritaan myös järvisedimenttiä, koska työteknisesti ei ole mahdollista poistaa pelkkää sakkaa. Ranta-alueilla olevan sakan määrän arvioidaan olevan hyvin vähäinen. Lumijoen kunnostuksesta saatujen kokemusten mukaan jäätyneen sakan mukana joudutaan suoalueilla työteknisistä syistä kaivamaan keskimäärin noin 20 - 30 cm kerros sakan alla olevaa turvetta (Ramboll, 2017). Pohjamaan pilaantuneisuus tarkistetaan sakan kuorimisen jälkeen ja mikäli pilaantuneisuutta havaitaan, pilaantunut aines kuoritaan kaivinkoneella ja läjitetään erikseen omalle kasalle.

Salminen, joka on syvä vesiallas, kunnostetaan imuruoppaamalla, koska sitä ei todennäköisesti kokonaan voida kuivattaa tai kunnostaa talvityönä. Sakka pumpataan altaiden pohjalta geotuubeihin. Ruoppaukseen voidaan käyttää esimerkiksi monitoimiruoppaajaa, jolla pystyy sekä kaivamaan että imuruoppaamaan. Geotuubialue rakennetaan kunnostusalueen läheisyyteen Kärsä- ja Haukilammen väliselle alueelle.

Sekundääriliuotuskasan tai padon alle jäävän pilaantumattoman sedimentin poistaminen on esitetty suunnitelmapiirustuksessa (piirustus 3). Tämä suunnitelma ei kuitenkaan sisällä näiden massojen imuruoppausta tai läjitystä, vaan sedimentin poistosta laaditaan erillinen suunnitelma.

10.3 Työvaiheet ja työjärjestys

Kunnostustyöhön sisältyy pääpiirteissään seuraavat työvaiheet:

Valmistelevat työt

- väliaikaisten teiden rakennus työalueille (kunnostusalue, geotuubi- ja laskeutusaltaan alueelle)
- puiden kaato geotuubi- ja laskeutusaltaan alueelta ja tarvittaessa ranta-alueilta.
- kantojen poisto kaivinkoneella/kahmarikauhalla geotuubi- ja laskeutusaltaan alueelta
- puiden ja kantojen haketus, siirto hyötykäyttöön

Kuivatusjärjestelyt

- kunnostettavan alueen ohitusuomien ja sen jälkeen niskaojien kaivu
- pumppaamojen, painelinjojen, vesienkäsittely-yksikön ja laskeutusaltaan rakennus
- Salmisen puhtaiden vesien tyhjennys alueen suunnitelman mukaisesti
- Likaisten vesien käsittely keskusvedenpuhdistamolla tai kenttäpuhdistamolla

Kunnostustoimenpiteet

- geotuubialueen rakentaminen
- sakan imuruoppaus Salmisen pohjalta geotuubeihin
- sakan ja pilaantuneen maa-aineksen kuoriminen ranta-alueilla puskutraktorilla ja kaivu kaivinkoneella, siirto väliaikaiselle kasalle

- sakan siirto kasoilta välivarasto- ja käsittelyalueelle puskutraktorilla tai pyöräkuormaajalla
- työkoneiden pesuvesien johtaminen vesienkäsittelyyn
- kuivatusvesien johtaminen vesienkäsittelyyn

Kunnostustyön aikana ja päättymisen jälkeen tehtävät toimenpiteet

- kuivuneen sakan kuljetus aumoista/geotuubeista loppusijoitusalueelle, työn ajoitus kaivosalueen sekundäärikasan rakentamisen mukaisesti. Kalkin hyödyntäminen pölyämisen estossa ja/tai pH-tasapainon ylläpidossa loppusijoitusalueella.
- mahdollisen auma-alueen pilaantuneen (kosketuksissa sakan kanssa) pohjamaan kaivu ja läjitys kasoille. Pilaantuneen maan rajaamiseksi käytetään pikatestilaitteita. Kenttätestien lukemien pitoisuustaso varmistetaan laboratorioanalyysien avulla
- pilaantuneen maa-aineksen kuljetus loppusijoitusalueelle, maa-ainesta hyödynnetään alueen muotoilussa (estää kuivuneen sakan pölyämistä)
- kuivatuksessa ja kunnostuksen aikana käytettyjen pumppausrakenteiden purkaminen. Työn ajoitus kaivosalueen sekundäärikasan rakentamisen mukaisesti

10.4 Vesienhallinta

Kunnostettavan alueen valuma-aluetta pienenetään ohitusuomilla, joista vesi valuu painovoimaisesti Salmisen ohi kohti Kalliojärveä. Ohitusuomien ja Salmisen väliin jäävää valuma-aluetta pienennetään lisäksi niskaojilla. Valuma-alueiden pinta-alat on esitetty taulukossa 10-2.

Niskaojan 1 purku voidaan toteuttaa painovoimaisesti, mikäli ojan ja Salmisen väliin jäävä maakannas on laadultaan sellainen, että merkittävää suotautumista ei tapahdu sen läpi. Tämän ojan kaivutaso yltää hieman Salmisen pinnan alapuolelle. Lammesta ojaan mahdollisesti maakerroksen läpi suotautuva pintakerrosten vesi voidaan johtaa suoraan ympäristöön, mikäli vesi lammen pinnassa on ympäristölupaehtojen mukaista.

Niskaojan 2 purkua ei voida maastonmuotojen vuoksi johtaa Salmisen ohi painovoimaisesti, vaan vesi joudutaan pumppaamaan niskaojan matalimmasta kohdasta ohitusuomaan 2. Niskaoja on sijoitettu Salmisen pinnankorkeutta ylemmäksi, jotta Salmisen vesi ei suotautuisi niskaojaan.

Salmisen tyhjennyksen aikana tyhjennyspumppaus aloitetaan Salmisen pintakerroksista. Jos veden laatu on riittävän hyvä, pintakerroksen vettä johdetaan tyhjennyspumppauksen aikana Ohitus 1 -uoman kautta Salmisenpuroon, jonne Salmisen pintavesi laskee nykytilassakin. Salmisenpuroon johdettavia, riittävän puhtaita vesiä on todennäköisesti ainoastaan Salmisen vesipatsaan pintakerroksessa (Taulukko 7-1). Syvemmällä oleva vesi sekä kaikki kunnostuksen aikaiset vedet on todennäköisesti käsiteltävä.

Vedenlaadun heikentyessä kuivatusvedet ohjataan ensin Haukilammen läheisyydessä olevalle laskeutusaltaalle, josta vedet pumpataan ensisijaisesti keskusvedenpuhdistamolle hyödyntäen olemassa olevia putkireittejä. Riippuen keskusvedenpuhdistamon tilanteesta ja käsiteltävän veden laadusta, vedet voidaan vaihtoehtoisesti johtaa neutralointiaseman kautta laskeutusaltaalle. Neutralointiasemalla veteen lisätään kalkkimaitoa metallien ja sulfaatin saostamiseksi ja muodostunut sakka laskeutetaan laskeutusaltaalla, minkä jälkeen vedet pumpataan

Latosuolle hyödyntäen olemassa olevia putkireittejä. Neutralointiasema sijaitsee laskeutusaltaan yhteydessä.

Keskusvedenpuhdistamon kapasiteetti voi rajoittaa Salmisen tyhjennysnopeutta.

Vesien laatua tarkkaillaan ja niiden ohjaus ympäristöön, keskusvedenpuhdistamoon tai kenttäpuhdistamoon tehdään vesianalyysien perusteella (pH, sähkönjohtavuus sekä tarvittaessa tärkeimmät metallit ja sulfaatti). Ympäristöluvan mukaiset metallit analysoidaan näytteistä laboratoriossa.

Puhtaiden pintavesien ohjaaminen ympäristöön tai käsittelyyn voidaan toteuttaa esimerkiksi painelinjaan tehtävällä y-haaralla ja kahdella käsiventtiilillä. Tämä haara sijoitetaan painelinjan ja ohituksen 1 risteämään. Kun veden laatu heikkenee tarkkailutulosten perusteella, vedet ohjataan käsittely-yksikköön kahden venttiilin avulla. Lisäksi ympäristöön johdettava reitti sokeoidaan, jotta kontaminoituneita vesiä ei päädy missään tapauksessa ympäristöön. Myös kunnostuksen aikana kuivatusvedet tulee todennäköisesti käsitellä, minkä vuoksi vedet johdetaan joko laskeutusaltaan kautta käsittelyyn keskusvedenpuhdistamolle tai vaihtoehtoisesti neutralointiasemalle ja siitä laskeutusaltaan kautta Latosuolle. Jos vesien neutralointi siirretään välillä keskusvedenpuhdistamolta kentällä olevalle neutralointiasemalle, laskeutusallas tulee tyhjentää niiden välissä, jotta neutraloimattomia vesiä ei pääse ympäristöön.

Esikuivatusalueilta erottuvat mahdollisesti kontaminoituneet vedet ohjataan hallitusti ojien avulla kunnostettavien alueiden syvimpiin kohtiin. Kunnostuksen lopuksi syvimmät alueet imuruopataan ja kontaminoituneet massat poistetaan.

Geotuubeista erottuva vesi sisältää oletettavasti vähän kiintoainetta ja tuubeihin lisätyt kemikaalit, kuten polymeeri, voivat sitoa haitta-aineita. Veden laadusta ei ole tässä suunnitteluvaiheessa kuitenkaan tarkkaa tietoa. Sen vuoksi varaudutaan geotuubialueiden vesien keräämiseen ja johtamiseen laskeutusaltaan kautta keskuspuhdistamolle. Vaihtoehtoisesti geotuubialueen vedet voidaan ohjata neutralointiaseman ja laskeutusaltaan kautta Latosuon altaalle.

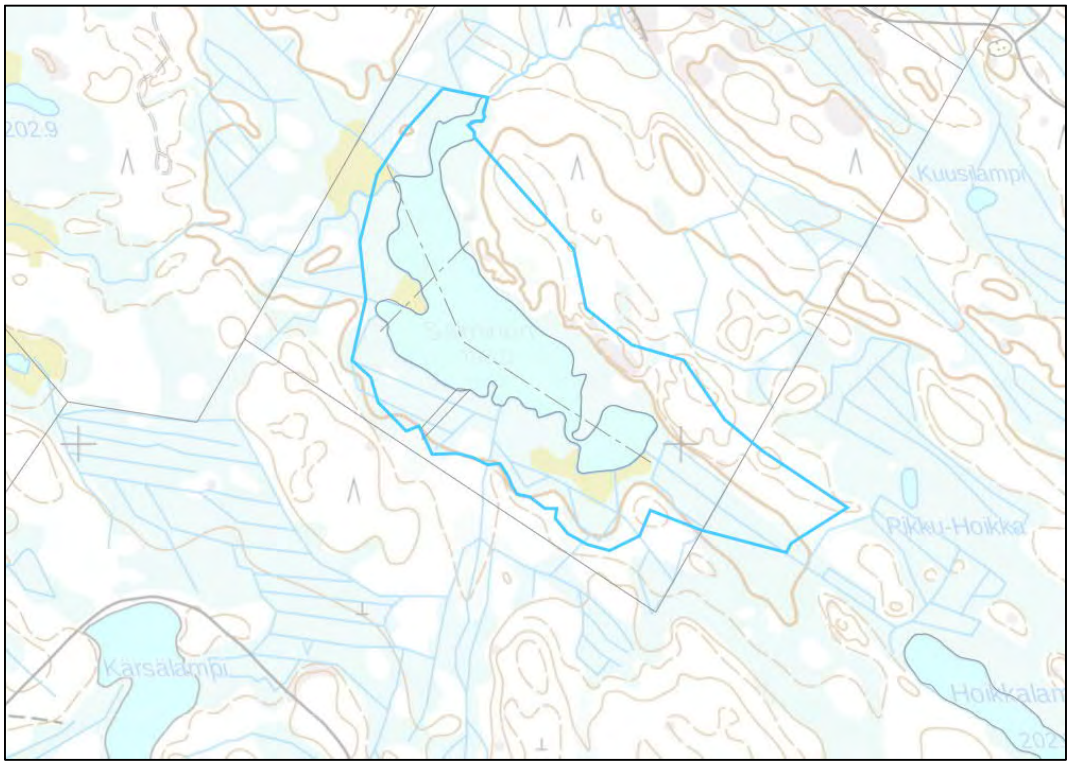
10.4.1 Valuma-alueet ja arvioidut vesimäärät

Kunnostettavalle alueelle muodostuva keskimääräinen vesimäärä ja valuma-alueen pinta-ala on arvioitu taulukossa 10-2. Kunnostuksen aikainen niskaojilla rajattu alue on esitetty kuvassa 8. Taulukossa on tarkasteltu ohitusuomien ja niskaojien vaikutusta valuma-alueen kokoon ja kunnostettavalla alueella muodostuviin vesimääriin. Keskimääräinen virtaama on laskettu keskimääräisen vuoden keskimääräisen valunnan 13,8 l/s*km² ja valuma-alueiden pinta-alojen perusteella. Märän vuoden keskimääräisenä valunta oli 23 l/s*km². Taulukossa 10-1 on arvioitu ohitusuomien ja niskaojien valuma-alueet ja mitoitusvirtaamat märän vuoden keskimääräisen valunnan 23 l/s*km² ja märän toukokuun valunnan 60,6 l/s*km² perusteella.

Taulukko 10-2. Valuma-alueen pinta-ala ja keskimääräinen virtaama alueelta.

Valuma-alue	Valuma-alueen pinta-ala (ha)	Keskimääräinen virtaama (m³/h)	Keskimääräinen virtaama märkänä vuonna (m³/h)
Nykyinen valuma-alue	1 340	666	1204
Ohitusuomilla rajattu valuma-alue	73	36	60
Niskaojilla rajattu valuma-alue	27.8	14	23

Laskelmissa ei ole huomioitu pohjaveden vaikutusta pumppausmääriin.



Kuva 8. Kunnostuksen aikainen niskaojilla rajattu valuma-alue esitetty vaaleansinisellä.

Taulukko 10-3. Ohitusuomien ja niskaojien valuma-alueet ja keskimääräinen virtaama alueelta.

Valuma-alue	Valuma-alueen pinta-ala (ha)	Keskimääräinen virtaama märkänä vuonna (m^3/h)	Märän toukokuun keskimääräinen virtaama (m^3/h)
Ohitus 1	1166	965	2544
Ohitus 2	101	84	220
Niskaoja 1	18	15	39
Niskaoja 2	27	22	59

Vesienkäsittelyyn tuleva kokonaisvesimäärä 240 000 – 460 000 m^3 on arvioitu tyhjennyksen aikana pumpattavan Salmisen vesimäärän ja alueelta muodostuvan valunnan perusteella. Kunnostusajaksi on arvioitu 1 vuosi. Minimivesimäärässä 240 000 m^3 on huomioitu Salmisen tilavuus, kun pintaosissa oleva hyvälaatuinen vesi on ohjattu ympäristöön. Valunta on arvioitu keskimääräisen vuoden valunnan perusteella. Maksimivesimäärässä 460 000 m^3 on huomioitu Salmisen koko tilavuus, sekä märän vuoden keskimääräinen valunta. Käsiteltävä kuukausikohtainen vesimäärä esitetään suunnittelun seuraavassa vaiheessa.

10.4.2 Pumppaamot

Salmisen tyhjennyksen ja kunnostuksen aikana tarvittavien pumppausten mitoitukset on esitetty taulukossa 10-4. Käytetyt putkikoot ja häviöiden laskenta on esitetty seuraavassa kappaleessa. Pumpun vaadittava kokonaisnostokorkeus on geodeettisen nostokorkeuden ja putki- ja paikallishäviöiden summa. Pumpun moottorin vaatiman

tehon laskennassa pumpun, moottorin ja taajuusmuuttajan yhteiseksi hyötysuhteeksi arvioitiin 0,5.

Taulukko 10-5. Pumppaamoiden suunnitteluperusteet ja tarvittava moottorien ottama teho.

	Virtaama (m^3/h)	Geodeettinen nostokorkeus (m)	Putki- ja paikallishäviöt (m)	Moottorien ottama teho (kW)
Niskaoja 2 pumppaus	58,9	4,6	2,6	2,3
Salmisen tyhjennyksen aikainen pumppaus	117	19,5	1.6	13,4
Salmisen kunnostuksen aikainen pumppaus	23	19,5	0,1	2,5
Laskeutusaltaan tyhjennyksen aikainen pumppaus	117	21	10,5	20,1
Laskeutusaltaan kunnostuksen aikainen pumppaus	73	21	4,3	10,1

Niskaojan 2 pumppausta varten kaivetaan pumppauspiste, johon voidaan sijoittaa siirrettävä pumppukaivo. Pumppaamon ja putkilinjan mitoitusvirtaama määräytyi näiden valuma-alueiden märän toukokuun keskimääräisen valunnan perusteella. Niskaojien valuma-alueet määritettiin Salmisen ohitusuomien määrittämän valuma-alueen ja niskaojien määräämän valuma-alueen erotuksena. Niskaojan 1 valuma-alue oli 18 ha ja niskaojan 2 valuma-alue oli 27 ha. Niskaojan 2 pumppauksen mitoitusvirtaama oli 58,9 m^3/h. Uppopumput voidaan sijoittaa esimerkiksi halkaisijaltaan 1000 mm muoviseen siiviläputkikaivoon. Kaivoon ei tällöin tarvita putkiläpivientejä ja sen siirtäminen on helppoa. Siiviläputkikaivo voidaan tehdä esimerkiksi kerrosrakenteisesta PE putkesta (esim. Weholite), johon porataan riittävästi reikiä (esim. 30 mm reiät, 10 cm välein). Kaivon eristys voidaan tehdä kennorakenteen sisälle tai vaihtoehtoisesti eristyslevyillä kaivon sisäpintaan. Ankkurointilaatalla varustettu siiviläputkikaivo nostetaan kaivettuun pumppauskuoppaan. Tarvittavat uppoasenteiset vedenpoistopumput voidaan sijoittaa vapaasti kaivon pohjalle. Pumput varustetaan nostoketjulla. Pumppujen ohjaus toteutetaan vipalla. Pumppujen imuaukot ovat sivuilla ja kaivosta imu tapahtuu siiviläputken reikien kautta. Pumpulta johdetaan nousuletku suoraan ylöspäin. Kaivo varustetaan eristetyllä kannella, johon tehdään tiivis läpivienti jäykälle PEH-kulmakappaleelle. Nousuletku kiinnitetään laippaliitoksella kulmakappaleeseen kannen alla ja kaivon ulkopuolella tehdään kulmakappaleen laippaliitos varsinaiseen PEH-painelinjaan. Maan päälle tulevat putket ja liitokset tulee eristää ja saattolämmittää. Myös nousuletku voidaan eristää ja saattolämmittää pumpulle asti. Pumppaustarpeen loppuessa kaivo voidaan nostaa pumppuineen pois, kun laippaliitokset ja sähkökytkennät on irrotettu. Pumppukaivo voidaan siirtää muualle käyttöön.

Salmisen tyhjennyksessä käytetään lauttapumppaamoa, johon kiinnitetään uppoasennettavat vedenpoistopumput (=työmaapumput). Mitoitusvirtaama saatiin Salmisen tyhjennyksen virtaaman (94 m^3/h) ja niskaojilla rajatulta valuma-alueelta tulevan virtaaman (23 m^3/h) summana märän vuoden keskimääräisen valuman 23,0 $l/s*km^2$ tilanteessa. Mitoitusvirtaama oli siten 117 m^3/h. Lähtökohtaisesti vedenpoistopumppuina käytetään Terrafamen omia pumppuja, mutta niitä varten tehdään uudet lauttarakenteet ja kaapeloinnit.

Kunnostusvaiheessa Salmisen kuivanapito hoidetaan uppoasenteisilla vedenpoistopumpuilla tyhjennetyn altaan syvimmän kohdan pohjalta tai samasta lauttapumppaamosta käsin, mikäli lampi ei ole täysin kuiva. Syvin kohta sijaitsee lammen pohjoispuolella kaivospiirin rajan ulkopuolella. Kunnostusvaiheen kuivanapidossa voidaan käyttää samoja kaapelointeja, lauttarakenteita ja painelinjaa kuin lammen tyhjennyksessä. Uppopumput vaihdetaan pienemmiksi, koska mitoittava virtaama kunnostusvaiheessa on Salmisen valuma-alueen märän vuoden keskimääräinen valunta (23 m³/h). Lähtökohtaisesti vedenpoistopumppuina käytetään Terrafamen omia pumppuja.

Työnaikaisesta laskeutusaltaasta vesi tulee poistaa altaan pinnasta, jotta poistuvan veden kiintoainepitoisuus on mahdollisimman pieni. Tämä voidaan toteuttaa joko ylivuotorakenteella, lauttapumppaamolla tai itseimevän pumppaamon imuputkien kellukkeilla. Ylivuotorakenteesta (esim. putki tai kynnys) vesi voidaan johtaa painovoimaisesti esimerkiksi lujitemuoviseen säiliöpumppaamoon, jossa pumput ovat vastaavasti kuin niskaojien pumppukaivoissa. Pumppaamossa pumppujen ohjaus on myös vipalla. Kaivo on tällöin umpinainen ja se liitetään laippaliitoksella tuloputkeen ja paineputkeen. Pumppaamo kaivetaan maahan jäätymisen estämiseksi. Maan päälle tulevat putket tulee eristää ja tarvittaessa saattolämmittää. Pumppaamon mitoitusvirtaamat määräytyvät vastaavasti kuin tyhjennysvaiheessa. Kunnostusvaiheessa virtaamaan lisätään valuma-alueen märän vuoden keskimääräisen valunnan lisäksi geotuubialueelta tuleva vesimäärä. Pumppaamon mitoitus on toistaiseksi laskettu vain veden johtamiseen keskusvedenpuhdistamolle. Mikäli, vettä tulee voida pumpata samalla pumppaamolla Latosuon altaaseen, tulee pumppaamo mitoittaa uudestaan tulevissa suunnitteluvaiheissa. Tätä varten tarvitaan tarkemmat tiedot käytettävästä putkistosta ja yhdistyksistä.

Geotuubialueelta vedet ohjataan painovoimaisesti joko suoraan laskeutusaltaaseen tai käsittelyaseman kautta riippuen veden laadusta ja keskuspuhdistamon tilanteesta. Lähtökohtaisesti geotuubialueen vedet käsitellään, koska oletuksena on, että geotuubeista erottuvan veden laatu ei täytä ympäristölupavaatimuksia. Geotuubialueelta tuleva vesimäärä arvioitiin sedimentoituneen sakan määrän perusteella. Vesimäärän arvioitiin olevan 3,5-kertainen tähän verrattuna. Virtaama arvioitiin keskimääräisenä virtaamana, kun vesi erottuu geotuubeista 1,5 kk aikana. Arvioitu virtaama on 50 m³/h. Geotuubialueella voidaan käyttää vastaavia siirrettäviä pumppukaivoja kuin niskaojien pumppauspisteissä. Geotuubialueella vedet on kerättävä syvennykseen, johon pumppukaivon voi asentaa.

10.4.3 Putket

Kaikki suunnitellut paineelliset vesiputket on alustavasti mitoitettu painehäviölaskurilla (Darcy – Weisbach). Putkikoot mitoitettiin syntyvän painehäviön, virtausnopeuden sekä putken investointikustannuksen perusteella. Laskentaa varten tarvittiin eri putkikokojen dimensiot, mitoitusvirtaama ja putken pituus. Putkihäviöiden laskennassa on käytetty kaikissa tapauksissa veden lämpötilaa 5°C ja vanhan muoviputken karkeutta k=0,25 mm. Putkilinjan pituus määritettiin tasokoordinaatistossa. Paikallishäviöt arvioitiin siten, että kussakin linjassa olisi 5 kpl läppäventtiilejä, yksi takaiskuventtiili, 5 kpl 90° kulmaa ja yksi purkautumishäviö. Käytettävissä olevat PEH-putkikoot perustuivat Terrafamen ilmoittamiin vakiokokoihin ja esimerkiksi alle 160 mm putkia ei käytetä. Putkien mitoitusta tulee tarkentaa seuraavissa projektivaiheissa.

Niskaojan 2 pumppauksen painelinja sijoitettiin suoraan pumppaamolta ohituksen lähimpään kohtaan. Putkilinjojen mitoitusvirtaamat edellisen kappaleen mukaisesti.

Optimaalinen putkikoko virtausnopeuden ja häviöiden perusteella olisi ollut PEH 140-10 niskaojalle 2. Painelinjan kooksi määritettiin kuitenkin Terrafamella käytössä olevien vakiokokojen mukaisesti PEH 160-10. Putkilinjan possutukseen on varauduttava. Possutusyhteenä voi toimia laippaliitos pumpun jälkeen. Niskaojan pumppauskuopasta voidaan tehdä ylivuoto työnaikaisen padon läpi Salmiseen johtavaan ojaan.

Salmisen tyhjennyksen ja kunnostuksen aikaisten vesien painelinja sijoitettiin kaivospiirin sisälle rajan tuntumaan. Mahdollisilla kallioisilla paikoilla putkilinja voidaan pengertää. Putkilinjan mitoitusvirtaama edellisen kappaleen mukaisesti. Optimaalinen putkikoko virtausnopeuden ja häviöiden perusteella olisi ollut PEH 200-10, mutta Terrafamen vakiokokojen mukaan putkikooksi valittiin PEH 280-10. Kunnostusvaiheessa vesimäärä on arviolta ainoastaan märän vuoden keskimääräisen valunnan suuruinen. Virtausnopeus jää kunnostusvaiheessa pieneksi ja kiintoainepitoisuus on suuri, joten putkilinjan possutukseen on varauduttava. Possutusyhteenä voi toimia laippaliitos pumpun jälkeen.

Laskeutusaltaan purkuputkena voidaan suurelta osin hyödyntää rakennettuja putkilinjoja. Pumppaamolta lähtevä uusi putkilinja voidaan yhdistää rakennettuun Haukilammen lauttapumppaamon PEH 280 putkeen Haukilammen kaakkoiskulmalla. Tämä rakennettu putki on puolestaan yhdistetty Haukilammesta keskusvedenpuhdistamolle/Kipsisakka-altaalle menevään PEH 225 linjaan. Mikäli vedet johdetaan suoraan Latosuon altaaseen, voidaan putkimuutoksilla vedet ohjata Kipsisakka-altaalta Latosuon altaaseen menevään putkilinjaan.

Laskeutusaltaan purkuputken mitoitusvirtaama on vastaava kuin Salmisen tyhjennyksen putkilinjalla. Optimaalinen putkikoko virtausnopeuden ja häviöiden perusteella olisi ollut PEH 200-10, mutta Terrafamen vakiokokojen mukaan uuden putken putkikooksi valittiin PEH 280-10. Rakennetut putkilinjat pidetään ennallaan. Kunnostusvaiheessa vesimäärä on arviolta ainoastaan märän vuoden keskimääräisen valunnan ja geotuubeista purkautuvan vesimäärän suuruinen. Virtausnopeus voi jäädä kunnostusvaiheessa hyvin pieneksi, jos geotuubialueelta purkautuva vesimäärä on hetkellisesti vähäinen, joten putkilinjan possutukseen on varauduttava. Possutusyhteenä voi toimia laippaliitos pumpun jälkeen.

Geotuubialueen viettolinja voidaan linjata suoraan laskeutusaltaan alkupäähän, josta tehdään haarat suoraan altaaseen ja neutralointiasemalle. Geotuubialue on sijoitettu pienen mäen päälle, joten putkilinjan alussa on selkeä alamäki, mutta Kärsälamminsuon kohdalla maastonmuotoja ei juuri ole. Putkilinjan mitoitusvirtaama edellisen kappaleen mukaisesti. Putkena voidaan käyttää SN8-luokan viemäriputkea, ellei haluta varautua paineenkestävillä putkilla. Putki voi olla esim. PP tai PVC 250, jonka kapasiteetti riittää varmasti mitoitusvirtaamalle pienilläkin kaadoilla.

Kaikki putket kaivetaan maahan tai vaihtoehtoisesti pengerretään, sillä niitä tullaan käyttämään myös talvella. Painelinjojen asennussyvyydeksi on oletettu 2 metriä, joka täyttää reilusti vesijohdon asennussyvyyden lumenpeittämällä alueella kaivoksen sijainnissa.

Tässä yleissuunnitelmassa ei ole tarkasteltu ilmanpoistojen tarvetta ja mahdollisia alipainetilanteita. Putkilinjoissa on laskevia osuuksia, joten nämä asiat tulee tarkastella seuraavissa projektivaiheissa.

10.4.4 Vesien käsittely

Salmisen tyhjennyksen edetessä ja kunnostuksen aikana purettavan veden laatu tulee heikkenemään, minkä vuoksi vedet tulee käsitellä ensisijaisesti

keskusvedenpuhdistamolla tai vaihtoehtoisesti Haukilammen läheisyydessä sijaitsevassa käsittely-yksikössä.

Keskusvedenpuhdistamolla vedet neutraloidaan saostusreaktoreissa kalkkimaidolla ja muodostunut kiintoaine laskeutetaan kipsisakka-altailla. Käytettävissä oleva puhdistamon kapasiteetti voi rajoittaa Salmisen tyhjennysnopeutta.

Salmisen läheisyydessä sijaitseva käsittely-yksikkö koostuu kalkkimaidon varastosäiliöstä ja saostusreaktorista. Kalkkimaito kuljetetaan paikalle 20 % $Ca(OH)_2$ liuoksena 10 m³ säiliöautolla. Kalkkimaidon varastosäiliöön mahtuu 2 vuorokauden kalkkimaito. Kalkkimaitoa sekoitetaan pumppaamalla, jolla ehkäistään kalkin laskeutumista ja jäätymistä. Säiliöstä kalkkimaito pumpataan saostusreaktoriin pH-mittauksen perusteella.

Reaktorissa veteen lisätään kalkkimaitoa ($Ca(OH)_2$), jotta veden pH-arvo nousee noin tasolle 10, jolloin metallit saostuvat metallihydroksideina ja sulfaatti saostuu kipsinä ($CaSO_4$). Kalkkisaostuksella saavutettava sulfaattipitoisuus riippuu käsiteltävän veden ominaisuuksista.

Reaktorista vesi poistuu ylivuotona laskeutusaltaaseen, jossa muodostunut kiintoaine laskeutetaan. Käsittely-yksikkö mitoitetaan Salmisen tyhjennyksen aikaiselle tilanteelle, jolloin virtaaman on arvioitu olevan enimmillään noin 117 m³/h, jolloin viipymä saostusreaktorissa on noin 35 min. Reaktori voidaan toteuttaa pystymallisena tai vaakaputkireaktorina. Kalkkimaitosäiliön ja sekoitusreaktorin jäätyminen tulee estää sijoittamalla ne lämmitettyyn tilaan tai mahdollisesti eristämällä. Laskeutusaltaasta vesi voidaan johtaa Latosuon altaalle.

Tarkempi tarkastelu vesienkäsittelymenetelmästä, sen mitoituksesta ja kemikaalimääristä tulee tehdä jatkosuunnittelussa.

10.4.5 Esiselkeytysallas

Kunnostuksen loppuvaiheessa, kun vedessä on paljon kiintoainetta, varaudutaan esiselkeytysaltaan käyttöön. Esiselkeytysallas vähentää neutralointiyksikköön vesienkäsittelyyn päätyvää kiintoainemäärä. Kunnostuksen aikainen kuivatusvesi pumpataan esiselkeytysaltaaseen ja siitä neutralointiyksikköön vesienkäsittelyyn ja laskeutusaltaaseen. Mahdollinen esiselkeytysallas sijoitetaan esimerkiksi Salmisen rantavyöhykkeelle. Alustava esiselkeytysaltaan sijainti ja tilavaraus on esitetty piirustuksessa 3. Ylivuototilanteessa vesi laskee takaisin Salmiseen.

Esiselkeytysallas voidaan mitoittaa virtausnopeuden ja 0,02 mm kokoisen hietapartikkelin laskeutumisnopeuden perusteella.

10.4.6 Tyhjennys- ja kunnostusvaiheen laskeutusallas

Kunnostuksessa nouseva kiintoaines sekä kemiallisessa saostuksessa muodostuva sakka laskeutetaan laskeutusaltaassa. Allaspinta-ala on mitoitettu virtausnopeuden 117 m³/h ja 0,0015 mm savipartikkelin laskeutumisnopeuden 0,0035 mm/s perusteella.

Virtausnopeudessa on huomioitu koko Salmisen vesimäärän tyhjennys 3 kuukauden aikana ja niskaojien sisäpuolella 27,8 ha:n alueella muodostuva vesimäärä märän vuoden keskimääräisen valuman (23,0 l/s*km²) perusteella. Järven tyhjennysajankohdaksi on arvioitu kesä-elokuu, jolloin märän vuoden kuukausivaluma kesä-elokuussa on hieman pienempi kuin märän vuoden keskimääräinen valuma.

Laskeutusaltaan syvyydessä huomioidaan lietetilavuus. Laskeutusallas tulee mahdollisesti ruopata kunnostuksen aikana. Laskeutusallasta voidaan käyttää myöhemmin Haukilammen ja Kärsälammen kunnostamisen yhteydessä.

Taulukko 10-6. Laskeutusaltaan mitoitustiedot

	Laskeutusaltaan koko
Altaan pituus	150 m
Altaan leveys	60 m
Altaan pinta-ala	9 000 m²

10.5 Pilaantuneisuuden kunnostuksen toteutus

Salmisen alueen kunnostustyö alkaa vesienhallinnan järjestelyillä. Vesienhallinnan järjestelyt on kuvattu kohdassa 10.6.

Salmisen vesipinnan alentamisen jälkeen ranta-alueiden sakka poistetaan käyttäen työkoneina kaivinkonetta ja puskutraktoria. Sakan poisto pyritään tekemään sulakauden aikana kuivillaan olevien ranta-alueiden osalta. Sakka pyritään sijoittamaan esikuivumaan altaan välittömään läheisyyteen, ja sakan annetaan jäätyä talven yli. Työ tehdään sekä kesä- että talvityöskentelynä pohjamaan kantavuuden mukaan. Sakan poistaminen Salmisen pohjalta tehdään imuruoppaamalla. Kun sakan poisto on tehty, tarkistetaan pohjamaan ja sedimentin pinnan pilaantuneisuus, ja mahdolliset pilaantuneet ainekset poistetaan.

Kunnostuksen aikana muodostuvat likaantuneet vedet pumpataan keskusvedenpuhdistamolle tai käsittelyaseman ja laskeutusaltaan kautta Latosuon altaaseen. Kunnostuksen aikana ylemmiltä valuma-alueilta ja niskaojiin tulevat veden ohjataan ohitusojia pitkin Salmisen ohitse Kalliojärven suuntaan. Kunnostuksen päätyttyä työnaikaiset padot puretaan ja veden annetaan virrata Salmisen jäljelle jääviin osiin tai uuden sekundäärialueen suunniteltuihin ojastoihin.

Geotuubeista erottuva vesi sisältää oletettavasti vähän kiintoainetta ja tuubeihin lisätyt kemikaalit, kuten polymeeri, voivat sitoa haitta-aineita. Veden laadusta ei ole tässä suunnitteluvaiheessa kuitenkaan tarkkaa tietoa. Sen vuoksi varaudutaan geotuubialueelta tulevan veden keräämiseen ja johtamiseen laskeutusaltaan kautta keskuspuhdistamolle. Vaihtoehtoisesti geotuubialueen vedet voidaan ohjata neutralointiaseman ja laskeutusaltaan kautta Latosuon altaalle. Geotuubialueen rakentamisen pääperiaatteet on kuvattu kohdassa 10.6.

Alueen kunnostuksen suunnitelmakartta on esitetty piirustuksessa 3. Kartassa esitetyt esikuivatusalueet ovat suuntaa-antavia, ja lopulliset kuivatusalueet tarkentuvat kunnostuksen aikana.

10.6 Geotuubialueen rakentaminen

Geotuubialue sijoittuu Haukilammen itäpuolelle laskeutusaltaan läheisyyteen pienen mäen päälle. Kunnostusalueelta imuruopattavalle sakalle tehtävällä geotuubikentällä pohja tasataan ja muotoillaan moreenilla. Pilaantuneilla alueilla geotuubit voidaan sijoittaa suoraan moreenin päälle, jolloin täytyy varmistua veden johtumisesta takaisin pilaantuneelle alueelle. Pilaantumattomilla alueilla moreenin päälle levitetään LDPE-kalvo tiivisrakenteeksi. Geotuubikenttä muotoillaan siten, että geotuubeista erottuva

vesi voidaan johtaa ja kerätä hallitusti. Vedet johdetaan laskeutusaltaan kautta keskusvedenpuhdistamolle tai vaihtoehtoisesti neutralointiaseman kautta laskeutusaltaalle ja sieltä Latosuolle.

Geotuubeja tullaan testaamaan esikokeilla (hanging bag), joiden perusteella saadaan lisätietoa geotuubeista erottuvan veden laadusta. Testituloksia hyödynnetään vesienhallinnan suunnittelussa.

10.7 Jätteiden käsittely

Kunnostuksen aikana syntyvät jätejakeet pidetään toisistaan erillään. Käytännössä kunnostuksessa syntyy todennäköisesti seuraavia jakeita:

- Vesienkäsittelysakka
- Sakan sekainen maa-aines (sedimentti/lieju)
- Pilaantunut maa-aines
- Lieju/muu pehmeä aines Salmisen pohjalta
- Mineraalimaa
- Alueilta poistetut puu ja muu kasvillisuus
- Kannot ja juurakot

Märkä sakka ja sakan sekainen maa-aines esikuivatetaan kunnostusalueilla ja siirretään kuivatuksen jälkeen vaarallisen jätteen kaatopaikalle. Kuivat massat voidaan siirtää suoraan loppusijoitukseen.

Mahdollinen pilaantunut maa-aines läjitetään omaan kasaan/aumaan joko Salmisen alueelle tai pintamaiden välivarastoalueelle. Pilaantuneita mineraalisia maa-aineksia käytetään loppusijoitusalueella esipeittokerroksessa ja maat säilötään pintamaiden välivarastointialueella. Pintamaiden välivarastointialueen ja vaarallisen jätteen kaatopaikan (loppusijoitusalue) sijainti on esitetty piirustuksessa 2.

10.8 Työmaaliikenne, kuljetukset ja pilaantuneen aineksen varastointi

Kaikki pilaantuneiden maiden, sakkojen ja puuaineksen kuljetukset, jotka voivat pölytä kuljetuksen aikana peitetään pilaantuneisuuden levittämisen estämiseksi. Kuljetusreitit suunnitellaan huomioiden siirrettävän materiaalin vaatimukset.

Pilaantuneiden maa-ainesten välivarastointialue on esitetty piirustuksessa 2. Alueelle tuodaan kaikki maa-ainekset joiden varastointia ei voida suorittaa kunnostettavilla alueilla tai joita hyödynnetään loppusijoitusalueen esipeittorakenteessa.

10.9 Kunnostuksen päättyminen

Maaperän kunnostustoimet ovat riittäviä, kun kenttätestien ja laboratoriossa analysoitujen kontrollinäytteiden haitta-ainepitoisuudet alittavat kunnostuksen tavoitepitoisuudet. Mikäli tavoitepitoisuuksia ei jostain kaivua rajoittavasta tekijästä johtuen saavuteta, laaditaan jatkotoimenpiteiden suunnitteluun avuksi riskinarvio, jolla tarkastellaan, onko jäännöspitoisuuksista haittaa ympäristölle.

Kunnostuksen päätyttyä sekundäärikasan ulkopuolelle jäävän alueen pinta- ja pohjamaat muotoillaan tasaiseksi. Puustoa kylvetään uudelleen alueille, joista sitä on jouduttu kunnostuksen vuoksi poistamaan.

Salmisen kunnostuksen jälkeen ohitusuomia ei poisteta käytöstä suunnitellun sekundäärikasan ulkopuolelle jääviltä alueilta. Ohitusuomia sekä laskeutusallasta voidaan käyttää myös Haukilammen ja Kärsälammen kunnostustöiden yhteydessä. Ohitusuomat ja valuma-alueet voidaan ennallistaa uusi sekundäärikasa huomioon ottaen Haukilammen ja Kärsälammen kunnostamisen jälkeen.

10.10 Työn aikaisten riskien hallinta

Työmaa-alueella saa liikkua ainoastaan kunnostustyöhön osallistuvat henkilöt asianmukaisin turva- ja suojalaittein varustautuneena. Kunnostuksessa noudatetaan urakoitsijan laatimaa ja valvojan hyväksymää riskienhallintasuunnitelmaa.

10.11 Kunnostuksen laadun valvonta

Laadunvalvonta ja -varmistus muodostuu viranomaisvalvonnasta (Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus), rakennuttajan laadunvalvonnasta, urakoitsijan omasta laadunvalvonnasta sekä rakennuttajan nimeämästä ympäristöteknisestä valvojasta (ulkopuolinen riippumaton laadunvalvonta).

Laadunvalvonnasta pidetään erillistä laadunvalvontapöytäkirjaa tai laadunvalvonnan toteutukset ja tulokset merkitään päivittäin työmaapäiväkirjaan. Työmaapäiväkirjaan merkitään myös työn toteutukseen liittyvät seikat: työmaan vahvuus, käytetyt koneet, materiaalimenekit sekä sääolot ja muut olennaiset seikat. Työmaapäiväkirjaan tehdyt kirjaukset käsitellään työmaakokouksessa, jossa tehdään urakkaan liittyvät tarpeelliset päätökset.

10.11.1 Kunnostusta ohjaavat mittaukset ja seuranta

Kunnostustyön aikana pilaantuneen alueen rajaamiseksi käytetään pikatestilaitteita, esim. Innov-X-analysaattori sekä laboratorion määrityksiä sen jälkeen, kun sakka on saatu poistettua kenttähavaintojen perusteella. Näytteitä otetaan riittävän usein, jolloin kaivutoimenpiteet saadaan kohdistettua mahdollisimman tarkasti oikeaan kohtaan. Valvoja kalibroi pikatestilaitteet (esim. Innov-X) valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Kunnostustyön aikana otetaan laboratorionäytteitä niin, että kenttätestien lukemien pitoisuustaso voidaan varmistaa, ja sitä kautta osoittaa tavoitepitoisuudet saavutetuiksi. Laboratoriossa näytteistä määritetään pH, metallipitoisuudet, sulfaatti ja uraanipitoisuus.

Välivarasto- ja käsittelyalueelle sijoitettavasta sakasta, sakan sekaisesta turpeesta ja turpeesta otetaan kustakin erikseen kokoomanäytteitä kunnostusaluekohtaisesti. Kokoomanäytteistä määritetään kaatopaikka- ja hyötykäyttökelpoisuustestit, joiden perusteella voidaan arvioida sakan jatkokäsittelytarvetta ja loppusijoitusta.

Salmisen kuivatuksen aikana mitataan ympäristöön johdettavan veden johtokykyä, pH:ta ja ympäristöluvan mukaisten metallien ja sulfaatin pitoisuuksia. Veden laadun heikentyessä vedet ohjataan manuaalisesti neutralointiyksikköön sekä sitä seuraavaan laskeutusaltaseen ja sieltä Latosuolle. Mikäli kenttäpuhdistamolla ei saavuteta riittävää puhdistustehoa, varaudutaan johtamaan vesiä kaivoksen keskitettyyn vesienkäsittelyyn.

10.12 Työsuojelu

Kunnostuskohteessa tulee noudattaa työsuojeluohjeita, jotka soveltuvat metalleilla pilaantuneelle alueelle sekä Terrafamen turvaohjeita.

Aumojen kaivantojen luiskaukset tehdään työturvallisuus huomioiden.

10.13 Yhteenveto

Salmisen tilavuus on arvioitu vuosina 2017 ja 2018 tehtyjen pohjatutkimusten ja maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston perusteella.

Salmisen alueelta poistetaan pilaantuneita maita ja sedimenttiä 16 000 m^3ktr. Aumattavan sakan määrä on arviolta 1000 m^3ktr ja geotuubeihin sijoitettava sakkamäärä on 15 000 m^3ktr. Aumattavan ja geotuubeihin sijoitettavan sakan määrä tarkentuu kunnostuksen aikana. Se riippuu sakkakerroksen paksuudesta ja kuiva-ainepitoisuudesta.

Kunnostuksen ja Salmisen tyhjennyksen aikana käsiteltävän veden määrän on arvioitu olevan luokkaa 240 000 – 460 000 m^3.

11 Tarkkailu ja raportointi

Työmaavalvoja seuraa ja ohjaa kunnostustyön etenemistä ja kirjaa suoritetut toimenpiteet ja tapahtumat työmaapäiväkirjaan. Suunnitelluista ja otetuista kontrollinäytteistä (määrä ja sijainti) pidetään kirjaa, ja ne raportoidaan.

Kun kohde on kunnostettu, laaditaan loppuraportti, jossa esitellään alueella tehdyt toimenpiteet saavutettuine tuloksineen. Raporttiin liitetään kunnostukseen liittyvät kokousmuistiot, työmaapäiväkirja, pilaantuneen maaperän siirtoasiakirjat ja muut vastaavat työn suoritusta kuvaavat asiakirjat.

Tilaaja toimittaa raportin hyväksyttäväksi ympäristöviranomaisille.

Vesien laatua tarkkaillaan vesien tyhjennyksen ja alueen kunnostustyön aikana sekä kunnostuksen jälkeen.

12 Aikataulu

Kunnostus aloitetaan kesällä 2021, riippuen luvitusprosessin etenemisnopeudesta.

13 Lähdeluettelo

Kainuun liitto. (2019). Maakuntakaavakartta. Noudettu osoitteesta https://www.kainuunliitto.fi/sites/default/files/kainuun_maakuntakaava_2020.pdf

Lapin Vesitutkimus Oy. (2005). Talvivaaran kaivoshankkeen maaperä- ja pohjavesitutkimus. 26.8.2005.

Pöyry Finland Oy (2013). Kipsisakka-altaan vuodon ja ylijäämävesien juoksutusten vesistövaikutukset sekä Salmisen, Kalliojärven ja Kivijärven kunnostustarpeen arviointi. 5.7.2013

Pilaantuneen maa-alueen riskinarvionti ja kestävä riskin hallinta. Ympäristöhallinnon ohje 6/2014. (2014).

Pöyry. (2017). Selvitys pohjavesien pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeesta sekä primääriliuotusalueen maaperään kohdistuvista päästöistä.

Pöyry Finland Oy. (2019). Kolmisopin säännöstely Vesienhallintaraportti 24.10.2019.

Pöyry Finland Oy. (2020). Kaivosalueella olevien vanhojen vesienkäsittelysakka-alueiden kunnostus. Yleissuunnitelma, 101012104, 7.4.2020.

Ramboll. (2015). Pintavesien ja kalojen Ni, Cd ja Hg taustapitoisuusselvitys.

Ramboll. (2017). Terrafame Oy, Päivitetty lupahakemus vesienkäsittelyn sakkojen ja lietteiden kunnostukselle. DNRO PSAVI/931/2015.24.1.2017.

Ramboll. (2020). Terrrafamen kaivoksen tarkkailu vuonna 2019 Osa V: pintavesien laadun tarkkailu.

Reinikainen, J. (2007). Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteet. Ympäristöhallinnon ohje 23/2007.

Reinikainen, J. (2007). Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustapeen arviointi. Ympäristöhallinnon ohje 2/2007.

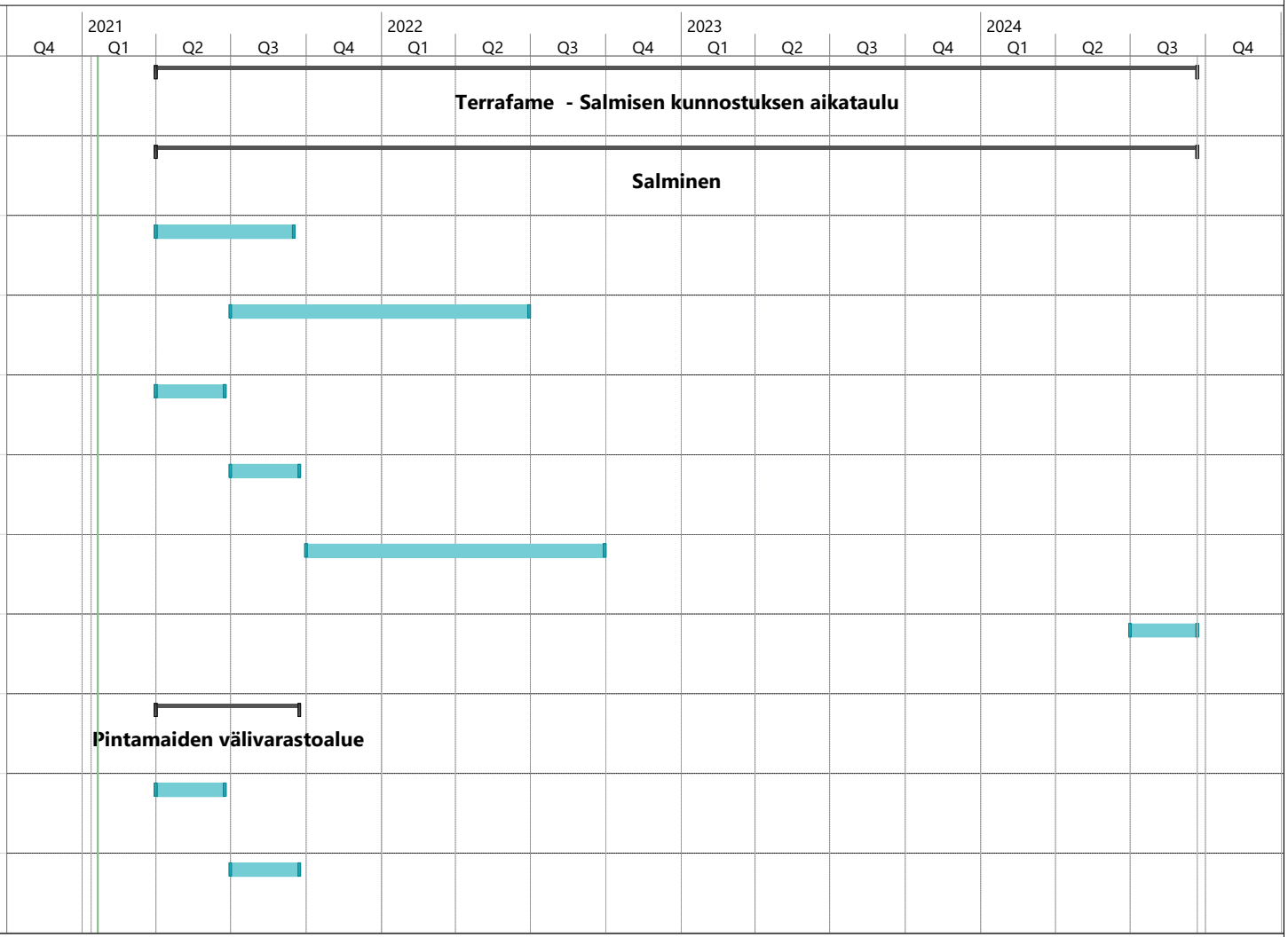
Sitowise. (2019). Sakka- ja lietealueiden pilaantuneisuuden tutkimusraportti. Luonnos 23.8.2019.

STUK, Säteilyturvakeskus. (2019). Kaivokset,Uraanipitoisuudet Suomen kallioperässä ja vesistöissä. Noudettu osoitteesta https://www.stuk.fi/aiheet/kaivokset/uraanipitoisuudet-suomen-kallioperassa-ja-vesistossa

Terrafame. (2019). Vesienhallintasuunnitelma 2019. Versio 1.1 päivitetty 13.9.2019.

Revision date: 20.1.2021

ID	Task Name	Duration
1	**Terrafame - Salmisen kunnostuksen aikataulu**	**907 days**
2	**Salminen**	**907 days**
3	Vesien johtamis- ja käsittelyrakenteet	6 mons
4	Salmisen kuivatus	13 mons
5	Puuston raivaus	3 mons
6	Geotuubialueen rakentaminen	3 mons
7	Sakan poisto	13 mons
8	Sakan siirto loppusijoitukseen	3 mons
9	**Pintamaiden välivarastoalue**	**125 days**
10	Puuston raivaus	3 mons
11	Alueen rakentamisen aloitus	3 mons



Project: Salmisen kunnostus 2
Date: 20.1.2021

Task	Inactive Task	Manual Summary Rollup	External Milestone
Split	Inactive Milestone	Manual Summary	Deadline
Milestone	Inactive Summary	Start-only	Progress
Summary	Manual Task	Finish-only	Manual Progress
Project Summary	Duration-only	External Tasks	

AFRY Finland Oy	DOKUMENTTILUETTELO	Asiakas Terrafame Oy	Työ n:o 101012104	sivu n:o 1

Salmisen kunnostus yleissuunnitelma

26.2.2021

Asiakirjan numero	Pvm.	Sisältö	Tiedoston nimi	Mittakaava	Muutos		Huomautuksia
					Pvm.	Merk.	
101015424-1	19.1.2021	Sijaintikartta	Sijaintikartta.dwg	1:100 000			
101015424-2	19.1.2021	Yleiskartta	Yleiskartta_Salminen_10000.dwg	1:10 000			
101015424-3	14.1.2021	Suunnitelmakartta	Suunnitelmakartta_Salminen.dwg	1:5000	25.2.2021	A	Laskeutusallas, putkia, pumppaamoja ja geotuubialue siirretty ja päivitetty
101015424-4	18.12.2020	Leikkauspiirustukset	Leikkaukset.dwg	1:1000/ 1:100			

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

Kaivospiirin raja

Kunnostusalue

0 3000 6000 Meters

Kohde	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY Salmisen kunnostus Yleissuunnitelma SOTKAMO	Sijaintikartta	1:100 000

Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä
L.Kurkinen	H. Rahikkala	19.1.2021	KKJ3/ N60

Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija	Työnumero	Lehti
Marko Lehmikangas	101015424	

	Suunn.ala	Piirustusnumero	Muutos
AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com	YMP	1	

SIJAINTIKARTTA

SALMINEN

POHJOINEN KUUSILAMPI

HÄRKÄLAMPI

KÄRSÄLAMPI

HAUKILAMPI

TALVIVAARA

Talvivaaran kaivos

TAMMALAMPI

ETELÄINEN KUUSILAMPI

PINTAMAIDEN VÄLIVARASTOINTI-ALUE

LUMELA

LOPPU-SIJOITUS-ALUE

KORTELAMMEN SAKKA-ALTAAT

URKKI

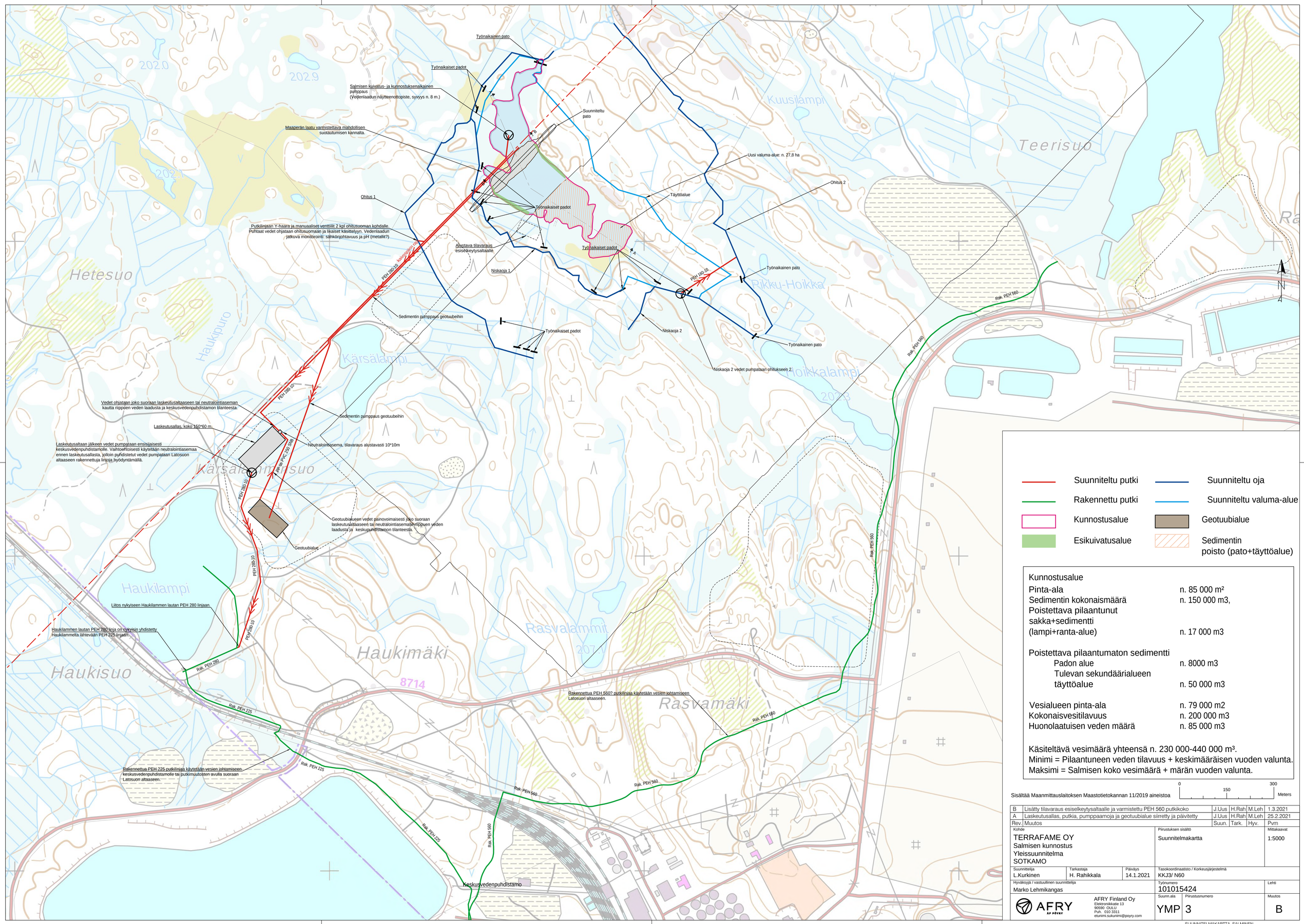
KORTELAMPI

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

0 300 600 Meters

Kohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
TERRAFAME OY Salmisen kunnostus Yleissuunnitelma SOTKAMO			Yleiskartta	1:20 000
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja H. Rahikkala	Päiväys 19.1.2021	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101015424	Lehti
AFRY ÅF PÖYRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 2	Muutos

YLEISKARTTA_SALMINEN_



Suunniteltu putki	Suunniteltu oja
Rakennettu putki	Suunniteltu valuma-alue
Kunnostusalue	Geotuubialue
Esikuivatusalue	Sedimentin poisto (pato+täyttöalue)

Kunnostusalue

Pinta-ala	n. 85 000 m²
Sedimentin kokonaismäärä	n. 150 000 m3,
Poistettava pilaantunut sakka+sedimentti (lampi+ranta-alue)	n. 17 000 m3
Poistettava pilaantumaton sedimentti	
Padon alue	n. 8000 m3
Tulevan sekundäärialueen täyttöalue	n. 50 000 m3
Vesialueen pinta-ala	n. 79 000 m2
Kokonaisvesitilavuus	n. 200 000 m3
Huonolaatuisen veden määrä	n. 85 000 m3

Käsiteltävä vesimäärä yhteensä n. 230 000-440 000 m³.
Minimi = Pilaantuneen veden tilavuus + keskimääräisen vuoden valunta.
Maksimi = Salmisen koko vesimäärä + märän vuoden valunta.

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 11/2019 aineistoa

0 150 300 Meters

Rev.	Muutos	Suun.	Tark.	Hyv.	Pvm
B	Lisätty tilavaraus esiselkeytysaltaalle ja varmistettu PEH 560 putkikoko	J.Uus	H.Rah	M.Leh	1.3.2021
A	Laskeutusallas, putkia, pumppaamoja ja geotuubialue siirretty ja päivitetty	J.Uus	H.Rah	M.Leh	25.2.2021

Kohde
TERRAFAME OY
Salmisen kunnostus
Yleissuunnitelma
SOTKAMO

Piirustuksen sisältö
Suunnitelmakartta

Mittakaavat
1:5000

Suunnittelija: L.Kurkinen
Tarkastaja: H. Rahikkala
Päiväys: 14.1.2021
Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä: KKJ3/ N60

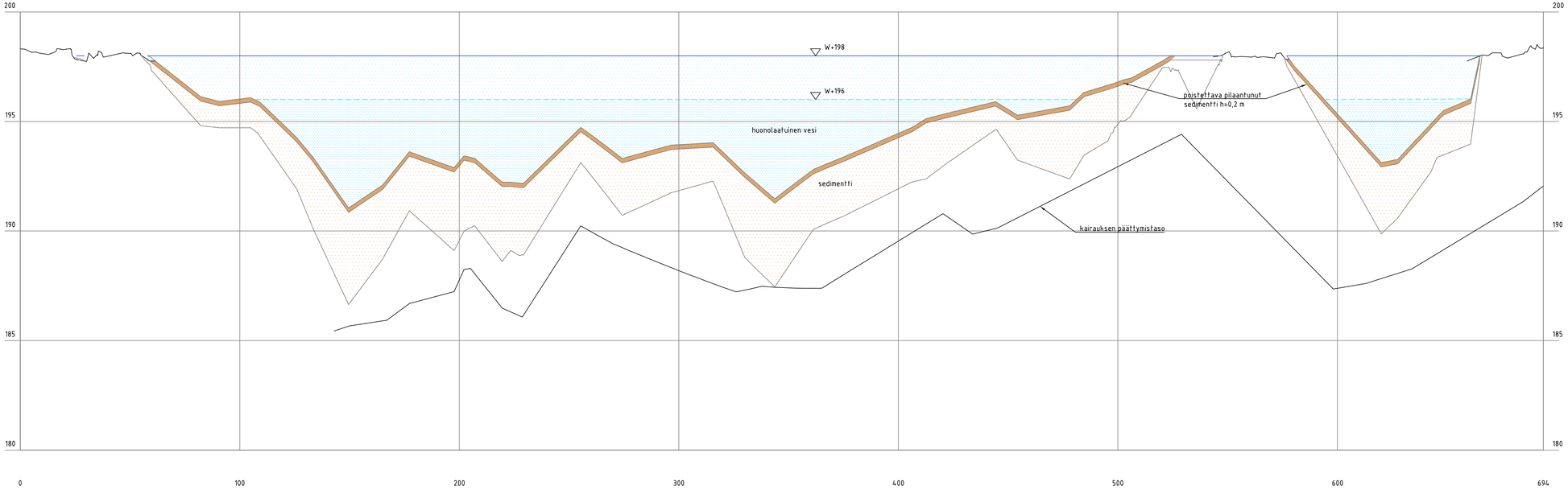
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija: Marko Lehmikangas
Työnumero: 101015424
Lehti

AFRY ÅF PÖYRY
AFRY Finland Oy
Elektroniikatie 13
90590 OULU
Puh. 010 3311
etunimi.sukunimi@poyry.com

Suunn.ala: YMP
Piirustusnumero: 3
Muutos: B

SUUNNITELMAKARTTA_SALMINEN

LEIKKAUS A:
1:1000/1:100

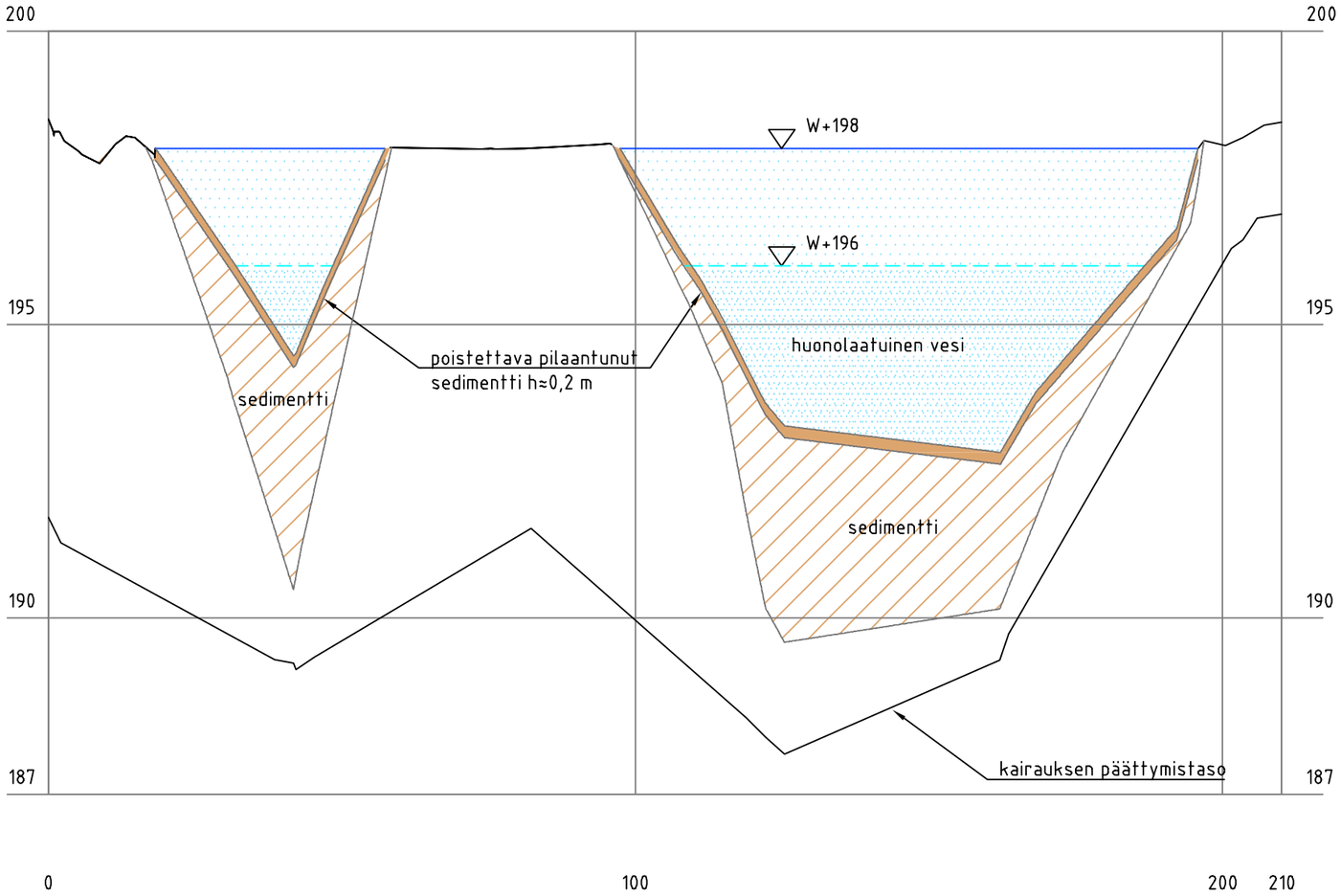


Kokonaisvesitilavuus	n. 200 000 m3
Huonolaatuisen veden määrä	n. 85 000 m3
Sedimentin määrä	n. 150 000 m3
Poistettavat pilaantuneet massat	n. 17 000 m3

Kohde TERRAFAME OY Salmisen kunnostus Yleissuunnitelma SOTKAMO			Piirustuksen sisältö Pituusleikkaus A-A	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja H. Rahikkala	Päiväys 19.1.2021	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101015424	Lehti
AFRY AF PÖYRY	AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3011 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 4_1
				Muutos

LEIKKAUKSET SALMINEN

LEIKKAUS B:
1:1000/1:100



Kokonaisvesitilavuus	n. 200 000 m3
Huonolaatuisen veden määrä	n. 85 000 m3
Sedimentin määrä	n. 150 000 m3
Poistettavat pilaantuneet massat	n. 17 000 m3

Kohde TERRAFAME OY Salmisen kunnostus Yleissuunnitelma SOTKAMO			Piirustuksen sisältö Poikkileikkaus B-B Padon kohta	Mittakaavat 1:1000/1:100
Suunnittelija L.Kurkinen	Tarkastaja H. Rahikkala	Päiväys 18.12.2020	Tasokoordinaatisto / Korkeusjärjestelmä KKJ3/ N60	
Hyväksyjä / vastuullinen suunnittelija Marko Lehmikangas			Työnumero 101015424	Lehti
AFRY ÅF PÖYRY	AFRY Finland Oy Elektroniikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@poyry.com		Suunn.ala YMP	Piirustusnumero 4_2
				Muutos

LEIKKAUKSET_SALMINEN