>> Ympäristötark-kailuohjelma

19.12.2024

Terrafame

Muutosluettelo

Päivämäärä	Versio	Muutoksen kuvaus
16.12.2022	1	
7.2.2023	2	Dokumentin otsikko päivitetty Teknisiä korjauksia sekä pieniä täsmennyksiä tekstiin. Raudansaostuksen sakka (RASA 645) on poistettu jätetarkkailusta (kpl. 6.3.4) Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden tarkkailun kuvaus perusmäärittelyjen tulosten perusteella (kpl 5.3.6) Muutos kalojen metallipitoisuuden tarkkailun laajuuteen (kpl 6.3.6) Liitteen 1 päivitys näytepisteiden nimien osalta. Liitteeseen 3 lisättiin näytepisteitä. Liitteiden 3 ja 9-12 merkintöjen selitteiden korjaus.
27.11.2023	3	Tarkkailusuunnitelman hyväksymispäätöksen (ELY-keskus 12.9.2023) mukaiset päivitykset ilmapäästöjen tarkkailuun, jätejakeiden tarkkailuun, pintavesien fysikaalis-kemialliseen tarkkailuun, pintavesien biologiseen tarkkailuun ja kalataloustarkkailuun, sekä kappaleisiin 8-10. Sivukivialueen KL1 tarkkailusuunnitelman lisäykset ympäristölupapäätöksen (Nro 107/2023) mukaisesti sisäisten vesijakeiden, jätejakeiden, pintavesien ja pölylaskeuman tarkkailuun. Analyysivalikoimat on yhtenäistetty muun tarkkailun kanssa. Korjauksia kangasrouskujen, havunneulasten ja sammalten metallipitoisuuksien seurannan tarkkailupisteisiin (kpl 6.6.3-6.6.5). Täsmennys pölylaskeuman tarkkailupisteen Pöly15b sijaintiin (kpl 6.7.1). Uusien näytteenottopaikkojen ja seuranta-alueiden päivitys, sekä muita pieniä korjauksia karttaliitteisiin.
7.12.2023	4	Kiltuanjärven tarkkailuajankohdat sekä Talvilammen ja Iso-Savonjärven lisäanalyysit korjattu pintavesitarkkailun taulukoihin 6-2 sekä 6-3. Pieniä tarkennuksia kalataloustarkkailun taulukoihin 6-14 ja 6-15.
19.12.2024	5	Uraanin talteenottolaitoksen tarkkailun sisällyttäminen tarkkailuohjelmaan (KAIELY/503/2022) sekä muita pieniä päivityksiä . Akkukemikaalitehtaan rautasakan kierrättämisen ympäristölupapäätöksen (Nro 136/2024 Dnro PSAVI/10801/2023) sisällyttäminen tarkkailuohjelmaan. Lisätty kappale 4.5 Rautasakan liuotuksen tarkkailu. MTO:n jatkuvatoimisten ilmapäästömittausten osalta korjattu mittauspisteiden lukumäärä kappaleessa 5.2.1.4.

		Uusien pohjaveden tarkkailupisteiden lisääminen sekä pieniä päivityksiä tekstiin kappaleessa 6.5.2. Pieniä päivityksiä karttaliitteisiin Taulukon 7-1 alaviitteen korjaaminen kalataloustiedustelun tiheyden osalta Oulujoen vesistössä Taulukosta 5-4 on poistettu Lone tuleva -näytepiste Taulukoihin 4-2, 5-2 ja 5-5 lisätty analyysi kiintoaine, hehkutusjäännös Taulukkoon 5-2 on lisätty viikoittain tehtäviin analyyseihin TOC. Taulukkoon 6-6 korjattu Kivijärven pohjoispisteen nimi kasviplanktonrekisterissä. Taulukkoon 6-7 lisätty paikan nimet Hertassa (PIIRE). Taulukkoon 6-34 tehty melumittausten osalta muotoilupäivityksiä.

Sisältö

1 Johdanto 7
2 Toiminnan kuvaus 7
3 Tarkkailualue 8
4 Käyttötarkkailu 9
4.1 Yleinen toiminnan tarkkailu 10
4.2 Energiantuotantoyksiköiden tarkkailu 11
4.3 Terrafamen oma ympäristön- ja vesijakeiden tarkkailu 11
4.3.1 Vesistöihin juoksutettavat käsitellyt vedet yhtiön omassa ympäristöseurannassa 12
4.3.2 Puhtaat vedet sekä rakentamisalueiden ja puhtaiden pintamaiden läjitysalueiden valumavedet 13
4.3.3 Puhtaiden vesien varastoaltaisiin johdettavat vedet 13
4.3.4 Käsittely-yksiköille tulevat ja käsittelyyn johdettavat vedet 14
4.3.5 Jätealueiden suoto- ja rakenteiden alapuoliset vedet 14
4.3.6 Akkukemikaalitehtaan, metallien talteenoton sekä uraanin talteenoton jäähdytys- ja sadevesien tarkkailu 14
4.3.7 Kalliojoen virtaama sekä Kolmisopen säännöstelyn seuranta 15
4.3.8 Hajapölyn seuranta 15
4.4 Uraanitaseen laatiminen 15
4.5 Rautasakan liuotuksen tarkkailu 16
5 Päästöjen ja jätejakeiden tarkkailu 16
5.1 Päästövesien ja sisäisten vesijakeiden tarkkailu 16
5.1.1 Päästövesien tarkkailu 17
5.1.2 Sisäisten vesijakeiden tarkkailu 19
5.1.3 Saniteettipuhdistamoiden tarkkailu 23
5.1.4 Öljynerotuskaivojen tarkkailu 25
5.2 Ilmapäästöjen tarkkailu 25
5.2.1 Pistemäiset lähteet 25
5.2.1.1 Malminkäsittely 25
5.2.1.2 Kalkkituotteiden valmistus 26
5.2.1.3 Rikkivetylaitos 27
5.2.1.4 Metallien talteenotto 27
5.2.1.5 Energiantuotantolaitokset 28
5.2.1.6 Akkukemikaalitehdas 30
5.2.1.7 Uraanin talteenottolaitos 32
5.2.1.8 Mittausohjelma ja menetelmät 33
5.2.1.9 Jatkuvatoimiset mittaukset 38
5.2.2 Ilman hajurikkiyhdisteet 39
5.3 Jätejakeiden tarkkailu 40
5.3.1 Sivukivi 41

5.3.2 Poistettava maa-aines 43
5.3.3 Sekundääriliuotuksen jäännös 44
5.3.4 Sakat 44
5.3.5 Epäkurantti rikki 45
5.3.6 Akkukemikaalitehtaan jätejakeet 45
5.3.7 Uudet jätejakeet 47
5.3.9 Muu seuranta 48
6 Ympäristövaikutusten tarkkailu 48
6.1 Pintavesien tarkkailu 48
6.1.1 Pintavesien laadun tarkkailu 48
6.1.2 Fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailu 49
6.2 Pintavesien biologinen tarkkailu 53
6.2.1 Kasviplankton 54
6.2.2 Piilevät 55
6.2.3 Pohjaeläimet 56
6.3 Kalasto ja kalastus 58
6.3.1 Kalataloustarkkailun menetelmät 58
6.3.2 Kalastuskirjanpito 58
6.3.3 Kalastustiedustelu 59
6.3.4 Verkkokoekalastukset 60
6.3.5 Sähkökoekalastukset 60
6.3.6 Kalojen metallipitoisuus 61
6.3.7 Yhteenveto kalataloustarkkailun ohjelmaesityksestä 62
6.4 Sedimentin laatu 64
6.5 Pohjavesi 66
6.5.1 Talousvesikaivot 66
6.5.2 Kallio- ja maapohjavesi 67
6.6 Biologinen tarkkailu maa-alueilla 74
6.6.1 Liito-orava 74
6.6.2 Lepakot 75
6.6.3 Kangasrouskun metallipitoisuudet 76
6.6.4 Havunneulasten kuntoarvio ja raskasmetallipitoisuudet 78
6.6.5 Sammalten metallipitoisuudet 79
6.7 Ilmanlaatu 81
6.7.1 Pölylaskeuma 81
6.7.2 Leijuma 84
6.8 Melu 85
6.8.1 Ympäristömelun tarkkailu 85
6.8.2 Melupäästöt 86
6.9 Tärinä 86
7 Yhteenveto tarkkailusta 87
8 Poikkeustilanteet ja suunnitelmasta poikkeaminen 89
9 Raportointi 89
10 Tarkkailuohjelman muuttaminen 91
Viitteet 91

Liitteet:

Liite 1	Käyttötarkkailun kohteet ja tehdasalue
Liite 2	Päästövesien tarkkailupisteet
Liite 3	Sisäisten vesien tarkkailupisteet
Liite 4	Pintavesien fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailupisteet
Liite 5	Pintavesien biologisen tarkkailun kohteet
Liite 6	Verkkokoekalastuskohteet
Liite 7	Sähkökoekalastuskohteet
Liite 8	Sedimenttitarkkailukohteet
Liite 9	Pohjavesien tarkkailupisteet
Liite 10	Liito-oravien ja lepakoiden seurantakohteet
Liite 11	Kangasrouskujen, havunneulasten ja sammalten seurantakohteet
Liite 12	Pölylaskeuman, leijuman, ympäristömelun ja tärinän tarkkailupisteet

1 Johdanto

Terrafame Oy on suomalainen monimetalliyhtiö, joka tuottaa nikkeliä, sinkkiä, kobolttia ja kuparia Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan ja metallitehtaallaan. Akkukemikaalitehtaalla metallitehtaalla tuotettu nikkeli-kobolttisulfidi jatkojalostetaan sähköautojen akkujen raaka-aineina käytettäviksi nikkeli- ja kobolttisulfaateiksi. Lisäksi Terrafame on aloittanut luonnonuraanin talteenoton kesällä 2024. Terrafamen monimineraaliesiintymät muodostavat yhden Euroopan suurimmista tunnetuista nikkelisulfidivarannoista. Terrafamella on kaksi erillistä malmiesiintymää, Kuusilampi ja Kolmisoppi, joiden varannot riittävät ylläpitämään tuotantoa kymmeniä vuosia. Kuusilammen esiintymän louhinta alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen metallintuotanto alkoi vuonna 2009.

Ympäristötarkkailulla tuotetaan tietoa Terrafamen toiminnan päästöistä ympäristöön sekä päästöjen vaikutuksista ympäristön tilaan ja ihmisten viihtyvyyteen. Lisäksi tarkoituksena on selvittää vaikutusalueen laajuus. Tähän tarkkailusuunnitelmaan on päivitetty Terrafame Oy:n käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailu kokonaisuutena v. 2022 päivitetyn ympäristöluvan sekä muiden voimassa olevien ympäristölupien mukaiseksi.

Päivitystyön lähtökohtana on ollut vuonna 2019 laadittu yhdistetty käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun suunnitelma (Ramboll 2019) sekä akkukemikaalitehtaan tarkkailusuunnitelma (Terrafame 2021). Tarkkailuohjelman päivityksessä tarkkailua on kohdistettu erityisesti niille alueille, joilla on ympäristötarkkailun viime vuosien tulosten perusteella havaittu ympäristövaikutuksia. Lisäksi tarkkailupisteiden ja seurantaalojen sijainnin suunnittelussa on huomioitu toiminnan laajentuminen ympäristölupapäätöksen v. 2022 sekä vireillä olevien sivukivialueen KL1 ja Kolmisopen hankkeen ympäristölupahakemusten mukaisesti.

Velvoitetarkkailu perustuu seuraaviin lupiin ja päätöksiin:

- Ympäristö- ja vesitalouslupa (AVI:n päätös Nro 87/2022)
- Akkukemikaalitehtaan ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 5/2021)
- Kolmannen rikkivetylaitoksen ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 39/2018/1)
- Uusien energiantuotantoyksiköiden ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 133/2020)
- Sivukivialueen KL1 ympäristö- ja vesitalouslupa (AVI:n päätös Nro 107/2023)

2 Toiminnan kuvaus

Terrafamella on kaksi tunnettua malmiota, Kuusilampi ja Kolmisoppi. Terrafamen tuotannon päävaiheet ovat louhinta, murskaus, agglomerointi, kasaus, biokasaliuotus, metallien talteenotto ja akkukemikaalien valmistus. Uraanin talteenotto on aloitettu kesällä 2024.

Tuotanto perustuu biokasaliuotukseen, jossa alueella luonnostaan esiintyvien bakteerien avulla metallit liuotetaan malmista. Murskattu ja agglomeroitu malmi kasataan bioliuotuskasoille. Kasaan puhalletaan ilmaa sinne asennetun putkiston läpi ja sitä kastellaan liuoksella, jota kierrätetään kasan läpi. Tällöin happamissa olosuhteissa metallit liukenevat ja sulfidi hapettuu sulfaatiksi alentaen pH:ta. Samalla vapautuu lämpöä. Kasoissa kierrätettävän liuoksen pH:n säätämiseksi käytetään lisänä rikkihappoa.

Noin 1,5 vuoden primäärivaiheen jälkeen malmi siirretään sekundääriliuotusalueelle, jossa liuotusta jatketaan edelleen n. 3 – 4 vuoden ajan. Sekundääriliuotuskasa on myös loppuun liuotetun malmin loppusijoituspaikka.

Bioliuotuskierrossa kiertävästä liuoksesta osa johdetaan metallien talteenottolaitokselle, jossa metallit saostetaan vaiheittain sulfideiksi. Metallien talteenoton jälkeen ns. raffinaatti (metallien talteenoton jälkeinen liuos) johdetaan pääosin takaisin liuoskiertoon bioliuotuskasoille ja tarvittaessa, mikäli liuostilavuutta on tarpeen pienentää, osin alumiinin ja raudan poistoon (RASA) ja sieltä edelleen loppuneutralointivaiheeseen (LONE). Raudansaostuksen aliteliete johdetaan edelleen neutraloitavaksi Terrafamen keskusvedenpuhdistamolla ja loppuneutraloinnin alite johdetaan kipsisakka-altaille, jossa sen sisältämä kiintoaine laskeutetaan. Loppuneutraloinnin ylitevettä on käytetty pääosin tuotannon käyttövetenä tai johdettu käänteisosmoosilaitoksen syöttövedeksi. Käänteisosmoosilaitoksen tuotevesi käytetään tehtaalla vaativissa vedenkäyttökohteissa.

Uraanin talteenottolaitoksella luonnonuraani uutetaan PLS-liuoksesta metallien talteenottolaitoksen jälkeen. Uraanin talteenoton jälkeen paluuliuos (raffinaatti) johdetaan bioliuotukseen. Uraani tuotetaan Terrafamella yellow cake -asteelle. Talteenotettu uraani toimitetaan Terrafamelta ulkomaille jatkojalostettavaksi, minkä jälkeen se käytetään ydinenergian tuotannossa.

Akkukemikaalitehtaalla metallien talteenottolaitoksen lopputuote, nikkeli-kobolttisulfidi jatkojalostetaan sähköautojen akkujen valmistuksen raaka-aineena käytettäväksi nikkeli-kobolttisulfaatiksi. Sivutuotteena akkukemikaalitehtaalla valmistetaan ammoniumsulfaattia, jota käytetään lannoitteena sekä muussa kemianteollisuudessa.Vesienkäsittelyssä puhdistetaan alueella muodostuvia vesiä, jotka vaativat käsittelyä. Keskuspuhdistamo on korvannut eri puolilla kaivospiiriä sijaitsevia vesienkäsittely-yksiköitä sekä keskittänyt sakkojen käsittelyn kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamon toiminta perustuu kalkkineutralointiin, joka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi kaivosvesien puhdistamisessa. Puhdistamolle johdetaan eri puolilta teollisuusaluetta kerättävät vedet eli louhitun malmin, rikkipitoisen sivukiven tai läjitetyn jätteen kanssa kosketuksiin joutuvat sade- ja valumavedet, avolouhosten kuivanapitovedet, pintamaan poistoalueilta muodostuvat kuivatusvedet, tehdasalueiden hulevedet sekä primääri- ja sekundääriliuotusalueiden ympäriltä ja niiden altailta kerättävät suojapumppausvedet sekä muut vastaavat likaantuneet vedet. Puhdistamolle johdetaan myös metallien talteenottolaitoksen raudansaostuksen (RaSa) sakeuttimien alitteet.

Lisäksi vesiä on mahdollista käsitellä Kortelammen neutralointiyksiköillä 1 ja 2 ja SEM2 –varoaltaan neutralointiyksiköllä. Saostumisreaktiossa muodostuvat sakat ruopataan altaista ja ne välivarastoidaan alueella sakka-altaissa tai tiivistetään geotuubeissa, jotka on sijoitettu kalvotetuille geotuubikentille.

Louhinnassa muodostuvaa sivukiveä on läjitetty vuodesta 2017 alkaen sivukivialueelle KL2. Lisäksi sivukiveä sekä metallien talteenottolaitoksen esineutralointisakkaa on käytetty sekundäärikasan pohjarakenteissa. Yhtiö on saanut 29.6.2023 ympäristö- ja vesitalousluvan (PSAVI/4347/2020) sivukivialueelle KL1 ja se on otettu tuotannolliseen käyttöön 2.1.2024.

3 Tarkkailualue

Terrafamen tuotantoalue sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km^2. Alue on Kainuun vaaramaisemalle tyypillistä metsien, soiden, lampien ja järvien vuorottelua. Vaaroilla kasvaa sekä kuusi- että mäntymetsää. Vaarajaksojen

välissä olevilla alavilla mailla on soita ja lampia. Pieniä lampia on alueella runsaasti. Alueen suot on ojitettu ja muutoinkin alue on ollut metsätalouskäytössä.

Terrafamen tuotantoalue kuuluu Kainuun liuskekivijaksona tunnetun geologisen vyöhykkeen eteläosaan, missä vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet. Maapeite on alueella ohut, keskimäärin 1,8 m. Maapeite on korkeilla maastonkohdilla moreenia ja alavilla alueilla turvetta. Niin kasvillisuus, eläimistö kuin linnustokin ovat Kainuulle tyypillisiä. Huomionarvoisia lajeja alueella ovat mm. liitoorava ja lepakot (pohjanlepakko, viiksisiippa ja isoviiksisiippa). Kaivospiirin alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole suojelualueita. Kainuun ELY-keskus on antanut rajauspäätöksen (26.4.2019) erityisesti suojeltavan lajin, rotkokehräjäkälän, esiintymispaikan rajauksesta 4,3 hehtaarin alalla sivukivialueen KL2 alueella.

Terrafamen tuotantoalue sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vedenjakajalla. Valtakunnallisen vesistöaluejaon mukaan tuotantoalue sijaitsee Tuhkajoen valuma-alueella (59.885) ja Kivijoen valuma-alueella (4.645). Pääosa alueen vesistä johdetaan nykyisin käsiteltynä purkuputkella Latosuon patoaltaalta Nuasjärveen. Lisäksi vesiä on mahdollisuus johtaa ns. vanhoja purkureittejä Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin lupamääräysten mukaisesti.

Terrafamen alueen lähivedet ovat enimmäkseen pieniä puroja ja lampia. Vesistöjen vesi on tyypillisesti humuspitoista, hapanta ja väriltään tummaa. Mustaliuskealueella sijaitsevien pienten lampien ja purojen pH ja puskurikyky ovat alhaisia. Tästä johtuen alueen vesistöissä tavataan paikoin luonnostaan kohonneita metallipitoisuuksia. Alueen vesistöt ovat tyypillisesti fosforirajoitteisia.

Ympäristöhallinnon pintavesityypittelyn mukaan Oulujoen vesistöalueella sijaitsevat Tuhkajoki-Korentojoki ja Jormasjoki ovat keskisuuria turvemaiden jokia (Kt). Kolmisoppi on runsashumuksinen järvi (Rh) ja Jormasjärvi keskikokoinen humusjärvi (Kh). Rehja-Nuasjärvi on suuri humusjärvi (Sh). Vuoksen vesistöalueella Kivijärvi, Laakajärvi ja Kiltuanjärvi ovat pintavesityypiltään runsashumuksisia järviä (Rh). Kivijoki on pieni (Pt) ja Laakajoki keskisuuri turvemaiden joki (Kt). Useita pieniä kaivospiirin lähialueen vesistöjä ei ole tyypitelty lainkaan. Luokitus perustuu vesienhoidon 3. suunnittelukauden (v. 2022-2027) seuranta-aineistoon. Salmisen ja Kalliojärven tilaa ei ole luokiteltu.

Tuotantoalueella ja purkuputkilinjauksella tai niiden läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita. Kaivospiirin läheisyydessä on muutamia yksityisiä talousvesikaivoja ja ne ovat tarkkailussa.

Tuotantoalueen välittömässä läheisyydessä ei ole asuinalueita eikä muita teollisuuskeskittymiä. Lähimmät asuintalot ja loma-asuntokäytössä olevat rakennukset sijaitsevat Hakosen rannalla noin 1,3 km päässä sivukiven läjitysalueesta KL2 ja n. 2 km päässä Kuusilammen avolouhoksesta. Lähin kylä, Tuhkakylä, sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksen pohjoispuolella.

4 Käyttötarkkailu

Käyttötarkkailua ovat yleinen toiminnan seuranta ja tietojenkeruu, energiantuotantoyksiköiden käyttötarkkailu sekä Terrafamen toteuttama muu ympäristö-, päästö- ja tuotannonseuranta sekä virtaama- ja vedenkorkeusmittaukset.

Säännöllisen käyttötarkkailun kohteet ja säännöllisesti otettavien näytteiden näytteenottopaikat on esitetty karttaliitteessä (Liite 1). Yhtiön toteuttaman ympäristötarkkailun raportointi tehdään Kainuun ELY-keskuksen kanssa sovittavalla tavalla, raportointi on kuvattu kappaleessa 9.

4.1 Yleinen toiminnan tarkkailu

Käyttötarkkailu on jatkuvaa, yhtiön pääosin itse toteuttamaa tarkkailua, joka on joiltain osin alkanut jo toiminnan käynnistyessä ja jota on sen jälkeen täydennetty toiminnan kehittyessä tai laajentuessa.

Käyttötarkkailun havainnot kirjataan käyttöpäiväkirjaan, automaatiojärjestelmään tai muuhun soveltuvaan tietojen tallennusjärjestelmään. Käyttötarkkailun tietoja voidaan hyödyntää etenkin päästötarkkailun raportoinnissa esimerkiksi poikkeuksellisten kuormitustilanteiden tarkastelussa.

Käyttötarkkailussa kirjataan vuositasolla ainakin:

Tuotannon keskeiset tiedot, päästöjenhallinta ja toiminnan kehittäminen:

- louhinnan edistyminen ja louhintamäärät
- käsitellyn ja kasatun malmin määrä
- liuotusprosessin toimivuuteen liittyvien tekijöiden seuraaminen
- metallien talteenoton, akkukemikaalitehtaan ja uraanin talteenottolaitoksen tuotantomäärät.
- kemikaalien, polttoaineiden, räjähdeaineiden ja energian kulutus
- vesitaseen kuvaus: raakavedenotto ja vesistöihin johdetut vedet
- purkuputken toimivuus ja linjalla tehdyt kunnossapitotyöt
- vesienkäsittelyprosessit ml. keskuspuhdistamon käyttö ja puhdistusteho
- pölynpoistolaitteiden ja kaasunpesurien toimivuus ja mittausten luotettavuus sekä mahdolliset häiriöt
- pölynhallinnan, meluntorjunnan, energiatehokkuuden ym. parantamiseksi tehdyt keskeisimmät kehitystoimet
- toiminnasta aiheutuva tärinä

Jätteiden muodostuminen ja läjitysalueiden käyttö:

- sivukiven louhinta sekä läjitysalueiden täyttyminen ja riittävyys
- prosessiin palautettavien jakeiden muodostuminen ja laatu esim. esne, rautasakka ja epäkurantti rikki
- loppuun liuotetun malmin muodostuminen ja sekundääriliuotusalueen täyttyminen
- eri vesienkäsittelyprosesseissa muodostuva kipsisakka ja sen sijoittaminen, kipsisakka-altaiden läjityskapasiteetti
- käsitellyn muovijätteen määrät ja prosessin toimivuus
- syntyvät yhdyskunta- ja teollisuusjätteet: määrä, laatu ja sijoitus

Maanrakennus ja rakenteiden kunnonvalvonta:

- tiedot merkittävimmistä rakennustöistä sekä niiden pinta-ala
- poistetun pintamaan määrä, laatu ja sijoituspaikka
- ympäristö- ja vesiensuojelurakenteiden ja vastaavien kunnonseuranta, seurannan tueksi tehty näytteenotto sekä havainnot rakenteiden toimivuudesta
- jälkihoitotoimet: laajuus, toteutustapa, käytettyjen menetelmien toimivuuden seuranta
- alueiden kunnossapito: vesien hallintajärjestelyt ja tieverkko
- rakentamisalueiden ja pintamaiden läjitysalueiden aiheuttaman pintavesien mahdollisen samentumisen seuranta sekä toimenpiteet samentumisen estämiseksi

- Havainnot ja poikkeamat: pöly-, melu-, haju- ja muut ympäristöhavainnot tuotantoalueelta ja lähialueilta
- poikkeustilanteet, ympäristövahingot ja -onnettomuudet

Lisäksi käyttötarkkailussa kuvataan Terrafamen oman tuotannon- ja ympäristöseurannan käytännöt, mahdolliset mittauskampanjat tai muut erillisselvitykset sekä mahdolliset muutokset ympäristölupatilanteessa.

Käyttötarkkailu toteutetaan Kainuun ELY-keskuksen kanssa sovittavalla tavalla. Terrafame vastaa käyttötarkkailutietojen ylläpidosta ja dokumentoinnista, ja niistä laaditaan vähintään vuosittain yhteenveto. Käyttötarkkailun vuosiyhteenveto toimitetaan päästö- ja vaikutustarkkailun toteuttajalle vuosiraportin laadintaa varten.

4.2 Energiantuotantoyksiköiden tarkkailu

Kattiloilla käytettävien polttoaineiden osalta pidetään kirjaa mm. kulutuksesta, lämpöarvosta, rikkipitoisuudesta, kosteudesta ja viskositeetista. Lisäksi seurataan polttoaineen varastomäärää. Polttoaineen laatutiedot perustuvat polttoaineen toimittajalta saataviin tietoihin.

Palamisolosuhteista seurataan säännöllisesti happipitoisuutta ja lämpötilaa. Päästöjen tarkkailu toteutetaan kohdan 5.2.1.5 (Energiantuotantolaitokset) mukaan.

Laitteistojen toimivuutta seurataan säännöllisesti. Tuotannon operaattorit kirjaavat laitteistojen käyntitiedot, ja huoltotoimet toteutetaan määrävälein huolto-ohjelman mukaan.

Alueen ensisijaisena energialähteenä toimii vuonna 2021 rakennettu KPA-laitos (KPA=kiinteän polttoaineen kattila). Vuonna 2018 Terrafame on siirtynyt käyttämään raskasta polttoöljyä käyttäneillä kattiloilla polttoaineena propaania ja kevyttä polttoöljyä. Kaivosvarikon kattila on enää vain varalla, sillä tehdasalueen kaukolämpöverkko on laajennettu kaivosvarikolle saakka.

Terrafamen energiantuotantoyksiköiden käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailu tehdään Vna 1065/2017 sekä kiinteän polttoaineen kattilaa, korkeapainehöyrykattilaa ja varavoimakeskusta koskevan ympäristöluvan (Nro 133/2020 Dnro PSAVI/6828/2020) mukaisesti.

4.3 Terrafamen oma ympäristön- ja vesijakeiden tarkkailu

Yhtiö seuraa ympäristön tilaa myös omalla ympäristönäytteenotolla, jatkuvatoimisilla mittauksilla, tarkkuus-GPS-mittauksilla ja muulla seurannalla. Tarkkailtavia vesijakeita on paljon, seurantakohteita ovat muun muassa:

- Alueella olevien vesien määrä ja laatu
- Juoksutettavien vesien virtaama ja laatu
- Kalliojoen virtaama
- Kolmisopen säännöstelyn seuranta
- Tuhkajokeen laskettava virtaama
- Tärinän ja räjäytyksen ilmanpaineaallon jatkuvatoiminen mittaus kaivoksen lähiympäristössä
- tuotantoalueen/kaivosalueen pistemäiset pölypäästölähteet ja hajapölypäästökohteet

Tarkkailtavia vesijakeita ovat muun muassa:

- puhtaat, tuotantoalueilta ojituksin erotettavat valumavedet
- käsittelyyn johdettavat vedet
- vesivarastoaltaissa ja louhoksessa olevat vedet
- vesistöihin juoksutettavat vedet (päästövedet)
- tuotanto- ja jätealueiden suojapumppausvedet
- maarakennustyömailta luontoon johdettavat vedet
- pintamaiden läjitysalueiden valumavedet
- jätealueiden suotovedet
- tehdasalueiden hulevedet
- tuotannon vesijakeet kuten jäähdytysvesi, kemiallisesti puhdistettu vesi, raakavesi ja kierrätysvedet

Yhtiön oman ympäristötarkkailun vesinäytteet analysoidaan yhtiön omassa, akkreditoimattomassa laboratoriossa, ja ne ovat siten vain suuntaa antavia, velvoitetarkkailua tukevia tuloksia. Terrafame tekee säännöllistä vertailua oman laboratorion ja ulkopuolisen laboratorion tulosten välillä. Näytteistä analysoidaan tuotannon ohjausta ja ympäristön seurantaa ajatellen tyypillisesti seuraavan taulukon (Taulukko 4-1) mukaiset analyysit:

Taulukko 4-1. Tyypillinen vesinäytteiden analyysipaketti yhtiön omassa tarkkailussa.

Analyysit
keskeiset metallit (esim. Ni, Zn, Cu, Mn, Fe) liukoisina ja/tai kokonaispitoisuuksina pH sähkönjohtavuus sulfaatti

Terrafame hyödyntää käyttötarkkailun tuloksia mm. vesienkäsittelyn puhdistustehon laskennassa, lisäksi käyttötarkkailun tulosten perusteella voidaan tunnistaa hetkellisiä pitoisuuspoikkeamia. Tarkkailun keskeiset tulokset raportoidaan kvartaaleittain Terrafamen vesienhallinnan käyttötarkkailuraportissa. Näytepisteet voivat muuttua vesienhallintajärjestelyjen muuttuessa, ja tällöin toteutuneet muutokset tarkkailussa kirjataan kvartaaleittain toimitettavaan raporttiin.

4.3.1 Vesistöihin juoksutettavat käsitellyt vedet yhtiön omassa ympäristöseurannassa

Vesistöihin juoksutettavien käsiteltyjen vesien määrää ja laatua seurataan jatkuvatoimisin mittauksin sekä Terrafamen omassa laboratoriossa seuraavan taulukon mukaisesti (Taulukko 4-2) yhtiön omassa ympäristöseurannassa. Ulkopuolisen konsultin toimesta toteutettava juoksutettavien vesien (päästövesien) velvoitetarkkailu on kuvattu kappaleessa 5.1.1.

Taulukko 4-2. Yhtiön tekemä vesistöihin juoksutettavien käsiteltyjen vesien (päästövesien) tarkkailu.

Päästötarkkailukohde			Näytteenottotiheys ja analyysit
Pohjoiseen, pääasiallinen purkupiste	**Pohjoiseen lähivesistöjen kautta**	**Etelään lähivesistöjen kautta**	
Purkuputki	Latosuo Kuusilampi	Kortelampi 1 Kortelampi 2 Torvelansuo tai muu eteläänYlä-Lumijärven ohittavaan uomaan johtava purkupiste	Näytteenotto tyypillisesti 1-2 krt/vrk: Analyysit: pH, ka, ka hehkutusjäännös, sähkönjohtavuus, sulfaatti sekä metallit (Al, As, Cd, Co, Ni, Zn, Cu, Fe, U, Mn) liukoisina ja kokonaispitoisuuksina jatkuvatoiminen mittaus: virtaama, pH, lämpötila, sähkönjohtavuus

4.3.2 Puhtaat vedet sekä rakentamisalueiden ja puhtaiden pintamaiden läjitysalueiden valumavedet

Toiminta-alueella muodostuvat puhtaat sade-, sulamis- ja valumavedet ja muut vedet, joista ei aiheudu päästöjä tai ympäristön pilaantumisen vaaraa, erotetaan likaantuneista vesistä. Puhtaiksi todetut vedet johdetaan maastoon tai vesistöihin. Kyseisten vesien likaantumattomuus osoitetaan vedenlaatuselvityksin ja -mittauksin.

Ympäristöluvan mukaisesti yhtenäisten yli 10 hehtaarin laajuisten rakentamisalueiden valumavedet, jotka sisältävät kiintoainesta mutta ovat muuten pilaantumattomia, on johdettava pintavalutuskentän tai valuma-alueen koon mukaan mitoitetun selkeytysaltaan tai muun vastaavan kiintoaineen poistoon soveltuvan käsittelyn kautta. Käsittelyn jälkeen vesistöön, noroon, ojaan tai maastoon johdettavan veden kiintoainepitoisuus saa olla enintään 30 mg/l. Rakennustyömailta johdettavien vesien laatua seurataan vähintään 1 krt/vko otettavin näyttein, joista analysoidaan käyttötarkkailun tavanomaisten analyysien lisäksi kiintoaine ja sameus. Suunnitelmat kyseisten vesien käsittely- ja johtamisjärjestelyistä ja tarkkailun järjestämisestä toimitetaan hyvissä ajoin ennen alueen rakentamista Kainuun ELY-keskukselle. Seurantaa jatketaan niin kauan kuin rakentamisalueelta johdetaan vettä ympäristöön.

Puhdasvesiojien ja puro- ja jokipisteiden seurantaan kuuluvat pisteet voivat vaihdella ojitus- ja valuma-aluemuutosten yhteydessä. Tarkkailuun kuuluvista näytepisteistä ylläpidetään karttaa, joka liitetään vuosittain käyttötarkkailuraportin liitteeksi. Pintamaiden läjitysalueista aiheutuvaa mahdollista samentumista tarkkaillaan alapuolisista puhdasvesioja-, puro- ja jokipisteistä vähintään 1 krt/kk otettavin näyttein, joista analysoidaan käyttötarkkailun tavanomaisten analyysien lisäksi sameus.

4.3.3 Puhtaiden vesien varastoaltaisiin johdettavat vedet

Yhtiön toteuttama puhtaiden vesien varastoaltaisiin johdettavien vesijakeiden tarkkailu on kuvattu kappaleen 5.1.2 taulukossa (Taulukko 5-4). Näytepisteet voivat muuttua vesienhallintajärjestelyjen muuttuessa, ja tällöin toteutuneet muutokset tarkkailussa kirjataan kvartaaleittain toimitettavaan vesienhallinnan käyttötarkkailuraporttiin.

4.3.4 Käsittely-yksiköille tulevat ja käsittelyyn johdettavat vedet

Keskuspuhdistamolle tai muille vesienkäsittely-yksiköille johdettavien vesien laatua sekä avolouhoksen kuivatusvesien määrää ja laatua seurataan jaekohtaisesti (ks. Taulukko 5-4, kappale 5.1.2). Näytepisteet voivat muuttua vesienhallintajärjestelyjen muuttuessa ja tällöin toteutuneet muutokset tarkkailussa kirjataan kvartaaleittain toimitettavaan vesienhallinnan käyttötarkkailuraporttiin.

Lisäksi kaikkien liuotusalueiden suojapumppausvesien määrää seurataan jatkuvatoimisesti.

Osaa yllä mainituista vesijakeista tarkkaillaan myös ulkopuolisen konsultin toimesta. Myös ulkopuolisen konsultin toteuttama tarkkailu on kuvattu kappaleessa 5.1.2 (Taulukko 5-4).

4.3.5 Jätealueiden suoto- ja rakenteiden alapuoliset vedet

Tällä hetkellä tuotannossa olevien jätealueiden suoto- ja rakenteiden alapuolisten vesien yhtiön toteuttama tarkkailu on kuvattu kappaleessa 5.1.2 (Taulukko 5-4). Uusien jätealueiden, kuten KL1 sivukivialueen tarkkailu tullaan tekemään vähintään samalla tarkkuudella.

Muovijätteen murskausasemalta liuoskiertoon johdettavan veden laatu selvitetään kertaluonteisesti vuonna 2023 ja muuten sen laatua seurataan yhtiön toteuttamassa käyttötarkkailussa.

Sivukivialueiden ja kipsisakka-altaiden rakenteiden alapuolisten vesien sekä suotovesien laatua tarkkaillaan lisäksi harvemmin ulkopuolisen konsultin toimesta. Ulkopuolisen konsultin toteuttama tarkkailu on kuvattu kappaleessa 5.1.2 (Taulukko 5-4).

4.3.6 Akkukemikaalitehtaan, metallien talteenoton sekä uraanin talteenoton jäähdytys- ja sadevesien tarkkailu

Akkukemikaalitehtaan sekä metallien talteenottolaitoksen (MTO:n) prosesseissa tarvitaan jäähdytystä, mihin käytetään erillisiä jäähdytysvesikiertoja. Jäähdytysveden laatua tarkkaillaan pääasiassa Terrafamen laboratoriossa tehtävillä analyyseillä. Lisäksi näytteistä analysoidaan 4 krt/v legionella-bakteeri ulkopuolisessa laboratoriossa.

Akkukemikaalitehtaan nikkeli- ja kobolttisulfaattituotannossa käytettävä prosessivesi saadaan pääosin kierrättämällä kiteytyksen prosessilauhteita. Teollisuusalueella on oma vesilaitos, mikä myös tuottaa laitokselle raakavedestä tuotettua kemiallisesti puhdistettua (Kempu) ja ionivaihdettua vettä (Demi). Eri prosessivesien tuotantoa seurataan jatkuvatoimisesti prosessimittauksin sekä laboratorionäytteillä.

Metallien talteenoton tuotannossa käytettävä vesi on tuotannon kierrätysvettä (RW2) kipsisakka-altaalta tai Lonelta ajotilanteen mukaan ja osin raakavettä (RW1). Metallientalteenoton vesilaitoksella voidaan käsitellä syötteenä molempia laatuja, jotka puhdistetaan kemiallisesti puhdistetuksi vedeksi (Kempu) sekä ionivaihdetuksi vedeksi (demi). Lisäksi metallien talteenoton prosessilauhteita kerätään talteen ja vesi puhdistetaan uudelleen ionivaihdetuksi vedeksi. Vesilaitoksen tuotantoa seurataan jatkuvatoimisin mittauksin sekä laboratorionäytteillä.

Akkukemikaalitehtaan sadevesialtaaseen tulevan veden laatua voidaan seurata purku- ja säiliöalueilla (mahdolliset kemikaalivuotopaikat) olevilta huleveden keräilykaivoilta sekä säiliöiden varoaltailta. Epäpuhtauksia sisältävää vettä ei johdeta sadevesialtaaseen. Sadevesialtaan vedenlaatua tarkkaillaan eteläpäädyn venttiilikaivossa olevalta uppopumpulta säännöllisesti tehtävällä näytteenotolla ja laboratorioanalyysilla. Vesi johdetaan Lumelan altaan kautta vesienkäsittelyyn, tai suoraan keskusvedenpuhdistamolle. Sadevesialtaan salaojiin muodostuvan veden määrää ja laatua seurataan poistoputken päästä.

MTO:n sadevesialtaaseen tulevan veden laatua voidaan seurata purku- ja säiliöalueilla (mahdolliset kemikaalivuotopaikat) olevilta huleveden keräilykaivoilta. Sadevesialtaan veden laatu varmistetaan säännöllisesti MTO:n sadevesialtaan vedestä tehtävällä näytteenotolla ja laboratorioanalyysilla.

Uraanin talteenottolaitoksen orgaanisen kemikaalin purkupaikalla, öljynerotuskaivon jälkeisessä kaivossa on sulkuventtiili, jolla vettä voidaan tarvittaessa pidättää kaivossa ennen sadevesialtaalle laskemista. Kaivon sulkuventtiili pidetään kiinni purun aikana. Sadevesialtaan veden likaantumattomuus varmistetaan altaasta ennen tyhjennysventtiiliä tehtävällä näytteenotolla ja laboratorioanalyysilla ennen sen johtamista Lumelan altaan kautta vesienkäsittelyyn.

4.3.7 Kalliojoen virtaama sekä Kolmisopen säännöstelyn seuranta

Kalliojoen virtaamaa mitataan vähintään kerran viikossa käsikäyttöisellä virtausmittarilla silloin, kun juoksutus lähivesistöihin on käynnissä. Virtaamamittaus voidaan myös korvata maksimisyvyyden mittauksella ja tulkita kokonaisvirtaama siitä, kun purkauskäyrä tunnetaan.

Kolmisopesta Tuhkajokeen laskettavaa virtaamaa mitataan Niskalan padolla jatkuvatoimisella virtausmittauksella. Myös Kolmisopen säännöstelyä seurataan yhtiön omassa ympäristötarkkailussa.

4.3.8 Hajapölyn seuranta

Merkittävimmät pistemäiset ja hajapölypäästölähteet ovat louhosalueen hiukkaspäästöt ja tie-, lastaus-, varasto- ja läjitysalueilta muodostuva pölyäminen.

Louhinnan räjäytyspölyn määrää ja leviämistä hallitaan panostustekniikan ja panostustyön laadunvalvonnan avulla.

Louhosalueen hiukkaspäästöjen hallitsemiseksi esimurskain on varustettu verhoin ja poravaunuissa on pölynpoistolaitteet. Esimurskauksen syötöstä ja tehdasalueella murskatun malmin hihnakuljetuksesta aiheutuvaa pölyämistä on rajoitettu koteloimalla maan pinnalla olevat kuljettimet agglomerointiin asti.

Liikenteestä aiheutuvia pölypäästöjä vähennetään kastelemalla tiestöä kesällä ympäri vuorokauden vilkkaimmin liikennöidyillä reiteillä.

Louhosalueen tiestön ja lastauksen sekä varasto- ja läjitysalueiden aiheuttamaa pölyämistä seurataan päivittäin Terrafamen oman valvonnan yhteydessä. Mahdollisista poikkeavan pölyämisen havainnoista tehdään ilmoitus yhtiön sisäiseen järjestelmään, tai ilmoitetaan suoraan toiminnasta vastaavalle taholle tai ympäristöasiantuntijoille. Tarvittavat huoltotoimet tehdään tarpeen mukaan. Terrafame päivittää ympäristöluvan mukaisesti erillisen hajapölyjen hallintasuunnitelman, jossa voidaan esittää täydentäviä kehitystoimia.

Pölyn leviämistä ympäristöön seurataan kohdan 6.6 mukaisesti pölylaskeuma- ja leijumamittauksin.

4.4 Uraanitaseen laatiminen

Uraanitaseessa on kuvattu uraanin määrä merkittävimmissä jakeissa (esim. vedet, prosessiliuos, malmi, sivukivi, jätteet) prosessin eri vaiheissa. Terrafame on esittänyt toimintansa uraanitaseen pääpiirteissään mm. ympäristölupahakemuksessa asiassa PSAVI/2461/2017. Koko Terrafamen toiminnan kattava uraanitase päivitetään uraanin talteenottolaitoksen ylösajon aloittamisen jälkeen vuoden 2025 tarkkailusta saatavan tiedon perusteella sekä uudelleen ylösajon jälkeen. Uraanitase tullaan jatkossa raportoimaan

vuosiraportoinnissa osana käyttötarkkailua. Uraanitasetta päivitetään, mikäli toiminnassa tapahtuu olennaisia muutoksia. Uraanitaseen päivittämisessä tullaan uraanin talteenottolaitoksen kohdalla käyttämään suunniteltua tuotantomäärää.

4.5 Rautasakan liuotuksen tarkkailu

Akkukemikaalitehtaalla muodostuvaa rautasakkaa saadaan palauttaa välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen ympäristölupapäätöksen (Nro 136/2024 Dnro PSAVI/10801/2023) mukaisesti ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle liuotettavaksi 31.12.2027 saakka.

Yhtiö tarkkailee akkukemikaalitehtaalla muodostuvaa rautasakkaa jäljempänä kohdassa 5.3.6 akkukemikaalitehtaan jätejakeet kappaleessa esitetyllä tavalla osana velvoitetarkkailua. Muodostuvasta rautasakan vuorokausi osanäytteistä koostuva kuukausikokooma näytteestä tehtävät analyysit on esitetty taulukossa 5-23.

Rautasakka viedään joko välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen ensimmäisen vaiheen liuotusalueelle liuotettavaksi yhdessä malmin kanssa. Alueista, joille rautasakkaa levitetään, muodostetaan tarkekartta. Liuotusprosessi kestää koko ensimmäisen vaiheen liuotusalueen kasauskierroksen verran eli n. 18 kuukautta. Liuotuksen aikana ensimmäisen vaiheen liuotusalueen keruuojia tarkkaillaan osana yhtiön käyttötarkkailua.

Ensimmäisen vaiheen liuotusalueen purun yhteydessä liuotetusta rautasakasta otetaan näyte tarkeaineiston perusteella salaojakerroksen poiston yhteydessä. Liuotetun rautasakan näytteestä tullaan tekemään taulukon 5-23 mukaiset analyysit.

5 Päästöjen ja jätejakeiden tarkkailu

5.1 Päästövesien ja sisäisten vesijakeiden tarkkailu

Tuotantoalueen vesitaseen muodostavat alueelle tulevat vedet, haihtuvat vedet, varastoituvat vedet sekä alueelta poistuvat vedet. Alueelle vedet tulevat joko sadantana, raakavetenä Kolmisopesta, avolouhokseen kertyvinä kalliopohjavesinä sekä suojapumppausvesinä. Alueelta poistettavan vesimäärän tarpeen säätelee tulevan veden määrän ja alueella tapahtuvan haihdunnan erotus, kun maastoon sitoutumista ei tapahdu. Alueelta poistettavaa vesimäärää ohjaa ympäristölupa, jonka mukaan säädetään ulosjohdettavan veden laatu, määrä, virtaus sekä poistoreitti. Jos vesien määrä tai laatu ylittää ympäristöluvan antamat raja-arvot tai kiintiöt, ylimäärävedet varastoidaan alueelle niiden käsittelemiseksi ja/tai johtamiseksi seuraavina vuosina joko luontoon tai takaisin liuoskiertoon.

5.1.1 Päästövesien tarkkailu

Päästövesillä tarkoitetaan vesistöihin juoksutettavia vesiä, jotka ovat kontaminoituneet tuotantoprosesseissa tai tuotantoalueella ja sen jälkeen käsitelty siten, että veden laatu täyttää ympäristöluvan raja-arvot. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu lyhyesti käsiteltyjen vesien juoksutusreitit, ja niitä vastaavat tarkkailupisteet on mainittu suluissa.

Nykytilanteessa vesistöön johdetaan vettä pääasiassa Latosuon altaalta Nuasjärveen johtavan purkuputken kautta (purkuputki). Tarvittaessa Latosuon altaalta vettä voidaan lisäksi johtaa ns. vanhaa purkureittiä pitkin Kuusijokeen (Latosuo). Etelään eli Vuoksen vesistöön, Ylä-Lumijärven ohittavaan kanavaan, vettä voidaan juoksuttaa Kortelammen kautta kahta linjaa pitkin, jolloin näytteet otetaan molemmista linjoista (Kortelampi 1 ja Kortelampi 2). Linjat voivat olla myös sarjassa, jolloin näyte otetaan ainoastaan pisteestä Kortelampi 2. Lisäksi vesiä voidaan juoksuttaa esimerkiksi Torvelansuon altaalta Vuoksen vesistöön, Ylä-Lumijärven ohittavaan kanavaan.

Vesiä voidaan johtaa myös eteläisen Kuusilammen vesivarastoaltaalta Härkäpuron ja pohjoisen Kuusilammen ja Kuusijoen kautta Kalliojokeen ja Kolmisoppeen (Kuusilampi), taiLatosuon patoaltaalle purettavaksi sen purkupisteiden kautta.

Päästövesien tarkkailun näytteet otetaan 1 krt/vk niistä purkupaikoista, joilta tapahtuu purkua vesistöön. Viikoittaisen näytteenoton purkuvesistä toteuttaa Terrafamen oma näytteenottoon koulutettu henkilökunta. Terrafamen näytteenottajien näytteenottopätevyys osoitetaan Kainuun ELY-keskukselle pyydettäessä. 1 krt/kk päästövesien näytteenotot suorittaa sertifioitu tai muulla vastaavalla tavalla todettu ja viranomaisen hyväksymä ulkopuolinen taho. Näytteet otetaan vain niiltä pisteiltä, joilta on näytteenottohetkellä juoksutusta vesistöihin. Päästötarkkailukohteet on esitetty taulukossa (Taulukko 5-1) ja niiden sijainti kartassa (liite 2).

Taulukko 5-1. Juoksutettavien vesien tarkkailupisteet.

Päästötarkkailukohde		
Pohjoiseen, pääasiallinen purkupiste	**Pohjoiseen lähivesistöjen kautta**	**Etelään lähivesistöjen kautta**
Purkuputki	Latosuo etel. Kuusilampi	Kortelampi 1 Kortelampi 2 Torvelansuo tai muu etelään Ylä-Lumijärven ohittavaan uomaan johtava piste

Viikoittain ja kuukausittain tehtävien analyysien perusteella lasketaan juoksutusten aiheuttamaa kuormitusta vesistöön sekä tarkastellaan lupamääräysten mukaisten raja-arvojen toteutumista.

Näytteistä tehtävät analyysit

Sekä Terrafamen ottamat viikoittaiset näytteet että ulkopuolisen näytteenottajan kuukausittain ottamat näytteet analysoidaan ulkopuolisessa akkreditoidussa laboratoriossa. Määritykset tehdään standardien mukaisesti ja/tai akkreditoinnissa hyväksyttyjen tai muutoin valvovan viranomaisen hyväksymien menetelmien mukaisesti.

Päästövesistä tehtävät viikoittaiset ja kuukausittaiset analyysit on koottu taulukkoon (Taulukko 5-2). Metallianalyysia varten näytteet märkäpoltetaan ennen analysointia ja niistä määritetään kokonaispitoisuudet. Määritykset tehdään ICP-OES/MS menetelmillä.

Taulukko 5-2 Päästövesien analyysit.

Päästövesistä tehtävät analyysit		
Viikoittain	**Kuukausittain lisäksi**	**Kerran vuodessa lisäksi**
Lämpötila Sähkönjohtavuus pH Kiintoaine Kiintoaine, hehkutusjäännös Sulfaatti (SO_4) TOC Metallien kokonaispitoisuudet: Cu, Ni, Zn, U, Mn, Fe, Na, Ca, Mg, Al	Metallien kokonaispitoisuudet: As, Ba, Co, Cr, V, Pb, Sb, Sr, Metallien liukoiset pitoisuudet: Ni, Pb, Cd, Hg kok.fosfori, kok.typpi, COD_{Mn} NO_{2+3}-N, NH_4-N **Purkuputken ja Latosuon näytteistä lisäksi:** liuennut happi ja hapen kyll.-%	Metallien kokonais- ja liukoiset pitoisuudet: Al, As, B, Ba, Be, Br, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, P, Pb, Pr, Rb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn Fluoridi, kloridi Radon Pitkäikäisten alfa-aktiivisten aineiden (U-234, U-238, Ra-226, Po-210) yhteismäärä Pitkäikäisten beeta-aktiivisten aineiden (Ra-228, Pb-210, K-40) yhteismäärä (Uraanin tytärnuklidit ainekohtaisesti*)

*Määritetään, mikäli alfa- tai beeta-aktiivisten aineiden pitoisuudet ylittävät tason 0,1-0,2 Bq/l

Edellä mainittujen päästövesistä tehtävien analyysien (Taulukko 5-2) lisäksi purkuputkeen johdettavasta vedestä tehdään kerran vuodessa taulukon (Taulukko 5-3) mukaiset analyysit.

Taulukko 5-3. Purkuputkeen johdettavasta vedestä kerran vuodessa tehtävä laaja alkuainetutkimus (kokonaispitoisuuksina).

Kerran vuodessa purkuputkeen johdettavasta vedestä, metallien kokonaispitoisuudet			
Bromi (Br)	Hopea (Ag)	Palladium (Pd)	Tantaali (Ta)
Cerium (Ce)	Iridium (Ir)	Pii (Si)	Telluuri (te)
Dysprosium (Dy)	Jodi (I)	Platina (Pt)	Terbium (Tb)
Erbium (Er)	Kulta (Au)	Praseodyymi (Pr)	Torium (Th)
Europium (Eu)	Lantaani (La)	Renium (Re)	Tulium (Tm)
Gadolinium (Gd)	Litium (Li)	Rubidium (Rb)	Vismutti (Bi)
Gallium (Ga)	Lutetium (Lu)	Rutenium (Ru)	Volframi (W)
Germanium (Ge)	Neodyymi (Nd)	Samarium (Sm)	Ytrium (Y)
Hafnium (Hf)	Niobium (Nb)	Skandium (Sc)	Ytterbium (Yb)
Holmium (Ho)	Osmium (Os)	Tallium (Tl)	Zirkonium (Zr)

Ekotoksisuustestaus

Ympäristöluvan mukaisesti vesistöön johdettavista käsitellyistä vesistä tehdään ekotoksikologinen testi vähintään kahdella eri lajilla vuoden välein, alkaen vuodesta 2022. Näytteet otetaan käynnissä olevien juoksutusten mukaan taulukon 5-1 mukaisista päästövesitarkkailupisteistä. Testausväliä voidaan harventaa Kainuun ELY-keskuksen hyväksynnällä, jos testitulokset osoittavat vähintään kolmen vuoden säännöllisen testauksen perusteella, ettei käsitelty jätevesi ole akuutisti toksista.

Ekotoksisuuden testaamiseen käytetään testejä, joilla voidaan todentaa jätevesien toksisuus eritasoisille organismeille (bakteerit, levät, vesiselkärangattomat, kalat). Käytettävät testit ja standardit ovat:

- vesikirpputesti (*Daphnia magna*) SFS-EN ISO 6341:2007 tai vastaava testi
- viherlevätesti SFS-EN ISO 8692:2007 tai vastaava testi
- valobakteeritesti SFS-EN ISO 11348 tai vastaava testi
- kalojen lisääntymistesti/mäti-poikastesti

Perustellusti voidaan soveltaa myös muita testejä ja standardeja.

Purkuputken kautta Nuasjärveen johdettavasta vedestä on otettu näyte toksisuustestejä varten syksyllä 2022. Muilta juoksutuspisteiltä ei otettu vuonna 2022 näytteitä toksisuustestejä varten, sillä muita juoksutuksia ei ollut kesän jälkeen käynnissä. Näytteelle tehtiin ekotoksikologiset testit vesikirpulla ja viherlevällä. Seuraavina vuosina voidaan hyödyntää vaihtoehtoisia menetelmiä yllä olevalta listalta kuitenkin siten, että jokaiselle näytteelle tehdään vesikirpputesti. Eri lajien käyttöä eri vuosina suositellaan, koska eri eliölajit ovat herkkiä erilaisille yhdisteille. Vesikirpputestin tekeminen jokaiselle näytteelle helpottaa eri näytteenottokertojen tulosten vertailua keskenään.

Testeistä raportoidaan vähintään veden EC/IC50-arvo eli pitoisuus, jossa puolet testieliöistä kokee vaikutuksen (EC) tai puolet tutkittavasta suureesta on estetty (IC). Jos EC/IC50-arvoa ei voida määrittää, tulee se ilmoittaa raportissa. Mahdollisuuksien mukaan ilmoitetaan EC/IC20 ja EC/IC5 eli pitoisuus, jossa vaikutus/inhibitio on 20 % ja 5 %.

5.1.2 Sisäisten vesijakeiden tarkkailu

Sisäisillä vesillä tarkoitetaan Terrafamen vesikiertoon kuuluvia vesiä, joita ei suoraan johdeta tuotantoalueen ulkopuolelle. Sisäisiin vesiin kuuluvia vesijakeita tarkkaillaan myös yhtiön omassa

käyttötarkkailussa mm. jatkuvatoimisin mittauksin ja Terrafamen omassa, akkreditoimattossa laboratoriossa tehtävin määrityksin. Tässä kappaleessa on kuvattu sisäisten vesijakeiden tarkkailu niiltä osin, kuin näytteet analysoidaan ulkopuolisessa, akkreditoidussa laboratoriossa. Näytteet voidaan ottaa joko Terrafamen tai ulkopuolisen tarkkailukonsultin toimesta. Sisäisten vesijakeiden tarkkailukohteet, näytteenottopaikat, näytteenotosta vastaava taho, tarkkailun tiheys sekä kulloinkin tehtävä analyysipaketti on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5-4). Sisäisten vesien tarkkailupisteiden sijainti kartalla on esitetty liitteessä (liite 3). Näytteenottopaikat voivat muuttua, mikäli Terrafamen vesienhallinnassa tehdään muutoksia. Toteutuneet näytteenottopaikat raportoidaan Terrafamen kvartaaleittain laatimassa käyttötarkkailuraportissa.

Taulukko 5-4. Sisäisten vesijakeiden tarkkailu ulkopuolisen tarkkailukonsultin toimesta sekä Terrafamen omassa tarkkailussa.

Ryhmä	Vesijae/Kohde	Näytteenottopaikka	Ulkopuolinen tarkkailukonsultti, näytteenottotiheys ja analyysit	Terrafamen tarkkailu
Puhtaiden vesien varastoaltaisiin johdettavat vedet				
Latosuon altaalle johdettavat vedet	Kipsisakka-altailta lähtevä	Kipsisakka-altaalta 2 lähtevä tai Kipsisakka-altaalta 3 lähtevä	1 krt/kk ulkopuolinen näytteenottaja Analyysit: ks. Taulukko 5-5	väh. 1 krt/vrk virtaama: jatkuvatoiminen
	SEM2 lähtevä	SEM2 lähtevä		
	- Pohjoinen Kuusilampi (ajoittain), - Rahvaanmäen alueen valumavedet, - Raffinaattialtaan 2 valumavedet, - etel. Kuusilampi (ajoittain)	Latomäen kaivo		
Lumelan, Urkin ja Kortelammen maapohjaisiin altaisiin johdettavat lievästi kontaminoituneet vedet	- Tehdasalueen hulevedet, - akkukemikaalitehtaan sadevesialtaan vedet sekä Ursuksen sadevesialtaan vedet ja muut ympäristön valumavedet, - Kipsisakka-altaan 2 alapuoliset vedet	T5	-	väh. 2 krt/vk
	Primääriliuotusalueen etelä-pään länsipuolen valumavedet	M5		
	Primääriliuotusalueen suojapumppausvedet	PM-pumppauspiste	-	väh. 2 krt/vk virtaama: jatkuvatoiminen
Käsittelyyn tulevat vedet				
Käsittely-yksiköille tulevat vedet	Keskuspuhdistamo tuleva, välisäiliö 1 ja 2	Keskuspuhdistamo tuleva 1 ja 2	1 krt/kk ulkopuolinen näytteenottaja Analyysit: ks. Taulukko 5-5	väh. 1 krt/vk
	sekundääriliuotusalueen (1-4 lohkot) suojapumppausvedet, altaiden DP2, SEM2 ja SEM3 salaojavedet	SEM2 tuleva		
	Kortelammelle tuleva	Kortelampi tuleva 1 ja 2		

Keskuspuhdistamolle johdettavat vesijakeet	Primääriliuotusalueen suojapumppausvedet	pumppauspisteet	-	väh. 1krt/vk virtaama: jatkuvatoiminen
	RASA-alite	Rasa-alite		
	Mourun pumppaamon vedet	Mourunpuron pumppauspiste		
	Sivukivialueiden rakenteiden alapuoliset vedet (altaan DP0 kautta)	DP4 ja DP5 lähtevä		
	Altaalta DP0 johdettavat vedet	DP0 lähtevä		
	Haukilammen vedet	K19		
	DP4- ja DP5-altaalle tulevat sivukivialueen KL2 suotovedet (johdetaan keskuspuhdistamolle ajoittain altaan DP0 kautta)	DP0 lähtevä		
	DP9 länsi -altaalle tulevat sivukivialueen KL1 vedet	DP9 länsi lähtevä		
	Käänteisosmoosilaitoksen rejekti (johdetaan keskuspuhdistamolle silloin, kun sitä ei johdeta liuotukseen)	RO-rejekti	-	väh. 1 krt/vk
Jätealueiden sekä muovijätteen murskausaseman vedet				
Jätealueiden rakenteiden alapuoliset vedet sekä suotovedet	Sivukivialueen KL2 suotovedet	KL2 suotovesi, lohko 1-2	4 krt/v ulkopuolinen näytteenottaja Analyysit: ks. Taulukko 5-6	väh. 1 krt/vk
		KL2 suotovesi, lohkot 2-5		
	Sivukivialueen KL1 suotovedet	KL1 suotovesi, lohko 7, pumppauspiste		
		KL1 suotovesi, DP9		
	Sivukivialueen KL2 rakenteiden alapuoliset vedet	KL2 rakenteiden alapuolinen, DP5	4 krt/v ulkopuolinen näytteenottaja Analyysit: ks. Taulukko 5-6	väh. 1krt/vk virtaama: jatkuvatoiminen
		KL2 rakenteiden alapuolinen, DP4		
	Sivukivialueen KL1 rakenteiden alapuoliset vedet	KL1 rakenteiden alapuolinen, ympäristöpumppaamo		
	KL1 altaiden suojapumppausvedet	DP9-altaan salaoja	-	
	Tulevan 2. vaiheen liuotusalueen (lohkot 5-8) alapuolisten sivukivialueiden suotovedet	tarkentuu myöhemmin	4 krt/v ulkopuolinen näytteenottaja Analyysit: ks. Taulukko 5-6	
	Tulevan 2. vaiheen liuotusalueen (lohkot 5-8) alapuolisten sivukivialueiden tiivisrakenteen alapuoliset vedet	tarkentuu myöhemmin		
	Kipsisakka-altaiden tiivisrakenteiden alapuolinen vesi	KSA1 rakenteiden alapuolinen		
		KSA2 rakenteiden alapuolinen (2 kaivoa)		
		KSA3 rakenteiden alapuolinen		
	2. vaiheen liuotusalueen (1-4 lohkot) suojapumppausvedet	Suojapumppauspisteet	-	väh. 1krt/vko virtaama: jatkuvatoiminen

Muovijätteen murskausaseman vedet	Murskausasemalta liuoskiertoon johdettava vesi	-	kertaluonteinen selvitys, Terrafamen näytteenottaja* Analyysit: mikromuovit	
Avolouhoksen kuivatusvesi				
Varastoitu kuivatusvesi	Avolouhos		-	väh. 1 krt/vk veden määrän tarkkailu pinnankorkeusmittauksin
Kuivatusvesi avolouhoksesta DP0-altaaseen		Y14	-	väh. 1 krt/vk veden määrä: pumpun käyntiajat tai virtaamamittaukset

Taulukko 5-5. Sisäisten vesien analyysit: puhtaiden vesien varastoaltaisiin johdettavat vedet sekä käsittelyyn tulevat vedet.

Latosuon altaalle johdettavat vedet	Käsittelyyn tulevat vedet
1 krt/kk	**1 krt/kk**
Lämpötila Sähkönjohtavuus pH Kiintoaine Kiintoaine, hehkutusjäännös Sulfaatti (SO_4) Metallien kokonaispitoisuudet: Cu, Ni, Zn, U, Mn, Fe, Na, Ca, Mg, Al, As, Ba, Co, Cr, V, Pb, Sb, Sr. Metallien liukoiset pitoisuudet: Ni, Pb, Cd, Hg. kok.fosfori, kok.typpi, COD_{Mn} NO_{2+3}-N, NH_4-N	Lämpötila, Sähkönjohtavuus, pH, Kiintoaine Sulfaatti (SO_4) Metallien kokonaispitoisuudet: Cu, Ni, Zn, U, Mn, Fe, Na, Ca, Mg, Al, As, Ba, Co, Cr, V, Pb, Sb, Sr. Metallien liukoiset pitoisuudet: Cd, Hg . kok.fosfori, kok.typpi, COD_{Mn} NO_{2+3}-N, NH_4-N

Taulukko 5-6. Kaivannaisjätteen jätealueiden ja kipsisakka-altaan rakenteiden alapuoliset vedet sekä suotovedet.

Pohjarakenteiden alapuoliset vedet, 4 krt/v	Suotovedet, 4 krt/v
Lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, kiintoaine, alkalinitteetti Sulfaatti (SO_4), Liuk.- ja kok. pitoisuudet: Hg, Ni, Zn, U, Cd, Mn, Fe, Al Kok. Pitoisuudet: Na, Ca, Mg kok.fosfori, kok.typpi, COD_{Mn} NO_{2+3}-N, NH_4-N	Lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, kiintoaine, Sulfaatti (SO_4) Cu, Ni, Zn, U, Mn, Fe, Na, Ca, Mg, Al, Sb, As, Ba, Cd (liuk.), Co, Cr, Hg (liuk.), V, Pb, kok.fosfori, kok.typpi, COD_{Mn} NO_{2+3}-N, NH_4-N

5.1.3 Saniteettipuhdistamoiden tarkkailu

Tehdasalueen saniteettivesien puhdistamo

Terrafamen tehdasalueella, toimistorakennuksessa ja muissa tiloissa muodostuvat saniteettivedet käsitellään vuonna 2008 rakennetulla jätevedenpuhdistamolla. Puhdistamo on bioroottorilla varustettu biologis-kemiallinen jälkisaostuslaitos, jonka asukasvastineluku on 400.

Lupamääräyksien mukaisesti tehdasalueen puhdistamon tehon on oltava vuosikeskiarvona BOD_7:n osalta 90 % ja kokonaisfosforin osalta 85 %. Jätevesikuormituksen mitoitusarvot 400 työntekijän mukaan laskettuina ovat:

- Q_{kesk} 80 m^3/d
- q_{mit} 9 m^3/h
- BOD_7 40 kg/d
- Kok.P 1,6 kg/d

Valtioneuvoston asetuksen (888/2006) mukaisesti saniteettijätevedenpuhdistamon toimintaa on tarkkailtava ottamalla näytteet puhdistamolle tulevasta ja lähtevästä vedestä 2 krt/v, kun asukasvastineluku (AVL) on alle 500.

Lisäksi puhdistamolla suoritetaan työpäivittäin käyttöhenkilökunnan toimesta käyttötarkkailua puhdistamon toiminnan, jäteveden määrän, mahdollisten ohijuoksutusten, häiriöiden, kemikaalikulutuksen yms. selvittämiseksi. Käyttötarkkailusta pidetään päiväkirjaa. Käyttötarkkailun yhteenvetolomakkeet (viikkovirtaamat, päivittäiset ohitukset sekä käyttötarkkailun yhteenveto) toimitetaan Kainuun ELY-keskukselle ja tarkkailun toteuttajalle seuraavan vuoden helmikuun loppuun mennessä. ELY-keskukselle tiedot toimitetaan myös sähköisen järjestelmän kautta.

Näytteet kerätään joko automaattisella näytteenottimella vuorokauden kokoomanäytteenä tai 8 tunnin kokoomana koottuna kerran tunnissa otetuista osanäytteistä. Kokoomanäytteet voidaan kerätä Terrafamen oman, näytteenottoon pätevöityneen henkilökunnan toimesta. Näytteet pullotetaan ulkopuolisen, näytteenottoon pätevöityneen näytteenottajan toimesta ja analysoidaan ulkopuolisessa, akkreditoidussa laboratoriossa. Näytteet otetaan 2 krt/v säännöllisin väliajoin. Näytteistä tehtävät analyysit on esitetty taulukossa (Taulukko 5-7). Mikäli kuormitus saniteettijätevedenpuhdistamolla tulevaisuudessa kasvaa yhtä suureksi tai suuremmaksi kuin asukasvastineluku (AVL) 500, otetaan puhdistamolle tulevasta ja lähtevästä vedestä neljä näytettä vuodessa.

Taulukko 5-7 Saniteettijätevesistä tehtävät analyysit

Saniteettijätevesistä tehtävät analyysit 2 krt/v		
Tuleva ja lähtevä vesi	**Lähtevä vesi lisäksi**	**Bioroottoriallas**
Lämpötila pH Alkaliniteetti Sähkönjohtavuus Kiintoaine BOD_{7ATU} COD_{Cr} kok.fosfori kok.typpi	Happi $NO_{2,3}$ -N NH_4 -N PO_4 -P Fekaaliset koliformiset bakteerit Saostuskemikaalin jäännöspitoisuus (Al-liuk. tai Fe-liuk.)	Lämpötila Happi

Näytteenoton yhteydessä kirjataan:

- Näytteenottovuorokauden virtaama (m^3/d)
- Bioroottorialtaan happipitoisuus (mg O_2/l)
- Bioroottorialtaan tilakuorma (kg BOD_7/m^2)
- Selkeytysaltaiden näkösyvyys (cm)
- Selkeytysaltaiden pintakuorma, qmax (m/h)
- Kemikaalikulutus
- Mahdollisten ohijuoksutusten ja häiriöiden syyt

Puhdistamon lietteen laatu tutkitaan joka toinen vuosi. Liete sakeutetaan puhdistamolla noin 5-prosenttiseksi, minkä jälkeen se viedään kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle. Puhdistamolietettä koskevat säädökset on annettu valtioneuvoston asetuksessa jätteistä 179/2012. Lietteestä tehtävät analyysit on esitetty taulukossa (Taulukko 5-8). Lietenäyte otetaan parillisina vuosina.

Taulukko 5-8 Saniteettipuhdistamon lietteestä tehtävät analyysit

Saniteettijätevedenpuhdistamon lietteestä tehtävät analyysit Joka toinen vuosi
Hg, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn kok. typpi kok. fosfori

Hajautettu saniteettivesien puhdistus (kenttäpuhdistamot)

Terrafamella on kaksi kenttäpuhdistamoa, kaivosvarikolla (WehoPuts 90) ja urakoitsijoiden varikkoalueella Terrakylässä (WehoPuts 70). Ympäristölupapäätöksen mukaan pienpuhdistamojen käyttö ja kunnossapito on toteutettava siten, että niillä saavutetaan laitetoimittajan esittämä puhdistustulos ja että toiminta täyttää ympäristönsuojelulain 16 luvun ja talousvesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla annetun asetuksen 157/2017 vaatimukset.

Ympäristönsuojelulain 154 b §:n mukaan talousjätevedet on puhdistettava siten, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 80 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähin-

tään 70 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 30 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen (perustason puhdistusvaatimus). Haja-asutuksen kuormitusluku on määritelty valtioneuvoston asetuksessa 157/2014.

Sekä kaivosvarikon että Terrakylän kenttäpuhdistamoille tulevasta ja puhdistamoilta lähtevästä jätevedestä otetaan näytteet 2 krt/v, samassa yhteydessä tehdasalueen saniteettijätevesien puhdistamon näytteenoton kanssa, mikäli puhdistamot ovat toiminnassa näytteenottokierrosten aikana. Jätevesikuormitus panospuhdistamoiden toiminta-alueella on luonteeltaan jaksoittaista, ja tästä syystä panospuhdistamoita ei ole välttämätöntä pitää käynnissä ympäri vuoden. Näytteet otetaan ulkopuolisen, näytteenottoon pätevöityneen näytteenottajan toimesta ja analysoidaan ulkopuolisessa, akkreditoidussa laboratoriossa. Näytteistä tehdään taulukon (Taulukko 5-8) mukaiset määritykset. Pienpuhdistamojen käyttö- ja päästötarkkailujen tulokset raportoidaan ympäristötarkkailun vuosiraportissa.

5.1.4 Öljynerotuskaivojen tarkkailu

Terrafamen teollisuusalueella on öljynerotuskaivoja mm. kaivoskorjaamolla, tankkauspaikoilla sekä orgaanisen kemikaalin purkupaikalla. Lisäksi öljynerotuskaivoja on käytössä urakoitsijoiden omilla varikkoalueilla. Kaluston ja huoltotilojen pesuvedet johdetaan hiekanerottimen ja EN 858 luokan 1 vaatimustason öljynerottimien kautta ympäristöön tai Terrafamen vesienkäsittelyn piiriin. Standardin EN 858-1 mukainen vaatimus lähtevän veden hiilivetypitoisuudelle on ≤ 5 mg/l.

Ympäristölupapäätöksen mukaisesti öljynerotuskaivoista lähtevästä vedestä analysoidaan hiilivetypitoisuus vähintään kerran vuodessa ennen öljynerotuskaivojen tyhjennystä. Näytteet ottaa Terrafamen oma näytteenottaja ja ne analysoidaan ulkopuolisessa, akkreditoidussa laboratoriossa.

5.2 Ilmapäästöjen tarkkailu

5.2.1 Pistemäiset lähteet

5.2.1.1 Malminkäsittely

Murskaamon pölypäästöjä aiheuttavat kohteet on varustettu kohdepoistoin. Kuljetinjärjestelmät on koteloitu ja varustettu pölynpoistojärjestelmällä. Lisäksi hienomurskaus-, seulonta- ja agglomerointi-laitteistot on sijoitettu katettuihin tiloihin, joissa muodostuva pöly kerätään kohdepoistoon ja johdetaan pölynpoistolaitteiston kautta ulkoilmaan. Pölynpoistolaitteiston toimintaa seurataan käyttö- ja huolto-ohjeistuksen mukaisesti. Tuotannonseurantaan kirjataan myös mahdolliset pölynpoistolaitteistojen toiminnan häiriöt.

Malminkäsittelyn pistemäisiä hiukkaspäästöjä seurataan määräaikaismittauksilla viidestä eri kohteesta. Kohteet on esitetty taulukossa (Taulukko 5-9).

Taulukko 5-9. Malminkäsittelyn mittauskohteet.

	Kanavan halkaisija (mm)	Sijainti	Täyttääkö mittauspaikalle asetettuja suosituksia
Karkeamurska	820	Pystykanava maantasolla ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen
Seulahalli	2500	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen
Hienomurska 1	1800	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen
Hienomurska 2	1000	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen
Agglomerointi	1420	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen

Hiukkaspitoisuudet määritetään kolmen vuoden välein normaalin toiminnan aikana luvun 5.2.1.7 taulukon (Taulukko 5-13) mukaisesti. Mittaussarjan yksikään kolmesta raja-arvoon verrattavasta mittaustuloksesta ei saa ylittää 5 mg/m^3(n) hiukkaspitoisuutta.

5.2.1.2 Kalkkituotteiden valmistus

Kalkin käsittelyssä raaka-aineina käytetään kalkkikiveä (0–150 mm) ja poltettua kalkkia palana (0–50 mm) tai hienonnettuna (0–12 mm). Materiaalit tuodaan muutoin junalla, mutta hienonnettu poltettu kalkki tuodaan autoilla. Junakuljetusten purkupaikka ja varasto on katettu, siirto tapahtuu kuljettimella.

Varastosta kalkkikivi siirretään kuljettimilla kaksivaiheisen murskauksen sekä seulonnan kautta kuulamyllyille märkäjauhatukseen ja lopuksi lietetään kalkkikivilietteeksi.

Kalkkituotteiden valmistuksen ilmaan aiheutuvia hiukkaspäästöjä tarkkaillaan kolmesta eri kohteesta:

Poltettu palakalkki

1) Junanpurku. Kohde on käynnissä 2-3 kk välein. Hiukkaspitoisuus mitataan, mikäli junanpurku on mittaushetkellä käynnissä.

2) Varaston kuljettimet sekä sammutin. Hiukkaspitoisuus mitataan, mikäli varaston kuljettimet ovat mittaushetkellä käynnissä.

Kalkkikivi

3) Kalkkikiven murskaus ja jauhatus

Hiukkaspitoisuudet määritetään kolmen vuoden välein normaalin toiminnan aikana luvun 5.2.1.7 taulukon (Taulukko 5-13) mukaisesti. Mittaussarjan yksikään kolmesta raja-arvoon verrattavasta mittaustuloksesta ei saa ylittää 5 mg/m^3(n) pitoisuutta.

5.2.1.3 Rikkivetylaitos

Rikin varastosäiliön höngät johdetaan ulospuskualtaan kautta kaskadipesurille. Rikin sulatuksen rikkivedyn jäähdyttimen höngät puhalletaan ulos typellä ulospuskualtaaseen, josta höngät kerätään kaskadipesurille. Kaskadipesurin hönkien SO_2-pitoisuus mitataan kolmen vuoden välein.

5.2.1.4 Metallien talteenotto

Metallien talteenotossa saostuskemikaalina on rikkivety (H_2S), jonka lisäksi käytetään natriumvetysulfidi-(NaHS) ja natriumsulfidi-(Na_2S) pitoista liuosta, jota syntyy rikkivetypesureilla lipeän ja rikkivedyn reagoidessa.

Rikkivety päätyy reaktorien, sakeuttimien ja suodattimien hönkäkaasuihin, koska metallin saostusreaktio vaatii pienen ylimäärän saostuskemikaalia. Rikkivedyn valmistuksesta ja käytöstä aiheutuvia hajuhaittoja on minimoitu erilaisilla toimenpiteillä.

Tällä hetkellä laitoksella on käytössä kaasujen pesuun ja hajujen minimoimiseen seuraavat laitteistot:

- Nauhasuotimella on pystyejektoriventuripesuri.
- Rikin ulospuskualtaan hönkäpesurin huuhtelutoimintoja on kehitetty pesuriputkien tukkeutumien estämiseksi.
- Rikkivetytehtaan ulospuskun yhteydessä sularikistä vapautuva H_2S kerätään hönkäpuhaltimilla kaskadipesureille, joissa se neutraloidaan lipeän avulla natriumsulfidiksi vesiliuokseen.
- Rikkivetysaostusreaktoreiden höngät neutraloidaan lipeällä adsorptioreaktoreissa (2 kpl). Adsorptioreaktoreista hönkä johdetaan normaalitilanteessa varastosäiliöiden hönkäpesurille tai täytekappalepesureille ja sen jälkeen ulkoilmaan. Varastosäiliöiden pesurin ollessa huollossa höngät johdetaan esineutraloinnin reaktorin pesurille.
- Esineutraloinnin hönkäkaasu neutraloidaan vaakaejektoriventuripesureissa (2 kpl sarjassa). Neutralointikemikaalina pesureissa on laimea lipeä. Normaalitilanteessa esineutraloinnin hönkäkaasu johdetaan varastosäiliöiden pesurille.
- Rikkivetysaostuspiirien sakeuttimien hönkäkaasut neutraloidaan pystyejektoriventuripesureissa (2 kpl sarjassa). Neutralointikemikaalina käytetään laimeaa lipeää.
- Raudansaostuksen hönkäkaasut neutraloidaan vaakaejektoriventuripesureissa (2 kpl rinnan). Neutralointikemikaalina käytetään laimeaa lipeää.
- Ns. varastosäiliöiden pesuri, jossa on 2 pystyejektioventuripesuria sarjassa. Pesurille johdetaan hönkäkaasut Zn-, NiCo- ja raffinaattivarastosäiliöiltä.

Hönkäkaasun rikkivetypitoisuuksien pienentämiseksi on kehitetty prosessiliuosten peroksidikäsittely, jossa prosessiliuoksesta hapetetaan liuennut rikkivety vetyperoksidilla sulfaatiksi. Tämä vähentää seuraavan vaiheen hönkien rikkivetypitoisuutta.

Hajukaasujen käsittelyn laitteistojen toimintaa seurataan laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeistuksen mukaisesti. Häiriöt kirjataan käyttötarkkailun käyttöpäiväkirjaan.

Päästömittauksia toteutetaan taulukon (Taulukko 5-10) mittauskohteista, joiden mittaustasojen standardin vaatimusten mukaiset häiriöttömien etäisyyksien olosuhteet on myös koottu taulukkoon.

Taulukko 5-10. Metallien talteenoton mittauskohteet

Kohde	Kanavan halkaisija (mm)	Sijainti	Täyttääkö mittauspaikalle asetettuja suosituksia	Huomiot
Saostuslinjat 1 & 2	260	vaakakanava	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	höngät johdetaan valtaosan ajasta varastosäiliön hönkien yhteyteen
Varastosäiliöiden hönkäpesuri	630	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Esineutraloinnin nauhasuotimien poistohöngät	570	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Nauhasuodin poistohöngät pesurin jälkeen	570	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Sakeuttimen poistohöngät pesurin jälkeen	570	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Rautasaostuslinjat 1 ja 2	800	vaakakanava	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Neutralointireaktorin poistohöngät pesurin jälkeen	540	pystykanava sisällä		höngät johdetaan valtaosan ajasta varastosäiliön hönkien yhteyteen
Kaskadipesurit	410	pystykanava ulkona	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	

Kohteiden päästömittaukset toteutetaan taulukon (Taulukko) mukaisesti niistä kohteista, jotka ovat mittaushetkellä käytössä. Metallitehtaalta ilmaan johdettavan poistokaasun nikkelin, sinkin, kuparin, koboltin, uraanin ja arseenin yhteenlaskettu pitoisuus saa päästöpisteessä olla enintään 1 mg/m^3(n).

Pesureiden poistokaasun rikkivetypitoisuus saa olla enintään 30 mg/m^3(n). Päästökohteissa, joissa päästön seuranta perustuu jatkuvatoimiseen mittaukseen, ilmaan johdettavan poistokaasun rikkivetypitoisuus saa olla enintään 30 mg/m^3(n) vuorokausikeskiarvona. Rikkivetypitoisuutta mitataan jatkuvatoimisesti neljässä mittauspisteessä: varastosäiliöiden hönkäpesuri, sakeuttimen hönkäpesuri, raudansaostuslinjat 1 ja 2 sekä neutralointireaktorin hönkäpesuri. Jatkuvatoimisten mittausten tämän hetkinen lukumäärä poikkeaa aiemmin esitetystä.

5.2.1.5 Energiantuotantolaitokset

Höyryn tuotantoa ja rakennusten lämmitystä varten on rakennettu talteenottolaitoksen yhteyteen lämpölaitos, jonka polttoaineena käytetään propaania eli nestekaasua. Varapolttoaineena on kevyt polttoöljy. Lämpölaitos koostuu 10 MW:n höyrykattilasta (Vapor TTK-350 tulitorvi-tuliputki -kattila) ja 10 MW:n kuumavesikattilasta (Vapor TTKV-100-100 tuliputki-tulitorvi -kattila). Molempien kattiloiden savukaasujen hiukkaset erotetaan sykloneilla, minkä jälkeen molempien kattiloiden savukaasut johdetaan 50 m korkean

savupiipun sisällä olevissa erillisissä sisäpiipuissa ulkoilmaan. Lisäksi alueella on vara- ja huipputehokapasiteetiksi 4,8 MW höyrykontti ja 2 MW kuumavesikattila kaivosvarikolla rakennusten lämmittämisen ja prosessissa tarvittavan lämpöenergian tuottamisen varmistamiseksi. Höyrykontissa on oma, 50 m korkea 1-horminen piippu.

Akkukemikaalitehtaan yhteyteen on rakennettu uusia energiantuotantoyksikköjä. Kiteytyksessä tarvittava höyry sekä kaukolämpöverkon lämpö tuotetaan Terrafamen teollisuusalueelle rakennettavalla uudella arinapolttotekniikkaan perustuvalla kiinteän polttoaineen kattilalla (KPA). KPA-kattilan polttoaineteho 10 MW. Kaikilla höyrykattiloilla tuotettu höyry tehdään samaan höyrylinjaan metallien talteenoton kattiloiden kanssa.

Autoklaavin käynnistyksissä tarvitaan normaalitoimintaan nähden korkeapaineista höyryä (korkeampi paine ja korkeampi lämpötila), jonka tuottamista varten liuotusvaiheen rakennuksen vieressä sijaitsee polttoaineteholtaan 2 x 2,5 MW korkeapainehöyrykattila (kaksi Streamrator Steam 4 000 painehajoitteista poltinta). Korkeapainehöyrykattila on asetuksen 1065/2017 tarkoittama kevyttä polttoöljyä käyttävä energiantuotantoyksikkö, jota käytetään lyhytaikaiseen energian tuottamiseen. Höyrykattilan toiminta-aika on enintään 500 käyttötuntia vuodessa kolmen vuoden liukuvana keskiarvona.

Lämpökattilat ja raja-arvot on esitelty taulukossa (Taulukko 5-11).

Taulukko 5-11. Lämpökattilat ja raja-arvot

Kohde	NOx	SO2	Hiukkaset	O2 korjaus
K1 10MW höyrykattila Nestekaasu/Kevyt polttoöljy	400 (31.12.2024 saakka) 250 (1.1.2025 lähtien)	35 (1.1.2025 lähtien)	-	3 %
K2 10MW Kuumavesikattila Nestekaasu/Kevyt polttoöljy	400 (31.12.2024 saakka) 250 (1.1.2025 lähtien)	35 (1.1.2025 lähtien)	-	3 %
K3 4.8MW Höyrykattila Nestekaasu/Kevyt polttoöljy	340 (31.12.2024 saakka) 250 (1.1.2025 lähtien)	35 (1.1.2025 lähtien)	-	3 %
K4 2MW Kuumavesikattila Kevyt polttoöljy	900 (31.12.2029 saakka) 200 (1.1.2030 lähtien)	-	-	3 %
K5 10MW Höyrykattila BIO (KPA-kattila)	300	-	30	6 %
K6 3MW Höyrykattila Kevyt polttoöljy	Asetuksen 1065/2017 mukaisia päästöraja-arvoja ei sovelleta, koska yksikön toiminta-aika on enintään 500 käyttötuntia vuodessa kolmen vuoden liukuvana keskiarvona			
K7 3MW Höyrykattila Kevyt polttoöljy	Asetuksen 1065/2017 mukaisia päästöraja-arvoja ei sovelleta, koska yksikön toiminta-aika on enintään 500 käyttötuntia vuodessa kolmen vuoden liukuvana keskiarvona			
K8 1.3MW Vetylaitoksen LTO				
K9 1.3MW Vetylaitoksen LTO				

Energiantuotantoyksiköiden tarkkailu, palamisen seuranta ja raja-arvojen alittumisen todentaminen tehdään valtioneuvoston asetuksen 1065/2017 mukaisesti.

5.2.1.6 Akkukemikaalitehdas

Päästöjä ilmaan voi aiheutua akkukemikaalitehtaan puhdistetuista prosessihöngistä. Nikkeli-,koboltti- ja ammoniumsulfaattien tuotantoprosessissa poistohönkiin muodostuvia epäpuhtauksia ovat hiukkaset, typpi- sekä VOC-yhdisteet. Myös rikkidioksidia voi esiintyä vähäisiä määriä tehtaan hönkäkaasuissa. Hönkäkaasuissa typpi on molekyylityppenä (N_2) ja pienissä nestepisaroissa kulkeutuvana ammoniumsulfaattina. Prosessissa liuosten pH on alhainen, jolloin ammoniakkia ei esiinny vapaana.

Kiteytyksen ja paineliuotuksen poistokaasujen epäpuhtaudet poistetaan venturi-/kiintopetipesureilla, käyttäen pH-säädettyä vettä tai pelkkää vettä. Pesuliuokset palautetaan aina lähtöprosessiin. Uuttoprosessin poistokaasut käsitellään ennen johtamista ulkoilmaan.

Akkukemikaalitehtaan pistemäisiä päästöjä seurataan 11 eri kohteesta. Kohteet on esitetty taulukossa (Taulukko 5-12).

Taulukko 5-12. Akkukemikaalitehtaan mittauskohteet

Kohde	Kanavan halkaisija (mm)	Sijainti	Täyttääkö mittauspaikalle asetettuja suosituksia	Huomiot
Paineliuotuksen poistohöngät pesurin jälkeen	700	pystykanava ulkona	täyttää häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Paineliuotuksen poistohöngät raudanpoiston jälkeen	200	pystykanava ulkona	täyttää häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Epäpuhtausuuton poistohöngät	200	pystykanava sisällä	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Kobolttiuuton poistohöngät	200	pystykanava sisällä	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Nikkeliuuton poistohöngät	200	pystykanava sisällä	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Kobolttisulfaatin kiteytyksen poistohöngät	630	pystykanava sisällä	täyttää häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Nikkelisulfaatin kiteytyksen poistohöngät	800	pystykanava sisällä	täyttää häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Ammoniumsulfaatin kiteytyksen poistohöngät	600	pystykanava sisällä	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Nikkelisulfaatin pakkaus	630	pystykanava sisällä	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Kobolttisulfaatin pakkaus	630	pystykanava sisällä	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	
Uuttohallin ilmanpoisto	1000	ulkona katolla	ei täytä häiriöttömien etäisyyksien suhteen	

Kohteiden päästömittaukset toteutetaan taulukon (Taulukko 5-13) mukaisesti. Akkukemikaalitehtaan ilmaan johdettavan poistokaasun hiukkaspitoisuus saa jatkuvatoimisesti mitattavissa päästöpisteessä olla enintään 5 mg/m^3(n) kuukausikeskiarvona. Muissa akkukemikaalitehtaan päästöpisteissä ilmaan johdettavien poistokaasujen hiukkaspitoisuus saa olla enintään 5 mg/m^3(n). Ilmaan johdettavan arseenin, nikkelin, koboltin, sinkin, kuparin ja uraanin yhteenlaskettu pitoisuus saa päästöpisteessä olla enintään 1 mg/m^3(n). Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) pitoisuus uuttokohteiden jatkuvatoimisesti mitattavissa poistokaasussa saa olla korkeintaan 10 mgC/m^{3}n kuukausikeskiarvona. Uuttoalueen ilmanvaihdon poistoilmassa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) pitoisuus saa olla enintään 10 mgC/m^{3}n.

Raja-arvot on esitetty taulukossa (Taulukko 5-13) kuivissa kaasuissa pois lukien paineliuotuksen poistohöngän kaasun raja-arvot, jotka on esitetty kosteissa kaasuissa. Kyseisessä kohteessa kaasu on pääasiassa vesihöyryä ja kuivan kaasun osuus on alhainen. Tällöin on tarkoituksenmukaisempaa tarkastella kostean kaasun pitoisuutta, kuin että kerättyä massaa suhteuttaa kuivaan kaasumäärään, jolloin pienikin massan muutos vaikuttaa huomattavasti pitoisuuteen.

Päästöjä laskettaessa tulee huomioida, että laskennassa käytettävä tilavuusvirta on samassa tilassa kuin mitattu pitoisuus.

5.2.1.7 Uraanin talteenottolaitos

Uraanin talteenottolaitokselta johdetaan käsiteltyjä hönkiä ulos kolmelta eri pisteeltä, jotka on esitetty taulukossa 5-13, samoin kuin niiltä mitattavat parametrit.

Taulukko 5-13: Ilmapäästöjen määräaikaismittausten mittauspisteet sekä mitattavat parametrit

Kohde	Määräaikaismittausten parametrit
Uuttovaiheen poistohöngät aktiivihiilisuodattimen jälkeen	Hiukkaset, U, H_2S*, VOC, virtaama
Saostusvaiheen ja pH:n säätöreaktoreiden poistohöngät pesurin jälkeen	Hiukkaset, U, H_2S*, virtaama
Kuivatus-pakkausvaiheen poistohöngät suodattimen jälkeen	Hiukkaset, U, H_2S*, virtaama

*H_2S-pitoisuus mitataan kahden ensimmäisen toimintavuoden aikana, tulokset huomioiden tehdään sen jälkeen esitys H_2S-mittausten jatkamisesta tai lopettamisesta.

Ilmapäästöjä tarkkaillaan määräaikaismittauksin. Kaikkien pesureiden/kaasun käsittely-yksiköiden poistokaasujen hiukkas- ja uraanipäästöt sekä uuttovaiheen hönkien VOC-päästöt mitataan laitoksen normaalitoiminnan aikana. Kahden ensimmäisen toimintavuoden aikana määräaikaismittaukset tehdään 4 krt/vuosi, minkä jälkeen yhtiö tekee mittaustulosten perusteella Kainuun ELY-keskukselle esityksen ilmapäästöjen tarkkailun jatkamisesta. Määräaikaismittausten tuloksia käytetään yhdessä poistohönkien virtaamatiedon kanssa laskettaessa vuosittaista uraani- sekä VOC-päästöä.

Uraanin talteenottolaitoksen prosessiin tehtyjen muutosten (Tukesin päätös 19.12.2023, Tukes5833/03.01.2023, Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 26.4.2024, PSAVI/5073/2023) vuoksi rikkivetyä ei pitäisi esiintyä laitoksen poistohöngissä. Rikkivetymittauksia kuitenkin tehdään kahden ensimmäisen toimintavuoden aikana, minkä jälkeen mittauksista voidaan ELY-keskuksen kanssa sovittavalla tavalla luopua, ellei rikkivetyä havaita.

Määräaikaismittausten lisäksi uraanin talteenottolaitoksella on kaksi ilmanäytekerääjää, jotka ovat liikuteltavissa tarpeen mukaan. Niillä tullaan keräämään näytteitä pääasiallisesti ilmavirroista, jotka johdetaan ulos kuivaus- ja pakkaushallista sekä saostushallin poistoilmasta. Näytteiden keruuaika on kuukausi, jonka jälkeen suodattimeen jääneen uraanin määrä analysoidaan. Näiden ilmanäytteiden kerääminen ja analysointi on osa laitoksen käyttötarkkailua.

5.2.1.8 Mittausohjelma ja menetelmät

Taulukossa (Taulukko 5-14) on esitetty mittauskohteittain määritettävät päästö- sekä apusuureet mittaussykleittäin sekä kohteelle ympäristöluvassa esitetty raja-arvo. Mikäli asetettu raja-arvo ylitetään, suoritetaan tarvittavat korjaustoimenpiteet ja niiden jälkeen tehdään tarkistusmittaus.

Mittauksien toteuttajalla on oltava hyväksyttävä pätevyys, kalusto ja ammattitaito toteuttaa ko. mittauksia taulukossa (Taulukko 5-15) esitettyjen standardien tai menetelmien mukaisesti. Mittaukset tehdään toiminnan normaalitilanteessa.

Taulukko 5-14 Päästötarkkailun kohdekohtaiset mittaukset ja raja-arvopitoisuudet. Numero kuvaa mittaussyklien määrää vuoden aikana. Raja-arvot on esitetty kuivissa kaasuissa pl. paineliuotuksen poistohöngän kaasun raja-arvot, jotka on esitetty kosteissa kaasuissa

Kohde	Mitattavat	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Raja-arvo
Malminkäsittely									
Karkeamurska	Hiukkaset (1 Virtaus	1 1			1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Seulahalli	Hiukkaset (1 Virtaus	1 1			1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Hienomurska 1	Hiukkaset (1 Virtaus	1 1			1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Hienomurska 2	Hiukkaset (1 Virtaus	1 1			1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Agglomerointi	Hiukkaset (1 Virtaus	1 1			1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Kalkkituotteiden valmistus									
Junanpurku	Hiukkaset (1 Virtaus				1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Varaston kuljettimet ja sammutin	Hiukkaset (1 Virtaus				1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Kalkkikiven murskaus ja jauhatus	Hiukkaset (1 Virtaus				1 1			1 1	5 mg/m³(n)
Metallien talteenotto									
Saostuslinjat 1 & 2	Ni,Zn,Cu,Co,U,As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus	1 2 2 2	 2 2 2	 2 1	 2 1	 2 1	1 2 1	 2 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n) höngät johdetaan valtasosan ajasta varastosäiliön

Kohde	Mitattavat	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Raja-arvo
									hönkien yhteyteen
Varastosäiliöiden hönkäpesuri	Ni,Zn,Cu,Co,U,As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus	1 2 2 2	 2 2 2	1 2 2 1	 2, V1 1	 2, V1 1	1 2, V1 1	 2, V1 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)
Esineutraloinnin nauhasuotimien poistohöngät	Ni,Zn,Cu,Co,U,As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus	1 2 2 2	 2 2 2	1 2 2 2	 2 1	 2 1	1 2 1	 2 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)
Nauhasuodin poistohöngät pesurin jälkeen	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus	1 2 2 -	 2 2 -	1 2 2 -	 2, 1	 2, 1	1 2, 1	 2, 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)
Sakeuttimen poistohöngät pesurin jälkeen	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus	1 2 2 2	 2 2 2	1 2 2 1	 2, V1 1	 2, V1 1	1 2, V1 1	 2, V1 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)
Rautasaostuslinjat 1 ja 2	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus				 2, V1 1	 2, V1 1	1 2, V1 1	 2, V1 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)
Neutralointireaktorin poistohöngät pesurin jälkeen	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus	1 2 2 2	 1 1 1		 2,V1 1	 2, V1 1	1 2,V1 1	 2, V1 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)
Kaskadipesurit	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 H_2S (1 SO_2 Virtaus	1 2 2 2	 2 2 2	1 2 2 1	 2 1	 2 1	1 2 1 1	 2 1	1 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)

Kohde	Mitattavat	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Raja-arvo
Lämpölaitokset									
K1 10MW höyrykattila Nestekaasu/Kevyt polttoöljy	NO_x SO_2 (2 CO (3 Virtaus			1 1			1 1 1 1		400/250(4 mg/m³(n) 3 % O_2 35 mg/m³(n) (1.1.2025 lähtien)
K2 10MW Kuumavesikattila Nestekaasu/Kevyt polttoöljy	NO_x SO_2 (2 CO (3 Virtaus			1 1			1 1 1 1		400/250(4 mg/m³(n) 3 % O_2 35 mg/m³(n) (1.1.2025 lähtien)
K3 4.8MW Höyrykattila Nestekaasu/Kevyt polttoöljy	NO_x SO_2 (2 CO (3 Virtaus					1 1 1 1			340/250(4 mg/m³(n) 3 % O_2 35 mg/m³(n) (1.1.2025 lähtien)
K4 2MW Kuumavesikattila Kevyt polttoöljy	NO_x CO (3 Virtaus			1 1					900 mg/m³(n) 3 % O_2 mitataan toiminnan olennaisen muutoksen yhteydessä
K5 10MW Höyrykattila BIO (KPA-kattila)	NO_x Hiukkaset (1 Virtaus		1 1 1			1 1 1			300 mg/m³(n) 6 % O_2 30 mg/m³(n) 6 % O_2
K6 3MW Höyrykattila Kevyt polttoöljy	NO_x Virtaus					1 1			
K7 3MW Höyrykattila Kevyt polttoöljy	NO_x Virtaus					1 1			
Akkukemikaalitehdas									
Paineliuotuksen poistohöngät pesurin jälkeen	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 Virtaus			2 2 2	2 2, V1 2, V1	2 2, V1 2, V1	2 2, V1 2, V1	2 2, V1 2, V1	1 mg/m³(n), kostea 5 mg/m³(n), kostea

Kohde	Mitattavat	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Raja-arvo
Paineliuotuksen poistohöngät raudanpoiston jälkeen	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 Virtaus			2 2 2	2 2, V1 2, V1	2 2, V1 2, V1	2 2, V1 2, V1	2 2, V1 2, V1	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n)
Epäpuhtausuuton poistohöngät	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 TVOC Virtaus		1 1 1	2 2 1, V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n) 10 mgC/m³(n)
Kobolttiuuton poistohöngät	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 TVOC Virtaus		1 1 1	2 2 1, V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n) 10 mgC/m³(n)
Nikkeliuuton poistohöngät	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 TVOC Virtaus		1 1 1	2 2 1, V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	2 2 V1 2	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n) 10 mgC/m³(n)
Kobolttisulfaatin kiteytyksen poistohöngät	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 Virtaus			2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n)
Nikkelisulfaatin kiteytyksen poistohöngät	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 Virtaus		1 1 1	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n)
Ammoniumsulfaatin kiteytyksen poistohöngät	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 Virtaus		1 1	1 1, V1 1	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n)
Nikkelisulfaatin pakkaus	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1 Hiukkaset (1 Virtaus			2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	2 2, V1 2	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n)
Kobolttisulfaatin pakkaus	Ni,Zn,Cu,Co,U, As (1			2 2, V1	2 2, V1	2 2, V1	2 2, V1	2 2, V1	1 mg/m³(n) 5 mg/m³(n)

Kohde	Mitattavat	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Raja-arvo
	Hiukkaset [1] Virtaus			2	2	2	2	2	
Uuttohallin ilman-poisto	TVOC Virtaus		1 1	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	10 mgC/m³(n)
Uraanin talteenottolaitos									
Uutto	U [1] Hiukkaset [1] TVOC H_2S [1] Virtaus					1 1 1 1 1	4 4 4 4 4	4[5] 4[5] 4[5] 4[5] 4[5]	0,2 mg/m³(n) 100 mgC/m³(n) 30 mg/m³(n)
Saostus ja pH:n säätö-reaktorit	U [1] Hiukkaset [1] H_2S [1] Virtaus					1 1 1 1	4 4 4 4	4[5] 4[5] 4[5] 4[5]	0,2 mg/m³(n) 5 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)
Kuivatus-pakkaus	U [1] Hiukkaset [1] H_2S [1] Virtaus					1 1 1 1	4 4 4 4	4[5] 4[5] 4[5] 4[5]	0,2 mg/m³(n) 5 mg/m³(n) 30 mg/m³(n)

[1] Kertamittauksissa on oltava vähintään kolme 30 minuuttia kestävää mittausta. Päästöraja-arvoja katsotaan noudatetun, jos kaikki mittaustulokset alittavat raja-arvon. Kertamittausten osalta mittausepävarmuutta ei vähennetä ennen vertaamista raja-arvoihin.

[2] Rikkidioksidipäästöt voidaan määrittää savukaasumittausten sijaan myös muilla Kainuun ELY-keskuksen todentamilla ja hyväksymillä menettelyillä.

[3] Jos energiantuotantoyksikössä mitataan hiilimonoksidia jatkuvatoimisesti, määräajoin tehtäviä hiilimonoksidimittauksia ei ole tarpeen tehdä

[4] Alempi raja-arvo voimassa 1.1.2025 lähtien

[5] Yhtiö tekee Kainuun ELY-keskukselle esityksen ilmapäästöjen tarkkailun jatkamisesta 2 ensimmäisen toimintavuoden jälkeen, 31.12.2026 mennessä.

V = vertailumittaus, standardin SFS-EN 14181 mukainen vertailumittaus laitoksen jatkuvatoimiseen mittaukseen

Taulukko 5-15. Vaihtoehtoiset ilmapäästöjen määritysmenetelmät

Mitatattava	Menetelmä
Hiukkaset	SFS-EN 13284-1 Stationary source emissions. Determination of low range mass concentration of dust. Part 1: Manual gravimetric method

Ni, Zn, Cu, Co, As, U	SFS-EN 14385 Stationary source emissions. Determination of the total emission of As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl and V, (Zn), (U)
H_2S	EPA 11 Determination of hydrogen sulphide content of gas streams in petroleum refineries manual method EPA 15 Determination of hydrogen sulphide, carbonyl sulphide, and carbon disulphide emissions from stationary sources (GC) kaasukromatografinen menetelmä Metsäteollisuudessa käytetty ISO 7935 sovellus Kaasun H2S konvertointi SO2:ksi ja mittaus IR tai UV fluoresenssiin perustuvalla analysaattorilla
NO_x	SFS-EN 14792 Stationary source emissions. Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NOx). Reference method: Chemiluminescence Yleisesti käytetty menetelmä: Kaasun NOx mittaus kemiluminesenssiin tai NDIR menetelmään perustuvalla analysaattorilla
O_2	SFS-EN 14789 Stationary source emissions – Determination of volume concentration of oxygen (O2) – Reference method – Paramagnetism ISO 12039 Stationary source emissions – Determination of carbon monoxide, carbon dioxide and oxygen – Performance characteristics and calibration of automated measuring systems
SO_2	SFS-EN 14791 Stationary source emissions – Determination of mass concentration of sulphur dioxide – Reference method ISO 7935 Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of sulfur dioxide - Performance characteristics of automated measuring methods CEN/TS 17021 Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of sulphur dioxide by instrumental techniques
TVOC	EN 12619 Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of total gaseous organic carbon - Continuous flame ionisation detector method
Virtaus	ISO EN 16911-1 Stationary source emissions – Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts – Part 1 Manual reference method ISO 10780 Stationary source emissions – Measurement of velocity and volume flowrate of gas streams in ducts

5.2.1.9 Jatkuvatoimiset mittaukset

Akkukemikaalitehtaan hiukkaspäästöjä mitataan jatkuvatoimisesti. Lisäksi nikkeli-, koboltti ja epäpuhtausuuton poistokaasujen TVOC-pitoisuutta mitataan jatkuvatoimisesti. Metallien talteenotossa mitataan jatkuvatoimisesti rikkivetyä 4 mittauspisteessä: varastosäiliöiden hönkäpesuri , sakeuttimen hönkäpesuri, raudansaostuslinjat 1 ja 2 sekä neutralointireaktorin hönkäpesuri. Jatkuvatoimisille mittalaitteille tehdään

vuosittain standardin SFS-EN 14181 mukaiset vertailumittaukset tulosten pätevyyden varmistamiseksi. Jatkuvatoimiset mittaukset tarkistetaan laitetoimittajan huolto-ohjeiden mukaisesti.

Jatkuvatoimisten ilmapäästömittausten mittausepävarmuus määritetään kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa laitteiden sertifiointi standardin EN 15267-3:2007 mukaan edellyttää, että automaattisen mittausjärjestelmän (AMS) kokonaisepävarmuus on vähintään 25 % alle suurimman sallitun epävarmuuden, jotta AMS:n asennuksen ja näytteenkäsittelyn epävarmuudelle jää riittävä marginaali (Joint Research Centre, Reference Report on Monitoring). Laitteen ollessa käytössä mittausepävarmuutta tarkastellaan standardin EN 14181 mukaan vertaamalla mittaparien välistä keskihajontaa kokonaisepävarmuudesta laskettuun suurimpaan sallittuun keskihajontaan. Tässä tarkastelussa käytetään ympäristöluvissa annettuja suurimpia sallittuja epävarmuuksia. Nämä on koottu taulukkoon (Taulukko 5-16).

Taulukko 5-16. Ympäristöluvissa annetut suurimmat sallitut epävarmuudet jatkuvatoimisille mittauksille

Yhdiste	Suurin sallittu epävarmuus [1]
Hiukkaset	30 %
Rikkivety	50 %
TVOC	30 %
[1)] Suurin sallittu epävarmuus ilmoitettuna 95 % luottamusvälillä kattavuuskertoimella k=1,96 ilmoitettuna prosentteina päästöraja-arvosta	

Raja-arvoon verrattavat keskiarvot määritetään pesureiden jatkuvatoimisesti mitatuista päästöjen tuntikeskiarvoista. Tuntikeskiarvojen laskentaan käytetään mitattuja arvoja, joista on vähennetty mittalaitteelle määritetty mittaustuloksen 95 %:n luotettavuutta kuvaava osuus (Taulukko 5-16) laskettuna raja-arvopitoisuudesta.

Mittausepävarmuuden vähentäminen voi johtaa negatiivisiin tuloksiin. Raportointijärjestelmässä kuvataan, kuinka tällaisia tietoja käsitellään, asetetaanko ne esim. nollaksi. Lisäksi raportointijärjestelmään määritetään kriteerit, milloin jatkuvatoimisten mittausten arvoja ei oteta huomioon keskiarvojen laskennassa.

5.2.2 Ilman hajurikkiyhdisteet

Rikkihiilipitoisuudet mitattiin syksyllä 2022 viidestä kohteesta: varastosäiliöt, esineutraloinnin nauhasuotimet, nauhasuotimet, sakeuttimet ja kaskadipesuri. Rikkihiiltä mitattiin vähäisiä määriä sakeuttimien ja varastosäiliöiden poistohöngästä. Muissa kohteissa pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Näiden tulosten perusteella ei ole tarpeen jatkaa tarkkailua.

Hajurikkiyhdisteitä (TRS-pitoisuus) on mitattu rikkivetymittausten yhteydessä vuosina 2021 ja 2022. Vertailujen perusteella TRS-pitoisuus on pääosin rikkivetyä. TRS-pitoisuutta mitataan rikkivetymittausten yhteydessä manuaalisen rikkivetymittauksen laadun varmistamiseksi.

5.3 Jätejakeiden tarkkailu

Koko toiminnan jätejakeiden tarkkailuohjelma laadittiin vuonna 2007 ja sitä on päivitetty sittemmin useaan kertaan. Tämä päivitys tehdään uuden lupapäätöksen (Nro 87/2022, Dnro PSVAVI/2461/2017), sen liitteen 2 sekä vuonna 2021 päivitettyjen jätesäädösten (VNA 331/2013, VNA 878/2021 ja 646/2011) pohjalta. Tarkkailusuunnitelmaan on sisällytetty myös akkukemikaalitehtaan jätejakeiden sekä sivukivialueen KL1 tarkkailuohjelma ympäristölupapäätösten (Nro 5/2021 Dnro PSAVI/3626/2019 sekä Nro 107/2023 Dnro PSAVI/4347/2020) mukaisesti. Tarkkailuohjelmaan on sisällytetty myös rautasakan ympäristölupapäätöksen (Nro 136/2024 Dnro PSAVI/10801/2023) mukainen liuotuksen onnistumisen tarkkailu osaksi yhtiön käyttötarkkailua. Rautasakan käyttötarkkailua on käsitelty luvussa 4.5.

Jätejakeiden tarkkailussa sovelletaan valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista 331/2013:n liitteen 2 mukaista kaatopaikkakelpoisuuden testausmenettelyä soveltuvilta osin. Sivukiven, maa-ainesten ja sekundääriliuotuksen jäännöksen osalta sovelletaan lisäksi valtioneuvoston asetusta kaivannaisjätteistä (190/2013) ja Valtioneuvoston asetusta maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) sekä MWEI BREF-asiakirjaa.

Näytteenottosuunnitelma on laadittu sakkajätteiden ja akkukemikaalitehtaan jätejakeiden osalta standardia SFS-EN 14899 ja teknistä spesifikaatiota CEN/TR 15310 (Jätteiden karakterisointi ja jätemateriaalien näytteiden ottaminen; neljä erillistä standardia) soveltaen. Standardeissa painotetaan näytteen edustavuutta. Sivukivinäytteentoton tulee vasta standardin CEN/TR 16365:2012 mukaisia periaatteita ja maa-ainesten näytteenotto tehdään ISO 18400-sarjan standardien mukaan (tapauskohtaisesti relevantit standardit).

Toiminnassa muodostuvat pääjätejakeet ovat valtioneuvoston jäteasetuksen (978/2021) jätteistä liitteen 3 nimikkeiden ja lupapäätösten 87/2022, PSVAVI/2461/2017 ja 5/2021, PSAVI/3626/2019 mukaisesti seuraavat (Taulukko 5-17):

Taulukko 5-17. Toiminnassa syntyvät jätejakeet (kaivos, bioliuotus, metallien talteenottolaitos, vesienkäsittely ja akkukemikaalitehdas).

Jätelaji	Jätenumero
Malminlouhinnassa muodostuva sivukivi, happoa tuottamaton	01 01 01
Malminlouhinnassa muodostuva happoa tuottava sivukivi	*01 01 01**
Tarvekiven louhinnassa muodostuva sivukivi	01 01 02
Louhinnan yhteydessä poistettava kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) mukaisesti pilaantumaton maa-aines	01 01 01
Louhinnan yhteydessä poistettavat muut kuin kaivannaisjäteasetuksen mukaiset pilaantumattomat maa-ainekset	01 01 01
Louhinnan yhteydessä poistettavat muut kuin kaivannaisjäteasetuksen (190/2013) mukaiset pilaantumattomat maa-ainekset ja joilla on jäteasetuksen mukainen vaaraominaisuus	*01 01 01**
Rakentamisen yhteydessä poistettavat maa-ainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita ja joilla on jäteasetuksen mukainen vaaraominaisuus	17 05 03*
Rakentamiseen liittyvää toiminnassa poistettavat puhtaat maa-ainekset	17 05 04
Toisen vaiheen liuotuskasalle liuotuksen jälkeen jäävä mineraali	01 03 07*

Pilaantuneet maa-ainekset, jotka sisältävät vaarallisia aineita ja joilla on jäteasetuksen mukainen vaaraominaisuus	17 05 03*
Muut pilaantuneet maa-ainekset	17 05 04
Toisen vaiheen liuotuskasalle liuotuksen jälkeen jäävä malmimineraali	01 03 07*
Toisen vaiheen liuotuskasoille saostuvat reaktiotuotteet (mm. jarosiitti)	01 03 07*
Toisen vaiheen liuotuskasoille malminsiirron yhteydessä päätyvä ja siellä jo oleva muovijäte (mm. ilmastusputket)	17 02 04*
Kaivosalueen liuoskierrosta tai liuotuskasoilta muodostuva muovi-letku- ja putkijäte	17 02 04*
Muu toiminnassa muodostuva letku-, putki- ja muovijäte	17 02 03
Esineutralointisakka (ent. välineutralointisakka)	11 02 02*
Kipsisakka-altaassa oleva raudansaostuksen sakka	11 02 07*
Loppuneutraloinnin sakka LoNe	11 02 99
Keskuspuhdistamolla metallipitoisten jätevesien sekä raudansaostuksen alitteen ja ylitteen neutraloinnissa muodostuva sakka	19 02 05*
Metallien talteenottolaitoksen muut mineraalijätteet	11 02 07*
Kaasunpesun lietteet	11 02 07*
Muu metallipitoinen kiviainesjäte (esim. kuljetinripe)	01 03 07*
Uraanin talteenottolaitoksen PLS-altaan sakka	11 02 02*
Uraanin talteenottolaitoksen raffinaattialtaan sakka	11 02 07*
Uraanin talteenottolaitoksen sakat (crudi)	11 02 07*
Muut vesienkäsittelyn sakat, jotka sisältävät vaarallisia aineita (Härkäpuro, Kortelampi 1 ja 2, SEM2)	19 02 05*
Toiminnassa jo muodostuneet, lupamääräyksen 21 tarkoittamat muut kuin edellä mainitut vesienkäsittelysakat	19 02 05*
Talousvesien käsittelyssä muodostuvat lietteet	19 08 05
Epäkurantit rikkijakeet	06 06 03
Akkukemikaalitehtaan käytetty aktiivihiili	06 03 99*
Akkukemikaalitehtaan nikkeli- ja kobolttisulfaattien valmistuksessa syntyvä rautasakka	06 03 15*
Akkukemikaalitehtaan epäkurantti rikki	06 06 03[1)]
Bentoniittisakka uuttoliuospuhdistuksesta (crudi)	06 03 99*
Akkukemikaalitehtaan bioliuotukseen kierrätettävä metallisulfaattiliuos	06 03 13*[2)]

1) Jätenimike varmistuu mahdollisen testauksen yhteydessä. Tällä hetkellä menee sekundääriliuotukseen.

2) Metallisulfaattiliuosta ei käsitellä jätteenä, vaan prosessiliuos menee suoraan bioliuotukseen

5.3.1 Sivukivi

Kuningasvesiliukoisille alkuaineille on laadittu kaksi eri analyysipakettia, kuukausittain toteutettava sellaisille alkuaineille, joiden pitoisuudet ovat tarkkailutulosten perusteella olleet merkittäviä tai kuuluvat kaivannaisjäteasetuksessa mainittuihin aineisiin (As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Sb, Se,

V, Zn, U). Neljännesvuosittain mitataan laajempi alkuainevalikoima (vähintään Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Th, U, V, Zn).

Sivukivien analyysivalikoimaan lisättävät ABA- ja NAG-testit kuvaavat sivukiven hapontuotto-ominaisuuksia, ABA-testi happo-emäs-tasapainoa ja NAG-testi nettohapontuottokykyä. Rikin ja hiilen analyysit tehdään osana ABA-testiä. NAG-testin loppuliuoksesta määritetään samat metallit ja puolimetallit kuin kuukausinäytteestä (As, Ba, Ca, Cd, Co Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, V, U ja Zn).

2-vaiheinen ravistelutesti tai muu sivukiven lyhytaikaista liukoisuutta mittaava testi tehdään puolivuosittain, samalla kerralla kuin laaja alkuaineanalyysi ja NAG-testi. Kontaktiliukoisuustestauksessa sovelletaan seuraavaa analyysivalikoimaa: As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, U, V, Zn, Hg, Cl, F, SO_4, DOC, pH, sähkönjohtokyky, TDS.

Taulukko 5-18. Sivukivinäytteiden testausaikataulu.

SIVUKIVI	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	Kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
Kuningasvesiuutto As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, V, Zn, U	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kuningasvesiuutto, laaja alkuainevalikoima	x			x			x			x		
ABA-testi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NAG-testi	x			x			x			x		
NAG-testin lopputuos: As, Ba, Ca, Cd, Co Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Sb, V, U ja Zn	x			x			x			x		
Kontaktiliukoisuus	x						x					

Sivukivistä kootaan kuukausittain edustavat kokoomanäytteet, erikseen kiilleliuskeesta sekä mustaliuskeesta. Jokaisesta louhintaerästä otetaan sivukivinäyte ja niistä koostetaan edustava näyte suhteessa louhittavien kenttien kokoihin. Näytteiden valmistuksessa kiinnitetään erityisesti huomiota näytteiden säilymiseen muuttumattomina, esim. ilmatiiviit pakkaukset.

5.3.2 Poistettava maa-aines

Mahdollisesti poistettavien maa-ainesten testaus tehdään kertaluontoisesti kokoomanäytteistä, lähinnä maa-ainesten sijoituspaikan ja käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi. Luokittelutarpeen varalta tässä sovelletaan kaivannaisjäteasetuksen (VNA 190/2013) mukaista analytiikkaa: ABA-testi, kuningasvesiuutto sekä liukoisuustesti 2-vaiheisella ravistelutestillä. Kuningasvesiuuton parametrivalikoima noudattaa kaivannaisjäteasetusta ja paikkakohtaisia riskitekijöitä (vähintään As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn, U). Liukoisuus määritetään 2-vaiheisella ravistelutestillä seuraaville parametreille: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Hg, Pb, Sb, Se, V, Zn, DOC, Cl, F ja SO_4.

Mikäli testataan turvenäytteitä, käytetään alkuainemäärityksissä kuningasvesihajotuksen sijaan typpihappoa.

Taulukko 5-19. Maa-ainesnäytteiden testaussuunnitelma.

MAA-AINES	kertanäyte
ABA-testi	x
Kuningasvesiuutto, laaja alkuainevalikoima	x
Kontaktiliukoisuus	x

Maanäytteet otetaan erillisen suunnitelman mukaan. Suunnitelmassa on huomioitava eri maalajien esiintyminen sekä poistettavan kerroksen paksuus. Näytteenoton tulee olla edustava maalajeittain, alueellisesti sekä syvyyssuunnassa.

5.3.3 Sekundääriliuotuksen jäännös

Sekundääriliuotuksen jäännöksen testaus ei ole vielä alkanut vuonna 2022, liuotuksen edelleen jatkuessa sekundääriliuotusalueilla. Testaus aloitetaan perusmäärittelyllä sen tullessa ajankohtaiseksi, jolloin perusmäärittely suoritetaan tuotannosta poistuvilla osa-alueilla. Perusmäärittelyn yhteydessä käytetään laajaa analyysivalikoimaa. Perusmäärittelyn yhteydessä aineille toteutetaan myös peräkkäisuutto, jotta voidaan selvittää liukoisessa tilassa olevat, sekundäärisiin rauta- ja mangaanimineraaleihin sitoutuneet sekä jäännössulfideihin ja silikaattimineraaleihin sitoutuneet osuudet aineista.

Liuotusalue tai sen osa (lohko) on kaivannaisjätteen jätealue siinä vaiheessa, kun luvan haltija on ilmoittanut lupamääräyksen 63 mukaisesti Kainuun ELY-keskukselle liuotuksen lopettamisesta. Jätteeksi määrittelyyn otetaan tarkemmin kantaa sulkemissuunnittelman päivityksen yhteydessä.

Sekundääriliuotuksen loppuun liuotetun malmin tuleva (perusmäärittelyn jälkeinen) säännöllisen tarkkailun suunnitelma tarkistetaan vielä perusmäärittelytulosten valmistuttua ja tarvittaessa tarkkailusuunnitelmaa täydennetään tältä osin. Perusmäärittelyn jälkeisessä tarkkailussa ei kuitenkaan sovelleta peräkkäisuuttosarjoja, koska kaikki vaiheuutot tai peräkkäisuuttokokonaisuus sinänsä eivät edusta standardimenetelmiä. Perusmäärittelyvaiheen jälkeen analyysivalikoimaan kuuluvat kaivannaisjätettä luokittelevina analyyseinä ABA-testi ja kuningasvesiuutto, vaikka ABA-testin tulosten käyttöarvo on pitkälle hapetetun kiviaineksen tarkastelussa vähäinen. Kontaktiliukoisuustestaus on tässä jätejakeessa muita kaivannaisjätteitä hyödyllisempi.

Taulukko 5-20. Sekundääriliuotuksen jäännöksen testaussuunnitelma.

Sekundääriliuotuksen jäännös	kertanäyte	tarkkailu
ABA-testi	x	x
Kuningasvesiuutto, laaja alkuainevalikoima	x	
Kuningasvesiuutto, suppea alkuainevalikoima		x
Kontaktiliukoisuus	x	

Sekundääriliuotuksen jäännöksen testaus käsittää kuningasvesiuutossa laajan alkuainevalikoiman (esim. Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Th, Ti, U, V, Zn). Kontaktiliukoisuustestauksessa sovelletaan seuraavaa analyysivalikoimaa: As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, U, V, Zn, Hg, Cl, F, SO4, DOC, pH, sähkönjohtokyky, TDS.

Sekundääriliuotuksen jäännöksen näytteenottokäytäntö esitetään tässä vaiheessa vasta luonnoksena ja tarkistetaan jätejakeen perusmäärittelyn valmistuttua. Perusmäärittelyä varten näytteenotto suoritetaan soveltuvilta osin kairauksina, liuotuskasaa geometrisesti sekä syvyyssuunnassa edustavasti.

5.3.4 Sakat

Jätejakeiden seuranta aloitettiin vuonna 2010. Keskuspuhdistamon sakka lisättiin tarkkailuun keskuspuhdistamon aloitettua toiminnan vuonna 2017. Kuukausittain on otettu seuraavat kokoomanäytteet:

- LONE 646: Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite (kipsisakka-altaalle), ns. LONE-alite
- RASA 645: Raudan sakeuttimen alite (keskuspuhdistamolle), ns. RASA-alite
- ESNE 653: Esineutralointisakka nauhasuotimelta (palautetaan prosessiin), ESNE-sakka
- SAKKA 572: Keskuspuhdistamon sakka (kipsisakka-altaalle), linjoilta 1 ja 2 erikseen
- HÄR,KOR, SEM2: kaivosalueen muissa metallipitoisten jätevesien käsittely-yksiköissä (SEM2, Kortelampi 1 ja 2) muodostuva, kiinteäksi käsitelty kipsipohjainen sakka

Tarkkailua on toteutettu tekemällä ravistelu- ja läpivirtaustestejä rinnakkain. Taulukossa (Taulukko 5-21) on esitetty sakkanäytteistä tehtävät analyysit. Analyysivalikoima käsittää kuningasvesiuuton, kontaktiliukoisuustestin, haponneutralointikapasiteetin testauksen sekä uraanin tytärnuklidien analyysin. Määritysstandardit on esitetty erillisessä perusteluasiakirjassa. Liukoisuudet on tehty perusmääritysvaiheessa molemmilla menetelmillä myöhempää vastaavuustestausta varten.

Taulukko 5-21. Sakkajakeiden testaussuunnitelma.

SAKAT - Sakkanäytteistä tehtävät määritykset ja menetelmät				
Määritykset	Kokonaispitoisuudet	Liukoisuudet	Haponneutralointikapasiteetti	Uraanin tytärnuklidit
	As, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Ca, Co, Fe, Mn, S, U, Th, kuiva-aine, TOC, pH (1:5)	As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, V, Zn, Hg, Cl, F, SO4, DOC, pH, sähkönjohtokyky, U, TDS	ANC (yhdeksässä pH:ssa välillä 4-12)	Ra-226 Ra-228 Po-210 Pb-210 Radon*
Jätejae				
Sakat				
LONE 646	1x kk	1x kk	1xkk	1xvuosi
ESNE 653	1x kk	1x kk	1xkk	
SAKKA 572	1x kk	1x kk	1xkk	1xvuosi
HÄR, KOR, SEM2	tyhjennyksen yhteydessä	tyhjennyksen yhteydessä	tyhjennyksen yhteydessä	tyhjennyksen yhteydessä

* Rn-222-määritystä ei voida tehdä kuukausikokoomanäytteestä

Koska ympäristöluvassa (PSAVI/2461/2017) tarkkailu edellytettiin tehtävän aiemman tarkkailusuunnitelman mukaisesti, sovelletaan kaikille sakkanäytteille sen mukaisia periaatteita. Jätejakeista otetaan viikoittain osanäytteitä, jotka yhdistetään kuukausinäytteiksi. Kunkin yksittäisen näytteen tulee olla vähintään 5 kiloa tai jos on kyse hyvin kosteasta näytteestä, vähintään viisi litraa, jotta kiinteä näytemassa on riittävä (2-3 kg) testausta varten.

Näytteenoton ja osanäytteiden yhdistämisen kuukausinäytteeksi toteuttaa Terrafamen laboratorion henkilöstö. ESNE-sakkanäyte otetaan nauhasuotimen päästä. Kipsisakka-altaalle johdettavat sakkojen näytteet, keskuspuhdistamon sakka SAKKA 572 (molemmilta linjoilta) ja LONE-sakka, otetaan kipsisakka-altaalle johdetuista putkista. Pienempien puhdistamojen (Härkäpuro, Kortelampi 1 ja 2, SEM2) sakkanäytteet otetaan altaasta tai geotuubeista kokoomanäytteinä tyhjennyksen ja kipsisakka-altaalle siirron yhteydessä.

5.3.5 Epäkurantti rikki

Epäkuranttia rikkiä on ollut vaikeahkoa hyödyntää. Tällä hetkellä jae menee sekundääriliuotukseen. Se testataan tarpeen niin vaatiessa. Jätenimike on tästä syystä laitettu taulukkoon epävarmana.

5.3.6 Akkukemikaalitehtaan jätejakeet

Alla on esitetty akkukemikaalitehtaan jätejakeiden (rautasakka, aktiivihiili ja bentoniitticrudi) perusmäärittely, joka tehdään jätejakeita ensimmäistä kertaa testattaessa (Taulukko 5-22). Paketti on akkukemikaalitehtaan ympäristöluvan (5/2021, PSAVI/3626/2019) vaatimusten ja VNA 331/2013 mukaista tasoa

selvästi laajempi. Tehtaan jätejakeiden tulevista vastaavuustestauksista ja määritystiheydestä tehtiin vastaavuustestisuunnitelma perusmäärittelytulosten perusteella. Perusmäärittelyssä ei poikkeuksellisesti määritetty Rn-222:ta, sillä määritys ei onnistu kuin tuoreesta näytteestä (perusmäärittely tehtiin kuukausikokoomanäytteille).

Nikkeli- ja kobolttisulfaattitehtaalta bioliuotukseen kierrätettävien metallisulfaattiliuosten laatua seurataan keskeisten laatumuuttujien osalta osana tehtaan prosessin ohjausta ja valvontaa. Seurantaan liittyvät analyysit tehdään Terrafamen omassa laboratoriossa. Lisäksi neljän kuukauden välein analysoidaan liuosten laatu ulkopuolisessa laboratoriossa. Näytteistä analysoidaan As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Zn, Mn, Ca, S, U, Fe kokonaispitoisuuksina sekä TOC ja kok-P, jotka kuvastavat mahdollisten uuttoliuotinjäämien liuoksissa.

Taulukko 5-22. Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden rautasakan, aktiivihiilen ja bentoniitticrudin testaussuunnitelma (ensimmäinen perusmäärittely).

Ennen loppusijoitukseen vientiä ensimmäistä kertaa testattavan jätejakeen määritykset ja menetelmät				
Perusmäärittelymääritykset	Kokonaispitoisuudet	Liukoisuudet	Haponneutralointikapasiteetti	Uraanin tytärnuklidit
	Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, P, S, Se, Sb, Sn, Ti, V, Zn, Ni, U, Hg, Pb, Tl, kuiva-aine, öljyhiilivedyt (>C10-C40), TOC, pH (1:5); PCB, PAH ja BTEX-yhdisteet	Molemmat liukoisuustestit, CEN 14405 ja SFS-EN 12457-3 ja määritykset suodoksista: As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, V, Zn, Hg, Cl, F, SO4, DOC, pH, sähkönjohtokyky, U, TDS ja fenoli-indeksi	ANC (yhdeksässä pH:ssa välillä 4-12)	Ra-226 Ra-228 Po-210 Pb-210 Radon*

* Rn-222-määritystä ei voida tehdä kuukausikokoomanäytteestä

Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittelyt valmistuivat tammikuussa 2023. Testattavat perusmäärittelynäytteet olivat kuukausinäytekokoomia. Perusmäärittelyn tulosten ja lupamääräysten perusteella päätettiin näytteenottotiheys ja vastaavuustestipaketit kullekin jätejakeelle.

Tutkimustulosten perusteella useista osanäytteistä koostettu kuukausikokooma on riittävä. Rautasakan, aktiivihiilen ja bentoniittisakan kokoomanäytteet kootaan täten useista osanäytteistä, jätejakeesta riippuen. Rautasakkaa muodostuu tavallisesti päivittäin, bentoniittisakkaa vähintään viikoittain (eri uuttovaiheista muodostuvat bentoniittisakat yhdistetään) ja aktiivihiiltä suodattimien vaihdon yhteydessä. Rautasakasta ja bentoniittisakasta otetaan mahdollisuuksien mukaan viikoittain osanäytteitä, jotka yhdistetään kuukausinäytteiksi. Kuukausinäytteet toimitetaan laboratorioon ja testataan taulukon suunnitelman mukaisesti. Testipaketti on kaikille taulukon (Taulukko 5-23) mukaisille jätejakeille sama, lukuun ottamatta öljyhiilivetymäärityksiä (>C5-C40), jotka tehdään vain aktiivihiilestä ja bentoniittisakasta.

Taulukko 5-23. Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden rautasakan, aktiivihiilen ja bentoniitticrudin vastaavuustestisuunnitelma.

Akkukemikaalitehtaan jätteistä tehtävät vastaavuustestimääritykset ja menetelmät				
Määritykset	**Kokonaispitoisuudet**	**Liukoisuudet**	**Haponneutralointi-kapasiteetti**	**Uraanin tytär-nuklidit**
	As, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Ca, Co, Fe, Mn, S, U, Th, kuiva-aine, TOC, pH (1:5) Lisäksi *aktiivihiilestä ja bentoniittisakasta* öljyhiilivedyt (>C5-C40)	As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, V, Zn, Hg, Cl^-, F^-, SO_4, DOC, pH, sähkönjohtokyky, U, TDS	ANC (yhdeksässä pH:ssa)	Ra-226 Ra-228 Po-210 Pb-210 Radon*
Jätejae				
Aktiivihiili	suodattimien vaihdon yhteydessä otetusta näytteestä	suodattimien vaihdon yhteydessä otetusta näytteestä	suodattimien vaihdon yhteydessä otetusta näytteestä	perusmäärittelyssä
Rautasakka	1xkk	1xkk	1xkk	perusmäärittelyssä
Bentoniittisakka	1xkk	1xkk	1xkk	perusmäärittelyssä

* Rn-222-määritystä ei voida tehdä kuukausikokoomanäytteestä

5.3.7 Uudet jätejakeet

Jos toiminnassa syntyy uusia jätejakeita, sovelletaan niille alla esitettyä perusmäärittelysuunnitelmaa, edellyttäen, että kyse ei ole kaivannaisjätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen (190/2013) soveltamisalaan kuuluvasta jätteestä.

Perusmäärittelyssä, jos se näytematriisin teknisen tai kemiallisen koostumuksen mukaan on mahdollista, toteutetaan liukoisuustesteinä läpivirtaustesti CEN 14404 ja ravistelutesti rinnakkain. Mikäli kaksivaiheista testiä SFS-EN 12457-3 ei voida teknisesti suorittaa, käytetään yksivaiheista ravistelutestiä SFS-EN 12457-2 tai raekoosta riippuen SFS-EN 12457-4. Perusmäärittelytestausta seuraavissa vastaavuustestissä tehdään liukoisuustestinä ainoastaan ravistelutesti. Perusmäärittelyn yhteydessä määritetään lisäksi metallisten ja orgaanisten haitta-aineiden kokonaispitoisuudet, TOC, pH (1:5), PCB- ja PAH-yhdisteet, BTEX-yhdisteet sekä öljyhiilivedyt (>C10-C40).

Taulukko 5-24. VNA 331/2013 mukainen perusmäärittelytestaus ensimmäistä kertaa testattaville jätejakeille. Jakeet pitää testata ennen kaatopaikalle sijoittamista.

Ennen loppusijoituspaikalle vientiä ensimmäistä kertaa testattavan jätejakeen määritykset ja menetelmät				
Perusmäärittelymääritykset	**Kokonaispitoisuudet**	**Liukoisuudet**	**Haponneutra-lointikapasiteetti**	**Uraanin tytär-nuklidit**
	As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, V, Zn, Hg, Ca, Co, Fe, Mn, S, U, (hehkutushäviö), kuiva-aine, TOC, pH (1:5); öljyhiilivedyt (C10-C40), PCB, PAH ja BTEX-yhdisteet	Molemmat liukoisuustestit, CEN 14405 ja SFS-EN 12457-3 ja määritykset suodoksista: As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, V, Zn, Hg, Cl, F, SO4, DOC, pH, sähkönjohtokyky, U, TDS ja fenoli-indeksi	ANC (yhdeksässä pH:ssa välillä 4-12)	Ra-226 Ra-228 Po-210 Pb-210 Radon

5.3.9 Muu seuranta

Toisen vaiheen liuotukseen siirrettävän kiviaineksen laatua seurataan toiminnanharjoittajan toimesta osana tuotannon seurantaa. Loppuun liuotetun kiviaineksen osalta säännöllinen tarkkailu ei ole ollut vielä ajankohtaista, koska sekundäärialueella ei ole vielä loppuun liuotettua malmia. Tässä vaiheessa suunnitellaan perusmäärittely (kappale 5.3.3).

Satunnaisesti muodostuvien metallitehtaan mineraalijätteiden laatu ja määrä vaihtelee eräkohtaisesti. Epäkurantit tuote-erät palautetaan bioliuotukseen uudelleen liuotettavaksi, joten lähtökohtaisesti niistä ei synny loppusijoitettavaa jätettä. Mikäli epäkurantteja tuote-eriä ei jostain syystä voida sijoittaa bioliuotuskasoille, niiden kaatopaikkakelpoisuuden arviointi tehdään tapauskohtaisesti VNA 331/2013 mukaisia menetelmiä soveltaen.

6 Ympäristövaikutusten tarkkailu

6.1 Pintavesien tarkkailu

6.1.1 Pintavesien laadun tarkkailu

Juoksutusvesien vaikutukset kohdistuvat purkuputken myötä pääosin suoraan Nuasjärveen, vähäisesti vesiä johdetaan myös pohjoisen luontaisen purkureitin kautta Jormasjärveen ja sitä kautta edelleen Nuasjärveen. Vähäisesti juoksutusvesiä puretaan tarvittaessa myös eteläiselle purkureitille. Vesistöihin kohdistuu myös muiden alueella sijaitsevien toimijoiden sekä yhteiskunnan aiheuttamaa kuormitusta, joiden yhteisvaikutuksia varsinkin Nuasjärven vedenlaatuun olisi hyvä seurata mm. erillisen yhteistarkkailun avulla.

Pintavesitarkkailu koostuu kolmesta toisiaan täydentävästä kokonaisuudesta. Tärkein kokonaisuus on veden fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailu vesinäytteiden avulla. Tarkkailupisteiden valinnassa on huomioitu vesistöjen aikaisemmat tarkkailut, esimerkiksi Nuasjärven tarkkailupisteellä Nj23 vesitarkkailua on suoritettu jatkuvana vuodesta 1979 alkaen, ja ajantasaiset sekä suunnitelmissa olevat toiminnot. Tarkemmin tarkkailukokonaisuus on esitelty luvussa 6.1.2.

Toisen kokonaisuuden pintavesitarkkailussa muodostavat kenttämittaukset. Mittaukset toimivat osaltaan myös vesinäytteiden laadunvarmistuksena, mutta ennen kaikkea mittausten tarkoituksena on selvittää vesistöjen luontaiset lämpötilan mukaiset tai mahdollisesti ulkoisen kuormituksen aiheuttamat kerrostuneisuudet ja niiden purkautumiset. Kenttämittauksia toteutetaan vesistöjen syvännepisteillä näytteenottojen yhteydessä. Kenttämittaukset suoritetaan vertikaalisesti metrin välein ja tärkeimmät parametrit ovat sähkönjohtavuus, happipitoisuus sekä lämpötila. Mittauksissa tulee kiinnittää huomiota kenttämittarin huoltoon ja kalibrointiin, laadukkaan aineiston takaamiseksi.

Kolmantena kokonaisuutena tarkkailussa hyödynnetään jatkuvatoimisia mittauksia. Jatkuvatoimiset mittaukset suunniteltiin alun perin määräaikaisiksi, Jormasjärvellä vuoden 2017 ja Nuasjärvellä vähintään vuoden 2018 loppuun asti jatkettaviksi. Mittausasemat ovat tuottaneet reaaliaikaista tietoa vesistöjen

tilasta, joten mittauksia on jatkettu toistaiseksi ja tulosten perusteella jatkuvatoimisten mittausten jatkaminen on perusteltua edelleen. Mittausten avulla voidaan havaita esimerkiksi vesistöjen luontaiset lämpötilan mukaiset kerrostuneisuudet sekä niiden purkautumisen kevät- ja syyskiertojen myötä. Tarkkailussa on tällä hetkellä neljä asemaa (Taulukko 6-2).

Mittausasemilla mitataan veden lämpötilaa, sähkönjohtavuutta ja happamuutta (pH). Mittaukset tehdään päällysvedestä (noin metrin syvyydeltä) sekä alusvesistä (noin 1-3 metriä pohjasta). Mittausasemat ovat toiminnassa yhtäjaksoisesti kaikkina vuodenaikoina, lukuun ottamatta huoltokatkoja, ja rekisteröivät dataa vähintään 12-24 kertaa vuorokaudessa. Mittausasemien tulokset esitetään Terrafamen internetsivustolla graafeina vakioidussa näkymässä enintään 7 päivän viiveellä. Mittausasemilla käytetään hyvälaatuisia ja ympäristöolosuhteisiin suunniteltuja antureita, joiden mittaustulosten käyttökelpoisuus on riittävä kohtuullisella huoltovälillä. Asemien mittausanturit on kalibroitu anturivalmistajan käyttämän standardin mukaisesti. Mittausasemien tuloksia verrataan vesinäytteiden sekä kenttämittausten tuloksiin, tulosten laadukkuuden varmistamiseksi.

Pintavesitarkkailun pääköhdat on esitelty taulukossa (Taulukko 6-1).

Taulukko 6-1. Pintavesien laadun tarkkailun aikataulu ja osa-alueet.

Pintavesien laadun tarkkailu		
	Sijainti	**Aika**
Fysikaalis-kemiallinen laadun tarkkailu - vesinäytteet	Taulukko 6-2	Taulukon 6-2 mukaisesti.
Kenttämittaukset	Pisteet, joiden vesisyvyys >3m.	Näytteenottokierroksen yhteydessä.
Jatkuvatoimiset mittarit	Nuas- ja Jormasjärvi	Jatkuvaa, päällysvesi (1m) ja alusvesi (noin metri pohjan yläpuolella)

6.1.2 Fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailu

Pintavesien vaikutustarkkailun fysikaalis-kemiallisen laadun näytteenotot suorittaa sertifioitu tai muulla vastaavalla tavalla todettu ja viranomaisen hyväksymä ulkopuolinen taho. Näytteenotossa noudatetaan ajankohtaisia ympäristöhallinnon ohjeita.

Pintavesien fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailupaikat ja -ajankohdat on esitetty taulukossa (Taulukko 6-2). Tarkkailupisteiden sijainti kartalla on esitetty liitteellä (liite 4). Syvyystiedot perustuvat ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmän tietoihin.

Joki- ja puropisteillä näytteenottosyvyys on 1 m tai puolet vesisyvyydestä, jos vesisyvyys on alle 2m. Järvien ja lampien näytteet otetaan seuraavilta syvyyksiltä:

Kokonaissyvyys	**Näytesyvyydet**
< 3 m	1 m
3-5 m	1 m ja 1 m pohjan yläpuolelta
> 5 m	1 m, vesipatsaan puoliväli ja 1 m pohjan yläpuolelta

Seuraavilla näytepaikoilla väliveden näytteenottosyvyys on vakioitunut tarkkailun aikana seuraaville syvyyksille:

Näytepaikka	Näytesyvyys (välivesi)
Laakajärvi 13	5 m
Laakajärvi 081	10 m
Laakajärvi 12	3 m
Kiltuanjärvi	15 m

A-klorofyllin määrittämistä varten otetaan ohjeistuksien mukaisesti kokoomanäyte pintavesistä 0-2 m vesikerroksesta. Näytteenoton yhteydessä mitataan veden lämpötila, määritetään näkösyvyys ja tehdään muut kenttähavainnot, joilla voi olla vaikutusta kyseisen näytteen vedenlaatuun.

Taulukko 6-2. Pintavesien vedenlaadun tarkkailupaikat.

Paikka	Tunniste	Koordinaatit ETRS-TM35FIN		Vesi-syvyys n.	Näyt-teiden luku-määrä	Kuukausi												Jatku-vatoim-	Kenttä-mittaus
		N	E	m	krt/a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Oulujoen suunta																			
Salminen	Sal*				4			1			1+k		1+k		1				x
Salmisenpuro	Salpu1	7097799	548894	0,5	4			1			1		1		1				
Kivipuro	Kip1	7095008	554746	1,0	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Pirttipuro	Pirt1	7093024	555072	0,5	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Kalliojärvi	Kal1	7098727	548979	5,0	4			1			1+k		1+k		1				x
Korentojoki	Kor	7099572	549254	0,5	4			1			1+k		1+k		1				
Kuusijoki	Kuujo	7099352	550338	1,0	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Kalliojokisuu	Kal	7099687	550778	0,5	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Kolmisoppi	Kol1	7100496	551228	13,7	4			1			1+k		1+k		1				x
Kolmisoppi lähtevä	Kol	7101326	552468	0,5	4			1			1		1		1				
Tuhkajoki	Tuh1	7102406	554117	0,5	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Talvijoki	Talvijoki1	7099147	556886	1,5	3			1					1		1				
Jormasjärvi etelä	Jor5	7101186	556226	18,5	4			1			1+k		1+k		1				x
Jormasjärvi syv	Jor3	7103305	556646	26,9	4			1			1+k		1+k		1			J4	x
Jormasjärvi pohj	Jorp	7106605	557233	11	4			1			1+k		1+k		1				x
Jormasjoki	FM8	7111722	553107	0,5	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Nuasjärvi 24	Nj24	7113041	559923	8,0	4			1			1+k		1+k		1				x
Nuasjärvi 34	Nj34	7114943	556137	10	4			1			1+k		1+k		1			J1	x
Nuasjärvi 23	Nj23(FM12)	7114871	552148	23	4			1**			1+k		1+k		1				x
Nuasjärvi 35	Nj35	7115889	552956	30	4			1			1+k		1+k		1				x
Nuasjärvi 37	Nj37	7117103	548426	22	4			1			1+k		1+k		1				x
Nuasjärvi 46	Nj46	7115972	551800	29	4			1			1+k		1+k		1			J2	x
Nj23-1	Nj23-1	7114517	553452	7,0	4			1			1+k		1+k		1				x
Nj34-1	Nj34-1	7114486	553738	7,0	4			1			1+k		1+k		1				x
Nj35-1	Nj35-1	7114617	553602	7,0	4			1			1+k		1+k		1				x
Rehja itä	Rehja itä	7119603	544883	24	4			1			1+k		1+k		1			J3	x
Rehja 135	Reh135	7122120	542661	41	4			1			1+k		1+k		1				x
Kajaaninjoki (VP12100)	VP12100	7122477	537932	3,1	4			1			1		1		1				
Vuoksen suunta																			
Ylä-Lumijärvi	Ylu	7091340	547550	1,0	2						1+k				1				
Lumijärvi	Lujä	7090950	545990	1,4	2						1+k				1				
Lumijoki 1. silta	Lum	7090140	545340	0,3	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Kivijärvi 2	Kiv2	7089971	544191	8,1	4			1			1+k		1+k		1				x
Kivijärvi 7	Kiv7	7088528	544879	5,0	4			1			1+k		1+k		1				x
Kivijärvi 10	Kiv10	7088403	545625	10	4			1			1+k		1+k		1				x
Kivijoki 4	Kivj4	7088409	544568	1,0	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Laakajärvi 13	Laa13	7084449	544950	10	4			1			1+k		1+k		1				x
Laakajärvi 081	Laa081	7078540	545920	21,4	4			1			1+k		1+k		1				x
Laakajärvi 12	Laa12	7074533	551073	5,0	2			1					1+k						
Kiltuanjärvi	Kil4	7075686	541364	36	2			1					1+k						x
Kaivospiirin ulkopuoliset järvet																			
Talvilampi	Tal	7091787	555781		6		1		1		1+k		1+k		1		1		
Iso-Savonjärvi	IsoS	7091130	553297	15	6		1		1		1+k		1+k		1		1		
Hakonen	Hako1	7097388	553707	15	1								1+k						
Raatelampi	Raa	7100586	553807	6	1								1+k						
Kaivospiirin sisällä sijaitsevat lammet ja purot																			
Mäkijärvi	Mäk	7091430	550129	11,2	2			1					1+k						
Muut pisteet (Taulukko 6-4).											1+k								

* Nykyinen tarkkailupiste jää kunnostuksen alle. Uusi piste järvelle perustetaan myöhemmin.

** Nuasjärven syvännepisteeltä Nj23 määritetään peruspaketin lisäksi metallit (Br, Li, Ne, Nd, Nb, Pr, Rb, Ta ja Y)

+k, klorofylli-a kesäkautena järvipisteillä kokoomana 0-2 syvyydeltä. X, kenttämittaus jokaisella kierroksella.

Kaikki määritykset tehdään standardoiduin tai akkreditoinneissa hyväksyttyjen ja/tai muutoin valvovan viranomaisen hyväksymin menetelmin laboratoriossa. Menetelmien standardit, määritysrajat sekä epävarmuudet tulee esittää määritysten yhteydessä. Menetelmien määritysrajat tulee valita vastaamaan vähintään tarkkailun aikaisempia määrityksiä kyseisiltä pisteiltä. Näytteenottopaikkoja, tarkkailutiheyttä tai tehtäviä analyysejä voidaan muuttaa, sopimalla asiasta alueen ELY-keskuksen kanssa.

Taulukossa 6-3 on esitetty vesistöpisteiltä tehtävien analyysien peruspaketti. Yhtenäistettyjen analyysien avulla saadaan tarkka kuva lähivesistöjen suhteista, mahdollisista muutoksista ja sitä kautta viitteitä muutosten alkuperästä. Paketissa on otettu huomioon yleisimmät veden fysikaalis-kemiallisen laatua kuvaavat parametrit sekä lisäksi parametrit, joiden avulla voidaan monitoroida juoksutusvesien vaikutusta. Määritykset tehdään kokonaismäärityksinä, jos taulukossa ei ole erikseen mainittu liukoista testiä.

Taulukko 6-3. Pintavesistä tehtävät analyysit.

Vesistöpisteiltä tehtävä peruspaketti 1
lämpötila
pH
sähkönjohtavuus
alkaliniteetti
happipitoisuus
hapen kyllästysaste
kiintoaine (GF/C)
kemiall.hapenkulutus (CODMn)
orgaaninen kokonaishiili (TOC)
liuennut orgaaninen hiili (DOC)
sulfaatti (SO4)
kokonaistyppi (N)
ammoniumtyppi (NH4-N)
nitriitti-nitraattityppi (NO2+NO3-N)
kokonaisfosfori (P)
fosfaattifosfori (PO4-P)
kokonaiskovuus
antimoni (Sb), liuk
alumiini (Al)
arseeni (As), liuk
barium (Ba), liuk
elohopea (Hg), liuk
kadmium (Cd), liuk
kalsium (Ca)
koboltti (Co), liuk
kromi (Cr), liuk
kupari (Cu), liuk
lyijy (Pb), liuk
magnesium (Mg)
mangaani (Mn)
natrium (Na)

nikkeli (Ni), liuk rauta (Fe) rikki (S), sinkki (Zn), liuk uraani (U), liuk
Tarkkailupisteeltä Nj23 tehdään lisäksi
bromi (Br) litium (Li) neodyymi (Nd) niobium (Nb) praseodyymi (Pr) rubidium (Rb) strontium (Sr) tantaali (Ta) yttrium (Y)
Tarkkailupisteiltä Tal ja IsoS peruspaketin 1 lisäksi
sameus mangaani (Mn), liuk rauta (Fe), liuk alumiini (Al), liuk

Kaivospiirin alueen pienien lampien ja purojen tarkkailua on toteutettu vuodesta 2015 alkaen 3 vuoden välein avovesikaudella otettavin näyttein. Tämän hetkiset näytepaikat on esitetty taulukossa 6-4 ja näytteistä tehdään taulukossa 6-3 esitetyt analyysit. Osa pisteistä tulee jäämään uusien toimintojen alle, tarkkailua jatketaan pisteillä niin kauan kuin se on mahdollista.

Taulukko 6-4. Kaivospiirin alueen lampien ja purojen tarkkailupaikat ja niiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Kaivospiirin alueen lampien ja purojen tarkkailu					
Paikka	**Tunnus**	**Koordinaatit**		**Syvyys (m)**	**Vesistö-alue**
		N	**E**		
Mustalampi	Mus	7093889	547450	7	04.645
Valkealampi	Val	7094169	547350	6,5	04.645
Munninlampi	Mun	7094209	551778	8	59.884
Kaivoslampi	Kai	7095858	552368	5	59.885
Pikku Hakonen	Phako	7097358	552907	9	59.885

6.2 Pintavesien biologinen tarkkailu

Pintavesien biologisen tarkkailun osa-alueet ovat kasviplankton, piilevät ja pohjaeläimet (Taulukko 6-5). Pintavesien biologisen tarkkailun kaikki näytepisteet ovat karttaliitteessä (liite 5). Kaikki pintavesien biologisen tarkkailun näytteenotot suorittaa sertifioitu tai muulla vastaavalla tavalla todettu ja viranomaisen hyväksymä ulkopuolinen taho.

Taulukko 6-5. Pintavesien biologinen tarkkailu, seuraava tarkkailuvuosi ja tarkkailutaajuus.

	Seuraava tarkkailu-vuosi	Tarkkailutaajuus
Kasviplankton	2024	3 vuotta
Piilevät (perifyton)	2024	3 vuotta
Pohjaeläimet	2024	3 vuotta

6.2.1 Kasviplankton

Kasviplankton on tärkeä biologinen muuttuja, jota käytetään järvien ekologisen tilan arvioinnissa. Kasviplanktonin käyttö indikaattorina perustuu sen kykyyn reagoida nopeasti veden laadun muutoksiin (Järvinen ym. 2011). Kasviplanktonbiomassan avulla voidaan kuvata muun muassa vesimuodostuman rehevyyttä ja tarkastella kasviplanktonin yhteisökoostumusta.

Järvien tilaa on tarkasteltu kasviplanktonnäytteiden avulla vuodesta 2008 lähtien. Vuonna 2012 tehtiin ylimääräinen tarkkailukierros, jolloin Laakajärvi tuli mukaan tarkkailuun. Kiltuanjärven tarkkailu aloitettiin vuonna 2013 ja vuonna 2015 tarkkailu laajentui Nuasjärven ja Rehjan alueelle. Nuasjärvi-Rehja alueelta otettiin näytteet ennen purkuputken käyttöönottoa, ja myös vuonna 2016, jolloin purkuputki oli jo käytössä. Vuonna 2024 näytteenottopaikkoihin lisätään Hakonen. Hakosen näytepaikaksi tulee sama paikka kuin vedenlaadun seurantanäytepiste. Lisäksi Kiltuanjärvellä tehdään kasviplanktonnäytteenotto kertaluontoisesti vuonna 2024. Havaintopaikkoja on säännöllisessä tarkkailussa yhteensä 14 kpl, ja Kiltuanjärven havaintopaikka mukaan lukien vuonna 2024 yhteensä 15 (Taulukko 6-6).

Taulukko 6-6. Kasviplanktontarkkailun näytteenottopaikat, paikan nimi kasviplanktonrekisterissä, havaintopaikan kunta ja koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Näytteenottopaikka	Paikan nimi kasviplankton-rekisterissä	Kunta	Koordinaatit	
			N	E
Hakonen	Hakonen (2023 lähtien)	Sotkamo	7097387	553706
Jormasjärvi, Talvilahti	Jormasjärvi 5	Sotkamo	7101186	556225
Jormasjärvi, Syvänne	Jormasjärvi syv p3	Sotkamo	7103305	556645
Kalliojärvi	Kalliojärvi	Sotkamo	7098727	548978
Kivijärvi, pohjoisosa	Kivijärvi	Kajaani	7089970	544190
Kivijärvi, keskiosa	Kivijärvi 7	Kajaani	7088528	544878
Kolmisoppi	Kolmisoppi	Sotkamo	7100496	551227
Laakajärvi, keskiosa	Laakajärvi 081	Sonkajärvi	7078540	545919
Laakajärvi, pohjoisosa	Laakajärvi 13	Kajaani	7084449	544949
Nuasjärvi 34	Nuasjärvi 34	Sotkamo	7114943	556137
Nuasjärvi 35	Nuasjärvi 35	Sotkamo	7115889	552956
Nuasjärvi 37	Nuasjärvi 44	Sotkamo	7117103	548426
Rehja Itä	Nuasjärvi 45	Sotkamo	7119603	544883
Rehja	Rehjanselkä 135	Kajaani	7122120	542661
Kiltuanjärvi*	Kiltuanjärvi 4	Sonkajärvi	7075686	541364

*) Kiltuanjärvi: näytteenotto vain vuonna 2024.

Vuodesta 2018 alkaen näytteet on otettu kolmen vuoden välein kesä-, heinä- ja elokuussa vesinäytteenoton yhteydessä käyttäen saatavilla olevaa uusinta ympäristöhallinnon ohjeistusta. Myös Kiltuanjärveltä vuonna 2024 otettavat näytteet otetaan kesä-, heinä- ja elokuussa. Jos vesinäytteenottoa ei ole suunniteltu kasviplankton näytteenoton yhteyteen, tulee vesinäyte ottaa ja analysoida päällysvesien analyysivalikoiman mukaisesti (Taulukko 6-3) ja lisäksi klorofylli-a. Ohjeistuksen perustana on eurooppalainen standardi SFS-EN-15204. Ohjeistuksen mukaan näytteet otetaan 20.6., 31.7. ja 20.8., näytteenotossa voi olla vaihtelua ±3 päivää (Järvinen ym. 2022). Kasviplanktonnäyte on kokoomanäyte, joka otetaan 0-2 metrin syvyydeltä 3-5 nostolla. Kestävöinti tehdään happamalla Lugol-liuoksella, joka on annosteltu valmiiksi näytepulloon ennen maastoon lähtöä. Näytteet kuljetetaan ja säilytetään pimeässä ja viileässä.

Kasviplanktonmääritykset tehdään käyttäen laajaa kvalitatiivista menetelmää, ja laskennassa noudatetaan voimassa olevaa ympäristöhallinnon ohjeistusta (Järvinen ym. 2011 tai uudempi). Määrityksissä pyritään lajitasolle. Solut lasketaan tarvittaessa kokoluokittain ja solujen ja/tai kolonioiden koot mitataan mahdollisimman oikean tilavuuden määrittämiseksi. Tilavuuksina käytetään Suomen ympäristökeskuksen kasviplanktonrekisteriin tallennettuja tilavuuksia. Tulokset ilmoitetaan taksonimääränä ja biomassana (mg/l). Näytteiden määrityksen suorittaa asiantuntija, joka on pätevöitynyt Suomen sisävesien kasviplanktonmäärityksiin. Tulokset tallennetaan SYKEn ylläpitämään kasviplanktonrekisteriin. Tulosten avulla tarkastellaan järvien rehevyyttä, ekologista tilaa ja tilassa tapahtuneita muutoksia.

Kasviplanktontarkkailun raportissa esitetään kasviplanktonin kokonaisbiomassa, haitallisten sinilevien prosenttiosuus, trofiaindeksi (TPI), taksonien lukumäärä, veden a-klorofyllipitoisuus, *Gonyostomum semen* –limalevän prosenttiosuus sekä eri kasviplanktonryhmien biomassat ja niiden prosenttiosuudet kokonaisbiomassasta.

6.2.2 Piilevät

Kivien pinnalla eläviä piileviä käytetään vesistön tilan tarkkailussa ja ekologisessa luokittelussa. Piilevät muodostavat huomattavan osan perifytonyhteisöstä. Useimpien piilevien vaatimat kasvuolosuhteet tunnetaan ja tätä tietoa hyödynnetään vesistöjen laatua arvioitaessa. Piileväyhteisön rakenne kuvaa vesistön ekologista tilaa ja siihen kohdistuvaa kuormitusta.

Piilevätarkkailua on tehty vuodesta 2008 lähtien ja sitä tehdään 6 näytepisteellä virtavesissä (Taulukko 6-7). Vuodesta 2018 lähtien tarkkailua on tehty kolmen vuoden välein, josta poikkeuksena Kivijoki ja Tuhkajoki, joista tarkkailua on tehty vuosittain. Vuodesta 2023 lähtien myös Kivijoen ja Tuhkajoen piilevätarkkailu tehdään 3 vuoden välein, jolloin seuraava näytteenottokerta on vuonna 2024.

Taulukko 6-7. Piilevänäytteenottopaikat ja niiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Näytteenottopaikka	Paikan nimi Hertassa (PIIRE)	Koordinaatit	
		N	E
Lumijoki	Lumijoki 4	7090140	545390
Kivijoki	Kivijoki 4	7088409	544568
Laakajoki Multa-Väärä	Laakajoki, Multa-Väärä	7076309	543611
Kalliojoki	Kalliojoki_iKi	7099687	550778
Tuhkajoki	Tuhkajoki_pKi	7102406	554117
Jormasjoki	Jormasjoki, 9	7111722	553107

Piilevänäytteet kerätään syksyllä pohjaeläinnäytteenoton kanssa samaan aikaan. Jos paikalta otetaan sekä pohjaeläinnäyte että piilevänäyte, ensin otetaan pohjaeläinnäyte ja sen jälkeen piilevänäytekivet koskemattomilta pohjilta. Piileväkiviä valitaan 5-10 kpl (halkaisija 10-15 cm) 20-40 cm syvyydestä. Kivien yläpinnat harjataan Järvinen ym. (2022 tai uudempi) mukaan. Näytteet säilötään kierrekorkilliseen 100 ml näytepurkkiin ja kestävöidään etanolilla siten, että näytteen lopullinen konsentraatio on 70 %. Maastossa täytetään piilevänäytteen maastohavainnointilomake huolellisesti. Näytteitä säilytetään kylmässä ja viileässä.

Piilevänäytteiden käsittely, mikroskopointi sekä analysointi toteutetaan Elorannan ym. (2007) ohjeistuksen ja standardien SFS-EN 13946 (2014) ja SFS-EN 14407 (2014) mukaisesti. Näytteiden laskennasta vastaa asiantuntija, joka on perehtynyt piilevien lajinmääritykseen. Määritystulosten perusteella tarkastellaan tutkittujen jokien vedenlaatua, ekologista tilaa ja tilassa tapahtuneita muutoksia.

Piilevätarkkailun raportissa esitetään keskeiset, Omnidia- tai Piire-ohjelmiston laskemat indeksit, viralliset luokittelumuuttujat (yhteisömuuttujat TT ja PMA), sekä piilevien ekologiset jakaumat (pH, trofia, saprobia, happi, N-metabolia, suolapitoisuus). Raportissa esitetään piilevien perusteella määräytyvä tutkimuskohteiden ekologinen tila. Piileväpreparaatit lähetetään SYKEn Oulun yksikköön arkistoitavaksi.

6.2.3 Pohjaeläimet

Pohjaeläintarkkailut ovat hyvä tapa arvioida vesiin kohdistuvien paineiden ekologisia vaikutuksia. Yhteys pohjaeläinyhteisöjen rakenteen ja ympäristömuuttujien välillä on todettu lukuisissa eri tutkimuksissa (mm. Haynes 1999, Whiles ym. 2000, Mykrä 2006). Eliöyhteisöjen katsotaan usein heijastavan vesialueen kuntoa paremmin kuin kemialliset tai fysikaaliset mittaukset, sillä ne reagoivat usealla tavalla eriasteisiin biokemiallisiin ja fyysisiin häiriöihin elinympäristössään. Pohjaeläimiä esiintyy kaikissa vesistöissä ja suhteellisen pitkäikäisinä sekä paikallaan pysyvinä ne ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia laajemmin kuin vain kyseisellä näytteenottohetkellä otetut vesinäytteet (Koskenniemi & Ruoppa 2004).

Pohjaeläintarkkailussa on mukana järvien syvännepisteitä ja virtavesien koskipaikkoja (Taulukko 6-8 ja Taulukko 6-9). Pohjaeläintarkkailua on tehty seuraavina vuosina: 2008, 2010, 2013, 2014, 2015, 2018 ja 2021. Vuonna 2012 tehtiin lisäksi ylimääräinen tarkkailukierros vain järvipisteillä, ja tällöin Laakajärvi tuli mukaan tarkkailuun. Vuonna 2015 tarkkailu laajentui Nuasjärven ja Rehjan alueelle. Nuasjärvi-Rehja alueelta otettiin näytteet ennen purkuputken käyttöönottoa sekä vuonna 2016 kun purkuputki oli ollut jo käytössä. Vuodesta 2018 lähtien tarkkailua tehdään kolmen vuoden välein. Seuraava pohjaeläinten näytteenottokierros tehdään vuonna 2024.

Taulukko 6-8. Pohjaeläintarkkailun järvipaikat, paikan nimi Hertassa, koordinaatit (ETRS-TM35FIN), pintavesityyppi, vesistöalue ja näytteenoton syvyysväli.. Rh = Runsashumuksiset järvet, MRh = Matalat runsashumuksiset järvet, Kh = Keskikokoiset humusjärvet, Sh = Suuret humusjärvet.

Havaintopaikka	Paikan nimi Hertassa	Koordinaatit		Pintavesi-tyyppi	Vesistö-alue	N.oton syvyysväli, (m)
		N	E			
Kalliojärvi	Kalliojärvi 1	7098423	548938	MRh	59.885	5,4-5,6
Kolmisoppi	Kolmisoppi 1	7100692	550972	Rh	59.885	13,9-14,7
Jormasjärvi, Talvilahti	Jormasjärvi 5	7101150	556233	Kh	59.882	16,5-18,5
Jormasjärvi, syvänne	Jormasjärvi 3	7103315	556714	Kh	59.882	24,0-28,0
Kivijärvi, pohjoisosa	Kivijärvi 2	7089970	544190	Rh	04.645	7,0-7,6
Kivijärvi, keskiosa	Kivijärvi 1	7088675	544686	Rh	04.645	4,6-5,5

Laakajärvi, pohjoisosa	Laakajärvi 13	7084471	544910	Rh	04.644	8,0-10,5
Laakajärvi, keskiosa	Laakajärvi 081	7078525	545867	Rh	04.644	21,0-24,5
Nuasjärvi	Nuasjärvi_Nj34	7114943	556137	Sh	59.811	10,5-12,5
Nuasjärvi	Nuasjärvi_Nj35	7115889	552956	Sh	59.811	29,0-31,5
Nuasjärvi	Nuasjärvi_Nj37	7117103	548426	Sh	59.811	23,0-25,0
Rehja itä	Rehja Itä	7119603	544883	Sh	59.811	25,0-28,0
Rehja	Rehja-Nuasjärvi (syv.)	7121688	542620	Sh	59.811	37,0-45,0

Taulukko 6-9. Pohjaeläintarkkailun virtavesien koskipaikat, paikan nimi Hertassa, koordinaatit (ETRS-TM35FIN), pintavesityyppi ja vesistöalue. Kt = keskisuuret turvemaiden joet, Pt = pienet turvemaiden joet.

Havaintopaikka	Paikan nimi/nimet Hertassa	Koordinaatit		Pintavesi-tyyppi	Vesistöalue
		N	E		
Kalliojoki, suu	Kalliojoki_iKi, Kalli-ojoki_pKi	7099685	550765	Kt	59.885
Tuhkajoki 1	Tuhkajoki_iKi, Tuhka-joki_pKi	7102358	554173	Kt	59.885
Jormasjoki 9	Jormasjoki_iKi, Jormas-joki_pKi	7111567	553317	Kt	59.881
Lumijoki	Lumijoki_iKi, Lumijoki_pKi	7090140	545344	Pt	04.645
Kivijoki 4	Kivijoki 4	7088406	544566	Pt	04.645

Järvien syvännenäytteet otetaan syys-lokakuussa Ekman-noutimella ympäristöhallinnon ohjeistuksen mukaan (Järvinen ym. 2022 tai uudempi). Näytteitä otetaan kuusi rinnakkaisnäytettä syvännealueelta, ja jokainen rinnakkaisnäyte käsitellään erillisinä Pohje-rekisterin tallennukseen asti. Näytteet seulotaan 0,5 mm seulalla ja säilötään etanoliin siten, että näytteen pitoisuus on 70 %.

Jokien pohjaeläinnäytteet otetaan syys-lokakuussa ympäristöhallinnon ohjeistuksen (Järvinen ym. 2022 tai uudempi) sekä standardien SFS 5076 ja SFS 5077 mukaisesti. Kultakin koskijaksolta otetaan potkuhaavilla 2 rinnakkaisnäytettä/pohjanlaatutyyppi, eli yhteensä 4 näytettä. Pohjanlaatutyypit jaotellaan pohjan kivikoon ja/tai virtausnopeuden mukaan (iKi=karkea kivikko, vuolas virtaus ja pKi=pikku kivikko, keskinopea virtaus). Näytteenotossa käytetään potkuhaavia, jonka havaksen silmäkoko on 0,5 mm. Haavin suuta pidetään virtausta vasten ja haavikehikon alareuna tuetaan pohjaan. Samalla haavin yläpuolelta potkitaan pohjaa yhden metrin matkalta 30 sekunnin ajan, jolloin irronnutta pohjamateriaalia ja pohjaeläimiä kulkeutuu virran mukana haaviin. Näytteenoton yhteydessä mitataan ympäristömuuttujia alueelta Pohje-rekisterin lomakkeen mukaan, kuten pohjan raekoko, sammalpeittävyys, uoman varjostus ja uoman leveys. Lisäksi näytteenottopaikalta otetaan valokuva. Näytteet säilötään rannalla siten, että näytteen lopulliseksi etanolipitoisuudeksi tulee 70 %. Jokainen rinnakkaisnäyte säilötään erikseen ja käsitellään erillisinä Pohje-rekisterin tallennukseen asti.

Näytteiden sisältämät pohjaeläimet pyritään määrittämään vähintään biologisen seurantaohjeen vaatimalle tavoitetaksonomiatasolle (ks. Järvinen ym. 2022). Nuorien pohjaeläinyksilöiden kohdalla vaadittuun tavoitetaksonomiatasoon ei nykytiedon avulla pystytä. Pohjaeläinten määritykseen suorittaa henkilö, joka on pätevöitynyt kohdelajistoon pohjaeläinmääritysvertailukokeiden perusteella. Pohjaeläinten näytteen-

otot ja niiden taustatiedot kirjataan ympäristöhallinnon ylläpitämään Pohje-tietojärjestelmään viimeistään kuukausi näytteenoton jälkeen. Määritystulokset lisätään tietojärjestelmään niiden valmistumisen jälkeen.

Pohjaeläintarkkailun raportissa esitetään syvännepohjaeläinyhteisöä ja virtavesien pohjaeläinyhteisöä kuvaavia tunnuslukuja. Järvien syvänteiden pohjaeläimistön tilan arviointi perustuu kahteen muuttujaan. PICM-syvännepohjaeläinindeksi kuvaa pohjaeläimistön kuormituksen sietokykyä ja tilan yleistä heikentymistä. Syvännepohjaeläimistön muutoksia mitataan PMA-indeksillä, eli prosenttisen mallinkaltaisuuden indeksillä. Lisäksi esitetään tutkimuspaikkakohtaisesti pohjaeläinyhteisöjen tiheys ja taksonimäärä.

Virtavesien osalta raportissa arvioidaan pohjaeläimistön tilaa kolmella tunnusluvulla, jotka lasketaan neljän, yhdistetyn osanäytteen perusteella (4 x 30 sek. näytettä). Ennen laskutoimituksia pohjaeläinmääritysten tulokset yhdenmukaistetaan taksonomialtaan. Nämä tunnusluvut ovat tyyppiominaiset taksonit (TT), tyyppiominaisten päiväkorento-, koskikorento- ja vesiperhosheimojen havaittu lukumäärä (EPT-h) ja prosenttinen mallinkaltaisuus PMA. Lisäksi lasketaan orgaanista kuormitusta kuvaava ASPT-indeksi. Muita pohjaeläinyhteisöjä kuvaavia tunnuslukuja, jotka lasketaan aineistosta ovat pohjaeläinyksilömäärä, pohjaeläinlajimäärä ja EPT-lajimäärä.

6.3 Kalasto ja kalastus

6.3.1 Kalataloustarkkailun menetelmät

Terrafamen kalataloudellista velvoitetarkkailua on toteutettu monipuolisesti ja intensiivisesti. Tarkkailun sisällössä on huomioitu ympäristöluvan määräykset kalojen metallipitoisuuksien seurannasta, ELY-keskuksen tarkkailuohjelmasta antaman hyväksymispäätöksen tarkennukset sekä tarkkailun aikana esille nousseet kehittämistarpeet. Ohjelmassa on myös pyritty huomioimaan ajantasaiset menetelmäohjeet ja täsmentämään tarkkailujen käytännön toteutusta.

Kalataloustarkkailun tavoitteena on selvittää kuormituksen mahdollisia vaikutuksia kalakantoihin, kalastukseen ja kalojen käyttökelpoisuuteen. Kalojen metallipitoisuusmäärityksillä kerätään tietoa kalojen käyttökelpoisuudesta ja vesistöjen kemiallisesta tilasta. Verkko- ja sähkökoekalastuksilla saadaan tietoa kalalajien esiintymisestä, kalakantojen suhteellisesta runsaudesta ja niiden mahdollisista muutoksista. Koekalastusten tuloksia voidaan käyttää tukena myös vesistöjen ekologisen tilan arvioinnissa. Kalastuskirjanpidolla ja -tiedusteluilla saadaan suoraa tietoa kohdevesistöjen kalastuksesta, saaliista ja kalastusta haittaavista tekijöistä sekä näiden muutoksista.

6.3.2 Kalastuskirjanpito

Kalastuskirjanpitoa toteutetaan Kolmisopessa, Jormasjärvessä, Nuasjärvessä ja Rehjassa. Tavoitteena on saada Jormasjärvelle, Nuasjärvelle ja Rehjalle 4 kirjanpitokalastajaa kuhunkin. Kolmisopessa pyritään saamaan tietoja vähintään 1-2 kalastuskirjanpitäjältä. Pyynti- ja saalistietoja kerätään kaikista passiivisista pyydyksistä, mutta etenkin verkkokalastuksesta. Pyyntiponnistuksen osalta tavoitteena on saada vuosittain vähintään 100 havaintokertaa/osa-alue.

Kalastuskirjanpidon raportoinnissa tulokset esitetään aikasarjana pyyntiponnistuksen ja tärkeimpien saalislajien yksikkösaaliiden osalta. Lisäksi raporteissa tuodaan esille ilmenneet pyydystävyyteen vaikuttaneet menetelmälliset tekijät sekä kalastajien ympäristöhavainnot (esim. kalastajien / pyyntialueiden vaihtuminen, pyydysten likaantuminen).

6.3.3 Kalastustiedustelu

Kalastustiedustelulla kerätään tarkkailuvesistöjen vapaa-ajankalastuksen pyynti- ja saalistietoja sekä kalastajien mielipiteitä ja havaintoja vesistöjen tilaan ja kalastukseen liittyen. Mahdollisten Terrafamen toiminnasta aiheutuvien haittojen laatua ja voimakkuutta (ml. mainehaitat) tulee selvittää erinäisillä haittoja koskevilla kysymyksillä. Kalastustiedusteluissa tulee huomioida mahdollisuuksien mukaan myös kaupallinen kalastus. Tärkeimmät tiedusteltavat vesistöt ovat Oulujoen vesistössä ainakin Nuasjärvi, Rehja ja Jormasjärvi, ja Vuoksen vesistössä Laakajärvi ja Kiltuanjärvi. Mahdollisuuksien mukaan tiedustelussa huomioidaan myös alueen pienemmät järvet ja virtavedet.

Eri vesistöihin kohdistuvien kalastustiedustelujen ajoittuminen ja tarkkailuvälit eroavat lähtökohtaisesti toisistaan, koska niiden toteutus riippuu osin muista tarkkailuohjelmista. Vuoksen reitillä Laaka- ja Kiltuanjärven kalastuksesta on tiedusteltu tietoja kolmen vuoden välein, seuraavan kerran koskien vuotta 2024. Jormasjärvellä seuraava kalastustiedustelu on toteutettava viimeistään koskien vuoden 2023 kalastusta. Nuasjärvellä ja Rehjassa seuraava tiedusteltava vuosi on 2025 (Taulukko 6-10). Jatkossa tarkkailuväli Jormasjärvellä, Nuasjärvellä ja Rehjassa 3 vuotta.

Kalastustiedustelujen kohderyhmänä käytetään ensisijaisesti kalastusluvan lunastaneiden henkilöiden talouksia. Jos yhteystietoja ei kuitenkaan saada käyttöön, tiedustelun toteutuksesta sovitaan erikseen Lapin ELY-keskuksen kalatalousviranomaisen kanssa.

Oulujoen vesistöaluetta koskevat kalastustiedustelut osoitetaan kolmikierroksisina postitiedusteluina Ala-Sotkamon, Jormaskylän, Nuaskylän ja Paltaniemi-Jormuan osakaskuntien osakkaille tai luvan ostaneille. Em. osakaskunnat kattavat Nuasjärven ja Rehjan sekä Jormaskylän osakaskunnan osalta myös Kalliojärven, Kolmisopen, Tuhkajoen, Jormasjärven ja Jormasjoen. Tiedustelu suunnataan luvan lunastaneista kaikille niille, joilta osoitetieto on saatavissa lupakannasta. Kalastuslupia myyville tahoille tulee ennakolta ilmoittaa, että myydyissä luvissa tulisi olla myös osoitetiedot. Yhteystietojen saatavuus selvitetään hyvissä ajoin ennen tiedustelujen toteuttamista (tiedustelua edeltävänä syksynä), jotta puuttuva otoskoko voidaan tarvittaessa poimia kiinteistörekisteristä.

Kalastustiedustelun tulosten raportoinnin yhteydessä menetelmät kuvataan riittävän yksityiskohtaisesti. Ainakin seuraavat asiat tulisi ilmetä raportista: otoskehikko, otoksen poiminnan kuvaus, otoskoko, kontaktikertojen lukumäärä, vastausaktiivisuus, kalastaneiden osuus vastanneista ja keskeiset tulosten laskennassa käytetyt menetelmät (esim. erävastauskadon imputointimenetelmä, tulosten laajentaminen). Raportoinnin yhteydessä arvioidaan erilaisten virhelähteiden vaikutusta tuloksiin ja tiedusteluvuosien väliseen vertailtavuuteen.

Kalastustiedustelun pyynti- ja saalistiedoista lasketaan mm. seuraavia tunnuslukuja: keskimääräinen ja yhteenlaskettu pyyntiponnistus pyydystyypeittäin, havaintojen ja puuttuvien havaintojen lukumäärä (erävastauskato), talouksien keskimääräinen vuotuinen saalis (kg) ± keskivirhe, yhteenlaskettu saalis pyydystyypeittäin ja lajeittain sekä pyydystyyppien ja lajien osuudet (%) kokonaissaaliista (kg). Pyyntiponnistus ja saalistiedot esitetään sekä vastanneiden osalta että perusjoukkoon laajennettuina. Lisäksi esitetään tärkeimpien saalislajien ja keskeisten pyydystyyppien osalta yksikkösaaliit (g/pyydys-vrk tai g/vapakalastuskerta). Yksikkösaaliin laskentaan hyväksytään vain havainnot, joihin ei sisälly erävastauskatoa.

Tulevien kalastustiedustelujen kyselylomakkeet tulee toimittaa kalatalousviranomaiselle riittävän ajoissa kommentoitavaksi ja hyväksyttäväksi ennen kyselyn suorittamista. Uusien kalastustiedustelujen kysymysten laadinnassa tulee huomioida tulosten vertailtavuus aiempiin vuosiin.

Taulukko 6-10. Kalastustiedusteluiden perustietoja.

Vesireitti	Kohdevesistöt	Tavoite-otoskoko	Seuraava tiedusteltava vuosi
Oulujoen vesistö	Nuasjärvi ja -Rehja	400-500	2025
	Jormasjärvi, Kolmisoppi, Kalliojärvi	100-150	2023
Vuoksen vesistö	Kivijärvi, Laaka- ja Kiltuanjärvi	150	2024

6.3.4 Verkkokoekalastukset

Verkkokoekalastuksia tehdään Nordic-tutkimusverkoilla Nuasjärvessä kahdella uudella alueella eri etäisyyksillä purkuputkesta. Nuasjärven kummallakin alueella pyyntiponnistus on 34 verkkoyötä eli yhteensä 68 verkkoyötä (liite 6). Rehjassa verkkokoekalastusten pyyntiponnistus on 68 verkkoyötä.

Verkkokoekalastusten tarkkailuväli on jatkossa kolme vuotta Nuasjärvi-Rehjassa sekä Terrafamen pienemmissä lähijärvissä Kalliojärvessä, Kolmisopeissa ja Kivijärvessä. Laakajärvessä ja Jormasjärvessä koekalastukset tehdään neljän vuoden välein. Seuraavan kerran verkkokoekalastuksia tehdään vuonna 2024 (Taulukko 6-11). Jormasjärvessä ja Laakajärvessä verkkokoekalastukset tehtiin voimassa olleen tarkkailuohjelman mukaisesti viimeksi vuonna 2023, joten näissä vesistöissä seuraava koekalastus tehdään vuonna 2027.

Koekalastusten suunnittelussa ja toteuttamisessa noudatetaan soveltuvin osin uusinta koekalastusohjetta (RKTL:n työraportteja 21/2014). Koekalastusten tulokset tallennetaan koekalastusrekisteriin viimeistään kalastusvuoden loppuun mennessä.

Taulukko 6-11. Verkkokoekalastusten perustietoja.

Vesireitti	Vesistö	Seuraavan kerran	Verkko-yöt	Vertikaalivyöhykkeet
Oulujoen vesistö	Nuasjärvi	2024, 2027	34 + 34	Pohja-, välivesi-, pintaverkot
	Rehja	2024, 2027	68	Pohja-, välivesi-, pintaverkot
	Kalliojärvi	2024, 2027	10	Pohjaverkot
	Kolmisoppi	2024, 2027	15	Pohjaverkot
	Jormasjärvi	2027, 2031	52	Pohja-, välivesi-, pintaverkot
Vuoksen vesistö	Kivijärvi	2024, 2027	15	Pohjaverkot
	Laakajärvi	2027, 2031	52	Pohja-, välivesi-, pintaverkot

Verkkokoekalastusten tuloksista raportoidaan laji- ja kalaryhmäkohtainen (ahvenkalat, särkikalat, petomaiset ahvenkalat, petokalat) yksikkösaalis lukumääränä ja biomassana, saalislajien lukumäärä- ja biomassaosuudet ja saaliskalojen keskipaino. Lisäksi esitetään runsaimpien saalislajien pituusluokkajakaumat. Raporteissa tulokset tulisi esittää aikasarjana. Niitä tulisi myös tarkastella suhteessa ekologisen tilan luokittelun kalastomuuttujien järvityyppikohtaisiin vertailuarvoihin ja luokkarajoihin.

6.3.5 Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastuksia tehdään jatkossakin samoilla koealoilla kuin tähän saakka (Taulukko 6-12, Liite 7). Myös tarkkailuvälit pidetään ennallaan kolmessa vuodessa. Poikkeuksen muodostavat Tuhkajoen 5A ja 5B

koealat, jotka koekalastetaan vuosittain kolmen poistopyynnin menetelmällä. Muilla koealoilla käytetään yhden poistopyynnin menetelmää.

Sähkökalastusten saalis esitetään raportissa korjaamattomana lukumääränä ja biomassana pinta-alaa kohden. Lohikalat mitataan yksilökohtaisesti ja niistä otetaan tarvittaessa suomunäyte ikämääritystä varten. Koealoilta tehdään habitaattikuvaus eli määritetään alan mitat, vesisyvyys, virtausolot, pohjan laatu, kasvillisuus peittävyysarvioin sekä levä- ja lietekerrostumat. Koealat myös valokuvataan. Tulokset tallennetaan koekalastusrekisteriin koekalastusvuoden loppuun mennessä.

Mikäli sähkökalastus estyy esim. majavanpatojen tai ylivirtaaman vuoksi, asiasta neuvotellaan ELY-keskuksen kalatalousviranomaisen kanssa.

Taulukko 6-12. Sähkökalastuskoealat. Koordinaatit ovat muodossa ETRS-TM35FIN.

Vesireitti	Vesistö	Koeala	Koordinaatit		Poisto-pyyntejä	Seuraavat tarkkailu-vuodet
			N	E		
Oulujoen vesistö	Kalliojoki	1	7099678	549681	1	2024 ,2027
	Tuhkajoki	3	7101405	552638	1	2024, 2027
		4	7101811	553468	1	2024, 2027
		5	7102110	554646	1	2024, 2027
		5A	7101835	554916	3	2024, 2025
		5B	7101533	555131	3	2024, 2025
Vuoksen vesistö	Lumijoki	6	7089985	545328	1	2024, 2027
	Kivijoki	8	7087908	544883	1	2024, 2027
	Laakajoki, vanha uoma	9	7076309	543611	1	2024, 2027

6.3.6 Kalojen metallipitoisuus

Kalojen metallipitoisuuksia määritetään seuraavan kerran kaikissa tarkkailuvesistöissä vuonna 2024, jolloin selvitetään ainoastaan elohopeapitoisuudet (mg/kg tp). Vuonna 2025 tutkittavissa vesistöissä selvitetään ainoastaan ahvenen elohopeapitoisuudet. Laaja analyysivalikoima tehdään seuraavan kerran vuonna 2026 tai 2027 vesistöstä riippuen. Laajaan analyysivalikoimaan kuuluvat seuraavat alkuaineet: nikkeli, arseeni, elohopea, sinkki, kupari, kadmium, lyijy, koboltti, barium, mangaani ja uraani. Analyysit tehdään yksilökohtaisesti, ei kokoomanäytteinä. Tarkkailuvuodet, tutkittavat lajit ja analytiikka on esitetty taulukossa 6-13.

Jormasjärvessä, Nuasjärvessä ja Rehjassa **hauen, kuhan ja mateen** metallimäärityksiä tehdään joka toinen vuosi alkaen vuonna 2024 (v. 2024 vain Hg, v. 2026 laaja analyysipaketti). **Ahvenen** elohopeamääritykset tehdään näissä vesistöissä kuitenkin joka vuosi (v. 2024 – 2025 vain Hg, v. 2026 laaja analyysipaketti).

Laakajärvessä ja Kiantajärvessä metallimääritykset tehdään joka toinen vuosi ahvenesta, hauesta, kuhasta ja mateesta. Näissä vesistöissä v. 2024 tutkitaan vain kalojen Hg-pitoisuudet ja v. 2026 toteutetaan laajat analyysit. Kalliojärvessä, Kolmisopessa, Kivijärvessä, Kiltuanjärvessä ja Teerijärvessä metallimääritysten tarkkailuväli on kolme vuotta (v. 2024 vain Hg, v. 2027 laaja analyysivalikoima). Analyysit tehdään ahvenesta, mutta Teerijärvessä myös hauesta. Vertailujärvinä pidetään Kiantajärveä ja Teerijärveä.

Ahvenen elohopeapitoisuutta käytetään arvioitaessa vesistön kemiallista tilaa, jolloin tarvitaan tutkimuskertaa kohden 10 kpl 15 – 20 cm mittaisia näytekaloja (Karvonen ym. 2012). Myös hauen, kuhan ja

mateen tavoiteltu näytemäärä on 10 kpl/vesistö/tarkkailuvuosi. Hauen ja kuhan osalta taulukossa (Taulukko 6-13) esitetyt tavoitekoot ovat suuntaa antavia. Mateen tavoitekoko määritellään tarkemmin ensimmäisen tutkimuskerran kokemusten perusteella. Näytekalojen kokojakauman tulisi vastata riittävän hyvin aiempia tarkkailuvuosia vertailukelpoisuuden takaamiseksi. Näytekalat pyritään kalastamaan kunakin tarkkailuvuonna kesä-syyskuussa. Mateen osalta pyyntiä voi olla tarvetta jatkaa vielä talvella. Näytekalapyyntien jatkamisesta kesäkerrostuneisuuskauden jälkeen neuvotellaan ELY-keskuksen kalatalousviranomaisen kanssa.

Kaikista näytekaloista tulisi arvioida taustamuuttujana ikä ja määrittää mahdollisuuksien mukaan sukupuoli. Iänmäärityksessä käytetään suomun rinnalla seuraavia luutumia: ahven ja kuha operculum, hauki cleithrum, made otoliitti. Kaikista näytekaloista kirjataan muistiin pyyntipaikka, pvm, kalastaja, kalan pituus ja paino. Kalan preparointi tehdään välineistöllä, josta ei aiheudu näytteen kontaminoitumista.

*Taulukko 6-13. Kalojen metallipitoisuuksien seurannan vesistöt, lajit, tarkkailuvuodet, tavoitellut näytemäärät ja näytekalojen koot. Laaja analyysivalikoima vuosina 2026 tai 2027. Vuonna 2024 selvitetään vain kalojen elohopeapitoisuudet. *ELY:n tarkkailuohjelmasta antaman hyväksymispäätöksen mukaisesti ahvenen elohopeapitoisuuksia tulee kuitenkin seurata vuosittain Jormasjärvessä, Nuasjärvessä ja Rehjassa.*

Vesireitti	**Vesistö**	**Lajit**	**Tarkkailuvuodet ja laajuus**
Oulujoen vesistö	Kolmisoppi	Ahven	2024 (Hg), 2027 (laaja)
	Jormasjärvi*	Ahven*, hauki, kuha, made	2024 (Hg), 2025 (Hg)*, 2026 (laaja)
	Nuasjärvi*	Ahven*, hauki, kuha, made	2024 (Hg), 2025 (Hg)*, 2026 (laaja)
	Rehja*	Ahven*, hauki, kuha, made	2024 (Hg), 2025 (Hg)*, 2026 (laaja)
Vuoksen vesistö	Kivijärvi	Ahven	2024 (Hg), 2027 (laaja)
	Laakajärvi	Ahven, hauki, kuha, made	2024 (Hg), 2026 (laaja)
	Kiltuanjärvi	Ahven	2024 (Hg), 2027 (laaja)
Vertailujärvet	Kiantajärvi	Ahven, hauki, kuha, made	2024 (Hg), 2026 (laaja)
	Teerijärvi	Ahven, hauki	2024 (Hg), 2027 (laaja)
	Laji	**kpl/järvi/tarkkailuvuosi**	**Tavoitekoko**
	Ahven	10	15-20 cm
	Hauki	10	0,7 - 1 kg
	Kuha	10	0,7 - 1 kg (k.a 47 cm)
	Made	10	0,5 - 1 kg**

**Mateen tavoitekokoa tarkennetaan ensimmäisen tutkimuskerran perusteella

Kalojen metallipitoisuuksien raportoinnissa tuloksia peilataan suhteessa taustamuuttujiin (pituus, paino, ikä, sukupuoli) sekä pitoisuuksien raja-arvoihin (kemiallinen tila ja käyttökelpoisuus).

6.3.7 Yhteenveto kalataloustarkkailun ohjelmaesityksestä

Taulukoihin (Taulukko 6-14 ja Taulukko 6-15) on koottu yhteenveto kalataloustarkkailun toteutuksesta lähivuosina.

Taulukko 6-14. Yhteenveto kalataloustarkkailun toteutuksesta kalastuskirjanpidon, kalastustiedusteluiden ja koekalastusten osalta.

Menetelmä	Kohdevesistöt	Viim. tarkkailu	Seur. tarkkailut	Toistuvuus (v)	Laajuus ja huomiot
Kalastuskirjanpito	Jormasjärvi ***(Oulujoen va)***	2023	2024	1	väh. 4 kalastajaa
	Kolmisoppi ***(Oulujoen va)***	2023	2024	1	väh. 1 kalastaja
	Nuasjärvi ja Rehja ***(Oulujoen va)***	2023	2024	1	väh. 4 +4 kalastajaa
Kalastustiedustelu (Virkistys- ja kotitarve)	Laakajärvi ***(Vuoksen va)***	2021	2024, 2027	3	Nurmijoen reitin tarkkailu
	Kiltuanjärvi ***(Vuoksen va)***	2021	2024, 2027	3	Nurmijoen reitin tarkkailu
	Nuasjärvi-Rehja ***(Oulujoen va)***	2020	2025, 2030	5	Lupayhteystiedot
	Jormasjärvi, pienet järvet ***(Oulujoen va)***	2016	2023, 2028	7 / 5	Lupayhteystiedot
Verkkokoekalastukset	Nuasjärvi ***(Oulujoen va)***	2020	2024, 2027	3	34 + 34 v-yötä
	Rehja ***(Oulujoen va)***	2020	2024, 2027	3	68 v-yötä
	Kalliojärvi ***(Oulujoen va)***	2021	2024, 2027	3	10 v-yötä
	Kolmisoppi ***(Oulujoen va)***	2021	2024, 2027	3	15 v-yötä
	Jormasjärvi ***(Oulujoen va)***	2023	2027, 2031	4	52 v-yötä
	Kivijärvi ***(Vuoksen va)***	2021	2024, 2027	3	15 v-yötä
	Laakajärvi ***(Vuoksen va)***	2023	2027, 2031	4	52 v-yötä
Sähkökoekalastukset	Kalliojoki ***(Oulujoen va)***	2021	2024, 2027	3	1 koeala
	Tuhkajoki ***(Oulujoen va)***	2022 / 2021	2023 / 2024	1 / 3	5 koealaa, joista 5A ja 5B vuosittain
	Lumijoki ***(Vuoksen va)***	2021	2024, 2027	3	1 koealaa
	Kivijoki ***(Vuoksen va)***	2021	2024, 2027	3	1 koeala
	Laakajoki ***(Vuoksen va)***	2021	2024, 2027	3	1 koeala
Kalojen metallit	ks. seuraava taulukko				

*Taulukko 6-15. Kalojen metallianalyysien näytemäärät vuosittain. Vuosina 2024 ja 2025 tutkitaan vain kalojen Hg-pitoisuuksia ja v. 2026 ja 2027 laaja analyysipaketti. *Ahvenen elohopeamääritykset tehdään vuosittain Nuasjärvestä, Rehjasta ja Jormasjärvestä pyydetyistä kaloista.*

Vesistöalue	Vesistö	Viim. tarkkailu	Seur. tarkkailu	Toistuvuus (v)	Laji	Kpl/tarkkailuvuosi
Oulujoen vesistö	Kalliojärvi	2021	2024 (Hg), 2027 (laaja)	3	Ahven	10
	Kolmisoppi	2023	2024 (Hg), 2027 (laaja)	3	Ahven	10
	Jormasjärvi	2023	2024 (Hg), 2025 (Hg)*, 2026 (laaja)	1*/2	Ahven*	10
					Hauki	10
					Kuha	10
					Made	10
	Nuasjärvi	2022	2024 (Hg), 2025 (Hg)*, 2026 (laaja)	1*/2	Kuha	10
					Ahven	10
					Hauki	10
					Made	10
	Rehja	2022	2024 (Hg), 2025 (Hg)*, 2026 (laaja)	1*/2	Kuha	10
					Ahven	10
					Hauki	10
					Made	10
	Kiantajärvi	2023	2024 (Hg), 2026 (laaja)	2	Kuha	10
					Hauki	10
					Ahven	10
					Made	10
	Teerijärvi	2023	2024 (Hg), 2027 (laaja)	3	Hauki	10
					Ahven	10
Vuoksen vesistö	Kivijärvi	2023	2024 (Hg), 2027 (laaja)	3	Ahven	10
	Laakajärvi	2023	2024 (Hg), 2026 (laaja)	2	Ahven	10
					Hauki	10
					Kuha	10
					Made	10
	Kiltuanjärvi	2021	2024 (Hg), 2027 (laaja)	3	Ahven	10

6.4 Sedimentin laatu

Terrafamen vaikutusalueella on tehty sedimenttitutkimuksia Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) toimesta vuonna 2008 ja syksyllä 2012 sekä kipsisakka-altaan vuodon jälkeen helmikuussa 2013. Sedimenttinäytteenottoa laajennettiin vuonna 2015 Nuasjärvelle purkuputken tarkkailuun liittyen ja näytteet näiltä pisteiltä haettiin muusta tarkkailusta poiketen myös vuonna 2017. Yhtenäinen, kaikilla tarkkailupisteillä

suoritettu näytteenotto toteutettiin vuonna 2021 (Taulukko 6-16). Uutena tarkkailupisteenä tarkkailuun otetaan seuraavasta kierroksesta alkaen Hakonen-järvi. Näytteenottopaikat on esitetty taulukossa (Taulukko 6-17) ja liitteellä (liite 8).

Taulukko 6-16. Näytteenoton ajankohdat.

Paikka	Tarkkailuvuodet	Seuraava tarkkailu	Tarkkailutaajuus
Kaikki pisteet (Nuasjärvi alkaen 2015)	2008, 2012, 2013*, 2015, 2017**, 2021	2027	6 vuoden välein

*2013 vain kokonaismetallipitoisuudet

**2017 vain Nuasjärven pisteet

Taulukko 6-17. Sedimenttitarkkailun näytteenottopaikat sekä koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Paikka	Koordinaatit	
	N	E
Kolmisoppi	7100159	551141
Hakonen	7097387	553706
Jormasjärvi	7103416	556756
Kivijärvi pohjoinen	7089906	544301
Kivijärvi etelä	7088224	546025
Laakajärvi 13	7084449	544950
Laakajärvi 081	7078540	545920
Nuasjärvi 1, Nj1	7115330	551808
Nuasjärvi 2, Nj2	7116320	550208
Nuasjärvi 16, Nj16	7115302	553943

Näytteet otetaan pintakerroksesta (0–2 cm). Näytteistä tehdään taulukossa (Taulukko 6-18) esitetyt määritykset, metallit määritetään kokonaispitoisuuksina. Sedimenttinäytteenoton yhteydessä mitataan GTK:n suosituksen mukaisesti alusveden lämpötila, pH ja redox-potentiaali. pH- ja redox-mittaukset tehdään myös sedimentistä stratigrafisesti 1 cm välein noin 15–20 cm syvyydelle asti. Näytteenottopaikkaa siirretään 2–5 m edellisistä näytteenottokerroista. Huokosvesinäytteestä määritetään lisäksi sulfaatti ja fosfaatti.

Taulukko 6-18. Sedimenttinäytteistä tehtävät analyysit.

Sedimenttinäytteiden analyysit			
Näytteenoton yhteydessä	**Laboratorioanalyysit**		**Huokosvedestä lisäksi tehtävät analyysit**
Alusvedestä: lämpötila pH redox-potentiaali **Sedimentistä 1 cm välein 15-20 cm asti:** pH redox-potentiaali	pH Kosteus (%) Kuiva-aine (%) Hiili (%) Typpi (%) Hehkutushäviö ja -jäännös (%) Kuiva- ja märkäpaino	As, Cd, Mo, Sb, Se, Th, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, S, Hg, Tl, Fe, Ti, V, Zn, Al, K, Li, U	Sulfaatti Fosfaatti

6.5 Pohjavesi

Pohjavesitarkkailu sisältää Terrafamen lähialueiden talousvesikaivojen tarkkailun, sekä maa- ja kalliopohjavesien tarkkailun kaivospiirin alueella olevilta pohjavesiputkilta ja -kaivoilta.

6.5.1 Talousvesikaivot

Talousvesinäytteitä on otettu kaivospiirin lähialueella sijaitsevien kiinteistöjen kaivoista vuodesta 2008 alkaen kahdeksasta eri kohteesta. Osa kohteista ovat olleet autioita useita vuosia ja kaivojen yleinen kunto on heikentynyt. Terrafame on myös lunastanut osan naapurikiinteistöistä itselleen.

Nuasjärven purkuputken ympäristöluvan mukaisesti pohjavesitarkkailua laajennettiin neljälle Nuasjärven saarelle: Iso Selkäsaari, Pieni Selkäsaari, Lamposaari ja Iso Tahkosaari. Talous-/pohjavesitarkkailu oli ulotettava näille saarille, mikäli saarilla on kaivoja. Edellä mainituilla saarilla, kaivo on vain Lamposaarella, jota on tarkkailtu vuodesta 2015. Kainuun ELY-keskuksen purkuputken tarkkailuesityksen päivityksessä antamassaan päätöksessä velvoitettiin tarkkailemaan myös Matinmäen-Mustikkamäen pohjavesialuetta Kuluntalahden suunnalta. Matinmäen-Mustikkamäen pohjavesialueen seuranta oli määrätty alkuperäisessä päätöksessä jatkettavaksi vuoden 2018 loppuun asti, Terrafame on kuitenkin jatkanut tarkkailua toistaiseksi.

Saatujen tarkkailutulosten mukaan Terrafamen juoksutusvesien johtamisella purkuputken kautta Nuasjärveen ei ole ollut vaikutusta Lamposaaren talousvesikaivon tai Heterannan vedenlaatuun, eikä tarkkailun jatkamiselle ole perusteita. Pisteiltä on saatu määritettyä perustasot, joita voidaan hyödyntää mahdollisissa poikkeustilanteissa. Heterannan vedenottamon vedenlaatua tarkkaillaan jatkuvana tarkkailuna osana Kajaanin veden vesihuoltoa.

Alkuperäisten talousvesikaivojen tarkkailua on perusteltua jatkaa, vaikkakin pisteiden tulokset ovat olleet tasaisia ja havaitut muutokset ovat olleet lähinnä seurausta kaivojen käyttämättömyydestä. Kaivojen tulokset heijastelevat paikallisen maa- ja kallioperän ominaisuuksia ja tuloksia voidaan hyödyntää muiden pisteiden tulosten tulkinnassa. Analyysipakettia on päivitetty tarkkailutulosten perusteella. Paketista on jätetty pois metallit, joiden pitoisuudet ovat olleet käytännössä alle määritysrajan koko tarkkailuhistorian ajan tai eivät muuten ole relevantteja tarkkailun kannalta. Metallit määritetään jatkossakin kokonaispitoisuuksina, vertailun helpottamiseksi.

Talousvesinäytteet otetaan kerran vuodessa, heinä-elokuussa. Tällöin näytteenotto ajoittuu ajankohtaan, jolloin pisteiden vesi edustaa parhaiten alueen luontaista vettä eikä ulkoiset eli sulamiskauden tai syyssateiden vaikutuksia ole havaittavissa. Kaivojen sijainnit on esitetty taulukossa (Taulukko 6-19) ja karttaliitteessä (liite 9) muiden pohjavesipisteiden kanssa. Kaivoista mitataan vedenkorkeus mahdollisuuksien mukaan näytteenoton yhteydessä. Osassa kaivoista näyte otetaan hanasta. Näytteistä tehtävät analyysit on esitetty taulukossa (Taulukko 6-20).

Taulukko 6-19. Talousvesikaivojen sijainnit. Koordinaatit ovat muodossa ETRS-TM35FIN.

Paikka	Koordinaatit		Korko (N60)	Kallioperä	Kaivotyyppi
	N	E			
Paavola	7096294	555109	209.035**	mustaliuske	kuilukaivo
Lampila	7098370	553575	227.975**	kiilleliuske	kuilukaivo
Myllyniemi	7097732	553148	211.435**	kiilleliuske	hetekaivo
Sorsala	7098792	553487	233.081**	kiilleliuske	kuilukaivo
Hakoranta	7097083	553937	217.099**	mustaliuske	porakaivo
Puoliväli	7093285	541178	211.108	arkeeinen	porakaivo
Ahoranta	7097771	553775	tarkentuu	tarkentuu	tarkentuu

*Korko maanpinnasta kaivon vierestä
**Korko kaivon kannesta

Taulukko 6-20. Talousvesikaivonäytteistä tehtävät analyysit.

Kaivovesinäytteistä tehtävät analyysit		
Haju Happipitoisuus pH Alkaliniteetti Kokonaiskovuus Sähkönjohtavuus Sameus	Väri Nitraatti (NO_3) Nitriitti (NO_2) Ammonium CODMn Kloridi (Cl) Sulfaatti (SO_2)	Metallit: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Ni, Zn ja U

6.5.2 Kallio- ja maapohjavesi

Pohjavesitarkkailun tavoitteena on saada tietoa pohjavesipinnan korkeuden ja pohjaveden laadun mahdollisista toiminnasta aiheutuvista muutoksista. Pohjaveden seuranta on laajentunut alkuperäisen yhdeksän tarkkailupisteen tarkkailusta, tämän hetken 55 pisteen tarkkailuun. Tarkkailussa on sekä maa- ja kallioperäputkia ja uusien pisteiden sijoittelussa on hyödynnetty mm. Geologisen tutkimuskeskuksen pohjavesiselvityksiä ja ruhjeisuuskartoituksia sekä Terrafamen tekemiä kairauksia ym. selvityksiä. Uusia tarkkailuputkia tullaan asentamaan alueelle toimintojen laajentuessa.

Yleisesti ottaen muutokset pohjavesissä ovat hitaita, pois lukien hyvän vedenjohtavuuden omaavien maalajien ja kallioperän ruhjeiden osalta. Pääperiaatteena pohjaveden tarkkailussa on saada tietoa kattavasti pohjaveden laadusta vuodenkierron ajalta. Näytteenotot kohdistetaan oletettuihin pinnankorkeuden minimeihin eli loppukevääseen (helmi-maaliskuu) ja loppukesään (elokuu), sekä maksimeihin eli sulamiskauden jälkeiseen aikaan (kesäkuu) ja loppusyksyyn (loka-marraskuu).

Uusia pohjaveden tarkkailuputkia tullaan asentamaan alueelle uuden ympäristöluvan (AVI:n päätös Nro 87/2022) mukaisesti. Tarkkailupisteiden lisäyksistä on laadittu erillinen suunnitelma, jonka Kainuun ELY-keskus on hyväksynyt.. Tarkkailuputket otetaan sitä mukaan tarkkailuun, kun niitä saadaan asennettua.

Pohjaveden tarkkailualueet kaivospiirin alueella voidaan karkeasti seuraaviin osa-alueisiin, alueella sijaitsevien toimintojen perusteella. Kyseiset osa-alueet ovat:

1. Kuusilammen alue, missä sijaitsevat Kuusilammen avolouhos, sivukivialue KL2 ja geotuubikenttä
2. Tehdas- ja primäärikentän alue
3. Kortelammen alue

4. Kipsisakka-altaiden alue
5. Sekundäärikentän alue
6. Sekundäärikentän 2 alue
7. KL1 sivukivialue

Alueiden vanhoja pohjavesiputkia on uusittu ja kunnostettu. Kartoituksen ja kunnostuksen yhteydessä putkiin on asennettu suojaputket ja niistä on tehty putkikortit. Kaikki uudet putket varustetaan metallisilla ja lukittavilla suojaputkilla, ne merkitään ja niistä tehdään asianmukaiset putkikortit.

Tarkkailussa olevat pohjavesiputket, niiden koordinaatit ja perusominaisuudet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 6-21). Osa-alueiden mukaan jaotellut putket, näytteenoton ajankohdat sekä analyysipaketit on esitetty taulukossa (Taulukko 6-22). Liitteessä (liite 9) on esitetty pohjavesiputkien sijainnit karttapohjalla. Näytteistä tehtävät määritykset on esitetty taulukossa (Taulukko 6-23). Terrafame suorittaa tarvittaessa myös omaa, velvoitetarkkailua täydentävää pohjavesitarkkailua.

Terrafame on laatinut KL1 ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen (AVI:n päätös Nro 107/2023) mukaisesti pohjavesitarkkailun täydentämisestä erillisen esityksen, jonka Kainuun ELY-keskuson hyväksynyt (22.12.2023). Uusien pohjavesiputkien tiedot tullaan päivittämään tarkkailuohjelmaan niiden sijainnin varmistuessa.

Taulukko 6-21. Pohjavesiputkien sijainnit ja perustiedot (tilanne 14.10.2022). Koordinaatit ovat muodossa ETRS-TM35FIN.

Putki	Tyyppi	Kokonais-pituus (m)	Siivi-läput-ken pituus (m)	Maaperän kerrosjärjestys			Koordinaatit		Korkotaso (m)		Asennettu
				turve (m)	moreeni (m)	kallio (m)	N	E	putkenpää	maanpinta	
P1	kallio	100		0-0,5		0,5-99,5	7094444	549211	217,876		3.6.2016
P5	kallio						7094833	551740		240,90	
P6	kallio						7096783	551471		211,68	
P7	kallio	100		0-3		3-97	7093584	549489		210,44	24.2.2015
P8	kallio	100		0-2		2-98	7092223	550212		217,11	25.2.2015
P9b	kallio	100		0-15		15-100	7091683	550236	230,44	229,17	30.3.2021
P11	kallio	100					7094041	554759	239,63	238,39	16.2.2018
P13	kallio	100		0-5		5-95	7096381	549806	205,24		3.3.2015
P14	kallio	100		0-2		2-98	7096885	550647	198,63		4.3.2015
P16	kallio	100		0-4,5		4,5-95,5	7092513	551552	255,72		28.2.2015
P16b	kallio	100		0-1,5		1,5-100	7092383	551480	259,74	258,55	25.3.2021
P17b	kallio	100		0-5,5		5,5-100	7092814	554304	225,56	224,46	29.3.2021
P18	kallio	100		0-4,5		4,5-95,5	7095357	552257	210,70		1.3.2015
P19	kallio	100		0-1		1-99	7096092	552404	214,58		3.6.2016
P21	kallio	100		0-16		16-84	7093353	554262	236,51	235,20	14.2.2018
P24	kallio	100		0-5,5		5,5-94,5	7092980	554930	222,77	221,48	13.2.2018
P25	kallio	100		0-5		5-95	7093633	554892	234,91	233,63	23.2.2018
P26	kallio	100		0-5		5-95	7094356	554731	230,94	229,25	19.2.2018
P27	kallio	100		0-4		4-96	7094879	554648	217,55	216,20	20.2.2018
P28	kallio	100		0-4,5		4,5-95,5	7095245	554597	216,05	214,81	22.2.2018
P29	kallio	100				6-100	7093603	555095	230,19	229,08	22.5.2019
P30	maa	7	6	0-1,3		5,6-8,6	7096304	553998	220,27	219,26	14.7.2020
P31	maa	5,2	4	0-1,4		4-7	7096000	554248	218,51	217,59	15.7.2020
P32	maa	7	4	0-3		5,6-8,6	7095232	554601	215,31	214,38	16.7.2020
P33	maa	14	13	0-1,8		13-16	7093139	554848	222,97	222,14	15.7.2020
P34	maa	5	4	0-1,4	1,4-4,2	4,2-7,2	7093132	555526	217,64	216,81	16.7.2020
P39	kallio	100		0-12		12-100	7091286	550985	247,46	246,24	22.3.2022
P40	kallio	100		0-24		24-100	7091917	550326	230,27	228,96	21.3.2022
P42	kallio	50		0,2-1,6	1,6-2,4	2,4-50	7093700	548654	209,49	208,49	16.2.2024
P43	kallio	50		0-0,6	0,6-3,4	3,4-50,1	7096500	554241	211,33	210,33	9.1.2024
P44	maa	3	2	0,2-0,6	0,6-3,4		7096503	554240	211,78	210,78	17.1.2024
P45	kallio	50		0,2-1		'1-50,06	7096393	553980	221,32	220,32	16.1.2024
P46	kallio	50		0,2-2,2	2,2-5	'5-50	7097068	552696	214,49	213,49	31.1.2024
P48	kallio	50		0,2-0,8		0,8-50	7095556	548797	215,69	214,59	14.2.2024
P49	kallio	50		0,2-3,4	3,4-5,6	'5,6-50	7096849	548129	206,33	205,23	19.2.2024
P50	kallio	50		0,2-0,6	0,6-1,8	1,8-50	7094713	551024	233,04	232,04	26.11.2024
P51	maa	2	2		0,2-1,8		7094708	551024	232,37	231,37	26.11.2024
P52	kallio	50			0-4,2	4,2-50,13	7094472	551240	236,69	235,69	16.11.2024
P53	kallio	50				0,2-50,48	7094454	551849	251,67	250,47	15.11.2024

P54	maa	3	2	0-2,6	2,6-3		7094035	551951	247,49	246,49	18.11.2024
P55	kallio	44,82*		0-3	3-3,8	3,8-44,82	7094035	551948	247,66	246,66	18.11.2024
P56	kallio	50			0-4,6	4,6-50,14	7093047	553874	229,04	227,74	25.11.2024
P57	kallio	50			0-7,4	7,4-50,34	7092776	551042	241,08	239,68	22.10.2024
P58	maa	13,7	8		0,2-13,8		7093670	550647	254,17	252,87	13.11.2024
P59	kallio	50			0,2-13,4	13,4-50,29	7093670	550642	253,22	252,22	14.11.2024
Kipsi1	kallio	20		0-3		3-20	7095523	547786		216,56	18.12.2012
Kipsi2	kallio	24		0-9		9-24	7094737	548552		217,07	14.1.2013
Kipsi3	kallio	27		0-12		12-27	7092973	548209		211,07	11.1.2013
Korte1Kallio	kallio	30		0-12		12-30	7092154	547892		203,49	10.1.2013
Korte1Maa	maa	9		0-9			7092162	547892		203,50	8.1.2013
Korte2Maa	maa	9		0-9			7091828	548112		196,58	3.1.2013
Korte3Maa	maa	4		0-3,5		3,5-4	7091691	548241		195,93	8.1.2013
Korte3Kallio	kallio	21		0-1,5		1,5-19,5	7091696	548245		196,19	4.1.2013
R0	maa	12	10	0-2,8	2,8-14,5	14,5-17,5	7095238	547538	216,84	215,32	9/2013
R3	maa	5	3	0-1,5		5,5-8,5	7094120	548540	213,28	211,84	9/2013
R5	maa	10	8		0-10	10-13	7092841	548776	206,16	204,63	9/2013
TF1	maa	9,5	4		0-7,7	7,7-10	7094273	549624			25.8.2018
TF2	maa	9	4		0-7,3	7,3-8,3	7092773	550418			25.8.2018
TF3	maa	9,5	2		0-8	8-9,5	7092324	550656	227,54	226,14	23.3.2022
VA1	kallio	100		0-10		10-90	7093779	549045	210,35	209,16	20.5.2019
VA2	kallio	100		0-7		7-93	7093493	549174	211,35	210,28	17.5.2019
VA3	kallio	100		0-4		4-96	7093166	549165	213,43	212,30	16.5.2019
VA4	kallio	100		0-8		8-92	7092637	549197	209,52	208,33	15.5.2019
VA5	kallio	100		0-4		4-96	7092412	549517	213,48	212,41	15.5.2019
VA6	kallio	100		0-4		4-94	7092331	549888	220,85	219,75	14.5.2019
4856	maa	3,25	2				7095946	549144	218,57	217,32	5/2022
133	maa	15	12	0-1,2	13		7092482	554027		223,88	8.5.2019

*Putken syvyys poikkeaa esitetytä. Putkea ei saatu nykyisellä kalustolla porattua syvemmälle.

Pohjavesinäytteet otetaan noudattaen Suomen ympäristökeskuksen ajantasaista ohjeistusta. Pääpiirteissään näytteenotto etenee seuraavasti:

1. Näytteenoton aluksi mitataan häiriintymättömän pohjaveden pinnankorkeus.
2. Putkea tyhjennetään joko pumppaamalla tai lappoputkella, jotta putkessa seisonut vesi vaihtuu ja saadaan edustava näyte ympäristön pohjavedestä. Tyhjennyksen yhteydessä seurataan poistetun veden määrä, veden lämpötilaa, sekä mahdollisuuksien mukaan pinnankorkeuden muutosta. Aistinvaraisesti seurataan veden ulkonäköä ja hajua tyhjennyksen yhteydessä.
3. Näyte otetaan tyhjennyksen jälkeen, joko noutimella tai pumppauksen aikana, kun on todettu veden edustavan pohjavettä. Öljyhiilivetynäytteet otetaan muista näytteistä poiketen heti näytteenoton alussa noutimella veden pinnasta, ennen pumppausta tai putken tyhjennystä.

4. Näytteenoton yhteydessä tehdään tarvittavat kenttähavainnot. Aistinvaraisesti havainnoidaan veden ulkonäkö ja mahdollinen haju. Veden lämpötila mitataan ja tarvittaessa näytteenoton yhteydessä suoritetaan kenttämittaukset moniparametrimittausten (sähkönjohtavuus, pH, happipitoisuus) avulla.
5. Happinäytteet kestävöidään heti näytteenoton jälkeen. Näytteen pakataan huolellisesti ja toimitetaan kohdelaboratorioon niin pian kuin mahdollista.

Kerran vuodessa, elokuussa, suoritetaan kaikilla pisteillä kenttämittaukset näytteenoton yhteydessä ja vesinäytteistä määritetään laajemmat metallimääritykset (Taulukko 6-23).

Taulukko 6-22. Pohjavesinäytteenoton ajankohdat sekä analyysipaketit. Koordinaatit ovat muodossa ETRS-TM35FIN.

Paikka	Alue	Koordinaatit		Analyysipaketti ja kenttämittaus (K)			
		N	E	Maalis-huhti	Kesä	Elo	Loka-marras
P11	Kuusilampi	7094041	554759	1	1	1+2+K	1
P17b	Kuusilampi	7092814	554304	1	1	1+2+K	1
P21	Kuusilampi	7093353	554262	1	1	1+2+K	1
P24	Kuusilampi	7092980	554930	1	1	1+2+K	1
P25	Kuusilampi	7093633	554892	1	1	1+2+K	1
P26	Kuusilampi	7094356	554731	1	1	1+2+K	1
P27	Kuusilampi	7094879	554648	1	1	1+2+K	1
P28	Kuusilampi	7095245	554597	1	1	1+2+K	1
P29	Kuusilampi	7093603	555095	1	1	1+2+K	1
P30	Kuusilampi	7096304	553998	1	1	1+2+K	1
P31	Kuusilampi	7096000	554248	1	1	1+2+K	1
P32	Kuusilampi	7095232	554601	1	1	1+2+K	1
P33	Kuusilampi	7093139	554848	1	1	1+2+K	1
P34	Kuusilampi	7093132	555526	1	1	1+2+K	1
P43	Kuusilampi	7096500	554241	1	1	1+2+K	1
P44	Kuusilampi	7096503	554240	1	1	1+2+K	1
P45	Kuusilampi	7096393	553980	1	1	1+2+K	1
P46	Kuusilampi	7097068	552696	1	1	1+2+K	1
P1* **	Tehdas, primäärikenttä	7094444	549211	1	1	1+2+K	1
P7	Tehdas, primäärikenttä	7093584	549489	1	1	1+2+K	1
P8	Tehdas, primäärikenttä	7092223	550212	1	1	1+2+K	1
P9b	Tehdas, primäärikenttä	7091683	550236	1	1	1+2+K	1
P16	Tehdas, primäärikenttä	7092513	551552	1	1	1+2+K	1
P16b	Tehdas, primäärikenttä	7092383	551480	1	1	1+2+K	1
P39	Tehdas, primäärikenttä	7091286	550985	1	1	1+2+K	1
P40	Tehdas, primäärikenttä	7091917	550326	1	1	1+2+K	1
TF1	Tehdas, primäärikenttä	7094273	549624	3	3	3+4+K	3
TF2	Tehdas, primäärikenttä	7092773	550418	3	3	3+4+K	3
TF3	Tehdas, primäärikenttä	7092324	550656	3	3	3+4+K	3
VA1	Tehdas, primäärikenttä	7093779	549045	1	1	1+2+K	1
VA2	Tehdas, primäärikenttä	7093493	549174	1	1	1+2+K	1
VA3	Tehdas, primäärikenttä	7093166	549165	1	1	1+2+K	1
VA4	Tehdas, primäärikenttä	7092637	549197	1	1	1+2+K	1
VA5	Tehdas, primäärikenttä	7092412	549517	1	1	1+2+K	1
VA6	Tehdas, primäärikenttä	7092331	549888	1	1	1+2+K	1
Kipsi3	Kortelampi	7092973	548209	1	1	1+2+K	1
Korte1Kallio	Kortelampi	7092154	547892	1	1	1+2+K	1
Korte1Maa	Kortelampi	7092162	547892	1	1	1+2+K	1
Korte2Maa	Kortelampi	7091828	548112	1	1	1+2+K	1
Korte3Maa	Kortelampi	7091691	548241	1	1	1+2+K	1
Korte3Kallio	Kortelampi	7091696	548245	1	1	1+2+K	1
R5	Kortelampi	7092841	548776	1	1	1+2+K	1
Kipsi1	Kipsisakka-altaat	7095523	547786	1	1	1+2+K	1
Kipsi2*	Kipsisakka-altaat	7094737	548552	1	1	1+2+K	1
R0	Kipsisakka-altaat	7095238	547538	1	1	1+2+K	1
R3	Kipsisakka-altaat	7094120	548540	1	1	1+2+K	1
P42*	Kipsisakka-altaat	7093700	548654	1	1	1+2+K	1
P5**	Sekundäärikenttä	7094833	551740	1	1	1+2+K	1

P6	Sekundäärikenttä	7096783	551471	1	1	1+2+K	1
P13	Sekundäärikenttä	7096381	549806	1	1	1+2+K	1
P14	Sekundäärikenttä	7096885	550647	1	1	1+2+K	1
P18**	Sekundäärikenttä	7095357	552257	1	1	1+2+K	1
P19**	Sekundäärikenttä	7096092	552404	1	1	1+2+K	1
P48*	Sekundäärikenttä 2	7095556	548797	1	1	1+2+K	1
P49	Sekundäärikenttä 2	7096849	548129	1	1	1+2+K	1
4856	Sekundäärikenttä 2	7095946	549144	1	1	1+2+K	1
113	KL1	7092482	554027	1	1	1+2+K	1
P50	KL1 sivukivialue	7094713	551024	1	1	1+2+K	1
P51	KL1 sivukivialue	7094708	551024	1	1	1+2+K	1
P52	KL1 sivukivialue	7094472	551240	1	1	1+2+K	1
P53	KL1 sivukivialue	7094454	551849	1	1	1+2+K	1
P54	KL1 sivukivialue	7094035	551951	1	1	1+2+K	1
P55	KL1 sivukivialue	7094035	551948	1	1	1+2+K	1
P56	KL1 sivukivialue	7093047	553874	1	1	1+2+K	1
P57	KL1 sivukivialue	7092776	551042	1	1	1+2+K	1
P58	KL1 sivukivialue	7093670	550647	1	1	1+2+K	1
P59	KL1 sivukivialue	7093670	550642	1	1	1+2+K	1

*Tarkkailuputkilta P1,Kipsi2, P42 ja P48 tehdään vesinäytteistä myös TOC-,TVOC- ja kok-P määritykset osana akkukemikaalitehtaan ja uraanin talteenottolaitoksen tarkkailua.
**Tarkkailuputkilta P1, P5, P18 ja P19 määritetään öljyhiilivedyt (THC summapitoisuus C10-C40, sekä jakeet C10-C21 ja C21-C40) kerran vuodessa elokuussa mahdollisten öljypäästöjen havaitsemiseksi.

Taulukko 6-23. Vesinäytteistä tehtävät analyysit.

Analyysipaketti 1	**Analyysipaketti 2 kerran vuodessa metallit paketille 1**	**Analyysipaketti 3 primäärikentän keskikaista**	**Analyysipaketti 4 kerran vuodessa metallit paketille 3**
ulkonäkö	bromi (Br)	Ulkonäkö	bromi (Br)
haju	elohopea (Hg)	haju	elohopea (Hg)
lämpötila	kalium (K)	lämpötila	lyijy (Pb)
redox –potentiaali	kalsium (Ca)	redox –potentiaali	litium (Li)
sameus	lyijy (Pb)	sameus	molybdeeni (Mo)
väri	litium (Li)	väri	strontium (Sr)
pH	natrium (Na)	pH	vanadiini (V)
sähkönjohtavuus	magnesium (Mg)	sähkönjohtavuus	
alkaliteetti	molybdeeni (Mo)	alkaliteetti	
happipitoisuus	strontium (Sr)	happipitoisuus	
hapen kyllästysaste	vanadiini (V)	hapen kyllästysaste	
CODMn		CODMn	
kloridi (Cl)		kloridi (Cl)	
sulfaatti (SO_4)		sulfaatti (SO_4)	
kokonaistyppi (N)		kokonaistyppi (N)	
nitriitti (NO_2)		nitriitti (NO_2)	
nitraatti (NO_3)		nitraatti (NO_3)	
ammonium (NH_4)		ammonium (NH_4)	
kokonaisfosfori (P)		kokonaisfosfori (P)	
fluoridi (F)		fluoridi (F)	
kokonaiskovuus		kokonaiskovuus	
alumiini (Al)		alumiini (Al)	
arseeni (As)		arseeni (As)	
kadmium (Cd)		kadmium (Cd)	
koboltti (Co)		kalium (K)	
kupari (Cu)		kalsium (Ca)	

mangaani (Mn) nikkeli (Ni) rauta (Fe) sinkki (Zn) uraani (U)		koboltti (Co) kupari (Cu) natrium (Na) magnesium (Mg) mangaani (Mn) nikkeli (Ni) rauta (Fe) sinkki (Zn) uraani (U)	

Näytteenoton yhteydessä suoritettavat kenttämittaukset tehdään heti tyhjennyksen alussa, sekä näytteenoton jälkeen. Näin saadaan tietoa putkessa seisseen veden mahdollisesta väkevöitymisestä esimerkiksi mustaliuskeisessa ympäristössä. Mittauksissa on huolehdittava antureiden kunnollisesta huuhtelemisesta mittausten välillä sekä mittarin kalibroinnista että huollosta säännöllisesti.

6.6 Biologinen tarkkailu maa-alueilla

Maa-alueilla tehtävän biologisen tarkkailun osa-alueet on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 6-24). Tarkemmin biologisen tarkkailun osia on käyty läpi seuraavissa kappaleissa. Biologinen tarkkailu maa-alueilla on toteutettu viimeksi kokonaisuudessaan vuonna 2018, ja lisäksi on tehty eri puolilla kaivospiiriä lisäselvityksiä liito-oravien osalta vuosina 2020, 2021 ja 2022 sekä lepakoiden osalta 2020 ja 2021.

Taulukko 6-24. Biologisen tarkkailun osa-alueet.

Biologinen tarkkailu maa-alueilla			
	Tarkkailuvuodet ja lisäselvitykset	**Seuraava tarkkailu**	**Tarkkailutaajuus**
Liito-orava	2008, 2009, 2010, 2013, 2018, 2020, 2021, 2022	2024, 2030…	6 vuoden välein
Lepakot	2008, 2010, 2013, 2018, 2020, 2021	2024, 2030…	6 vuoden välein
Kangasrouskut	2008, 2010, 2013, 2018, 2023	2023, 2026…	3 vuoden välein
Havunneulaset	2009, (2012), 2016, 2018, 2023	2023, 2026…	3 vuoden välein
Sammalet	2009, 2012, 2016, 2023	2023, 2023…	3 vuoden välein

Lisäksi tarkkailua voidaan tehdä uusilla alueilla ennen rakentamistoimien aloittamista.

6.6.1 Liito-orava

Liito-oravan esiintymisen perustilaa on selvitetty suunnitelluilla toiminta-alueilla laaja-alaisemmin vuosina 2005 ja 2011. Tuotannon aikaista liito-oravan esiintymistä on seurattu lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla sekä lajin kannalta potentiaalisilla elinalueilla vuosittain vuosina 2008–2010 sekä vuosina 2013 ja 2018. Viimeisimmät lisäselvitykset on tehty vuosina 2020, 2021 ja 2022 Kolmisopen hankkeen sekä KL1-läjitysalueen YVA- ja lupaprosesseihin liittyen.

Tarkkailuohjelman päivityksen yhteydessä v. 2022 ohjelmasta on poistettu seuranta-ala 3 (Rasvamäki), joka tulee jäämään saarretuksi teollisuusalueen toimintojen laajentuessa. Alueen hävittämiseen on haettu poikkeamislupaa v. 2022 (Sweco 2021a). Lisäksi tarkkailuohjelmasta on poistettu Sopenvaaralla sijaitsevat 3 kohdetta, joiden hävittämiseen on myös haettu poikkeamislupaa v. 2022 (Sweco 2021a), sekä

Nurminiemessä sijainnut yksi kohde, jonka hävittämiselle on ollut lupa vuodelta 2006 (päätökset KAI-2006-L-76-254 ja KAIELY/347/07.01/2010). Kyseiset 4 kohdetta eivät ole olleet säännöllisessä liito-oravatarkailussa mukana. Tarkkailu linjan Hakonen-Kuusilampi (Rahvaanmäki) pohjoispuoleisilla alueilla liito-oravatarkkailu oli tarkoitus aloittaa 1–2 vuotta aiemmin kuin kaivostoimintaan liittyvät rakennustyöt alueen pohjoisosassa alkavat. Sen jälkeen seuranta oli tarkoitus rytmittää muuhun liito-oravatarkkailuun sopivaksi. (Ramboll 2019)

Jatkossa liito-oravan esiintymistä seurataan esitetyillä lajin aiemmin havaituilla asutuilla ydinalueilla sekä lajin kannalta potentiaalisilla elinalueilla, joiden tiedot on koottu seuraavaan taulukkoon (Taulukko 6-25). Sijainnit on esitetty karttaliitteellä (liite 10). Ohjelman mukainen seuranta tehdään seuraavan kerran vuonna 2024, ja tämän jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2030, 2036...).

Seuranta toteutetaan ns. papanakartoitusmenetelmällä kesä-heinäkuun aikana. Seurannassa kiinnitetään huomiota paitsi merkkeihin lajin esiintymisestä, myös lajien kannalta tärkeisiin puustoyhteyksiin, metsiköiden puulajisuhteisiin ja puuston rakennepiirteisiin. Tulosten perusteella arvioidaan toiminnan vaikutuksia alueen liito-oravakantaan.

Mikäli tarkkailukohteen elinympäristön havaitaan hävinneen tai heikentyneen olennaisesti esimerkiksi hakkuun tai rakentamisen seurauksena, se voidaan poistaa seuraavien tarkkailujen seurantakohteista sopimalla siitä tarkkailua valvovan viranomaisen kanssa.

Taulukko 6-25. Liito-oravan seurannan tarkkailualueet ja sijaintitiedot. Koordinaatit ovat muodossa ETRS-TM35FIN.

Seuranta-ala	Alue	Koordinaatit, kuvion keskipiste		Huomiot
		N	E	
1	Hakomäki	7090910	553625	Puusto ennallaan, sekametsä, laji esiintyi alueella 2018.
2a	Raajamäki, itäpuoli	7096784	552728	Lajin ydinalue, puusto ennallaan, laji esiintyi alueella 2018. Ei havaintoja vuodelta 2021.
2b	Raajamäki, länsipuoli	7096708	552427	Lajin ydinalue. Kuusi-haapasekapuustoa. Laji esiintyi alueella v. 2018 ja 2021.
5	Taattola, Hakosen itäpuoli	7097304	554065	Lajin ydinalue. Puustoltaan ehjä kuvio. Laji esiintyy alueella. Vuonna 2018 lajia ei havaittu.
7	Mäkijärven koillisranta	7091546	550274	Lajin aiempi ydinalue, ehjä kuvio. Laji esiintyi kuviolla 2008, 2009, 2010. Vuonna 2013 ja 2018 lajia ei havaittu.
9	Savonmäki	7097363	553197	Lajin ydinalue. Metsäkuviota ennen 2013 kartoitusta hakattu 50%, mutta kuitenkin merkkejä lajin esiintymisestä 2013 ja 2018.
11	Sorkoaho	7091773	553772	Lajin ydinalue, puusto ennallaan. Laji esiintyi alueella 2018.
12	Kuusimäenkulju	7092516	553437	Potentiaalinen ydinalue, puusto ennallaan. Ei merkkejä lajin esiintymisestä v. 2013 eikä 2018. Havainto lajista v. 2020.

6.6.2 Lepakot

Alueen lepakkokannan tarkkailua on tehty vuosina 2008-2010, 2013, 2014 ja 2018. Viimeisimmät lisäselvitykset on tehty vuosina 2020 ja 2021 eri puolilla kaivospiiriä. Vuonna 2008 on perustettu kuusi havaintoalaa lepakoiden potentiaalisille esiintymis- ja lisääntymisalueille. Alkuperäisistä havaintoalueista yksi

(BAT6) on tuhoutunut aiemmin, ja ohjelman päivityksen yhteydessä v. 2022 havaintoaloista on poistettu kaksi seuranta-alaa (BAT2 ja BAT3), jotka tulevat häviämään Terrafamen toimintojen laajentuessa.

Ohjelmaan on v. 2022 päivityksen yhteydessä lisätty kaksi uutta seuranta-alaa (BAT7 ja BAT8). Lumijoen varren seuranta-ala (BAT7) on Kolmisopen YVA:n lepakkoselvityksen aktiivikartoituksessa tehtyjen lepakkohavaintojen perusteella rajattu luokan III lepakkoalue (Ramboll 2021a). Seuranta-ala BAT8 (Savonmäki) sijoittuu Iso-Savonjärven kaakkoispuolen luonnonsuojelualueelle, joka on arvioitu todennäköisesti lepakoille sopivaksi elinympäristöksi.

Lepakkokannan tarkkailua jatketaan seuraavan taulukon (Taulukko 6-26Taulukko 6-26) mukaisilla seuranta-aloilla. Seuranta-alojen sijainti on esitetty karttaliitteellä (liite 10).

Tarkkailu tapahtuu äänenmadaltimen eli lepakkodetektorin avulla, ja kartoitus tehdään aktiivikartoituksena, eli havaintoalueet kierretään lepakkoselvitykseen sopivissa olosuhteissa kävellen 15.5.-5.6. välisenä aikana. Kartoitus toteutetaan seuraavan kerran vuonna 2024 ja sen jälkeen kuuden vuoden välein (v. 2030, 2036...).

Havainnointi tehdään mahdollisuuksien mukaan lajitasolla (siippojen osalta sukutasolla) ja lepakkohavainnot tallennetaan paikkatietona. Maastohavainnoinnin perusteella arvioidaan selvitysalueilla havaitun lajiston yksilömäärä ja verrataan tuloksia aiempien seurantojen tuloksiin. Havainnoinnin yhteydessä kiinnitetään erityistä huomiota elinympäristön tilaan ja siinä tapahtuneisiin muutoksiin, ja raportissa arvioidaan niiden vaikutusta havaintoalueiden lepakkokantoihin. Tarkkailu ei sisällä päiväpiilojen eikä lisääntymis- ja levähdyspaikkojen kartoitusta.

Taulukko 6-26. Lepakkotarkkailun havaintoalat. Koordinaatit ovat muodossa ETRS-TM35FIN.

Seuranta-ala	Havaintopaikka	Koordinaatit, kuvion keskipiste	
		N	E
BAT1	Kolmisoppi, itä	7101453	552464
BAT4	Hakonen	7097820	553100
BAT5	Rahvaanmäki	7096865	551318
BAT7	Lumijoen varsi	7091331	546905
BAT8	Savonmäki	7091003	553528

6.6.3 Kangasrouskun metallipitoisuudet

Metsäsienet eivät ole varsinaisia bioindikaattoreita. Niitä kuitenkin käytetään usein bioindikaattoritutkimuksissa ja ympäristönseurannassa. Vertailuaineiston lisäksi sienten ja muiden keruutuotteiden alkuainepitoisuuksia tutkimalla saadaan tietoa esimerkiksi ihmisten mahdollisesta altistumisesta raskasmetalleille. Valtaosa sienistä on maanalaista sienirihmastoa. Sienirihmastot voivat levittäytyä varsin laajalle ja sieniin voi kerääntyä myös alkuaineita, joiden pitoisuus maaperässä on matala (Pelkonen ym 2008).

Kangasrouskun raskasmetallipitoisuuksia on seurattu kymmenellä koealalla vuosina 2008, 2010, 2013 ja 2018. Vuodesta 2023 alkaen kangasrouskun raskasmetallipitoisuuksia seurataan kolmen vuoden välein (v. 2023, 2026, ... jne). Näytealojen tulee sijaita vähintään 50 m etäisyydellä lähimmästä tiestä tai muusta mahdollisesta kontaminaatiolähteestä. Havaintoalojen sijainti on esitetty kartalla liitteessä (liite 11) ja taulukossa (Taulukko 6-27). Havaintoalat 1-5 tulevat jäämään joko tulevien tai suunniteltujen tuotantoalueiden alle tai niiden välittömään läheisyyteen. Kyseiset havaintoalat siirretään korvaaviin paikkoihin (1B-5B). Vuonna 2023 tarkkailu toteutetaan siten, että näytteet otetaan mahdollisuuksien mukaan sekä olemassaolevilta havaintoaloilta (1-10) että korvaavilta havaintoaloilta (1B-5B).

Näytteenotossa sovelletaan standardia SFS 5671 ”Ilmansuojelu. Bioindikaatio. Sammalten kemiallinen analyysi. Näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen”. Kokoomanäytteeksi valitaan 9-15 eri-ikäistä kangasrouskun (*Lactarius rufus*) itiöemää mahdollisuuksien mukaan tasaisesti eri puolilta noin 50 m x 50 m kokoista havaintoaluetta. Sienet kerätään puuston aukkopaikoista kestävään ja tiiviisti suljettavaan pakastepussiin kertakäyttöhanskoja käyttäen. Roskat ja jalan multainen osa poistetaan sienistä keruun yhteydessä. Muu osa jalasta ja lakista otetaan näytteeseen. Jalan multaisen osan poistossa tulee huolehtia, ettei samalla hansikoidulla kädellä käsitellä jalan multaista osaa ja sienen näytteeksi tulevaa osaa. Kertakäyttöhanskat vaihdetaan puhtaisiin jokaisen kokoomanäytteen poiminnan välillä. Ohjeellinen näytemäärä on noin 1,25 l. Näytteet säilytetään pakastettuna näytteiden analysointiin saakka. Näytteenotto toteutetaan hyvissä ajoin ennen ensimmäisiä yöpakkasia, 15.8.–30.9. välisenä aikana.

Taulukko 6-27. Kangasrouskualojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Havaintoala	Koordinaatit		Huomiot
	N	E	
SIENI 1*	7099560	553027	Jää suunniteltujen tuotantoalueiden alle (Kolmisopen ympäristölupalupahakemus)
SIENI 1B	7101288	553807	Korvaava ala
SIENI 2*	7098343	549908	Jää sekundääriliuotusalueen lohkojen 5-8 alle
SIENI 2B	7100992	548879	Korvaava ala
SIENI 3	7097823	551902	Jää suunniteltujen tuotantoalueiden keskelle (Kolmisopen ympäristölupahakemus)
SIENI 3B	7096837	552608	Korvaava ala
SIENI 4*	7096569	549675	Jää sekundääriliuotusalueen lohkojen 5-8 tai niitä ympäröivien tukitoimintojen alle.
SIENI 4B	7097802	548456	Korvaava ala
SIENI 5*	7093920	551796	Jää suunnitellun sivukiven läjitysalueen KL1 alle (KL1:n ympäristölupahakemus)
SIENI 5B	7097042	555524	Korvaava ala
SIENI 6	7094018	547460	
SIENI 7	7090928	550898	
SIENI 8	7092488	553283	
SIENI 9	7088917	549075	
SIENI 10	7102720	546687	

*) havaintoala häviää tulevien toimintojen rakentamisen yhteydessä, tai jää hyvin lähelle laajennusalueita. V. 2023 näytteet otetaan sekä olemassaolevilla havaintoaloilta (1-10) että korvaavilta havaintoaloilta (1B-5B).

Kiinteät näytteet kuivataan vakiopainoon, homogenisoidaan ja hajotetaan typpihapolla mikroaaltoavusteisella märkäpoltolla suljetuissa teflon – astioissa EPA 3051A ohjeiston mukaisissa olosuhteissa. Alkuainepitoisuudet määritetään happoliuoksesta ICP-emissiospektrometrilla (ICP-OES, SFS-EN ISO 11885) ja/tai ICP-massaspektrometrilla (ICP-MS, SFS-EN ISO 17294) riippuen määritettävistä alkuaineista ja tarvittavista

määritysrajoista. Näytteistä määritetään nikkelin (Ni), kuparin (Cu), koboltin (Co), sinkin (Zn), kadmiumin (Cd) ja uraanin (U) pitoisuudet.

6.6.4 Havunneulasten kuntoarvio ja raskasmetallipitoisuudet

Männynneulasten (*Pinus sylvestris*) raskasmetallipitoisuuksia on seurattu kymmenellä koealalla vuodesta 2009 alkaen osana edellisen toiminnanharjoittajan ilmanlaadun bioindikaattoritutkimuksia (Pöyry Finland Oy 2010). Edelliset havunneulasten tutkimukset on tehty vuonna 2018. Vuodesta 2023 alkaen havunneulasten seuranta toteutetaan kolmen vuoden välein (v. 2023, 2026, ... jne). Tutkimusalueelle sijoittuvat havaintoalueet on esitetty kartalla liitteessä (liite 11) ja taulukossa (Taulukko 6-28). Havaintoalat 2, 3, 6 ja 8 tulevat jäämään joko tulevien tai suunniteltujen tuotantoalueiden alle tai niiden välittömään läheisyyteen. Kyseiset havaintoalat siirretään korvaaviin paikkoihin. Vuonna 2023 tarkkailu toteutetaan siten, että näytteet otetaan mahdollisuuksien mukaan sekä olemassaolevilta havaintoaloilta (1-10) että korvaavilta havaintoaloilta (1B-5B).

Taulukko 6-28. Havunneulasalojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Havaintoala	Koordinaatit		Huomiot
	N	E	
Havu 1	7102965	552105	
Havu 2*	7101666	550376	Jää suunniteltujen tuotantoalueiden keskelle (Kolmisopen ympäristölupahakemus)
Havu 2b	7101921	550806	Korvaava ala
Havu 3*	7099413	550538	Jää suunniteltujen tuotantoalueiden alle (Kolmisopen ympäristölupahakemus)
Havu 3b	7100992	548879	Korvaava ala
Havu 4	7097854	553488	
Havu 5	7097042	555524	
Havu 6*	7096755	549742	Jää sekundääriliuotusalueen lohkojen 5-8 alle
Havu 6B	7097802	548456	Korvaava ala
Havu 7	7096362	545721	
Havu 8*	7093911	551833	Jää suunnitellun sivukiven läjitysalueen KL1 alle (KL1:n ympäristölupahakemus)
Havu 8B	7092614	553516	Korvaava ala
Havu 9	7093819	546797	
Havu 10	7089643	554676	

*) havaintoala häviää tulevien toimintojen rakentamisen yhteydessä, tai jää hyvin lähelle tuotantoalueita. V. 2023 näytteet otetaan sekä olemassaolevilla havaintoaloilta (1-10) että korvaavilta havaintoaloilta.

Näytteet otetaan tutkimusalueelle sijoittuvilta havaintoalueilta standardin SFS 5669 mukaisesti. Näytepuiksi valitaan mäntyjä (*Pinus sylvestris*) ja näytteitä otetaan jokaiselta havaintoalueelta viidestä eri

puusta pitkävartisilla oksasaksilla. Jokaisesta puusta otetaan kolme oksaa elävän latvuksen keskikolmanneksesta eri puolilta puuta. Näytepuiden tulee olla iältään 30-80 vuotta. Näytepuiden lukumäärän tulee olla sama kaikilla havaintoalueilla. Havaintoalueiden tulisi sijaita samalla metsätyypillä. Näytteet kerätään mahdollisimman lyhyenä ja sään puolesta samanlaisena, sateettomana ajanjaksona kasvukauden päätyttyä joulu-huhtikuussa. Katkaistut oksat laitetaan avonaisiin muovipusseihin ja kuljetetaan mahdollisimman pian laboratorioon ja säilytetään ennen esikäsittelyä kylmiössä. Näyteoksat esikäsitellään tai pakastetaan kolmen vuorokauden kuluessa näytteiden keruusta. Mikäli näyteoksat pakastetaan ennen esikäsittelyä, on eri ikäiset neulaset erotettava toisistaan ennen pakastamista. Neulasten irrottamisessa käytetään kertakäyttökäsineitä ja ne vaihdetaan aina, kun siirrytään kokoomanäytteestä toiseen (eli havaintoalueen tai vuosiluokan vaihtuessa).

Muutoin ennen analyysejä viimeisen ja viimeistä edellisen kasvukauden vuosikasvaimet erotetaan ja kuivataan erikseen paperipusseissa vakiopainoon. Kuivat neulaset erotetaan oksasta kertakäyttökäsineitä käyttäen ja muodostetaan kokoomanäyte punnitsemalla sama määrä neulasia jokaisesta havaintoalueen näytepuusta molemmista tutkittavista vuosiluokista. Saatu kokoomanäyte homogenisoidaan massaksi, jonka raekoko on noin 0,2 mm. Näytteeseen ei oteta ruskeita kuolleita neulasia. Muuta käsittelyä, esim. näytteiden pesua ei saa suorittaa.

Neulaskatoa arvioidaan näyteoksien viimeisessä vuosikasvussa jäljellä olleiden neulasten perusteella. Samalla arvioidaan keltapäisten neulasten sekä neulasten ilmarakovaurioiden prosentuaaliset osuudet. Arviointi suoritetaan luokitellusti soveltaen Hyvärisen ym. (1993) luokitteluperusteita, jotka on koottu taulukkoon (Taulukko 6-29). Lisäksi oksanäytteistä mitataan viimeisen vuosikasvun pituus.

Taulukko 6-29. Neulasvaurioiden ja neulaskadon arvioinnissa käytetty luokittelu.

Neulasvaurioiden ja neulaskadon arvioinnissa käytetty luokittelu	
Luokka	**Kuvaus**
0	Ei havaittavia muutoksia
1	< 10 % neulasissa näkyviä muutoksia / neulasista hävinnyt 1.:stä vuosikasvaimesta
2	10-50 % neulasista näkyviä muutoksia / neulasista hävinnyt 1.:stä vuosikasvaimesta
3	yli 50 % neulasissa näkyviä muutoksia / neulasista hävinnyt 1.:stä vuosikasvaimesta

Kiinteät näytteet kuivataan vakiopainoon, homogenisoidaan ja hajotetaan typpihapolla mikroaaltoavusteisella märkäpoltolla suljetuissa teflon – astioissa EPA 3051A ohjeiston mukaisissa olosuhteissa. Alkuainepitoisuudet määritetään happoliuoksesta ICP-emissiospektrometrilla (ICP-OES, SFS-EN ISO 11885) ja/tai ICP-massaspektrometrilla (ICP-MS, SFS-EN ISO 17294) riippuen määritettävistä alkuaineista ja tarvittavista määritysrajoista. Näytteistä analysoidaan nikkelin (Ni), kuparin (Cu), koboltin (Co), sinkin (Zn), kadmiumin (Cd), uraanin (U) ja rikin (S) pitoisuudet. Tulokset ilmoitetaan kuiva-ainetta kohden.

6.6.5 Sammalten metallipitoisuudet

Sammalet ovat merkittävä osa pohjoisten ekosysteemien pohjakasvillisuutta. Yhtenäinen, tiheä sammalpeite pidättää ilman epäpuhtauksista muodostuvan laskeuman tehokkaasti. Sammalet ovat rakenteeltaan yksinkertaisia, ja ne ottavat ravinteet pääasiassa ilman kuiva- ja märkälaskeumasta koko sekovarren pinnan kautta. Juuriston ja suojaavan pintakerroksen eli kutikulan puuttumisen johdosta ilman epäpuhtaudet kulkeutuvat sammaleeseen putkilokasveja tehokkaammin.

Terrafamen toiminta-alueella on tehty sammalten bioindikaattoritutkimus vuonna 2009 (Pöyry Environment Oy 2009). Sammalten alkuainepitoisuuksia on tutkittu myös vuosina 2012 ja 2016 kaivoksen laajennuksen YVA-menettelyyn liittyen.

Voimassa oleva ympäristölupa velvoittaa sammalten raskasmetallipitoisuuksien seurantaan, mikäli alueella ei enää toteuteta valtakunnallista sammalten raskasmetalliseurantaa. Valtakunnallista sammalten raskasmetalliseurantaa on tehty vuodesta 1985 lähtien viiden vuoden välein siten, että viimeiset tulokset on julkaistu vuodelta 2010. Valtakunnan metsien 13. inventointi toteutetaan vuosina 2019–2023 ja osana sitä sammalista on otettu näytteitä, joiden tulokset antavat vertailukohdan nykyisestä raskasmetallikuormituksesta eri puolella Suomea. Valtakunnallisia seurantatuloksia voidaan käyttää tämän seurannan tulosten vertailuaineistona.

Sammalten raskasmetallipitoisuuksien seurantaa varten perustetaan 13 havaintoalaa seuraavan taulukon (Taulukko 6-30) mukaisesti, vuonna 2009 toteutetun bioindikaattoritutkimuksen havaintoalaverkostoa hyödyntäen. Havaintoalojen sijainti on esitetty karttaliitteellä (liite 11). Osaa tarkkailupisteistä joudutaan siirtämään tuotantoalueen laajentuessa. Vuodesta 2023 alkaen sammalten metallipitoisuuksien seuranta toteutetaan kolmen vuoden välein (v. 2023, 2026, ... jne). Vuonna 2023 tarkkailu toteutetaan siten, että näytteet otetaan mahdollisuuksien mukaan sekä olemassaolevilta havaintoaloilta että korvaavilta havaintoaloilta.

Taulukko 6-30. Sammalten raskasmetallipitoisuuksien seuranta-alat ja koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Havaintoala	Koordinaatit, alan keskipiste		Huomiot
	N	E	
Sammal 1	7102965	552104	
Sammal 2*	7101666	550375	Jää suunniteltujen tuotantoalueiden keskelle (Kolmisopen ympäristölupahakemus)
Sammal 2B	7101921	550806	korvaava ala
Sammal 3*	7099413	550537	Jää suunniteltujen tuotantoalueiden alle (Kolmisopen ympäristölupahakemus)
Sammal 3B	7100992	548879	Korvaava ala
Sammal 4	7097854	553487	
Sammal 5	7097042	555523	
Sammal 6*	7096755	549741	Jää sekundääriliuotusalueen lohkojen 5-8 alle
Sammal 6B	7097802	548456	Korvaava ala
Sammal 7	7096362	545721	
Sammal 8*	7094471	551926	Sijaitsee nykyisen tien piennaralueella
Sammal 8B	7094431	552251	Korvaava ala
Sammal 9	7093819	546797	Sijaintia siirretty olemassa olevan toiminnon vuoksi alkuperäisestä, jonka koordinaatit 7093689-547155
Sammal 10	7089643	554675	
Sammal 12	7102744	546574	
Sammal 16	7088830	549258	
Sammal 18	7092412	553133	

*) havaintoala häviää tulevien toimintojen rakentamisen yhteydessä, tai jää hyvin lähelle laajennusalueita. V. 2023 näytteet otetaan sekä olemassaolevilla havaintoaloilta (1-10) että korvaavilta havaintoaloilta.

Näytteenotto toteutetaan standardin SFS 5671 mukaisesti. Jokaiselta havaintoalueelta kerätään näytteeksi ainoastaan seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*). Havaintoalueen koko on n. 50 m x 50 m. Havaintoalueiden tulee olla ympäristöolosuhteiltaan keskenään vertailukelpoiset. Sammalet kerätään metsän aukkopaikoista, mieluiten puhtaasta sammalkasvustosta tippuvesivyöhykkeen ulkopuolelta. Varttuneessa metsässä tämä tarkoittaa, että yhtään näytettä ei kerätä 5 m lähempää puuta. Pensaikoissa ja nuoressa taimikossa 2 m etäisyys on riittävä. Myös aluskasvillisuuden suojavaikutusta on vältettävä.

Näytteet kerätään kesä-heinäkuussa ennen sammalten kasvuvaihetta. Havaintoalueen kokoomanäyte kerätään vähintään viidestä osanäytteestä. Osanäytteen näytemäärä on runsas kourallinen, kokoomanäytteen n. 2 l. Osanäytteet otetaan harkinnanvaraisesti eri puolilta havaintoaluetta suojakäsineitä apuna käyttäen. Jokaisen kokoomanäytteen keruun välillä suojakäsineet vaihdetaan. Näytteitä ei saa kerätä kiveltä, kallion reunasta tai tiheän kasvillisuuden suojasta. Keräyksen yhteydessä näytteiden keräyspisteet merkitään GPS-tallentimella.

Osanäytteitä kerättäessä niiden mukana mahdollisesti tuleva karike tai pintamulta ravistellaan pois ja osanäytteet sijoitetaan rinnakkain (ei päällekkäin) samaan paperipussiin. Sateella käytetään maastossa muovipussia, muutoin paperipussia. Pussit on suljettava ja merkittävä huolellisesti. Näytteitä ei saa kääntää kuljetuksen tai muun työvaiheen aikana ylösalaisin, koska sammaliin mahdollisesti jääneessä pintamaassa on korkeampia pitoisuuksia tutkittavia alkuaineita ja yhdisteitä kuin sammaleessa.

Kiinteät näytteet kuivataan vakiopainoon, homogenisoidaan ja hajotetaan typpihapolla mikroaaltoavusteisella märkäpoltolla suljetuissa teflon-astioissa EPA 3051A ohjeiston mukaisissa olosuhteissa. Alkuainepitoisuudet määritetään happoliuoksesta ICP-emissiospektrometrilla (ICP-OES, SFS-EN ISO 11885) ja/tai ICP-massaspektrometrilla (ICP-MS, SFS-EN ISO 17294) riippuen määritettävistä alkuaineista ja tarvittavista määritysrajoista. Näytteistä analysoidaan nikkelin (Ni), kuparin (Cu), koboltin (Co), sinkin (Zn), kadmiumin (Cd), uraanin (U) ja rikin (S) pitoisuudet. Tulokset ilmoitetaan kuiva-ainetta kohden.

6.7 Ilmanlaatu

Ilmanlaatutarkkailun osa-alueet on esitetty taulukossa (Taulukko 6-31) ja tarkemmin alla olevissa kappaleissa.

Taulukko 6-31. Ilmanlaatutarkkailun osa-alueet.

Ilmanlaatu				
	Tarkkailuvuodet	**Seuraava tarkkailu**	**Tarkkailutaajuus**	**Tarkkailujakso**
Pölylaskeuma	Jatkuvaa	Jatkuvaa	Jatkuvaa	Kuukausi
Leijuma, tehdasalue	Talvi 2008-2009, talvi 2015-2016, 2021-2022	2027-2028	6 vuoden välein	12 kuukautta
Leijuma, ympäristö	Talvi 2008-2009, talvi 2015-2016, 2021-2022	Jatkuvaa	Jatkuvaa	Kuukausi

6.7.1 Pölylaskeuma

Pölylaskeumaa tarkkaillaan sekä Terrafamen tuotantoalueella että kaivospiirin ulkopuolella asutuksen läheisyydessä. Pölylaskeuman tarkkailussa sovelletaan standardia SFS 3865. Kyseinen standardi on kumottu

v. 2009, mutta sitä korvaavat uudemmat standardit eivät ole täysin samansisältöisiä kuin standardi SFS 3865. Tarkkailua jatketaan samoin menetelmin kuin aiemmin tulosten vertailukelpoisuuden vuoksi.

Laskeuman keräysaika on 30 vrk, eli keräimet vaihdetaan 30 ± 2 vrk välein. Keräyslaitteistona ja keräysastioina käytetään standardin SFS 3865 mukaisia tai niitä vastaavia laitteistoja ja astioita. Jokaiselle tarkkailukohteelle asennetaan 2 keräintä. Mikäli toinen keräimistä todetaan keräysastioiden vaihdon yhteydessä epäluotettavaksi, esim. roskaantumisen takia, tehdään määritykset vain toisesta keräimestä. Muutoin keräinten sisällöt yhdistetään ennen määritysten tekemistä. Pölylaskeuman tarkkailu on jatkuvaa.

Pölylaskeuman tarkkailukohteet on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 6-33) sekä kartalla liitteessä (liite 12). Tarkkailuohjelman päivityksessä v. 2022 tarkkailukohteisiin on tehty joitain muutoksia. Tarkkailupisteitä Pöly05, Pöly09 ja Pöly15 on siirretty alkuperäisestä sijainnistaan edustavampaan paikkaan. Uudet sijainnit on merkitty taulukkoon ja karttaliitteeseen b-kirjaimella. Tarkkailuohjelmaan on tuotu Terrafamen velvoitetarkkailun ulkopuolisesta tarkkailusta piste Pöly18. Lisäksi ohjelmaan on lisätty uudet pisteet Pöly22, Pöly23, Pöly24, Pöly25 ja Pöly26. Tarkkailupisteet Pöly19 ja Pöly20 ovat osa sivukivialueen KL2 tarkkailua, ja ne siirtyvät sivukivitäytön etenemisen mukaisesti kulloinkin käytössä olevan lohkon itäpuolelle. Keräimiä on siirretty pohjoisemmaksi marraskuussa 2022. Karttaliitteellä ja taulukossa on esitetty vuoden 2022 siirron jälkeinen sijainti. Vastaavasti pisteet Pöly25 ja Pöly26 perustetaan sivukiven KL1 läjitysalueen vaikutustarkkailua varten, ja niitä siirretään läjityksen edetessä ELY-keskuksen hyväksymiin uusiin paikkoihin siten, että tarkkailu kuvaa mahdollisimman hyvin toiminnasta aiheutuvaa pölyämistä. Uusien tarkkailupisteiden Pöly05b, Pöly09b ja Pöly15b sekä Pöly22-26 perustaminen toteutetaan alkutalven 2023 – kevään 2024 aikana mahdollisuuksien mukaan, vallitsevien sääolosuhteiden puitteissa. Siirtyvien tai uusien tarkkailupisteiden tarkat sijainnit (taulukko 6-33) voivat hieman muuttua asennusvaiheessa.

Näytteistä määritetään alla olevassa taulukossa esitetyt analyysit (Taulukko 6-32). 4 krt/v tehtävät määritykset tehdään maalis-, kesä-, syys- ja joulukuun näytteistä. Kokonaislaskeuma lasketaan standardia SFS 3865 soveltaen. Nykyisen käytännön mukaan metallipitoisuudet määritetään siivilöidyistä näytteistä kokonaispitoisuuksina (märkäpoltto) ja epäorgaaninen ja orgaaninen aines määritetään suodatusjäännöksestä. Raportoinnissa otetaan huomioon tuulen suunta ja tuotantotiedot.

Taulukko 6-32. Pölylaskeumanäytteistä tehtävät analyysit.

Pölylaskeumanäytteiden analyysit	
Kuukausittain	**4 kertaa vuodessa lisäksi**
sähkönjohtavuus pH kiintoaine kiintoaineen hehkutushäviö kiintoaineen hehkutusjäännös Ni, U* S	Cu, Co, Zn, Fe, U

*Tarkkailupisteiltä Pöly01, Pöly02 ja Pöly10 tehdään uraanianalyysi kuukausittain osana uraanin talteenottolaitoksen tarkkailua.

Taulukko 6-33. Pölylaskeuman tarkkailukohteet ja koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Tunnus	Koordinaatit		Alue	Kohde
	N	E		
Pöly01	7095518	549424	Tehdasalue	Kaivospiiri
Pöly02	7093843	546752	Pappila	Ympäristö
Pöly03	7093629	554934	Pirttimäki	Ympäristö
Pöly05b	7102349	551103	Honkapirtti	Asuinkiinteistö, tausta-asema
Pöly06	7097774	553142	Myllyniemi	Asuinkiinteistö
Pöly07	7098927	553483	Sorsala	Asuinkiinteistö
Pöly08	7093074	542101	Lahnasjärven metsästysmaja	Ympäristö
Pöly09b	7102761	554205	Tuhkakylän koulun ympäristö	Ympäristö
Pöly10	7095530	547893	Kipsisakka-altaan koillispuoli	Kaivospiiri
Pöly12	7094034	550649	1. vaiheen liuotusalueen itä-koillispuoli	Kaivospiiri
Pöly14	7096356	552812	Kuusilammen louhoksen koillispuoli	Kaivospiiri
Pöly15b	7090424	544325	Kivijärven pohjoispuoli	Ympäristö
Pöly16	7099106	549217	Kalliojärvi	Ympäristö
Pöly18	7100568	553939	Raatelampi	Ympäristö
Pöly19b*	7096985	555865	Naurismäki, Sivukiven läjitysalueen KL2 itä-puoli, liikkuva piste	Ympäristö
Pöly20b*	7096381	556093	Sivukiven läjitysalueen KL2 itäpuoli, liikkuva piste	Ympäristö
Pöly21	7091029	553783	Savonmäki, Iso Savonjärven kaakkoispuoli. Sivukiven läjitysalueen KL1 vaikutus	Ympäristö
Pöly22	7101344	551089	Nurminiemi, Kolmisopen pohjoispuolella	Kaivospiiri
Pöly23	7091712	547958	Kortelammen ja Ylä-Lumijärven alue	Kaivospiiri
Pöly24	7097605	553861	Hakosen itäranta	Ympäristö
Pöly25**	7092791	552471	Sivukiven läjitysalueen KL1 ympäristö, liik-kuva piste	Kaivospiiri
Pöly26**	7092333	553257	Sivukiven läjitysalueen KL1 ympäristö, liik-kuva piste	Kaivospiiri

* KL2-läjitysalueen liikkuvat pisteet, sijainnit marraskuun 2022 alusta alkaen
** KL1-läjitysalueen liikkuvat pisteet, suunnitellut sijainnit marraskuussa 2023.

6.7.2 Leijuma

Ympäristöluvan mukaisesti ulkoilman hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuutta ilmassa tarkkaillaan jatkuvatoimisesti Hakosen itäpuolelle perustettavalla uudella mittauspisteellä. Uusi mittauspiste tulee korvaamaan aiemmin Myllyniemessä Hakosen lännen puoleisella rannalla sijainneen mittauspisteen, jossa on tehty kampanjaluonteisia mittauksia. Uusi jatkuvatoiminen mittauspiste otetaan käyttöön viimeistään 2.5.2023.

Lisäksi ulkoilman hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuksia mitataan kampanjaluonteisesti kuuden vuoden välein jatkuvatoimisilla analysaattoreilla 12 kuukauden jaksona Terrafamen tuotantoalueella esim. metallien talteenottolaitoksen, kaivoskonttorin tai toimistorakennuksen pihalla.

Sekä jatkuvatoimisen että kampanjaluonteisen mittausaseman hengitettävien hiukkasten vuorokausinäytteistä analysoidaan lisäksi metallipitoisuudet (As, Cd, Ni, Cr, Pb, Zn, Al, Co, Cu, Fe, Mn ja V). Vuorokausinäytteet kerätään kuuden päivän välein. Jatkuvatoimisen mittausaseman vuorokausinäytteistä arseeni- ja metallimääritykset tehdään säännöllisesti vähintään kuukausittain.

Mittausasemien sijainnit on esitetty karttaliitteessä (liite 12). Paikat valitaan ottaen huomioon ilmanlaatuasetuksessa (79/2017) mainitut mittauspaikkojen sijoittamista ja väestön altistumista koskevat kriteerit. Ko. asetuksen liitteen 3 mukaan mittauslaitteen näytteenottimen lähellä ei saisi olla ilmavirtaa rajoittavia esteitä. Mittauslaitteisto sijoitetaan vähintään muutaman metrin päähän rakennuksista, puista ja muista esteistä. Näytteenottokohta sijoitetaan vähintään 1,5 m korkeudelle maanpinnasta ottaen huomioon mahdollinen lumen kertyminen, mikäli mittausjakso ajoittuu talveen. Näytteenotinta ei tule sijoittaa päästölähteiden välittömään läheisyyteen. Näytteenottimen poistoaukko olisi sijoitettava niin, että poistoilma ei pääse näytteenottimeen. Lisäksi mittausasemien sijoittamisessa pyritään minimoimaan mahdollisen piha-alueiden pölyämisen vaikutus. Mittausasemien sijainti dokumentoidaan kirjallisena kuvauksena (sis. gps-koordinaatit) sekä valokuvaamalla. Kertaluonteisia mittauksia ja mittausjaksoja koskevat mittaussuunnitelmat on toimitettava viimeistään kuukautta ennen mittausten aloittamista Kainuun ELY-keskukselle.

Tuloksia verrataan voimassa oleviin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskeviin raja-arvoihin (Valtioneuvoston asetus 79/2017) ja hengitettävien hiukkasten pitoisuutta koskevaan ohjearvoon (valtioneuvoston asetus 480/1996). Pitoisuuksien tarkkailussa käytetään vastaavanlaisia, ilmanlaatuasetuksen mukaisia mittausmenetelmiä kuin vuosina 2015-2016 tehdyssä tutkimuksessa. Leijuvien hiukkasten arseeni-, kadmium- ja nikkelipitoisuus määritetään siten, että tuloksia voidaan verrata valtioneuvoston asetuksessa (164/2007) annettuihin tavoitearvoihin.

Ensimmäisen kerran leijumamittaukset on tehty talvella 2008–2009. Malmintuotanto käynnistyi uudelleen syksyllä 2015, joten leijumamittaus aloitettiin talvella 2015 ja sitä jatkettiin kesään 2016. Edellisen ohjelman mukaan leijumamittaus oli ohjelmassa jälleen v. 2021–2022. Kyseinen mittaus on tarkkailusuunnitelman laatimishetkellä käynnissä tehdasalueen ja Myllyniemen tarkkailupisteissä, ja tulokset raportoidaan keväällä 2023.

6.8 Melu

6.8.1 Ympäristömelun tarkkailu

Ympäristömelun tarkkailusuunnitelma sisältää ne tarkkailukohteet, jotka ovat alttiina tuotantoalueen toiminnasta aiheutuvan melun välittömälle vaikutukselle tuotantoalueen ulkopuolella. Lisäksi annetaan ohjeet tarkkailun teknisille mittausvaatimuksille.

Terrafamen tuotantoalueen ympäristömelun tarkkailukohteet, joissa melumittaukset suoritetaan, sijoittuvat karttaliitteen (liite 12) mukaisille mittauspisteille. Taulukossa (Taulukko 6-34) on esitetty mittauspisteet, tarkkailuajankohdat ja mittauspisteissä vallitsevat ohjearvot.

Taulukko 6-34. Ympäristömelun tarkkailupisteet

Paikka	**Kohde**	**Kohde**	**Tarkkailuvuodet**	**Tarkkailutaajuus**	**Vallitseva ohjearvo Päivä / Yö dB (L_{Aeq})**
Melu 1	Taattola	Rakennettu kiinteistö	2008-2012, 2015, 2018, 2021	Vuodesta 2023 alkaen vuosittain	55 dB(A) / 50 dB(A)
Melu 2	Myllyniemi	Rakennettu kiinteistö	2008-2012, 2015, 2018, 2021	Vuodesta 2023 alkaen vuosittain	55 dB(A) / 50 dB(A)
Melu 3	Sorsala	Rakennettu kiinteistö	2008-2012, 2015, 2018, 2021	Vuodesta 2023 alkaen vuosittain	55 dB(A) / 50 dB(A)
Melu 4	Kolmisoppijärven pohjoispuolella sijaitseva kiinteistö	Rakennettu kiinteistö		Vuodesta 2023 alkaen vuosittain	55 dB(A) / 50 dB(A)
Melu 5	Iso-Savonjärvi	Rakennettu kiinteistö, ei käytössä	2021	Vuodesta 2023 alkaen vuosittain	55 dB(A) / 50 dB(A)

*Tarkkailupiste hakkuuaukealla Hakosen idänpuoleisen rannan läheisyydessä (Terrafamen omistama kiinteistö 765-402-42-32)

Ympäristömelua on mitattu tarkkailusuunnitelman mukaan vuosina 2008–2012 vuosittain (Kalliojärvellä 2008-2010) suoralla mittauksella häiriintyvien kohteiden piha-alueilla päivä- ja yöaikaan (klo 07–22 ja 22–07). Vuoden 2021 mittauksiin lisättiin Iso-Savonjärven mittauspiste. Vuodesta 2023 alkaen mittaukset tehdään vuosittain taajuuskaistoittain.

Lisäksi yhdessä kohteessa (Taattola) mitattiin vuonna 2015 pitkänajan melumittaus (vähintään 2 viikkoa). Kyseinen mittaus toistettiin mittauspisteissä Taattola ja Myllyniemi vuonna 2021.

Ympäristömelumittaukset tullaan tekemään vuosittain. Taattolassa on aloitettu lisäksi jatkuvatoiminen melumittaus vuonna 2022 erikseen ELY-keskukselle toimitetun melumittaussuunnitelman mukaisesti (Melumittaussuunnitelma, Forcit consulting Oy) .

Mittausohjeena käytetään seuraavia ohjeistuksia ja standardeja:

Yleinen ohje: Ympäristömelun mittaaminen, Ympäristöministeriön ohje 1/1995 sekä ISO 1996 -1, -2 ja -3.

Impulssimaisen melun todentaminen: Nordtest NT ACOU 112.

Koska osa häiriintyvistä kohteista sijaitsee yleisen maantien vieressä, melun tarkkailussa on otettava mittauksin tai laskennallisesti huomioon muun kuin toiminnan aiheuttaman taustamelun osuus kokonaismelusta. Taustamelukorjaus on tehtävä LAeq-arvoon toiminnan osamelun arvioimiseksi Ympäristöministeriön melumittausohjeen (ohje 1/1995) mukaisesti (pätee myös standardi ISO 1996 -1, -2 ja -3).

6.8.2 Melupäästöt

Vuosittain mitataan melupäästöt taajuuskaistoittain kaikista toiminta-alueen keskeisistä melupäästölähteistä. Mittaukset suoritetaan Nordtest Method NT ACOU 080 menetelmän mukaisesti.

Vuosittaiset melupäästömittaukset suunnitellaan toiminnanmuutoksiin ja aiempiin mittauksiin perustuen ja niistä tehdään vuosittain mittaussuunnitelma, joka hyväksytetään valvovalla viranomaisella.

6.9 Tärinä

Ympäristöön leviävää tärinää syntyy mm. kallion louhinnasta ja liikenteestä. Tärinän voimakkuus riippuu ensisijaisesti louhinnassa kerralla käytettävän räjähdysaineen määrästä. Liikenteen aiheuttaman tärinän voimakkuus riippuu mm. ajoneuvon kokonaispainosta ja ajonopeudesta sekä tien kunnosta.

Tärinä leviää ympäristöön kallion ja maapohjan kautta. Maapohjan kautta leviävä tärinä vaimenee yleisesti eksponentiaalisesti etäisyyden kasvaessa. Kallion kautta leviävä tärinä vaimenee hitaammin kuin maapohjan kautta leviävä tärinä. Louhinnasta syntyvä tärinä on yleensä lyhytkestoisempaa kuin liikenteestä syntyvä tärinä.

Haitallisen voimakasta tärinää esiintyy useimmin pehmeiden ja paksujen savi- ja silttimaakerrosten alueella, kun tärinän vaikutusalueella on maanvaraisesti perustettuja rakennuksia. Myös kalliolle perustetuissa rakennuksissa voi esiintyä haitallisen voimakasta tärinää, ns. runkomelua, raide- ja ajoneuvoliikenteestä sekä lyhytkestoisia tärinäpiikkejä louhinnan yhteydessä.

Rakenteellisia vaurioita (lähinnä halkeamia) havaitaan useimmin louhintatärinän vaikutusalueella, mutta myös liikenteen tärinä voi aiheuttaa rakenteellisia vaurioita, kun rakennus sijaitsee tärinälähteen välittömässä läheisyydessä (alle 50 m etäisyydellä).

Tärinän voimakkuutta mitataan tärinämittareilla kolmikomponenttimittauksena rakennusten perustuksista (sokkeli) sekä maapohjasta perustuksen mittauspisteen vieressä. Louhinnasta (räjäytystöistä) syntyvää tärinän voimakkuutta ja sallittua tärinän voimakkuutta etäisyyden funktiona erilaisille rakennuksille voidaan arvioida julkaisussa ”Räjäytystyöt 1991” (täydennykset mm. 2002, Raimo Vuolio, Suomen Maarakentajien Keskusliitto) esitettyjen kaavojen ja kertoimien perusteella.

Tärinän mittauksessa on käytössä kolme jatkuvatoimista tärinämittaria. Tärinämittarit on asennettu kiinteistöihin Myllyniemi ja Taattola vuonna 2011 sekä tehdasalueelle vuonna 2013. Pisteiden sijainti kartalla on esitetty liitteessä (liite 12). Räjäytystekniikkaa on kehitetty eri hidastusaikoja ja kombinaatioita kokeilemalla ja on löydetty hyvä yhdistelmä tärinöiden, lohkaroitumisen ja lastattavuuden välillä.

Louhintaräjäytysten aiheuttamaa tärinää on mitattu ulkopuolisen tahon toimesta vuosina 2008–2011 ja 2013 kerran vuodessa kolmella kiinteistöllä (Pirttimäki, Myllyniemi, Pappila). Kyseisissä mittauksissa ei ole havaittu rakennusten vauriovaaraa. Kerran vuodessa tehtävästä kertaluonteisesta tärinämittauksesta on luovuttu vuoden 2013 jälkeen, kun jatkuvatoimiset mittarit on otettu käyttöön.

Louhintaräjäytykset suunnitellaan ja toteutetaan siten, että niistä aiheutuva heilahdusnopeus ei ylitä raja-arvoa 5 mm/s asumiseen tai vapaa-ajan asumiseen käytettävillä kiinteistöillä. Tärinämittausten tuloksista raportoidaan vuosittain ympäristötarkkailun vuosiraportissa.

7 Yhteenveto tarkkailusta

Terrafamen ympäristötarkkailun yhteenveto on esitetty taulukossa (Taulukko 7-1). Taulukkoon on koottu ympäristötarkkailun osa-alueet vuosittain tehtävällä tasolla.

Taulukko 7-1 Yhteenveto tarkkailusta.

Yhteenveto ympäristötarkkailusta										
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Päästöjen ja jätejakeiden tarkkailu										
Päästövedet	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sisäiset vedet	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Saniteettivedet	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ilmapäästöt: MTO, AK ja UTO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ilmapäästöt: malminkäsittely, kalkki-tuotteiden valmistus, H_2S-laitos	x			x			x			x
Ilmapäästöt: lämpölaitokset		x	x		x	x		x	x	
Jätejakeiden tarkkailu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ympäristövaikutusten tarkkailu										
Pintavesien laatu	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kasviplankton		x			x			x		
Piilevät		x			x			x		
Pohjaeläimet		x			x			x		
Kalastuskirjanpito	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kalastustiedustelu *	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verkkokoekalastus *[2]	x	x			x			x		
Sähkökoekalastus *[3]		x			x			x		
Kalojen metallit *[4]	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sedimentti					x					
Pohjavesi ja talouskaivot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Liito-oravat		x						x		
Lepakot		x						x		
Kangasrousku	x			x			x			x
Havunneulaset	x			x			x			x
Sammalet	x			x			x			x
Pölylaskeuma	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Leijuma *[5]						x				
Ympäristömelu *[6]	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Melupäästöt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Jätejakeet	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* Kalastustiedustelut kohdistuvat eri vuosina eri vesistöihin. Tarkkailuväli 3 v / vesistö Vuoksen reitillä, 5 v / vesistö Oulujoen reitillä.

*[2] Verkkokoekalastukset eivät koske vuonna 2024 Jormasjärveä tai Laakajärveä, koska ne koekalastettiin viimeksi vuonna 2023.

*[3] Lisäksi Tuhkajoella 2 koealaa vuosittain, muut koealat 3 v välein.

*[4] Kalojen metallimääritysten tarkkailuvälit, kohdelajit ja analyysivalikoima vaihtelevat vesistöittäin. V. 2024 ja 2025 vain Hg, vuosina 2026 ja 2027 laaja analyysivalikoima. Vuosittaisia ahvenen Hg-analyysejä Jormasjärvessä, Nuasjärvessä ja Rehjassa.

*[5] Leijuma mitataan tehdasalueella kaudella 2027-2028 ja Hakosen itäpuolen kiinteistöllä jatkuvatoimisesti v. 2023 lähtien.

*[6] Hakosen itäpuolen kiinteistöllä jatkuvatoiminen mittaus v. 2023 lähtien, muilla kohteilla tarkkailu vuosittain.

8 Poikkeustilanteet ja suunnitelmasta poikkeaminen

Poikkeuksellisia päästöjä aiheuttavista häiriötilanteista sekä muista vahingoista ja onnettomuuksista, joissa haitallisia aineita pääsee ympäristöön, on ympäristölupamääräysten mukaisesti viipymättä ilmoitettava valvovalle viranomaiselle Kainuun ELY-keskukselle sekä muille vaikutusalueen vesistöalueella oleville ympäristö- ja terveydensuojeluviranomaisille, joko Kajaanin kaupungille, Sotkamon ja/tai Sonkajärven kunnalle sekä Pohjois-Savon ELY-keskukselle. Tarvittaessa on myös ilmoitettava alueen pelastusviranomaisille. Lisäksi häiriötilanteista, onnettomuuksista ja muista satunnaisista tapahtumista tulee aina ilmoittaa STUKille, mikäli niihin liittyy riski luonnon radioaktiivisia aineita sisältävistä päästöistä. Toiminnanharjoittajan on viipymättä ryhdyttävä tarvittaviin toimenpiteisiin vahinkojen torjumiseksi, tilanteen palauttamiseksi ennalleen sekä tapahtuneen toistumisen estämiseksi ja tarpeellisen tarkkailun järjestämiseksi. Toiminnanharjoittaja suunnittelee tarvittavan ylimääräisen tarkkailun tilannekohtaisesti yhdessä valvontaviranomaisten kanssa.

Juoksutusvesissä yksittäisissä näytteissä tapahtuvat luparajaylitykset, jotka on todettu velvoitetarkkailussa, ilmoitetaan viipymättä Kainuun ELY-keskukselle sekä Sotkamon ja Kajaanin kuntien ympäristönsuojeluviranomaisille. Tilanteen mukaan tiedotetaan tarvittaessa lisäksi Pohjois-Savon ELY-keskusta sekä STUK:a. Lisäksi tulokset raportoidaan kvartaaleittain vesienhallinnan käyttötarkkailuraportissa. Kuukausikeskiarvoissa mahdollisesti tapahtuvat ylitykset lasketaan ulkopuolisen akkreditoidun laboratorion analyysituloksilla ja ne raportoidaan kvartaaleittain vesienhallinnan käyttötarkkailuraporteissa.

Terrafamen sisäisessä vesikierrossa (vesivarastoaltaille johdettavat vedet) yksittäisissä näytteissä tai virtaamapainotteisissa kuukausikeskiarvoissa tapahtuvat luparajaylitykset tai pitoisuuspoikkeamat, raportoidaan kvartaaleittain vesienhallinnan käyttötarkkailuraportissa.

Tarkkailua toteuttavan konsultin tulee ilmoittaa poikkeavista havainnoista viipymättä Terrafamen ympäristöasiantuntijoille, jotka tarvittaessa ilmoittavat asiasta edelleen viranomaisille. Myös jos tarkkailuohjelmasta on poikettu, syyt siihen tulee kirjata muistiin ja ilmoittaa tapahtuneesta välittömästi Terrafamelle. Mikäli puhtaiden vesien varastoaltaisiin ei näytteenottohetkellä johdeta vettä tai juoksutus ei ole käynnissä, voidaan tarvittaessa Terrafamen oman tarkkailun tuloksia käyttää arvioitaessa kyseisen vesijakeen pitoisuutta ja laskettaessa kuukausikeskiarvoja ja kuormituksia. Terrafame tiedottaa asiasta tarvittaessa edelleen valvontaviranomaisille. Korvaavien tai täydentävien näytteiden ottaminen harkitaan tilanteen mukaan yhdessä toiminnanharjoittajan, valvovan viranomaisen ja tarkkailun toteuttajan kesken.

9 Raportointi

Terrafamen internetsivut

Terrafamen internetsivuilla (www.terrafame.fi) on julkaistu kaikki ympäristötarkkailuraportit (vuosi- ja kvartaaliraportit) sekä useita erillisselvityksiä. Tarkkailuohjelman ajantasainen versio pidetään myös saatavilla Terrafamen internetsivuilla. Sivustolla voi myös seurata vesistöjen jatkuvatoimisten mittalaitteiden tuloksia sekä lukea paikallisia ympäristöuutisia, mm. mahdollisista poikkeavista räjäytysajoista.

Vuosi- ja kvartaaliraportit

Kustakin tarkkailun osa-alueesta, ml. käyttötarkkailu, laaditaan erillinen vuosiraportti. Pinta- ja pohjavesien tarkkailuista laaditaan lisäksi neljännesvuosiraportit. Neljännesvuosittain raportoidaan myös vesienhallintaan liittyvästä käyttötarkkailusta. Vesienhallinnan kvartaaliraportti kattaa tässä suunnitelmassa edellä esitetysti mm. Terrafamen oman ympäristöseurannan tuloksia, vesienkäsittelyn tehokkuutta sekä toteutuneita juoksutuksia ja niistä aiheutunutta ympäristökuormitusta. Kvarttaaliraportit valmistuvat viimeistään 2 kuukautta tarkkailuohjelman mukaisen kvartaalittaisen näytteenottojakson päättymisestä. Kvartaaleittain laadittavissa pinta- ja pohjavesitarkkailun raporteissa sekä vesienhallinnan käyttötarkkailuraportissa esitetään tulokset tärkeimpien haitta-aineiden osalta myös graafisesti.

Vuosiyhteenveto käyttö- ja päästötarkkailun sekä vaikutustarkkailun tuloksista valmistuu seuraavan vuoden huhtikuun loppuun mennessä. Päästötarkkailun tuloksia verrataan lupaehtoihin ja vaikutustarkkailun tuloksia (muutoksia) arvioidaan sanallisesti. Vesistötarkkailun vuosiyhteenvedon laadinnassa käytetään soveltuvin osin hyväksi myös Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskusten vesistöstä ottamien näytteiden analyysituloksia. Vuosiraporteissa esitetään tulosten vertailua pidemmällä aikajaksolla (vähintään viisi vuotta taaksepäin) keskeisten muuttujien osalta. Lisäksi arvioidaan mahdollisia terveysvaikutuksia esim. vertaamalla saatavissa oleviin relevantteihin raja-/laatu- ja/tai ohjearvoihin. Vuosiraporteissa voidaan esittää myös mahdollisia suosituksia tarkkailun muuttamistarpeista. Tarkkailun vuosiraportit julkaistaan myös Terrafamen internetsivuilla.

Määräaikaismittausten tulosten raportoiminen

Ilmapäästöjen, leijuman ja melun tarkkailusta laaditaan erilliset raportit mittausten valmistuttua. Raportit melupäästöjen mittauksista toimitetaan Kainuun ELY-keskukselle 2kk kuluessa mittausjakson päättymisestä. Raportit tai yhteenveto niistä liitetään vuosiraporttiin. Vuosiraporttiin sisällytetään myös jatkuvatoimisten mittausten tulokset. Tärinän osalta yhteenveto liitetään käyttötarkkailun raporttiin.

Analyysitulosten ja vuosiraporttien jakelu

Tarkkailun kunkin näytteenottokerran analyysitulokset sekä jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuustutkimusten tulokset toimitetaan heti niiden valmistuttua. Tavoitteena on raportointi viimeistään kahden viikon kuluttua näytteenotosta.

Tarkkailutulokset ja vuosiraportit toimitetaan Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskuksille, Lapin ELY-keskukselle (kalatalous), Sotkamon kunnan, Kajaanin kaupungin ja Sonkajärven kunnan ympäristönsuojelu- ja terveydensuojeluviranomaisille sekä Säteilyturvakeskukselle.

Raportointi ja tulosten siirto ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin

Vuosi-ilmoitus ympäristösuojelun tietojärjestelmään (YLVA) toimitetaan sähköisessä muodossa seuraavan vuoden helmikuuhun mennessä. YLVA-järjestelmän kautta tehdään myös E-PRTR -raportointi (Pollutant Release and Transfer Registers). Pintavesitarkkailun tulokset toimitetaan ympäristöhallinnon tietojärjestelmään (HERTTA) 1 kk kuluessa näytteenotosta. Haitallisten aineiden kertymiä kuvaavat tulokset koskien sedimenttiä ja kaloja, samoin kuin myös maaympäristöä koskevat kertymätulokset (kangasrouskut, havunneulaset, sammalet) viedään ympäristöhallinnon Kertymärekisteri KERTY:yyn vuosiraportin valmistumisen yhteydessä. Vesistöjen biologisten tarkkailujen tulokset viedään rekistereihin (kasviplanktonrekisteri, piilevärekisteri Omnidia/Piire ja pohjaeläimille Pohje) vuosiraportin valmistumisen yhteydessä. Lisäksi on oltava valmius tulosten siirrolle muihin valtionhallinnon tietojärjestelmiin. Ympäristöhallinnon vedenlaaturekistereihin vietävien tietojen osalta on noudatettava ympäristöhallinnon ohjetta 22/2016 (Näykki ym. 2016).

Kaikissa yksittäismittauksissa määritetään mahdollisuuksien mukaan kokonaisepävarmuus. Tarkkailua koskevissa yhteenvetoraporteissa esitetään tulosten lisäksi tarkkailua koskevat epävarmuustekijät sekä käytetyt laskentamenetelmät.

10 Tarkkailuohjelman muuttaminen

Tarkkailuohjelmaan voidaan tehdä muutoksia sopimalla niistä kirjallisesti Terrafame Oy:n ja Kainuun ELY-keskuksen tai Lapin ELY-keskuksen kalatalousviranomaisen kanssa. Mikäli käynnissä olevissa lupaprosesseissa tulee määräyksiä, joilla on vaikutusta tarkkailuohjelmaan, ohjelmaa tullaan päivittämään niiltä osin.

Viitteet

Eloranta, P., Karjalainen, S. M. ja Vuori, K-M. 2007. Piileväyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. Pohjois- Pohjanmaan ympäristökeskus. 61 s.

Envineer Oy 2022. Kolmisopen ja KL1-alueen luontoselvitykset v. 2022. Luonnos.

Gustavsson, N., Loukola-Ruskeeniemi, K. and Tenhola, M. 2011. Evaluation of natural geochemical background levels. Geological Survey of Finland, Special Paper 49. 237-246.

Haynes A. 1999. The long term effect of forest logging on the macroinvertebrates in a

Fijian stream. Hydrobiologia 405: 79-87.Whiles ym. 2000

Hämäläinen, H., Aroviita, J., Koskenniemi, E., Bonde, A. & Kotanen, J. 2007. Suomen jokien tyypittelyn kehittäminen ja pohjaeläimiin perustuva ekologinen luokittelu. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 4/2007. 66 s.

Joint Research Centre. Reference Report on Monitoring (ROM). Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations, saatavilla: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/monitoring-emissions-air-and-water-ied-installations-0

Järvinen, M., Forsström, L., Huttunen, M., Hällfors, S., Jokipii, R., Niemelä, M., Palomäki, A. 2011. Kasviplanktonin laskentamenetelmät. Suomen ympäristökeskus.

Järvinen ym. 2022. ym. päivitetty 18.5.2022. Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen.

Loukola-Ruskeeniemi, K. 1990. Metalliferous black shales — a probable source of mercury in lake Kolmisoppi, Sotkamo , Finland. Bull. Geol. Soc.Finland 62, Part 2, 167—175.

Mykrä, H. 2006. Spatial and temporal variability of macroinvertebrate assemblages in boreal streams: implications for conservation and bioassessment. Väitöskirja. Oulun yliopisto. Oulu. 39 s. + liitteet.

Mäkinen, J. ja Kauppila, T. 2006. Nuasjärven, Jormasjärven ja Kolmisopen geokemialliset ja paleolimnologiset tutkimukset. Geologian tutkimuskeskus. Yksikkö S41/3433/2006/1. Kuopio 24.2.2006. 63 s.

Mäkilä, M., Loukola-Ruskeeniemi, K. and Säävuori, H. 2012. High pre-mining metal concentrations and conductivity in peat around the Talvivaara nickel deposit, eastern Finland. Geological Survey of Finland. Report of Investigation 196. 38 s.

Näykki T:, Kyröläinen H., Witick A., Mäkinen I., Pehkonen R., Sainiio P., Luotola M. ja Väisänen T. 2016. Laatusuositukset ympäristöhallinnon vedenlaaturekisteihin vietävälle tiedolle. 2. uudistettu painos. SYKE:n raportti 22/2016. Helsinki 2016, Suomen ympäristökeskus. 62 s. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/handle/10138/163532

Ramboll 2019. Terrafame Oy – Ympäristötarkkailuohjelmat. Päivämäärä 18.12.2019, päivitetty 26.5.2020. Moniste 70 s. + liitteet.

Ramboll 2021a. Terrafame Oy – Kaivospiirin laajennusalueen luontoselvitys. Terrafamen kaivospiirin laajennusalueen liito-orava-, lepakko-, pesimälinnusto-, kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitys. Viite 15100052817-023. Päivämäärä 9.2.2021.

Ramboll 2021b. Terrafame Oy – Liito-orava- ja lepakkoselvitykset 2021. Terrafamen kaivospiirin pohjoispuolisten lepakko- ja liito-oravaesiintyminen tarkastukset 2021. Projekti nro 1510063467. Versio rev. 2. Päivämäärä 14.10.2021.

Sweco 2022a. Poikkeuslupahakemus. Liito-orava Terrafame Oy:n kaivospiirin alueella, luonnonsuojelulain määräyksistä poikkeaminen. Tilaaja: Terrafame Oy. Työnumero: 23703183. Päivämäärä 6.4.2022.

Sweco 2022b. Poikkeuslupahakemus. Pohjanlepakko (*Epstesicus Nilssonii*), isoviiksi/viiksisiippa (*Myotis Brandtii/Mystacinus*) ja vesisiippa (*Myotis Daubentonii*) Terrafame Oy:n kaivospiirin alueella, luonnonsuojelulain määräyksistä poikkeaminen. Tilaaja: Terrafame Oy. Työnumero: 23703183. Päivämäärä 4.4.2022.

Terrafame 2019. Tarkkailusuunnitelma, akkukemikaalitehdas. Päivämäärä 15.6.2021. 11 s.

Vuori, K-M. 2002. SY571 Vesisammal- ja vesiperhosmenetelmät jokivesistöjen haitallisten aineiden riskinarvioinnissa ja seurannassa. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Edita

Whiles M.R., Brock B.L., Francen A.C. & Dinsmore S.C. 2000. Stream invertebratecommunities, water quality, and land-use patterns in an agricultural drainage basin of Northeastern Nebraska, USA. Environmental Management 26: 563-576.

Liite 1

Lumijoen ja kivijoen tarkkailupisteet

Y6

Y12

1000 m

Talvijoen tarkkailupiste

Y75

K27

K26

Kolmisoppi

Y11

Kalliojärvi

Kallola

K28

Y77

Y55

Y32

Y67

Latosuo

Latomäen kaivo

Y3

Y4B

Hakonen

Salminen

Y87

Torrakopuro

Y28

Y28

S4

SEM4

SEM2

DP2

SLS3

SLS4

SLS3

SEM3

Y86

Y2

SEM1

SLS1

DP1

PT3

Karsalampi

Hoikkalampi

SEM2 lähtevä

SEM2 tuleva

Y5

Y45

Y44

K19

Haukimäki

Haukilampi

Rasvalammit

DP2 kaivo

Kaivoslampi

Kuusilammen avolouhoksen tarvekivilouhos

SH4

SH3

SH2

SH1

KL2 suotovesi, lohkot 2-5

DP4 salaoja

DP4

KL2 rakenteiden alapuolinen, DP4

Y66

Tuote1

Keskuspuhdistamo tuleva2

Tuote2

K19

Keskuspuhdistamo tuleva1

Rasa-alite

Kipsisakka-allas 1

Lone-ylite

RO-rejekti

T11

T10

T9

DP4 lähtevä

Y51

Y76

KSA1 rakenteiden alapuolinen

Kipsisakka-altaalta 2 lähtevä

T8

T4

T3

Lone tuleva, varastosäiliö

RW

IP4

IP3

DP9 salaoja

KL1 suotovesi, DP9

Ympäristö-pumppaamo

DP0-RW

DP0

Y14

DP0 lähtevä

Y80

Y42

Y13

Kuusilammen avolouhos

KL2 Lohko 2

Valkealampi

KSA2 rakenteiden alapuolinen

T6

Y49

Y31

T5

Y27

Y26

Mustalampi

Kipsisakka-altaalta 3 lähtevä

KSA3 rakenteiden alapuolinen

Pyylehdon tarvekivilouhos

Mourunpuron pumppauspiste

Kuusilampi

PM pumppauspiste

PLS4

PLS1

PLS2

PLS3

K30

Myllysuon pumppauspiste

K25

Y33

M5

MM

Kuohuahon kaivo

Y41

KL1-7

Kuljunlampi

KL2 rakenteiden alapuolinen, DP5

KL2 suotovesi, lohkot 1-2

Y59

Y52

DP5 Salaoja

Y62

Y60

DP5 Lähtevä

Kortelampi lähtevä 2

Kortelampi lähtevä 1

Kortelampi tuleva 2

Kortelampi tuleva 1

Paavo kaivot

Martikanvaaran pumppauspiste 1

M6

Y79

Y78

Kujun tarvekivilouhos

Kortelampi

K29

Martikanvaara

Y40

Martikanvaaran pumppauspiste 2

Y9

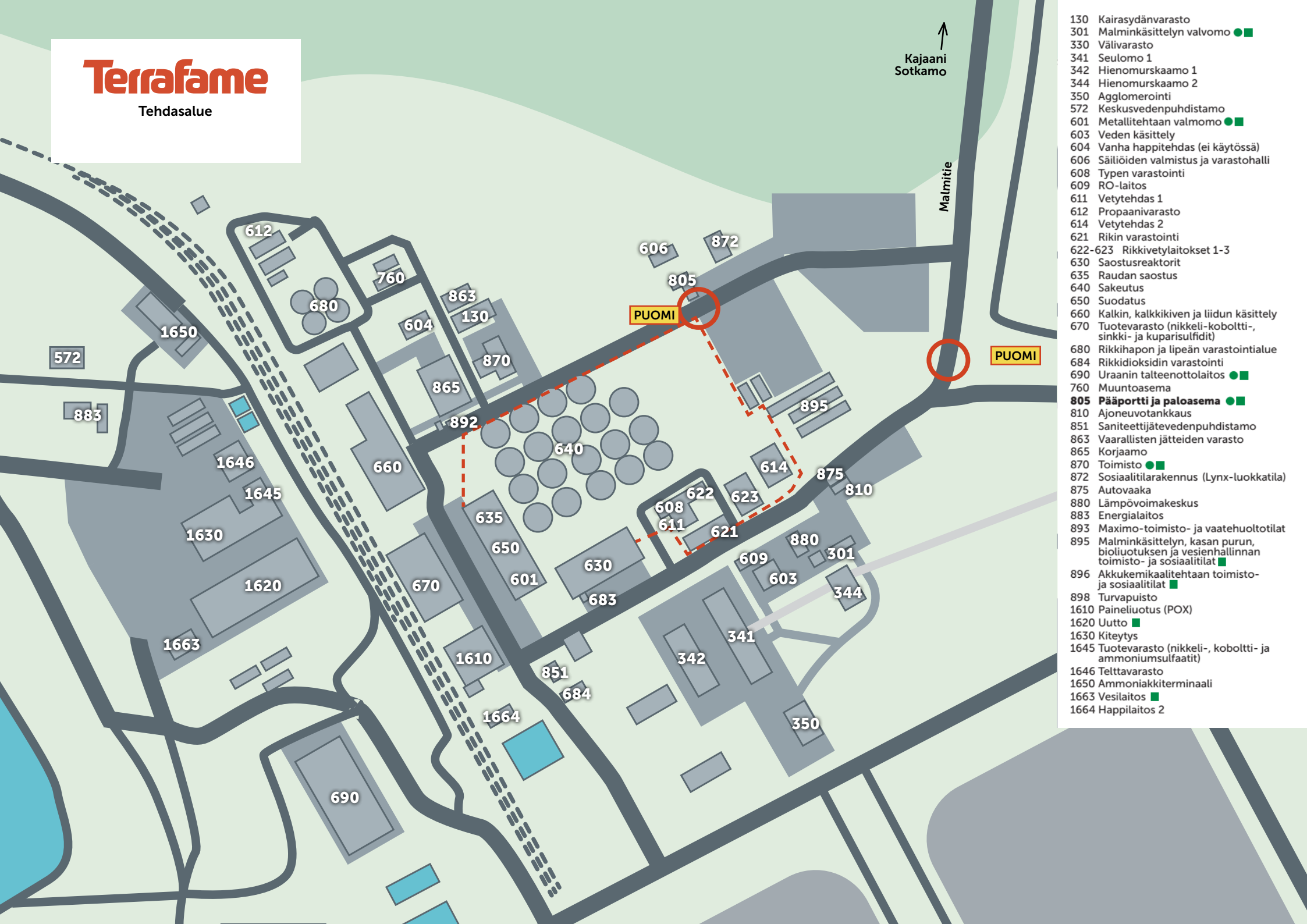
Y74

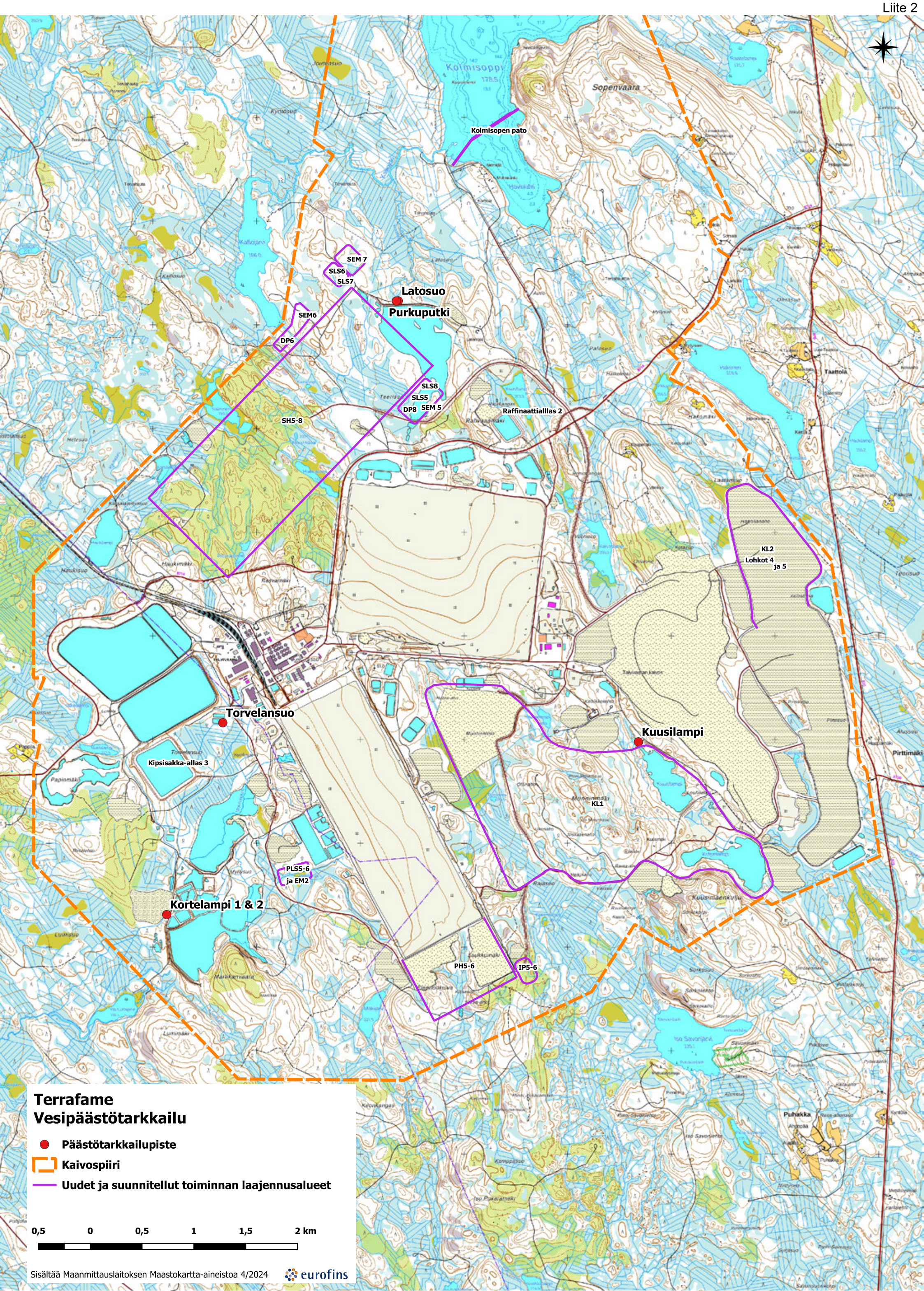
Y85

Y53

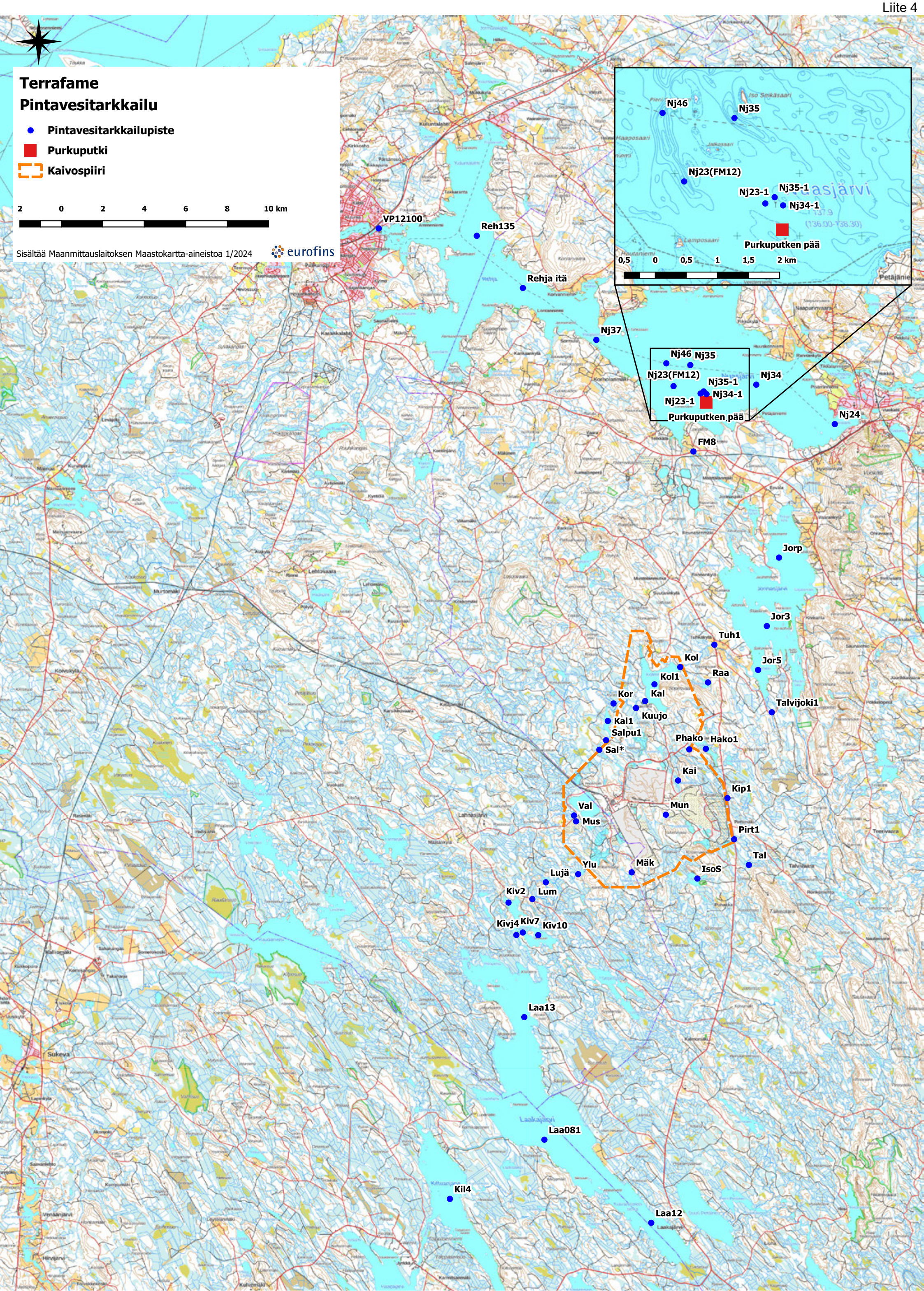
Y54

Y17

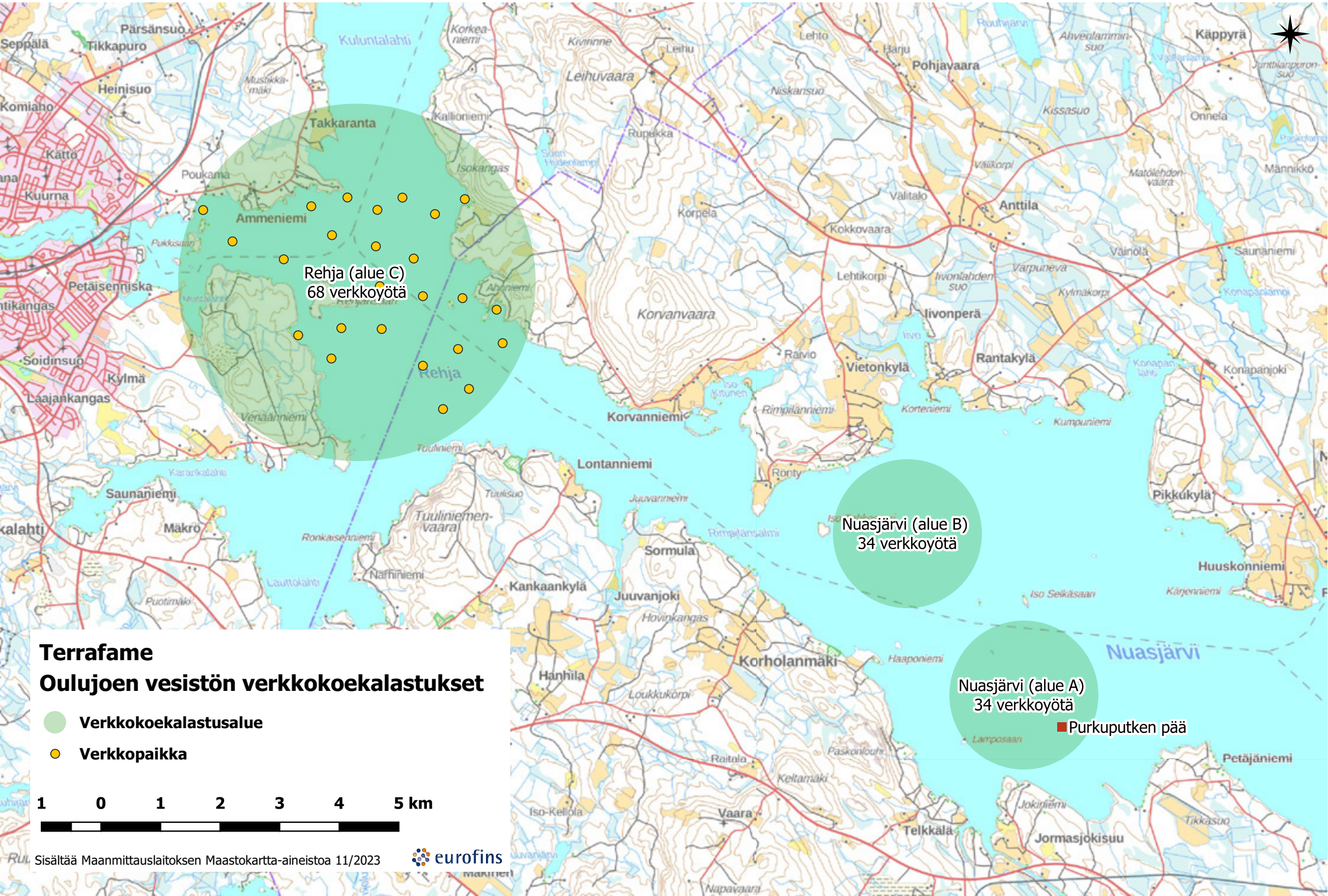

Terrafame
Tehdasalue
Kajaani
Sotkamo
Malmitie
PUOMI
PUOMI
612
680
760
863
130
604
870
865
892
640
660
606
872
805
895
614
875
810
622
623
608
611
621
635
650
601
630
683
670
880
301
609
603
344
341
342
350
1610
851
684
1664
690
1650
572
883
1646
1645
1630
1620
1663
130 Kairasydänvarasto
301 Malminkäsittelyn valvomo
330 Välivarasto
341 Seulomo 1
342 Hienomurskaamo 1
344 Hienomurskaamo 2
350 Agglomerointi
572 Keskusvedenpuhdistamo
601 Metallitehtaan valmomo
603 Veden käsittely
604 Vanha happitehdas (ei käytössä)
606 Säiliöiden valmistus ja varastohalli
608 Typen varastointi
609 RO-laitos
611 Vetytehdas 1
612 Propaanivarasto
614 Vetytehdas 2
621 Rikin varastointi
622-623 Rikkivetylaitokset 1-3
630 Saostusreaktorit
635 Raudan saostus
640 Sakeutus
650 Suodatus
660 Kalkin, kalkkikiven ja liidun käsittely
670 Tuotevarasto (nikkeli-kobolttti-, sinkki- ja kuparisulfidit)
680 Rikkihapon ja lipeän varastointialue
684 Rikkidioksidin varastointi
690 Uraanin talteenottolaitos
760 Muuntoasema
805 Pääportti ja paloasema
810 Ajoneuvotankkaus
851 Saniteettijätevedenpuhdistamo
863 Vaarallisten jätteiden varasto
865 Korjaamo
870 Toimisto
872 Sosiaalitilarakennus (Lynx-luokkatila)
875 Autovaaka
880 Lämpövoimakeskus
883 Energialaitos
893 Maximo-toimisto- ja vaatehuoltotilat
895 Malminkäsittelyn, kasan purun, bioliuotuksen ja vesienhallinnan toimisto- ja sosiaalitilat
896 Akkukemikaalitehtaan toimisto- ja sosiaalitilat
898 Turvapuisto
1610 Paineliuotus (POX)
1620 Uutto
1630 Kiteytys
1645 Tuotevarasto (nikkeli-, kobolttti- ja ammoniumsulfaatit)
1646 Telttavarasto
1650 Ammoniakkiterminaali
1663 Vesilaitos
1664 Happilaitos 2

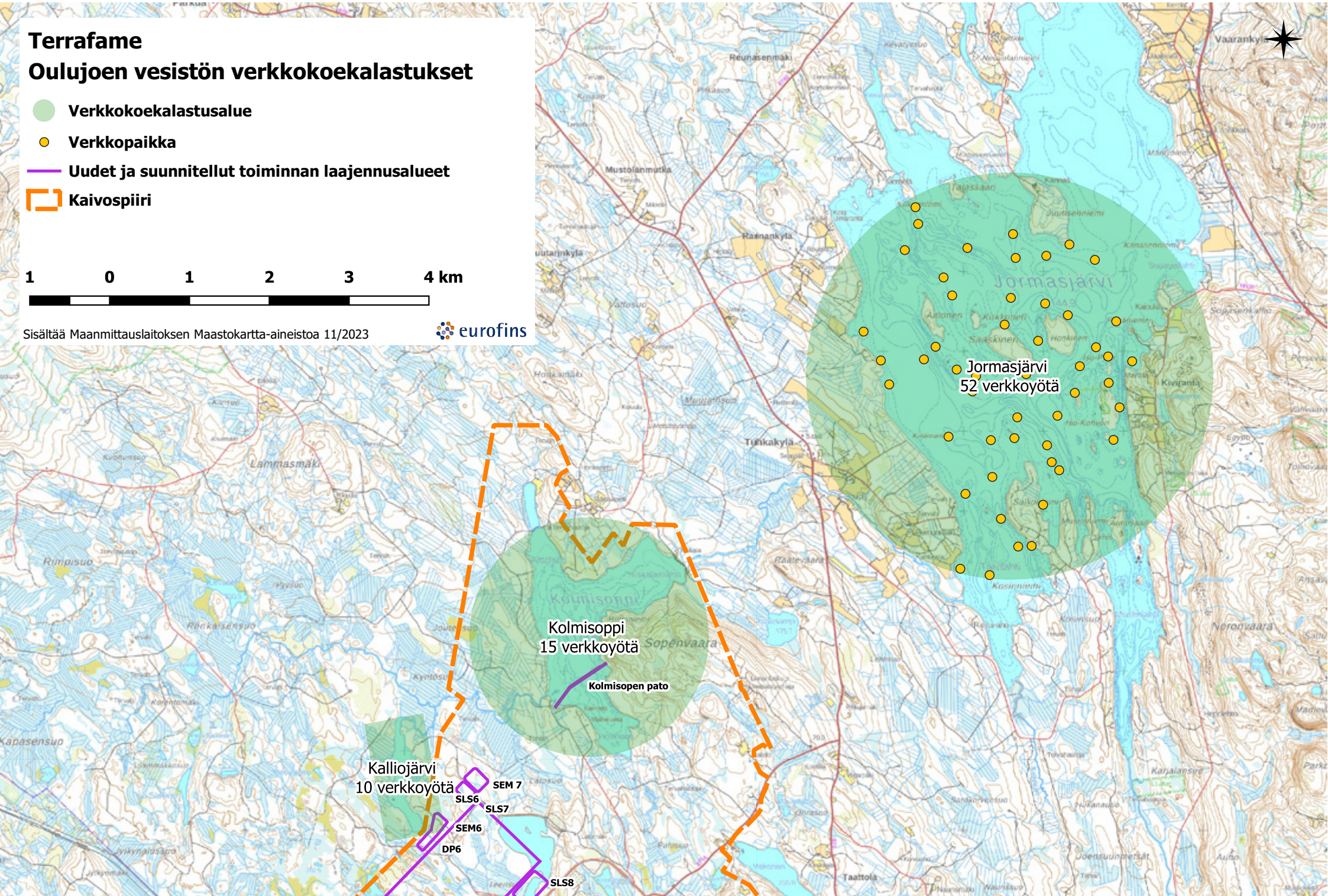

Kolmisopen pato
Sopenvaara
SEM 7
SLS6
SLS7
Latosuo
Purkuputki
SEM6
DP6
SLS8
SLS5
DP8
SEM 5
SH5-8
Raffinaattialllas 2
KL2
Lohkot 4
ja 5
Torvelansuo
Kuusilampi
Kipsisakka-allas 3
KL1
PLS5-6
ja EM2
Kortelampi 1 & 2
PH5-6
IP5-6
Taattola
Pirttimäki
Puhakka
Terrafame
Vesipäästötarkkailu
Päästötarkkailupiste
Kaivospiiri
Uudet ja suunnitellut toiminnan laajennusalueet
0,5
0
0,5
1
1,5
2 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 4/2024
eurofins

Kolmisopen pato
SEM 7
SLS6
SLS7
SEM6
DP6
Latomäen kaivo
SLS8
SLS5
SEM 5
DP8
SH5-8
Raffinaattialllas 2
SEM2 lähtevä
SEM2 tuleva
KL2
Lohkot 4
ja 5
KL2 suotovesi DP4
KL2 salaoja DP4
Terrakylän kenttäpuhdistamo
Kaivosvarikon kenttäpuhdistamo
Keskuspuhdistamo tuleva 1
Keskuspuhdistamo tuleva 2
LoNe tuleva, varastosäiliö
KSA1 rakenteiden alapuolinen vesi
MTO:n saniteettipuhdistamo
KL1 suotovesi, DP9
KL1 rakenteiden alapuolinen, ympäristöpumppaamo
Kipsisakka-altaalta lähtevä
KSA2 rakenteiden alapuolinen
KSA2 rakenteiden alapuolinen
Kipsisakka-allas 3
KL1
KL1 suotovesi, lohko 7, pumppauspiste
KL2 suotovesi DP5
KL2 salaoja DP5
PLS5-6
ja EM2
Kortelampi tuleva 2
Kortelampi tuleva 1
PH5-6
IP5-6
Terrafame
Sisäiset vedet
Sisäiset vedet
Uudet ja suunnitellut toiminnan laajennusalueet
Kaivospiiri
0,5
0
0,5
1
1,5
2 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Ortokuva-aineistoa 4/2024
eurofins


Terrafame
Pintavesitarkkailu
Pintavesitarkkailupiste
Purkuputki
Kaivospiiri
2 0 2 4 6 8 10 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 1/2024
eurofins
VP12100
Reh135
Rehja itä
Nj37
Nj46
Nj35
Nj23(FM12)
Nj23-1
Nj35-1
Nj34-1
Purkuputken pää
0,5 0 0,5 1 1,5 2 km
Nj34
Nj24
FM8
Jorp
Jor3
Tuh1
Jor5
Kol
Kol1
Raa
Kor
Kal
Kuujo
Kal1
Salpu1
Sal*
Talvijoki1
Phako
Hako1
Kai
Kip1
Mun
Val
Mus
Pirt1
Tal
Ylu
Mäk
IsoS
Lujä
Kiv2
Lum
Kivj4
Kiv7
Kiv10
Laa13
Laa081
Kil4
Laa12

Terrafame
Pohjaeläin- , piilevä- ja kasviplanktontarkkailu
Kasviplankton
Kasviplankton, kertaluontoinen selvitys v. 2024
Piilevätarkkailu
Pohjaeläintarkkailu
Kaivospiiri
2 0 2 4 6 8 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 11/2023
eurofins
Rehja
Rehja Itä
Nuasj. 37
Nuasj. 35
Nuasj. 34
Purkuputken pää
Jormasjoki
Jormasj. Syv. p3
Tuhkajoki
Jormasj. 5
Kolmisoppi
Kalliojoki
Kallioj.
Hakonen
Kivij. 2
Lumijoki
Kivij. 1
Kivij. 7
Kivijoki
Laakaj. 13
Laakaj. 081
Laakajoki Multa-Vaara
Kiltuanj. 4
KAJAANI
KAJANA
Rehja
Nuasjärvi
Jormasjärvi
Laakajärvi
Kiltuanjärvi
Lahnasjärvi
Murtomäki
Vuokatti
Kontinjärvi
Kontinjoki
Karankalabti
Lehtovaara
Kivimäki
Kyntölä
Kuusimäki
Kekkomäki
Kalliojärvi
Kalmomäki
Pirttimäki
Talvivaara
Puhakka
Rönkönlehto
Kiviranta
Tuhkakylä
Naapurinvaara
Rannankylä
Mustolanmutka
Suutarinkylä
Jormasjärvi
Kiviranta
Kalmomäki
Laakajärvi
Kiltuanjärvi
Talvivaara


Terrafame
Oulujoen vesistön verkkokoekalastukset
Verkkokoekalastusalue
Verkkopaikka
1 0 1 2 3 4 5 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 11/2023
eurofins
Rehja (alue C)
68 verkkoyötä
Nuasjärvi (alue B)
34 verkkoyötä
Nuasjärvi (alue A)
34 verkkoyötä
Purkuputken pää
Nuasjärvi
Takkaranta
Ammeniemi
Rehja
Korvanniemi
Lontanniemi
Korvanvaara
Leihuvaara
Pohjavaara
Anttila
Ivonperä
Rantakylä
Vietonkylä
Sormula
Kankaankylä
Juuvanjoki
Korholanmäki
Hanhila
Vaara
Telkkälä
Jormasjokisuu
Petäjäniemi
Huuskonniemi
Pikkukylä
Saunaniemi
Mäkrö
Petäisenniska
Kuurna
Kätto
Komiaho
Heinisuo
Pärsänsuo
Tikkapuro
Seppälä
Soidinsuo
Kylmä
Laajankangas
Poukama
Kuluntalahti
Käppyrä
Onnela
Männikkö


Terrafame
Oulujoen vesistön verkkokoekalastukset
Verkkokoekalastusalue
Verkkopaikka
Uudet ja suunnitellut toiminnan laajennusalueet
Kaivospiiri
1 0 1 2 3 4 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 11/2023
eurofins
Jormasjärvi
52 verkkoyötä
Kolmisoppi
15 verkkoyötä
Kolmisopen pato
Kalliojärvi
10 verkkoyötä
SEM 7
SLS6
SLS7
SEM6
DP6
SLS8
Mustolanmutka
Reunasenmäki
Rainankylä
Tunkakylä
Lammasmäki
Rimpisuo
Ronkaisensuo
Kapasensuo
Sopenvaara
Jormasjärvi
Kivaranta
Vaarankylä
Taattola

Terrafame
Vuoksen vesistön verkkokoekalastukset

Verkkokoekalastusalue

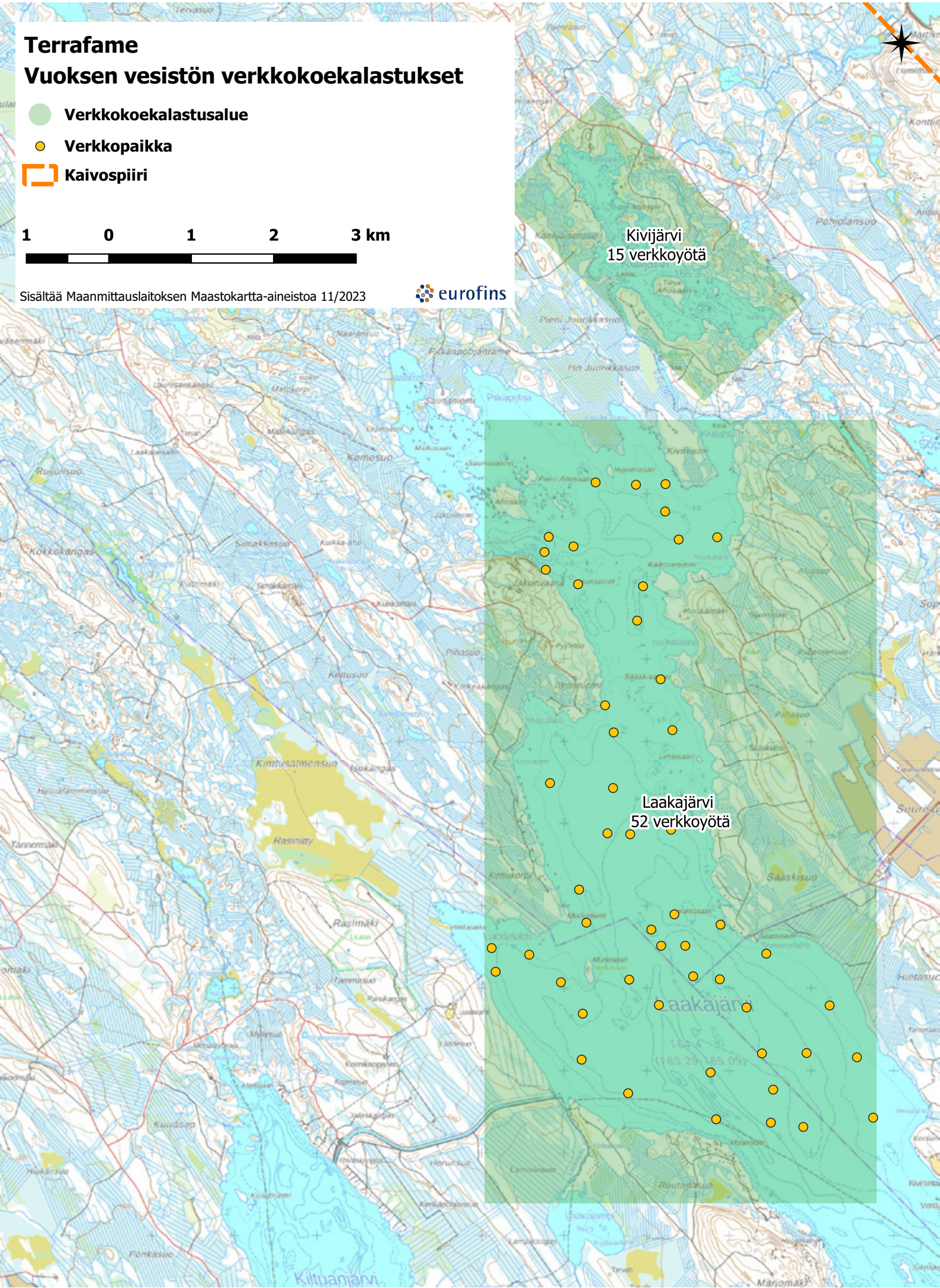
Verkkopaikka

Kaivospiiri

1 0 1 2 3 km

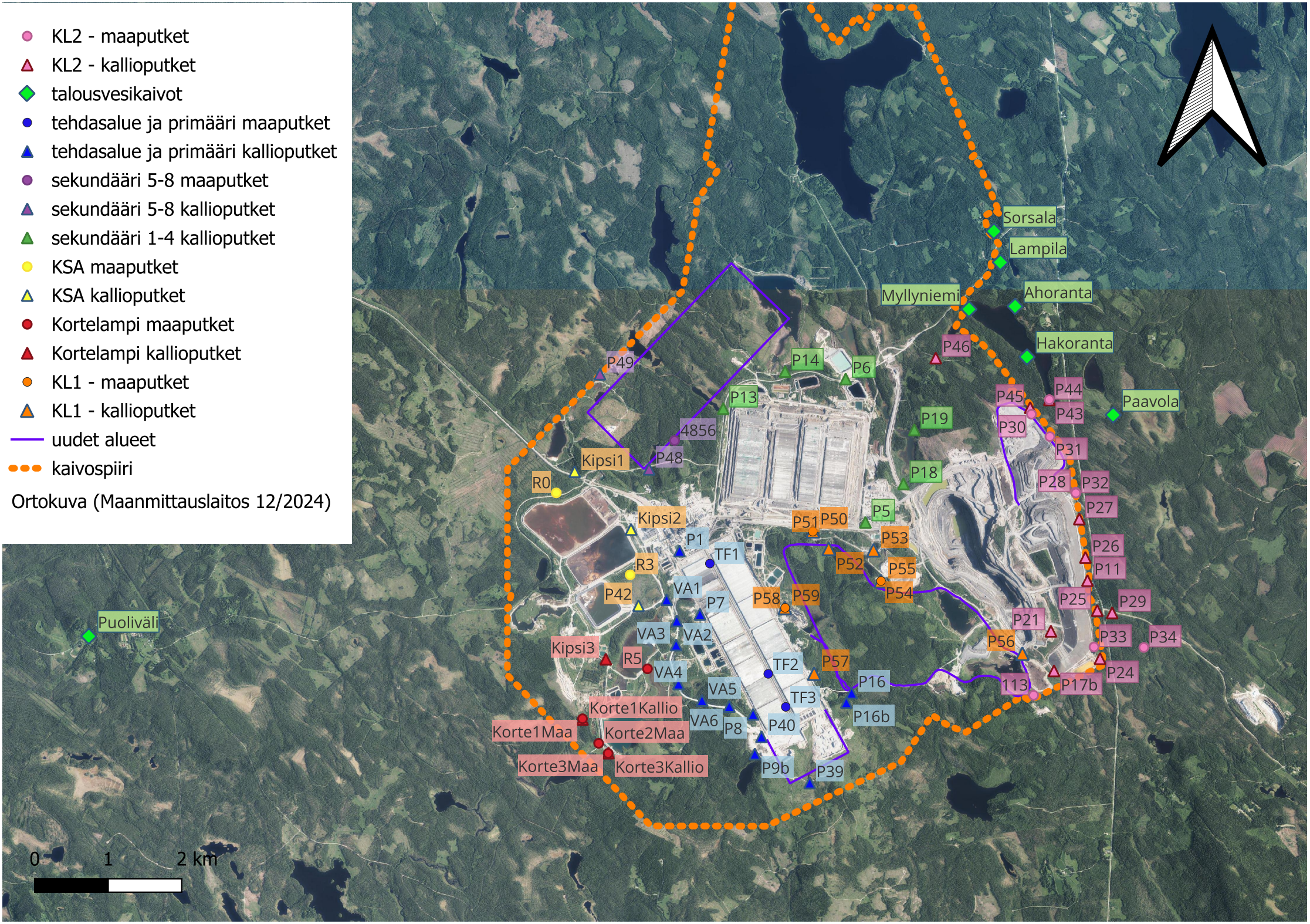
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 11/2023

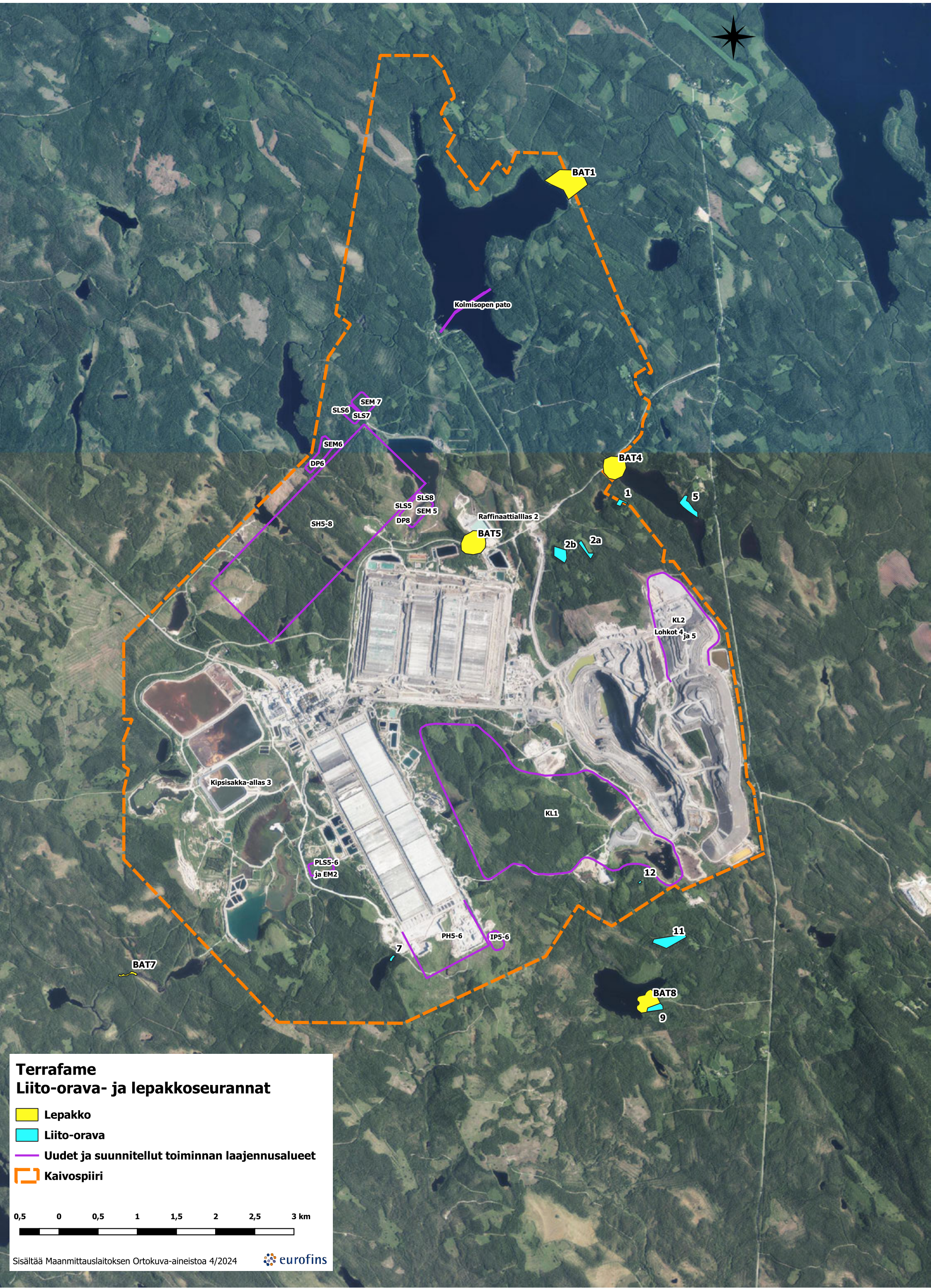
eurofins

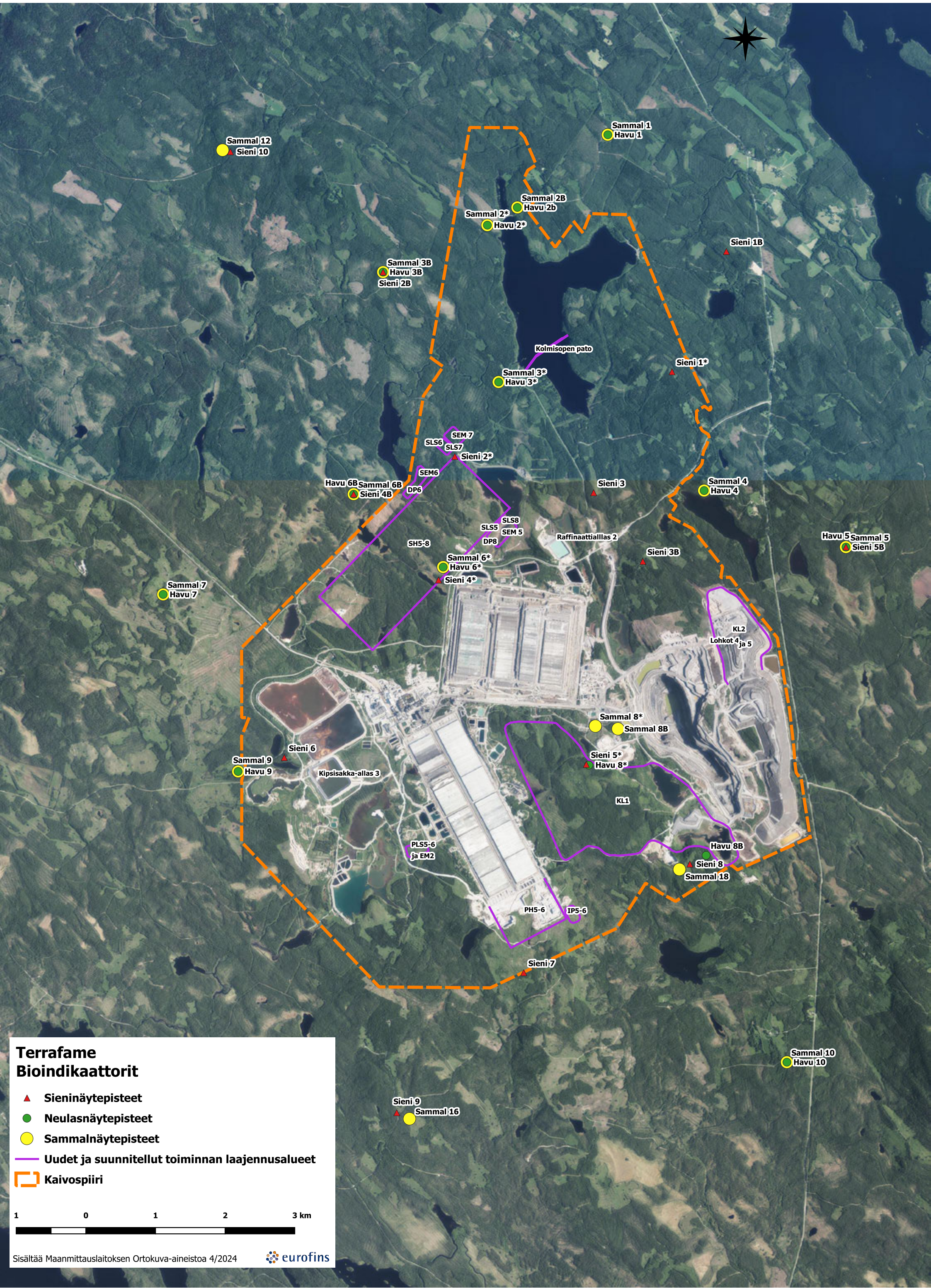


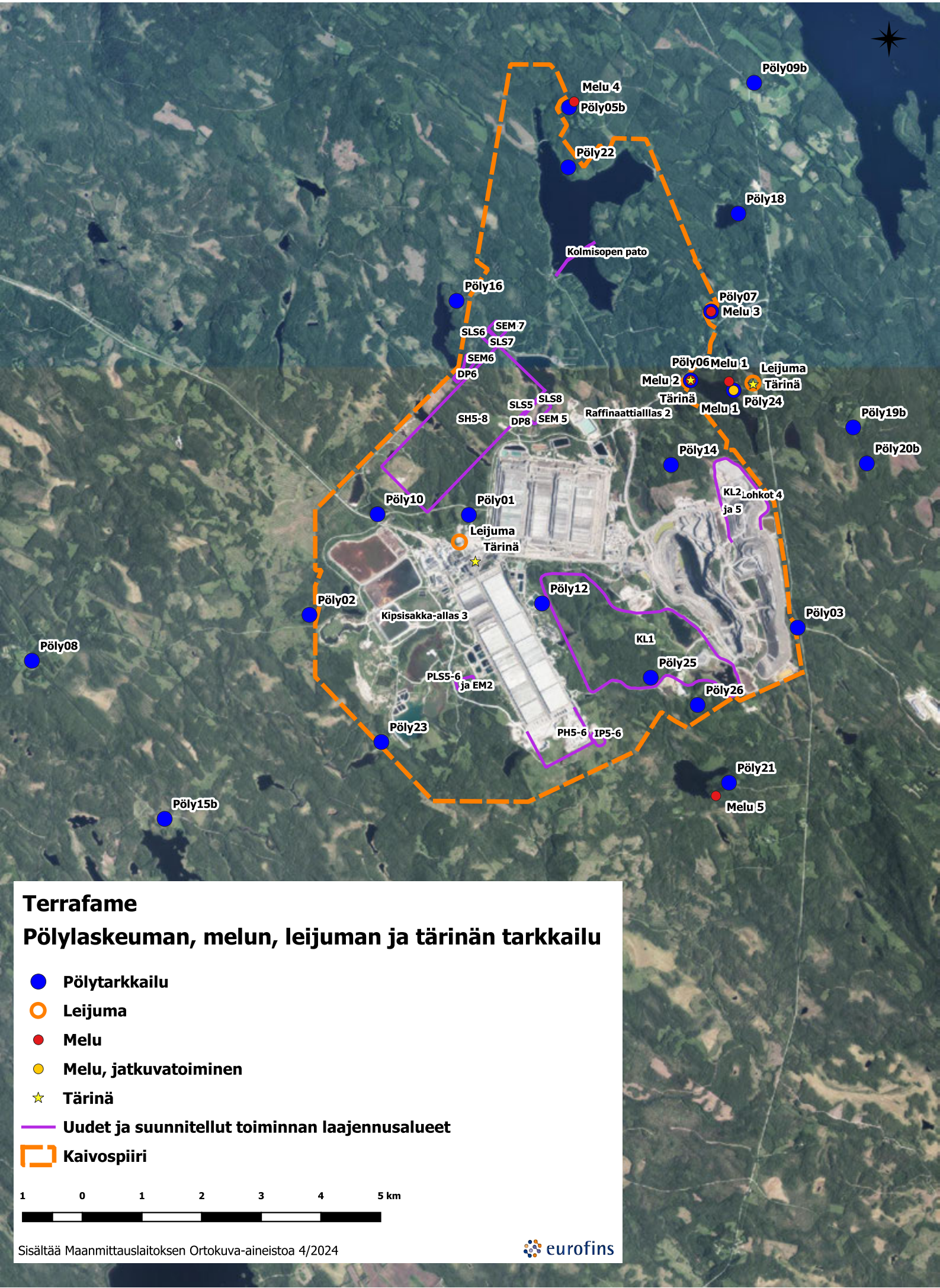
Terrafame
Sähkökoekalastukset
Sähkökoekalastusalat
1 poistopyynti
3 poistopyyntiä
Kaivospiiri
2 0 2 4 6 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 11/2023
eurofins
Tuhkajoki 5
Tuhkajoki 5A
Tuhkajoki 3
Tuhkajoki 5B
Kalliojoki
Lumijoki
Kivijoki
Laakajoki
Lahnasjärvi
Laakajärvi
Kiltuanjärvi
Sopenvaara
Taattola
Pirttimäki
Puhakka
Kalmomäki
Talvivaara
Luodelahti
Kolmikappaleen
Kivijärvi
Kivimeri
Suuosuo
Sääskiaho
Sääksuo
Rasimäki
Rasimy
Kirttusalmensuo
Kuohunmi
Kolmisoppi
Niemelä
Tuhkakylä
Raanavaara
Vinamäki
Vitikko
Teersuo
Makkara
Muinimäki
Kuusimäki
Martikanvaara
Kontti
Unhola
Kuohunsuo
Saionsuo
Svakkasuo
Sopenjärvi
Kivisuo
Joutensuo
Korvumäki
Touvisensuo
Hennalammensuo
Lamankangas
Lasersuo
Viio
Kotasuo
Salmenen
Pelasenpaasuo
Kotesuo
Meesoniemi
Kuvaniemen
Pieni Petänen
Hetasuo
Viion Hetasuo
Rajasuo
Raasuo
Laa'annurmi
Sopenmäki
Honkamäki
Jakunvaara
Ilkonniemi
Ahosaari
Kaivosuo
Kaivosmäki
Pikarpensuo
Iso Aurakasuo
Pikapohja
Pohjoisnsuo
Naaranmäki
Likonsuo
Sulatuksensuo
Tervasuo
Tervamäki
Yläteensuo
Peiravaara
Lahnasjärvi
Kaisaisuo
Kaisaisangas
Kaisaiosuo
Kuohunmi
Kapulinsuo
Vitasuo
Tikansuo
Kokola
Kolola
Lammansuo
Mäyrysuo
Määtänkylä
Kaivosmäki
Kaivosangas
Kaivosjärvi
Kaivosmäki
Kaivosmäki
Kaivosmäki

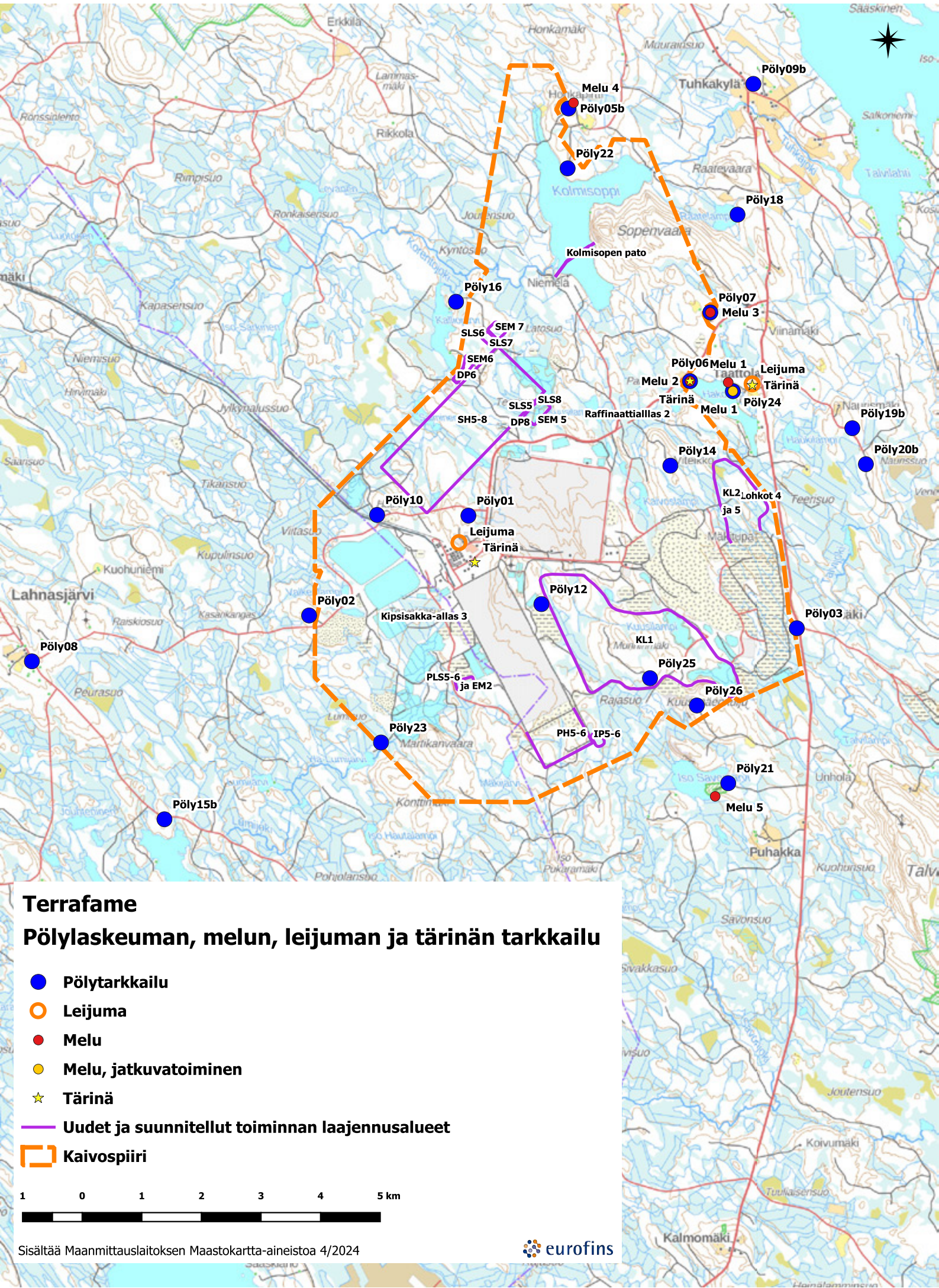
Nuasjärvi 2, Nj2
Nuasjärvi 1, Nj1
Nuasjärvi 16, Nj16
Purkuputken pää
Jormasjärvi
Kolmisoppi
Hakonen
Kivijärvi pohjoinen
Kivijärvi etelä
Laakajärvi 13
Laakajärvi 081
Terrafame
Sedimenttitarkkailu
Sedimenttitarkkailupiste
Kaivospiiri
2 0 2 4 6 8 10 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 11/2023
eurofins


KL2 - maaputket
KL2 - kallioputket
talousvesikaivot
tehdasalue ja primääri maaputket
tehdasalue ja primääri kallioputket
sekundääri 5-8 maaputket
sekundääri 5-8 kallioputket
sekundääri 1-4 kallioputket
KSA maaputket
KSA kallioputket
Kortelampi maaputket
Kortelampi kallioputket
KL1 - maaputket
KL1 - kallioputket
uudet alueet
kaivospiiri
Ortokuva (Maanmittauslaitos 12/2024)
0
1
2 km
Sorsala
Lampila
Myllyniemi
Ahoranta
Hakoranta
Paavola
Puoliväli
P49
P14
P6
P46
P13
P45
P44
P43
P19
P30
4856
P31
Kipsi1
P48
P18
R0
P28
P32
P27
Kipsi2
P51
P50
P5
P53
P1
TF1
P26
P52
P55
R3
P11
VA1
P42
P58
P59
P54
P7
P25
P29
P21
VA3
VA2
P33
P34
Kipsi3
P56
R5
TF2
P57
VA4
P24
P16
113
P17b
VA5
TF3
Korte1Kallio
VA6
P16b
Korte1Maa
P8
P40
Korte2Maa
Korte3Maa
Korte3Kallio
P9b
P39


BAT1
Kolmisopen pato
SEM 7
SLS6
SLS7
SEM6
DP6
SLS8
SLS5
SEM 5
DP8
SH5-8
Raffinaattialllas 2
BAT5
BAT4
1
5
2b
2a
KL2
Lohkot 4 ja 5
Kipsisakka-allas 3
KL1
PLS5-6
ja EM2
12
PH5-6
IP5-6
7
11
BAT7
BAT8
9
Terrafame
Liito-orava- ja lepakkoseurannat
Lepakko
Liito-orava
Uudet ja suunnitellut toiminnan laajennusalueet
Kaivospiiri
0,5 0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Ortokuva-aineistoa 4/2024
eurofins


Sammal 12
Sieni 10
Sammal 1
Havu 1
Sammal 2B
Havu 2b
Sammal 2*
Havu 2*
Sieni 1B
Sammal 3B
Havu 3B
Sieni 2B
Kolmisopen pato
Sammal 3*
Havu 3*
Sieni 1*
SEM 7
SLS6
SLS7
Sieni 2*
SEM6
Havu 6B
Sammal 6B
Sieni 4B
DP6
Sieni 3
Sammal 4
Havu 4
SLS8
SLS5
SEM 5
DP8
SH5-8
Raffinaattialllas 2
Havu 5
Sammal 5
Sieni 5B
Sieni 3B
Sammal 6*
Havu 6*
Sieni 4*
Sammal 7
Havu 7
KL2
Lohkot 4
ja 5
Sammal 8*
Sammal 8B
Sieni 6
Sammal 9
Havu 9
Kipsisakka-allas 3
Sieni 5*
Havu 8*
KL1
PLS5-6
ja EM2
Havu 8B
Sieni 8
Sammal 18
PH5-6
IP5-6
Sieni 7
Sammal 10
Havu 10
Sieni 9
Sammal 16
Terrafame
Bioindikaattorit
Sieninäytepisteet
Neulasnäytepisteet
Sammalnäytepisteet
Uudet ja suunnitellut toiminnan laajennusalueet
Kaivospiiri
1
0
1
2
3 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Ortokuva-aineistoa 4/2024
eurofins


Pöly09b
Melu 4
Pöly05b
Pöly22
Pöly18
Kolmisopen pato
Pöly16
Pöly07
Melu 3
SLS6
SEM 7
SLS7
SEM6
DP6
Pöly06
Melu 1
Leijuma
Melu 2
Tärinä
Tärinä
Pöly24
Melu 1
SLS5
SLS8
SH5-8
DP8
SEM 5
Raffinaattialllas 2
Pöly19b
Pöly20b
Pöly14
KL2
Lohkot 4
ja 5
Pöly10
Pöly01
Leijuma
Tärinä
Pöly12
Pöly02
Kipsisakka-allas 3
Pöly03
Pöly08
KL1
Pöly25
PLS5-6
ja EM2
Pöly26
Pöly23
PH5-6
IP5-6
Pöly21
Pöly15b
Melu 5
Terrafame
Pölylaskeuman, melun, leijuman ja tärinän tarkkailu
Pölytarkkailu
Leijuma
Melu
Melu, jatkuvatoiminen
Tärinä
Uudet ja suunnitellut toiminnan laajennusalueet
Kaivospiiri
1 0 1 2 3 4 5 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Ortokuva-aineistoa 4/2024
eurofins


Terrafame
Pölylaskeuman, melun, leijuman ja tärinän tarkkailu
Pölytarkkailu
Leijuma
Melu
Melu, jatkuvatoiminen
Tärinä
Uudet ja suunnitellut toiminnan laajennusalueet
Kaivospiiri
1 0 1 2 3 4 5 km
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartta-aineistoa 4/2024
eurofins
Pöly09b
Melu 4
Pöly05b
Pöly22
Pöly18
Kolmisopen pato
Pöly16
Pöly07
Melu 3
SEM 7
SLS6
SLS7
SEM6
DP6
Pöly06
Melu 1
Leijuma
Melu 2
Tärinä
Pöly24
SLS5
SLS8
SH5-8
DP8
SEM 5
Raffinaattialllas 2
Pöly19b
Pöly14
Pöly20b
KL2
Lohkot 4
ja 5
Pöly10
Pöly01
Leijuma
Tärinä
Pöly12
Pöly02
Kipsisakka-allas 3
Pöly03
KL1
Pöly08
Pöly25
PLS5-6
ja EM2
Pöly26
Pöly23
PH5-6
IP5-6
Pöly21
Pöly15b
Melu 5
Lahnasjärvi
Kolmisoppi
Sopenvaara
Tuhkakylä
Rikkola
Erkkilä
Puhakka