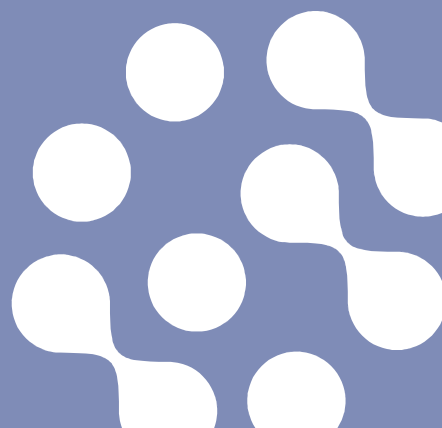


Eurofins Ahma Oy
30.4.2024

TERRAFAME OY TARKKAILU 2024 YHTEENVETO



TERRAFAME OY, TARKKAILU 2024, YHTEENVETO

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
2.	KÄYTTÖTARKKAILU	2
3.	PÄÄSTÖTARKKAILU	3
3.1	VESIPÄÄSTÖJEN TARKKAILU	3
3.2	ILMAPÄÄSTÖJEN TARKKAILU	3
4.	PINTAVESIEN TARKKAILU	4
4.1	OULUJOEN VESISTÖALUE	4
4.2	VUOKSEN VESISTÖALUE.....	6
5.	PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU	7
5.1	PIILEVÄT	7
5.2	POHJAEÄIMET.....	8
5.3	KASVIPLANKTON.....	8
6.	KALATALOUSTARKKAILU	9
7.	POHJAVESIEN TARKKAILU	11
8.	LASKEUMATARKKAILU.....	13
9.	JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU	14
10.	BIOLOGINEN TARKKAILU MAA-ALUEILLA.....	16
11.	YMPÄRISTÖMELUN TARKKAILU.....	17

Eurofins Ahma Oy

Terrafame Oy (käyttötarkkailu)

Sähköposti: etunimi.sukunimi@etn.eurofins.com

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Terrafame Oy on suomalainen akkukemikaaliyhtiö, joka hyödyntää tuotantoprosessissaan bioliuotusmenetelmää. Yhtiön kaikki toiminnot sijaitsevat Sotkamossa. Terrafamen päätuotteita ovat sähköautojen akkujen valmistuksessa käytettävät nikkeli- ja kobolttisulfaatit. Lisäksi yhtiö tuottaa metallipuolituotteita – nikkeli-koboltti-, sinkki- ja kuparisulfideja – sekä ammoniumsulfaattia. Vuoden 2024 kesäkuussa Terrafame aloitti uraanin talteenottolaitoksen ylösajon.

Kaupallinen tuotantotoiminta teollisuusalueella on käynnistynyt vuonna 2009. Terrafame on harjoittanut tuotantotoimintaa alueella 15.8.2015 alkaen.

Tuotantolaitoksen toiminnan alkuvuosina edellisen toimijan aikana, ympäristötarkkailua on toteutettu vuonna 2007 laaditun ja vuonna 2008 Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen ja Kainuun ympäristökeskuksen hyväksymiskirjeen perusteella täydennetyn tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmaa on sittemmin täydennetty lukuisin lisäyksin mm. päästö-, pintavesi-, pohjavesi-, pölylaskeuma- ja kalataloustarkkailujen osalta.

Vuonna 2024 Terrafame Oy:n ympäristötarkkailu toteutettiin syyskuussa 2023 hyväksytyn tarkkailuohjelman mukaan. Uudessa tarkkailuohjelmassa on yhdistetty eri toimintojen tarkkailua koskevat, voimassa olevat Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskusten hyväksymät erilliset tarkkailuohjelmat sekä niihin tehdyt lisäykset. Uraanin talteenottolaitoksen käyttöönoton myötä tarkkailuohjelmaa päivitettiin kesäkuussa 2024.

Kesäkuussa 2022 Terrafame sai koko toimintaansa koskevan ympäristöluvan (nro 87/2022, PSAVI/2461/2017). Tarkkailuohjelma päivitettiin tuolloin vastaamaan uusia lupaehtoja. Vuoden 2024 aikana toteutettu velvoitetarkkailu perustui pääosin 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 ympäristölupapäätös 29.6.2023 (Nro 107/2023, Dnro PSAVI/4347/2020)

Velvoitetarkkailuun sisältyy tuotannon käyttötarkkailu, sekä ulkopuolisen toimijan toteuttama päästö- ja ympäristövaikutusten ja jätejakeiden laadun tarkkailu. Vuonna 2024 käyttötarkkailusta vastasi Terrafame Oy ja ulkopuolisen toimijan toteuttamasta tarkkailusta Eurofins Ahma Oy.

Tarkkailukokonaisuus on jaettu seuraaviin osioihin, joista on laadittu omat itsenäiset vuosiraporttinsa:

1. Käyttötarkkailu
2. Vesipäästöjen tarkkailu
3. Pistemäisten ilmapäästöjen tarkkailu
4. Pintavesien tarkkailu
5. Piilevien tarkkailu
6. Kalataloustarkkailu
7. Pohjavesien tarkkailu
8. Pölylaskeuman tarkkailu
9. Jätejakeiden tarkkailu
10. Biologinen tarkkailu maa-alueella 2024
11. Ympäristömelun tarkkailu

Tässä yhteenvedossa käsitellään kunkin tarkkailukokonaisuuden osa-alueen pääkohdat.

2. KÄYTTÖTARKKAILU

Yhtiö jatkoi vuoden 2024 aikana akkukemikaalitehtaan tuotannon ylösajoa akkukemikaalitehtaan ympäristölupapäätöksen nro 5/2021 (PSAVI/3636/2019) mukaisesti. Lisäksi vuoden 2024 kesäkuussa otettiin käyttöön uraanin talteenottolaitos. Vaasan hallinto-oikeus antoi joulukuussa 2024 ratkaisut ympäristölupapäätöstä 87/2022 (PSAVI/2461/2017) ja KL1 rakentamista ja käyttöä koskevaa päätöstä nro 107/2023 (PSAVI/4347/2023) koskeviin valituksiin, joilla rajoitettiin rakennettavien alueiden laajuutta, sivukiven louhintamäärää sekä muutti mm. vesienjuoksutuksia koskevia lupamääräyksiä. Yhtiö on hakenut valituslupaa korkeimmasta hallinto-oikeudesta. Jo aiemmin tammikuussa 2024 hallinto-oikeus oli antanut välipäätökset em. asioissa, joilla rajoitettiin uusien jätealueiden laajentamista sekä louhintamääriä. Välipäätöksillä oli vaikutus vuoden 2024 malmintuotantomääriin.

Yhtiön Kolmisopen malmion hyödyntämiseen liittyvä ympäristö- ja vesitalouslupahakemus (PSAVI/8746/2023) kuulutettiin vuoden 2024 lopussa. Sulkemiseen liittyen yhtiö jätti vuoden 2024 aikana useita lupahakemuksia, koskien mm. KL1- ja KL2-sivukivialueiden sekä kipsisakka-altaan 1 sulkemista. Lisäksi vuoden 2024 lopussa yhtiö laittoi vireille jätehuoltosuunnitelman (PSAVI/16043/2024) ja sulkemissuunnitelman (PSAVI/16044/2024). Vuonna 2024 Terrafame sai ympäristölupapäätökset (Nro 135/2024, 136/2024) akkukemikaalitehtaalla muodostuvan rautasakan kierrättämiseksi bioliuotukseen, uraanin talteenottolaitoksen syöttövirran ja höngänkäsittelyn muutoksille (Nro 56/2024) sekä vesienhallinnan kehittämiseksi ja kipsisakan kiintoainepitoisuuden nostamiselle (Nro 166/2024). Lisäksi aluehallintovirasto ratkaisi (Nro 171/2024, 172/2024) yhtiön ympäristötarkkailuohjelmaa koskevista ELY-keskusten päätöksistä tehdyt oikaisuvaatimukset.

Kuusilammen avolouhoksessa louhittiin vuoden 2024 aikana yhteensä 14,2 miljoonaa tonnia malmia ja 29,9 miljoonaa tonnia sivukiveä. Yhteensä räjäytyksiä oli 70 kappaletta. Louhoksen syvin kohta oli vuoden lopussa tasolla -45 m merenpinnasta. Mustaliuskesivukiveä (27,5 Mt) läjitettiin sivukivialueen KL1-alueelle (lohkoille 5 ja 6). Sivukivialueelle KL2 on läjitetty sivukiveä (0,8 Mt) kasan muotoiluun sulkemista valmistelevana toimenpiteenä. Kiilleliusketta käytettiin tarvekivenä 1,6 Mt verran erityisesti teiden ja sekundääriliuotusalueen SH5-8 rakentamiseen. Tarvekiveä louhittiin yhteensä noin 10,7 Mt. Primääriliuotuskasoille kasattiin 14,2 Mt malmia, ja 15,0 Mt siirrettiin sekundääriliuotukseen.

Tärinää mitattiin kolmessa pisteessä, ja yksi luparajaylitys (7,07 mm/s) tapahtui syyskuussa 2024. Räjäytysteknikkaa muutettiin, eikä muita ylityksiä havaittu. Vuonna 2024 mitatut melutasot Hakosen järven itäpuolen jatkuvatoimisella melumittarilla eivät ole ylittäneet päivä- ja yöaikaisten keskiäänitasojen raja-arvoja (klo 7–22 55 dB ja klo 22–07 50 dB).

Vuoden 2024 aikana toteutettiin ja viimeisteltiin useita erityyppisiä infrarakentamisen projekteja tai niiden esitöitä. Näistä KL2:n sulkeminen käynnistettiin 9,3 ha alalla, ja sulkemisen lisäksi KL2 sivukivialueelle toteutettiin koepeittorakenteita kolmelle eri lohkolle. KL1 sivukivialueelle rakennettiin uutta läjitysaluetta noin 30 hehtaaria. KL1-alueen viereen valmistui ympärysvesiä ohjaava Kuohunahon pato, ja SH5-8 sekundääriliuotusalueen rakentaminen aloitettiin. Salmisen kunnostustöitä jatkettiin erityisesti vesialueeksi jäävän osan osalta. Sedimentin poistotyöt päättyivät syksyllä 2024, ja jäljelle jääneistä uraanipitoisuuksista tehtiin riskinarviointi, joka ei osoittanut ympäristö- tai terveyshaittaa.

Vuoden 2024 alussa alueella oli varastoituna 1 895 900 m³ ylimäärävesiä ja vuoden lopussa 3 343 009 m³. Bioliuotusprosesseihin johdettiin 100 155 m³ sivukivialueiden suotovesiä ja 16 491 m³ käänteisosmoosilaitoksen rejektia.

3. PÄÄSTÖTARKKAILU

3.1 Vesipäästöjen tarkkailu

Vuonna 2024 alueelta johdettiin vesistöihin yhteensä 10,8 Mm³ käsiteltyjä jätevesiä. Vesistä n. 90 % johdettiin tammi-joulukuun aikana purkuputkea pitkin Oulujoen vesistöalueella sijaitsevaan Nuasjärveen. Selvästi vähäisempi osa ympäristöön johdetuista vesistä juoksutettiin ns. vanhoja purkureittejä pitkin Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin. Juoksutettujen vesien kokonaismäärästä n. 7 % touko-kesäkuussa Latosuon ja heinä-syyskuussa Kuusilammen kautta Kuusijokeen Oulujoen vesistöön, sekä n. 3 % huhti-toukokuussa Kortelammen kautta Ylä-Lumijärven ohittavaan kanavaan Vuoksen vesistöön.

Juoksutetun veden kokonaismäärä on kasvanut viime vuosina. Vuonna 2024 juoksutettu kokonaismäärä oli n. 8 % suurempi kuin edellisvuonna. Vuonna 2024 vesistöihin puretun veden määrä oli suurempi kuin vuosina 2015–2023. Vuoden 2024 sadesumma Tuhkakylän mittauspisteellä oli 740 mm, kun pitkän ajan keskiarvo alueella on 624 mm.

Ympäristöluvan mukaan vesistöön vanhoja purkureittejä pitkin juoksutettavan veden määrää tulee säädellä Kalliojoen virtaamien mukaisesti. Ympäristölupapäätöksen 87/2022 (20.6.2022, ennen VHO:n 19.12.2024 antamaa ratkaisua päätöksen muuttamisesta) mukaisesti lähivesistöihin sekä Vuoksen että Oulujoen valuma-alueelle johdettavan käsitellyn jäteveden virtaama saa olla jatkuvasti enintään 15 % Kalliojoen alaosan kyseisen ajankohdan virtaamasta. Vuonna 2024 juoksutusmäärät ovat pääosin pysyneet luvassa määrätyn raja-arvon alapuolella. Hetkellisiä ylityksiä on tapahtunut Oulujoen suuntaan juoksutettujen vesien osalta touko-kesäkuussa ja Vuoksen vesistöön juoksutettujen vesien osalta heinä-syyskuussa, mutta ylitykset ovat pieniä, ja johtuvat mittauksen ja juoksutusvirtaaman säätämisen välisestä viiveestä.

Vesistöön johdettavan veden pitoisuuksille on määrätty ympäristöluvassa raja-arvoja, joista osa on annettu yksittäistä näytettä koskien, ja osaa raja-arvoista verrataan vesistöön johdetun veden pitoisuuksista laskettuun virtaamapainotteiseen kuukausikeskiarvoon. Vuonna 2024 vesistöön johdettujen vesien virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot täyttivät lupaehdot kaikilta osin. Myös yksittäisiä näytteitä koskevat pitoisuusraja-arvot alituivat vuonna 2024 kaikkien purkuvesinäytteiden osalta.

Vesistöön johdettavan veden laatua säädellään myös ympäristöluvassa vesistöön johdetulle vuosikuormitukselle säädetyin raja-arvoin. Purkuputken kautta Nuasjärveen johdetulle vedelle on lisäksi sulfaatin osalta annettu kuukausikohtaiset kuormitusraja-arvot. Vuonna 2024 vesistöön johdetut kokonaisvuosikuormitukset pysyivät raja-arvojen puitteissa purkuputken kautta johdetun kuormituksen osalta. Myös nk. vanhojen purkureittien osalta luparajat alituivat kaikilta osin. Lisäksi purkuputken kautta Nuasjärveen johdetun veden kuukausittaiset sulfaattikuormitukset pysyivät kaikkina kuukausina päätöksen mukaisten raja-arvojen alapuolella.

3.2 Ilmapäästöjen tarkkailu

Eurofins Nab Labs Oy:n päästömittauslaboratorio toteutti Terrafame Oy:n toimeksiannosta metallien talteenoton, akkukemikaalitehtaan ja uraanilaitoksen ilmapäästömittaukset sekä kalkintuotannon ilmapäästömittaukset.

Kalkintuotannon päästökohteita on kolme, joista yksi mitattiin. Muut kaksi mittauskohdetta liittyvät junien kulkuajankohtiin ja mittauksia ei saatu sovitettua yhteen junien kulun kanssa eikä loppuvuoden aikana kulkenut enää junia. Mitattuja hiukkaspitoisuuksia verrattiin tarkkailusuunnitelman päästöraja-arvoihin. Raja-arvot perustuvat ympäristölupapäätökseen Nro 87/2022, Dnro PSAVI/2461/2017 (päivätty 20.6.2022). Kohteen hiukkaspitoisuus alitti raja-arvon uusintamittauksissa.

Metallien talteenoton ilmapäästömittauksissa selvitetiin poistokaasujen rikkivetypitoisuudet ja –päästöt. Mitattuja pitoisuuksia verrattiin tarkkailusuunnitelman päästöraja-arvoihin. Raja-arvot perustuvat ympäristölupapäätökseen Nro 87/2022, Dnro PSAVI/2461/2017 (päivätty 20.6.2022). Metallien talteenoton poistokaasujen rikkivetypitoisuudet olivat alle raja-arvon. Mittauksen yhteydessä mitattiin myös pelkistyneiden rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuus, joka oli kaikissa kohteissa alle H₂S-pitoisuuden päästöraja-arvon.

Akkukemikaalitehtaan mittauksissa mitattiin poistokaasujen hiukkas-, raskasmetalli- ja TVOC-pitoisuudet. Poistokaasujen hiukkas- ja raskasmetallipitoisuudet mitattiin tarkkailuohjelman mukaan kaksi kertaa vuoden

2024 aikana. Haastavien sääolosuhteitten takia uuton ilmanvaihdon toista TVOC-mittausta ei saatu toteutettua vuoden 2024 aikana. Uuttoalueen TVOC-pitoisuudet mitattiin tarkkailuohjelman mukaan kertaalleen vuoden 2024 aikana ja samalla tehtiin vertailumittaus. Hiukkasmittausten vertailumittaus tehtiin loppuvuoden mittauskierroksella. Mitattuja pitoisuuksia verrattiin ympäristöluvassa Nro 5/2021, Dnro PSAVI/3626/2019 (päiväty 20.1.2021) annettuihin raja-arvoihin.

Ympäristöluvan (Nro 5/2021, Dnro PSAVI/3626/2019) mukaan päästöraja-arvoja katsotaan noudatetun, jos kaikki mittaustulokset alittavat raja-arvon. Kertamittausten osalta mittausepävarmuutta ei vähennetä ennen vertaamista raja-arvoihin. Akkukemikaalitehtaan poistokaasujen mitatut hiukkaspitoisuudet olivat alle raja-arvon lukuun ottamatta kiteytyksen poistokaasuista mitattuja hiukkaspitoisuuksia. Mitatut raskasmetallipitoisuudet olivat alle raja-arvon lukuun ottamatta nikkelisulfaatin kiteytyksen poistokaasupitoisuutta molemmilla mitauskierroksilla sekä koboltisulfaatin kiteytyksen poistokaasupitoisuutta loppuvuoden mittauksissa. Nikkeliuuton TVOC-pitoisuus ylitti raja-arvon.

Nikkeli-, koboltti- ja epäpuhtausuuton jatkuvatoimisille TVOC mittauksille tehtiin vertailut. Vertailun perusteella koboltti- ja epäpuhtausuuton jatkuvatoimiset TVOC-mittaukset täyttivät niille asetetut vaatimukset. Nikkeliuuton TVOC-mittaukselle ei tehty AST-tarkastelua, koska laitoksen mittalaite oli vertailumittausten aikana epäkunnossa.

Uraanilaitoksen ilmapäästömittaukset tehtiin loppuvuodesta 2024. Mitatut pitoisuudet alittavat ympäristöluvan Nro 87/2022, Dnro PSAVI/2461/2017 raja-arvot. Tarkkailuohjelmasta poiketen uuttovaiheen hiukkasia ei mitattu konsultin virheen takia eikä kuivatus-pakkausvaiheesta otettu kolmea jaksottaista rikkivetynäytettä, koska näytteenotin likaantui kesken näytteenoton.

4. PINTAVESIEN TARKKAILU

Purkuvesien johtamisreittien ulkopuolisten järvien ja lampien tarkkailutulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailukierroksiin. Iso-Savonjärvellä on havaittu vuonna 2024 kokonaistyyppä runsaammin kuin aikaisemmin. Kaivospiirin ulkopuolisilta pieniltä järveltä ei havaittu haitallisten ja vaarallisten metallien ympäristölaadunormin ylittäviä pitoisuuksia vuonna 2024, kuten ei myöskään ole havaittu vuosina 2021–2023.

Kaivospiirin sisällä olevien lampien tarkkailun kuuluvan näytteenotto tehtiin kesä-heinäkuun vaihteessa. Valkealammella mitattu kokonaissyvyys oli 4 metriä, kun aikaisemmin on mitattu syvyydeksi 5,5–6,4 metriä. Myös Kaivoslammella mitattu kokonaissyvyys 2,5 metriä oli noin 1,5 metriä pienempi kuin aikaisempina tarkkailuvuosina mitatut 4,0–4,5 metriä. Vesinäytteiden tulokset olivat kumminkin näillä kohteilla vastaavia kuin ovat olleet aikaisemmilla tarkkailukierroksilla. Keskellä toimintoja sijaitsevalla Munninlammen alusvesistä oli havaittavissa aikaisempia tarkkailukierroksia huomattavasti runsaammin sulfaattia, tyyppä, kalsiumia, magnesiumia, mangaania, natriumia ja sinkkiä. Munninlammen pitoisuuksissa on nähtävillä vuonna 2023 aloitetun KL1 sivu-kivialueen ja DP9-altaan rakennustyömaiden vaikutus.

Pintavesitarkkailu toteutettiin voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti. Muutamia yksittäisiä näytteenottoja ei saatu suoritettua, joko jääolosuhteista tai pisteen ominaisuuksista (pisteellä ei vettä) johtuen. Näytteenotosta vastasivat sertifioidut näytteenottajat ja näytteet analysoitiin Eurofinsin Environmental Testing Oy:n ympäristölaboratoriossa Lahdessa. Laboratorio on FINAS:n akkreditoima (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005) testauslaboratorio T039. Uusi tarkkailuohjelma, joka huomioi uuden ympäristöluvan sekä siihen liittyvät täydennykset on otettu kokonaisuudessaan käyttöön vuoden 2024 alusta alkaen.

4.1 Oulujoen vesistöalue

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden laadussa kohonneina sulfaatti- ja nikkelipitoisuuksina sekä sähkönjohtavuuden nousuna talvikerrostuneisuuden aikaan. Suurimmat edellä mainittujen parametrien pitoisuudet ja sähkönjohtavuudet on havaittu syvänpisteillä Nj23 ja Nj46. Näillä pisteillä mm. sulfaattipitoisuudet ja sen vaikutuksesta sähkönjohtavuudet ovat alusvesissä olleet alkuvuosina 2022–2024 huomattavasti suurempia kuin aikaisempina tarkkailuvuosina. Terrafamen purkuputkeen johdettavan veden laadussa ei ole kuitenkaan tapahtunut merkittäviä muu-

toksia vuosien välillä, joka selittäisi tasonmuutoksen. Havaittujen pitoisuustasonousujen taustalla on eri toimijoiden yhteisvaikutukset. Elementis Mineralsin Sotkamon kaivokselta on vuodesta 2021 alkaen purettu noin kymmenen vuoden tauon jälkeen vesiä Nuasjärveen. Mallinnusten mukaan purkuvedet suuntautuvat juuri edellä mainittuihin syvänteisiin ja on havaittavissa ensisijaisesti sulfaattikuormituksena.

Pohjoisen, luontaisen purkureitin (lähijärvien) tuloksissa oli havaittavissa vuoden 2024 aikana, että kokonaistyyppipitoisuuksien pidempiaikainen nouseva trendi pääsääntöisesti jatkui. Ylimmällä, Salmisenpuron pisteellä trendi kääntyi laskuun vuoden neljännellä kvartaalilla ja todennäköisesti laskeva suuntaus on käynnistynyt myös muilla pisteillä. Typeä luontaiselle reitille päätyy uuden sekundäärialueen 5–8 maanmuokkaustoimien johdosta. Kevään ja kolmannen kvartaalin vesien johtamiset olivat nähtävissä lähinnä vain Kalliojoen sulfaattipitoisuuksissa sekä sitä kautta sähkönjohtavuudessa.

Haitallisten ja vaarallisten aineiden pitoisuuksista ympäristössä säädetään valtioneuvoston asetuksessa (1308/2015, "HAVA"). Asetuksessa biosaatavan nikkelpitoisuuden ympäristölaatu normi on 4 (+1) µg/l (AA-EQS) ja suurin yksittäisen näytteen liukaisen nikkelin pitoisuustaso 34 µg/l (MAC-EQS). Kadmiumin osalta AA-EQS arvot ovat <0,08–0,25 µg/l ja MAC-EQS arvot <0,45–1,5 µg/l, sovellettavat normitasot riippuvat veden kovuusluokasta. Liukaisen liijyn osalta asetuksen ympäristölaatu normitasot ovat AA-EQS 1,2 µg/l ja MAC-EQS 14 µg/l. Haitallisten aineiden määrä vesistössä tai eliöissä ei saa ylittää niille asetettua enimmäismäärää eli ympäristölaatu normia. Vuoden 2024 HAVA-tulokset on taulukoitu liitteen 3 lopuksi pintavesien tarkkailuraportissa.

Terrafamen toiminta-alueella metallipitoisuudet ympäristössä ovat luontaisesti korkeampia mm. mustaliuskesiintymästä johtuen. Asetuksen mukaisista taustapitoisuuksista on voitu aikaisemmin poiketa kyseisellä alueella asiantuntija-arvion perusteella. Alueen luontaisia taustapitoisuuksia on selvitetty eri tutkimusten avulla, esimerkiksi Ramboll 2015, Kauppi et.al. 2013 ja GTK 2006. Aikaisempien tutkimusten yhteenvedon (Pöyry, 2017) perusteella toimija haki ja sai poikkeusluvan kaivosalueen eli malmion läheisillä vesistöillä, pois lukien Nuasjärvi. Vuosina 2018–2022 tuloksien vertailussa käytettiin asiantuntija-arvioon pohjautuvia raja-arvoja. Uuden lupamääräyksen mukaisesti näille poikkeamille ei ole enää tarvetta ja vuodesta 2023 lähtien tuloksia on verrattu alkuperäisen asetuksen raja-arvoihin. Laskennassa sovelletut raja-arvot ja laskennan tulokset on esitetty liitteen 3 lopussa pintavesien tarkkailuraportissa.

Haitallisten ja vaarallisten aineiden osalta Kuusijoella yksittäisten näytteiden liukoiset nikkelpitoisuudet ylittivät edellisvuosien tapaan pääsääntöisesti raja-arvon (MAC-EQS) 34 µg/l tason. Pitoisuuksissa on kuitenkin havaittavissa edelleen laskeva suuntaus, vuoden 2024 keskiarvo oli 60 µg/l, kun vuonna 2023 se oli 89 µg/l ja vuonna 2022 114 µg/l. Vuosikeskiarvoksi biosaatavalle nikkelille saatiin tulos 10,3 µg/l (vuonna 2023 14,3 µg/l ja vuonna 2022 18,5 µg/l), mikä ylitti (AA-EQS) 5,0 µg/l tason. Kadmiumin osalta vuosikeskiarvo oli vuonna 2024 0,40 µg/l (vuonna 2023 0,53 µg/l ja vuonna 2022 0,52 µg/l) mikä ylitti vuosikeskiarvolle asetetun raja-arvon 0,25 µg/l. Vastaavia pitoisuuksia on mitattu Kuusijoelta myös aiempina vuosina, mutta pitoisuuksissa on laskeva suuntaus.

Kivipurolla liukaisen nikkelin keskipitoisuus oli vuonna 2024 42,0 µg/l, laskien edelleen vuoden 2023 keskiarvosta 44,9 µg/l, vuosina 2020–2022 keskipitoisuudet olivat välillä 71–102 µg/l. Pitoisuudet vaihtelivat yksittäisillä kierroksilla välillä 23–64 µg/l, yksittäisten näytteiden enimmäispitoisuudelle määritetty raja-arvo (MAC-EQS) 34 µg/l ylittyi kesä-syyskuun sekä joulukuun näytteissä. Vuosikeskiarvoksi biosaatavalle nikkelille saatiin tulos 4,3 µg/l, mikä alitti (AA-EQS) 5,0 µg/l tason. Kadmiumin keskipitoisuus 0,58 µg/l laski edelleen, vuosina 2021–2023 keskipitoisuuksien kehitys oli 2,21→1,25→1,02 µg/l. Kadmiumin maksimipitoisuus 1,3 µg/l oli alle edellisten vuosien vastaavien maksimien, vuonna 2023 havaittiin pitoisuus 1,6 µg/l ja vuonna 2022 2,5 µg/l. Yksittäisille näytteille määritetty raja-arvo alittui, mutta vuosikeskiarvolle määritetyt raja-arvo ylittyi edellisvuosien tapaan.

Pirttipurolla liukaisen nikkelin pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2024 välillä 12–330 µg/l, suurin ja muista vuoden näytteistä (max 49 µg/l) poikkeava pitoisuus mitattiin syyskuun näytteestä, josta oli havaittavissa myös muita haitta-aineita normaalitasoa runsaammin. Poikkeavan näytteen vuoksi vuoden keskiarvoksi tuli 50 µg/l, nous-ten vuoden 2023 keskiarvosta 28 µg/l. Yksittäisiä näytteitä tarkasteltaessa edellä mainittu syyskuun tulos 330 µg/l ja elokuun tulos 49 µg/l ylittivät (AA-EQS) raja-arvon 34 µg/l. Vuosikeskiarvoksi, kaikki näytteet huomioi-den biosaatavalle nikkelille saatiin tulos 5,6 µg/l, mikä ylitti (AA-EQS) 5,0 µg/l tason. Syyskuun näytteessä oli havaittavissa myös kadmiumia muita kierroksia runsaammin, kyseisellä kierroksella kadmiumipitoisuudeksi mitattiin tulos 3,9 µg/l, kun vuoden muilla kierroksilla pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,14–0,58 µg/l. Poikkeavan näytteen vuoksi kadmiumin keskipitoisuus nousi tulokseen 0,61 µg/l ylittäen vuosikeskiarvolle asetetun raja-arvon 0,25 µg/l. Kyseinen raja-arvo on ylittynyt myös aikaisempina vuosina, vuosina 2021–2023 keskiarvot ovat olleet 0,27, 0,31 ja 0,36 µg/l.

Elohopean pitoisuudet jäivät pääsääntöisesti määräysrajaa pienemmiksi, maaliskuun kierroksella havaittiin yksittäisiä juuri määräysrajan (max 0,03 µg/l) ylittäviä pitoisuuksia Nuasjärven pisteillä Nj35, Nj37 ja Nj46. Uraanin osalta keskipitoisuudet vaihtelivat vesissä vuonna 2024 välillä <0,10–0,58 µg/l, ollen pääsääntöisesti alle määräysrajan. Suurimmat pitoisuudet mitattiin, edellisvuoden tapaan Kalliojärven vesistä, jossa yksittäiset pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 0,39–0,88 µg/l. Vuonna 2024 tarkkailupisteiltä mitatut lyijypitoisuudet olivat pieniä, suurin yksittäinen pitoisuus 1,4 µg/l mitattiin Pirttipuron syyskuun poikkeavasta näytteestä. Muilla tarkkailupisteillä yksittäisten näytteiden pitoisuudet jäivät tasoon alle 0,5 µg/l, ollen pääsääntöisesti alle määräysrajan <0,10 µg/l.

Terrafamen prosessivesissä esiintyy mangaania, joka saadaan pääosin poistettua vesienkäsittelyssä. Mangaania voi päätyä pintavesiin myös pohjan sedimentistä happitilanteen heikentyessä. Teollisuusalueelta varsinakin toiminnan alkuvaiheessa johdetussa vedessä on kuitenkin havaittu kohonneita mangaanipitoisuuksia. Maailman terveysjärjestö (WHO) on asettanut mangaanin ohjearvoksi pehmeissä vesissä 0,2 mg/l (200 µg/l). Ohjearvon mukaisten pitoisuuksien on arvioitu antavan suojan 95 %:lle eliölajeista 50 %:n varmuudella. Pintavesissä laatusuosituksen ylittyminen on yleistä ja mangaanipitoisuus vaihtelee kuukausien välillä. Selvästi laatusuositusta korkeampia mangaanipitoisuuksia mitattiin Jormasjärven syvänteiden alusvesistä sekä Nuasjärveltä pisteiden Nj24 ja Nj34 alusvesistä.

4.2 Vuoksen vesistöalue

Vuoksen suuntaan vesiä johdettiin pieni määrä huhti-toukokuussa. Kesä- ja elokuun tuloksissa ei ollut nähtävissä vesien johtamisen vaikutusta, tulosten ollessa pisteillä yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin ja trendeihin. Kivijärven syvännepisteellä Kiv10 on edelleen havaittavissa pysyvää kerrostuneisuutta syvyyden 6 metriä alapuolella, mutta vesistön luontaisen syyskierron on havaittu ulottuvan viime vuosina myös syvempiin vesikerroksiin. Kivijärven luusuan pisteellä Kiv7 havaittiin huhtikuun alussa, ennen vesien johtamisen aloitusta, hieman normaalitasoa runsaammin mm. sulfaattia ja typpeä, kesäkuun kierroksella pitoisuudet olivat palautuneet normaalitasoilleen. Vastaavia pulsseja on havaittu keväisin viimeksi vuosina 2020–2022 ja voivat indikoida syvännepisteellä Kiv10 tapahtuvia muutoksia. Kiv10 syvänteiden alusveden sulfaattipitoisuudessa oli havaittavissa lievää pidempiaikaista laskua vuosina 2020–2023, mutta samalla kokonaisfosfori- ja kokonaistypipitoisuudet nousivat ja olivat nousussa myös vuonna 2024. Ravinteiden pitoisuuksien vaihtelu voi olla seurausta hapettomuuden myötä aiheutuneesta sisäisestä kuormituksesta. Vuoden 2024 näytteiden alusvesien sulfaattipitoisuudet ja sitä kautta sähköjohtavuus ovat keskimäärin vastaavia kuin vuonna 2023 vastaavana aikana ja laskeva suuntaus näyttäisi tasoittuneen.

Kivijärvellä suoritettujen kenttämittausten perusteella väli- ja alusvesien happisaturaatiot olivat jokaisella pisteellä elokuun kierroksella alhaisempia kuin muutamana aikaisempina vuotena vastaavaan aikaan. Selkein muutos oli havaittavissa järven pohjoispään pisteellä Kiv 2, jossa kenttämittausten mukaan happisaturaatioaste laski tasolle <5,0 % vesipatsaan puolivälissä eli noin 4 metrin syvyydeltä alaspäin. Vastaavia tuloksia pisteeltä on mitattu viimeksi vuonna 2020, jolloin harppauskerros oli viiden metrin syvyydellä. Lokakuun kierroksella vesistön syyskierron jälkeen happisaturaatioasteet olivat, pisteen Kiv10 alusvesiä lukuun ottamatta, korkeammilla tasoilla kuin lokakuussa 2023.

Laakajärven ja Kiltuan vuoden 2024 näytteiden tulokset olivat tavanomaisia ja pitoisuudet luontaisilla tasoilla.

Vuonna 2024 Vuoksen suunnalta ei havaittu haitallisten ja vaarallisten aineiden osalta ympäristölaatumien ylittäviä pitoisuuksia. Liukoisien nikkelin keskipitoisuudet vaihtelivat välillä 1,0–9,6 µg/l, ollen vastaavia kuin aikaisempina vuosina. Korkein liukoisien nikkelin keskipitoisuus mitattiin edellisvuoden tapaan Ylä-Lumijärveltä. Biosaatavan nikkelin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,1–1,7 µg/l. Uraanipitoisuudet olivat pääosin pieniä, tarkkailupisteen Kiv10 alusvesistä uraania on havaittu läpi tarkkailun ja vuoden 2024 ka. 1,71 µg/l oli yhteneväinen aikaisempiin tarkkailuvuosiin (vuonna 2023 ka. 2,02 µg/l). Lyijyn osalta suurin yksittäinen pitoisuus 0,96 µg/l mitattiin Kivijoelta huhtikuun kierroksella, muilla vuoden kierroksilla pitoisuudet jäivät tällä pisteellä tasoon <0,4 µg/l. Biosaatavan lyijyn pitoisuudet jäivät tasoon <0,10 µg/l jokaisella tarkkailupisteellä.

Mangaanin osalta selvästi laatusuositusta (200 µg/l) korkeampia mangaanipitoisuuksia mitattiin aikaisempien tarkkailuvuosien tapaan usealta pisteeltä. Aikaisempien vuosien tapaan Kivijärven syvännepisteen 10 alusvesistä mangaania on runsaasti, vuoden 2024 keskiarvo oli 47250 µg/l (vuoden 2023 ka. 46000 µg/l ja 2022 43500 µg/l) ja pitoisuuksissa on hienoinen nouseva trendi.

5. PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU

5.1 Piilevät

Terrafamen ympäristötarkkailuissa on toteutettu piileväseurantaa vuodesta 2008 lähtien ja vuodesta 2013 alkaen Tuhkajoen ja Kivijoen piileväseurantaa on toteutettu vuosittain. Lisäksi piileväseurantaa on toteutettu vuodesta 2015 alkaen kolmen vuoden välein Lumijoella, Laakajoella, Kalliojoella ja Jormasjoella. Piileväseuranta toteutettiin vuonna 2024 kaikilla kuudella tarkkailualueella. Piileväseurannan tarkoituksena on selvittää, onko tuotantoalueelta ja sen suunnasta tulevilla vesillä vaikutusta alapuolisten vesistöjen piileväyhteisöihin. Piilevät ovat indikaattoreita vesistöjen ekologiselle tilalle, ravinteisuudelle sekä kuormitukselle ja niiden säännöllisellä seurannalla voidaan havaita mahdollisia muutoksia vesistöjen tilassa.

Vuoksen vesistön Lumijoki on pieni turvemaiden joki, jolle humushappamuutta suosiva lajisto on luontaista. Viime vuosina lisääntynyt happamuus voi johtua Terrafamen toiminnan vähenevästä vaikutuksesta veden laatuun 2018–2024. Suolaista vettä suosivia piileviä havaittiin huomattavasti vuonna 2018, vähän vuonna 2021, ja ei ollenkaan 2024. Suolaista vettä suosivien piilevien väheneminen indikoi Terrafamen toiminnan vähentynyttä vaikutusta Lumijoen piileväyhteisöissä.

Vuoksen vesistön Kivijoki on pieni turvemaiden joki, jonka lajisto on hieman monipuolisempi kuin Lumijoessa, mutta enemmistö piilevistä on edelleen humushappamuutta suosivia piileviä. Veden pH on noin 5, humuksisuus voimakasta, ja ravinnetaso oligo-mesotrofinen. Suolaista vettä suosivia piileviä ei havaita, kuten ei enää useaan vuoteen. Piilevien koostumus voidaan katsoa tyypilliseksi pienelle ojitetun turvemaiden joelle, eikä kuormitusta indikoivia piilevätaksoneita havaita.

Vuoksen vesistön Laakajoki on keskisuuri turvemaiden joki, jonka koostuu melkein yksinomaan humushappamuutta suosivista piilevistä, osoittaen jatkuvasti alhaista veden pH-tasoa (<5). Rehevyyden indikaattoreita ei havaita, mutta ravinnetasoa ei voida arvioida tarkemmin. Vertailtaessa vuosien 2018, 2021 ja 2024 piilevien koostumusta, nähdään happamuuden lisääntyminen ja mahdollisesti ravinteisuuden väheneminen vedessä. Humushappamuus voidaan katsoa luontaiseksi, joten Terrafamen toiminnan vaikutusta ei nähdä näytteissä. Vuonna 2012 tutkittujen alueen vertailujokien Sopenjoen ja Ukonjoen lajistot ovat vastaavia ja osoittavat vastaavaa happamuutta. Tulosten perusteella ei siten ole tarvetta tarkkailun ulottamiselle alempaan vesistöön.

Oulujoen vesistöön kuuluva Kalliojoki on keskisuuri turvemaiden joki. Vuoden 2024 näytteessä havaitaan runsaina *Achnanthyrium lineare*, *A. cf. microcephalum*, sekä *Eunotia minor*. Havaittu lajisto on melko yksipuolinen, mutta pääosin tyypillinen. Vesi on runsashumuksista, pH välillä 5–6, ja ravinnetaso oligotrofinen. IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen luokkaan, ja TDI-arvo on vähäravinteisella tasolla. Näytteen voidaan katsoa edustavan vähintään hyvää päällyslevästön ekologista tilaa. Myös aikaisemmissa näytteissä 2018 ja 2021 havaittiin runsaina samoja *Achnanthyrium*- ja *Eunotia*-lajeja. ACID-arvojen perusteella veden happamuus on lisääntynyt. Piilevien koostumuksessa ei nähdä kaivostoimintaa indikoivia lajeja, kuten suolaista vettä suosivia lajeja. Edellisen kerran suolaista vettä suosivia piileviä havaittiin vuonna 2018, jolloin piilevistä n. 1 % oli suolaista vettä suosivia lajeja. Lisääntyneen happamuuden voidaan arvioida olevan suoperäistä, eli luontaista.

Oulujoen vesistöön kuuluva Tuhkajoki on keskisuuri turvemaiden joki. Sen näytteessä havaitaan runsaina *Tabellaria flocculosa*, *T. quadrisepata*, *Eunotia minor*, *E. bilunaris*. Veden pH on noin 5 tai hieman yli, humuksisuus voimakasta, ja ravinnetaso oligo-mesotrofinen. IPS-arvo sijoittuu erinomaiseen laatuluokkaan, ja TDI-arvo vähäravinteiselle tasolle. Näytteen voidaan katsoa edustavan vähintään hyvää päällyslevästön ekologista tilaa. Myös Tuhkajoessa happamuus on lisääntynyt, ja suolaista vettä suosivia piileviä ei vuonna 2024 havaittu. Suolaista vettä suosivia piileviä havaittiin viimeksi vuonna 2021, jolloin piilevistä n. 1 % oli suolaista vettä suosivia lajeja.

Oulujoen vesistöön kuuluva Jormasjoki on keskisuuri turvemaiden joki, jonka monipuolisemmassa lajistossa on muihin tutkittuihin näytteisiin verrattuna vähemmän humushappamuutta suosivaa lajistoa. Näyte edustaa neutraalimpaa veden laatua. Myös rehevyyden indikaattoreita havaitaan yksittäisiä kuoria (*Sellaphora nigri*, *Nitzschia palea*). Pääosin havaitut taksonit voidaan kuitenkin katsoa tyypillisiksi. Näytteen voidaan katsoa edustavan lähinnä hyvää päällyslevästön ekologista tilaa. Suolaista vettä suosivia piileviä ei havaittu vuonna

2024 eikä 2021. Edellisen kerran suolaista vettä suosivia piileviä havaittiin vuonna 2018, jolloin n. 7 % Jormasjoen piilevistä suosi suolaista vettä.

5.2 Pohjaeläimet

Terrafamen pohjaeläintarkkailua toteutettiin syksyllä 2024 kaikkiaan 5 jokikohteella ja 13 järvikohteella. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Terrafamen toiminnan vaikutuksia läheisten vesistöjen veden laatuun ja sitä kautta mahdollisesti pohjaeläinyhteisöihin. Pohjaeläimet ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia pidemmällä aikavälillä kuin vain kyseisellä näytteenottohetkellä.

Kaivos- ja teollisuustoiminnan vaikutus pohjaeläimistöön oli havaittavissa lähimpänä aluetta sijaitsevilla tutkimusalueilla. Vuosien välillä esiintyy melko voimakasta vaihtelua pohjaeläintiheyksissä/yksilömäärissä ja taksonimäärissä havaintoalueiden välillä ja myös havaintoalueiden sisällä.

Järvikohteiden ekologisia mittareita tarkasteltaessa indeksiarvot ilmensivät melko tasaisesti erinomaista, hyvää ja tyydyttävää tilaa. Havaitut tilaluokkien muutokset olivat: Jormasjärvi 3 ja 5 tilaluokitus, tyydyttävä, laski edellisestä tarkkailu vuodesta, Laakajärvi 081 tilaluokitus, tyydyttävä, laski edellisestä tarkkailuvuodesta ja Nuasjärven Nj_34 havaintopaikan PICM-indeksi laski erinomaisesta hyvään.

Jokikohteiden ekologiset mittarit ilmensivät pääasiassa erinomaista tai hyvää tilaa, paria poikkeusta lukuun ottamatta: Kivijoen osalta tyyppiominaisten lajien määrä ilmaisi tyydyttävää tilaa ja PMA-indeksi arvo ilmensi välttävää tilaa. Edellä mainittujen Kivijoen ekologisten mittareiden arvot heikentyivät vuoteen 2021 verrattuna.

Terrafamen pohjaeläintarkkailussa ei ole ns. vertailukohteita, joille ei kohdistu vesistövaikutuksia. Näin ollen muutokset tutkimuskohteiden pohjaeläimistössä voi yhtä hyvin johtua luontaisesti esiintyvistä vaihtelusta vuosien välillä kuin Terrafamen toiminnasta. Taustapisteiden lisäämistä tarkkailuun tulisi harkita, jos yläpuolisten pisteiden tilassa havaitaan heikentymistä. Laakajärven keskiosan ekologinen tila oli heikentynyt erinomaisesta tyydyttävään, mutta arvo oli lähellä hyvän rajaa, joten alapuolisia pisteitä (Kiltuan syväne) ei tarvitse lisätä pohjaeläintarkkailuun.

5.3 Kasviplankton

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Terrafamen toiminnan vaikutuksia läheisten vesistöjen veden laatuun, jota kasviplanktonyhteisö ilmentää. Kasviplanktonin tilaa seurattiin kaikkiaan 15 havaintopaikalla yhteensä kahdeksalla järvellä. Tutkimuksessa selvitettiin kasviplanktonin koostumus 45 näytteestä. Näytteistä tuli selvittää laajalla kvantitatiivisella kasviplanktonmenetelmällä lajisto, runsaussuhteet ja biomassa Järvisen ym. (2011) ja Vuorio ym. (2022) mukaisesti.

Tarkastellut järvet sijoituivat kasviplanktonin ekologisen tilan arvioinnissa käytettävien muuttujien (a-klorofylli, kokonaisbiomassa, haitallisten sinilevien prosenttiosuus ja trofiaindeksi TPI) osalta akselille erinomainen-hyvä-tyydyttävä. Yksittäisiä tyydyttäviä laatuluokituksia eri indekseissä näkyi eniten Nuasjärven/Rehjanselän näytteissä. Muiden järvien tulokset voidaan luokitella erinomaisiksi ja hyviksi. Ainoastaan tyypittelemätön Kalliojärvi poikkesi vuonna 2024 joukosta, koska a-klorofylli- ja biomassarvot nousivat heinäkuusta syyskuuhun moninkertaisiksi. Syynä siihen ei ollut limalevä Gonyostomum semen, vaan Synura-kultalevien massaesiintyminen (69 % ja 89 % osuudet elo- ja syyskuussa). Tämän kultaleväsuvun massaesiintymät ovat mahdollisia. Ne eivät kuitenkaan vaikuta trofiaindeksin laskentaan, mutta massaesiintymä voi kertoa esim. ravinteiden ylitarjonnasta tai veden kerrostuneisuudesta. Ekologinen luokitus laski siis erinomaisesta tai hyvästä välttävään tai huonoon luokkaan, kun peilaa luokkien raja-arvoja muihin tämän tutkimuksen järviyyppeihin (Kh, Rh, Sh). Trofiaindeksi TPI:n tulokset Kalliojärveltä kuuluisivat tyydyttävään luokkaan, jos järvi kuuluisi johonkin näistä kolmesta järviyyppeistä.

Terrafamen kuormitustarkkailun järvet ovat pääosin karuja tai karuhkoja, mikä selittää järvien muuten korkeita ekologisen luokituksen arvoja. Edelliseen tutkimuskertaan vuonna 2021 verrattuna a-klorofylli-, biomassa- ja sinileväindeksitulokset eivät Kalliojärveä lukuun ottamatta suuresti muuttuneet, mutta trofiaindeksi TPI:n tulok-

set näyttäisivät olevan hieman heikompia. Se voi kertoa kuormittuneisuuden lisäyksestä, mikä johtaa kasviplanktoniyhteisön muutoksiin. Siksi kasviplanktonin tilan arvioinnissa on ensiarvoisen tärkeää huomioida yhteisökoostumukseen ja lajistoon liittyvät tekijät.

Yleisesti lajikoostumus ja biomassa voivat vaihdella vuodesta toiseen erilaisista tekijöistä johtuen. Vuonna 2021 useat järvet olivat lajistoltaan köyhiä ja biomassat olivat paikoittain alhaisia. Vuonna 2024 näytteiden biodiversiteetti näytti samankaltaisia trendejä aiempaan näytteenotokertaan verrattuna. Biomassat näyttävät nousseen hienoisesti, vaikka luokitukset ovat pysyneet samalla tasolla aiempaan verrattuna. Kiltuanjärvellä, Kivijärvellä, Laakajärvellä ja osittain Nuasjärvellä Gonyostomum semen -limalevä oli yksi valtalajeista. Uutena tutkimuskohteena Hakonen näytti koko tutkimuksen parhaimpia indeksituloksia.

6. KALATALOUSTARKKAILU

Vuonna 2024 kalataloustarkkailuun sisältyi kirjanpitokalastus Kolmisopilla, Jormasjärvellä ja Nuasjärvi-Rehjalla, sähkökoekalastukset Kalliojoessa, Tuhkajoessa (5 koealaa), Lumijoessa, Kivijoessa ja Laakajoessa, verkkokoekalastukset Kalliojärvessä, Kolmisopissa, Kivijärvellä sekä Nuasjärvi-Rehjalla. Kalojen elohopeapitoisuuksien tutkimus tehtiin Laakajärvessä, Kivijärvessä, Kiltuanjärvessä, Kalliojärvessä, Kolmisopissa, Jormasjärvessä, Nuasjärvessä, Rehjassa, Kiantajärvessä ja Teerijärvessä.

Kolmisopella kirjanpitokalastusta on harjoittanut tarkkailuhistorian aikana 1–2 kalastajaa ja kirjanpidon vuosittaiset pyyntiponnistukset ovat olleet pienehköjä. Vuonna 2024 Kolmisopella kalasti edelleen yksi kirjanpitokalastaja katiskalla eri osissa järveä. Kolmisopen kirjanpitosaalessa on viime vuosina muodostunut lähinnä hauesta, ahvenesta ja särjestä. Kyseisten lajien yksikkösaaliit parantuivat vuosien 2014–2016 jälkeen ja saavuttivat sitä edeltäneen tason Kolmisopella, mutta vuoden 2023 saalis oli kaikkien lajien osalta heikko. Vuonna 2024 yksikkösaalis kasvoi edellisvuoteen nähden etenkin särjellä ja hieman vähäisemmissä määrin ahvenella.

Pyydykset likaantuivat Kolmisopessa pitkin kalastuskautta. Eniten pyydykset likaantuivat jälleen Kalliojoen suussa, missä likaantumista ilmeni yhtä vaille jokaisella koentakerralla. Pyydysten likaantumista ilmoitettiin myös Niskalanlahdelta sekä Hietaniemen ja Kuusiniemen edustalta. Pyydysten likauminen kiihtyy tyypillisesti veden lämpötilan kasvaessa vesistöstä riippumatta. Yleensä aivan avovesikauden alussa likauminen voi olla vielä vähäistä, mutta tavallisesti se voimistuu levätuotannon kasvaessa. Jokien vaikutusalueella pyydyksiin voi kiinnittyä jonkin verran virtausten kuljettamaa kiintoainetta.

Virtaamien kasvu ja sateet voivat lisätä jonkin verran pyydysten likaantumista. Vesistötarkkailutulosten perusteella Kolmisopella pintaveden kokonaistyyppipitoisuus kohosi jonkin verran edellisvuodesta, mikä liittyi uuden sekundäärialueen rakennustyömaalla käytettävien räjähdysaineiden sisältämään tyypeen. Ravinnemäärien kasvu on voinut teoriassa hieman lisätä pyydysten likaantumista väliaikaisesti.

Jormasjärvellä kirjanpitokalastusta on harjoittanut 1–5 kalastajaa, ja vuonna 2024 tiedot saatiin neljältä kalastajalta, jotka kaikki kalastivat harvoilla (# 45–55 mm) verkoilla. Yksi kalastaja käytti lisäksi rysää sekä katiskaa, ja toinen kalastaja kävi myös vetouistelemassa. Kokonaissaalis Jormasjärvellä vuonna 2024 oli 1379 kg, josta valtaosa (966 kg) oli edellisvuosien tapaan kuhaa. Siika- ja haukisaaliit ylsivät yli 100 kg:n.

Nuasjärvellä ei tähän asti ole ollut kirjanpitokalastajia, mutta vuonna 2024 kirjanpidon aloitti neljä kalastajaa. Kalastajista kolme käytti harvoja (# 55 mm) verkkoja ja yksi kalasti neljällä rysällä (perän # 25 mm). Yksi kalastaja kalasti lisäksi katiskalla. Katiskat ja rysät olivat pyynnissä kesäkuukausina ja verkkoja käytettiin talvella jääkannen aikaan. Merkittävimpiä saalislajeja olivat kuha (2037 kg), lahna (1247 kg) ja hauki (338 kg). Muikkua ei pyydetty Nuaksella eikä taimentakaan saatu saaliiksi. Siikasaalis jäi vain vähäiseksi.

Rehjalla on harjoitettu kirjanpitokalastusta Terrafamen tarkkailuun liittyen vuodesta 2017 alkaen. Rehjalla kirjanpitäjien määrä on vaihdellut yhden ja kolmen kalastajan välillä. Kirjanpidon aloitti v. 2017 kolme kalastajaa, mutta määrä laski vuoteen 2021 mennessä yhteen. Vuonna 2023 kirjanpitoa toteutti kaksi kalastajaa, ja vuonna 2024 jälleen vain yksi. Kirjanpitokalastus Rehjalla on ollut ympärivuotista, mutta pyyntiponnistus on verkkokalastuksessa painottunut selkeästi muikunpyyntiin heinä–marraskuussa Muikkuverkkojen lisäksi kirjanpidossa oli mukana 55 mm verkkoja. Verkkokalastuksen lisäksi Rehjalla harjoitettiin rysäpyyntiä ja vetouistelua. Rehjan kokonaissaalis oli vuoden 2024 kirjanpitokalastuksessa 220 kg, josta massaltaan merkittävimpiä olivat kuha ja muikku.

Oulujoen vesistössä sähkökalastuksia tehtiin Kalliojoessa yhdellä ja Tuhkajoessa viidellä koealalla. Kalliojoen sähkökalastuksen saalis oli niukka ja koostui ainoastaan ahvenesta. Aikaisempina vuosina saaliissa on tavattu myös särkiä, haukia ja mateita.

Tuhkajoen intensiivisen tarkkailun kohteiden 5A ja 5B sähkökalastuksen saaliissa esiintyi aiempien vuosien tapaan taimenta. Koealalla 5A taimenen saalismäärä laski edellisvuodesta, mutta koealalla 5B vastaavaa ei havaittu. Tuhkajoessa sähkökalastettiin myös kolme muuta koealaa, joista kahdelta saatiin taimenia.

Vuoksen vesistön sähkökalastuskohteet sijaitsivat Lumijoessa, Kivijoessa ja Laakajoen vanhassa uomassa. Lumijoen saalislajisto käsitti ahvenen ja särjen. Saalismäärä oli Lumijoessa edellisvuosien tapaan niukka. Kivijoesta saatiin saaliiksi ahvenia ja särkiä kohtalaisesti sekä yksi kiiski.

Laakajoen vanhasta uomasta ei saatu kaloja lainkaan, mutta kaloista tehtiin kuitenkin useampia näköhavain-toja. Laakajokea on kunnostettu v. 2017.

Vuonna 2024 verkkokalastuksia tehtiin Oulujoen vesistössä Kalliojärvessä, Kolmisopissa, Nuasjärvessä ja Rehjassa. Koekalastusten pyyntiponnistusta kasvatettiin aiempaan nähden Kalliojärvessä ja Kolmisopissa. Nuasjärven koekalastukset rajattiin kahdelle osa-alueelle, joista toinen sijaitsi purkuputken lähialueella.

Kalliojärven kalansaalis oli selvästi ahvenvaltainen ja muina lajeina saaliissa esiintyi särkiä ja haukia. Ahven-saaliissa esiintyi normaaleja määriä petokaloiksi luokiteltavia kookkaampia yksilöitä. Myös pienikokoisia (3 cm) vuosiluokan 2024 ahvenenpoikasia esiintyi saaliissa. Särkisaalis oli niukka ja koostui pääasiassa 15 -17 cm mittaisista yksilöistä.

Myös Kolmisopin kalansaaliissa ahven oli selvä valtalaji. Särkiä ja kiiskiä esiintyi harvalukuisina. Saaliiksi saa-tiin myös yksi 940 g:n painoinen kuha. Petoahvenien biomassaosuus oli korkea. Ahvenen yksikkösaalis oli samaa suuruusluokkaa kuin Kalliojärvessä.

Kivijärven yksikkösaalis oli vuonna 2024 pienempi kuin vuonna 2021, mutta ei eronnut merkittävästi vuodesta 2018, 2012 tai 2008. Koekalastusten olosuhteet ovat vaihdelleet eri vuosina luontaisestikin. Esim. kesä 2008 oli yleisesti keskimääräistä viileämpi, mikä saattoi näkyä keskimääräistä vähäisempänä saalismääränä. Kesä 2010 oli sitä vastoin paikoin jopa ennätysellisen lämmin, mikä saattoi kasvattaa ahven- ja särkisaalista jos-sakin määrin.

Nuasjärvellä yksikkösaalis ei eronnut merkittävästi purkuputken lähialueen ja vertailualueen välillä. Rehjalla yksikkösaalis oli aiempien vuosien tapaan hieman alempi kuin Nuasjärvellä. Rehjalla pientä yksikkösaalista selittää ainakin Nuasjärveä syvemmät pyyntipaikat.

Tarkkailualueen pienissä järvissä (Kalliojärvi, Kolmisoppi ja Kivijärvi) yksikkösaaliiden vaihtelu on ollut voima-kasta aikavälillä 2008 – 2024. Tämä on tyypillistä pienille metsäjärville ja toisaalta myös koekalastuksille, joissa pyyntiponnistus on pieni ja koekalastukset ajoittuvat lyhyelle aikavälille. Suuremmissa järvissä olosuhteet py-syvät vakaampina ja myös pyyntiponnistus on suurempi, joten tulosten satunnaisvaihtelu aiheuttaa tuloksiin heilahtelua vähemmän kuin pienemmissä järvissä.

Vuonna 2023 kalojen metallipitoisuuksien selvitykset laajennettiin koskemaan ympäristölupapäätöksen (87/2022) mukaisesti kuhua ja madetta Laakajärvessä, Jormasjärvessä ja Kiantajärvessä. Em. järvistä metal-lipitoisuuksia selvitettiin myös haulta ja ahvenelta. Kalliojärvessä, Kivijärvessä ja Kolmisopissa elohopeapi-toisuuksia tutkittiin ahvenelta sekä Teerijärvessä ahvenelta ja haulta.

Vuonna 2024 elohopean enimmäispitoisuusraja 0,5 mg/kg ylittyi ahvenilla analyysitulosten keskiarvona Kal-liojärvessä, Kolmisopissa ja Kivijärvessä. Muiden lajien ja vesistöjen osalta kauppakelpoisuusrajan ylittäviä pitoisuuksia kuitenkin havaittiin yksittäisten kalojen osalta.

Vesistöjen kemiallista tilaa arvioidaan ahvenen elohopeapitoisuuksien perusteella 15 – 20 cm:n mittaisista yksilöistä. Ympäristölaatu normin ylitykset ovat Suomen vesistöissä varsin yleisiä. Esimerkiksi vesimuodostu-mien kemiallisen tilan luokittelun yhteydessä elohopean laatu normin havaittiin ylittyvän noin joka toisessa suo-malaisessa vesistössä. Näiden vesistöjen kemiallisen tilan sanottiin siis olevan hyvää huonompi. Elohopean ympäristölaatu normi kalassa perustuu eliöiden, ei ihmisterveyden suojeluun (Kangas 2018).

Tarkkailun näyteahvenista mitatut elohopeapitoisuudet ovat useimmiten ylittäneet valtioneuvoston asetuksen 1308/2015 mukaisen taustapitoisuuden huomioivan ympäristölaatu normin (humusjärvet: 0,22 mg/kg, runsas-humuksiset järvet: 0,25 mg/kg). Vuonna 2024 elohopeapitoisuus alitti laatu normin analyysitulosten keskiar-vona Kiltuanjärvessä (0,24 mg/kg) ja Kiantajärvessä (0,18 mg/kg). Muista järvistä lähimmäs laatu normin tasoa päästiin Nuasjärvellä, jossa ahvenen elohopeapitoisuus oli keskimäärin 0,24 mg/kg.

Vuonna 2024 tehdyn elohopeatutkimuksen perusteella tarkkailujärvien kaloja voidaan käyttää elintarvikkeena yleisten ravitsemussuositusten mukaisesti (Ruokavirasto 2019). Pienissä humusjärvissä, Kivijärvessä, Kolmisopissa ja Teerijärvessä kalojen elohopeapitoisuuksien havaittiin olevan odotetusti suurempia kuin tilavuudeltaan suuremmissa tarkkailujärvissä Laakajärvessä, Kiltuanjärvessä, Jormasjärvessä, Nuasjärvessä, Rehjassa tai Kiantajärvessä.

Nykyisessä tilanteessa Terrafamen alueen vesiä juoksutetaan purkuputkella lähinnä Nuasjärveen, kun taas esim. Jormasjärveen ja Laakajärveen ei kohdistu enää juurikaan kuormitusvaikutuksia. Mikäli Terrafamella tai tarkkailualueen muilla toiminnoilla olisi vaikutusta kalojen elohopeapitoisuuteen, vähäisiä pitoisuusmuutoksia näkyisi tulevaisuudessa luultavasti lähinnä Nuasjärvellä. Mikäli vesistön happitalous pysyy kuitenkin hyvänä, eikä voimakasta kerrostumista muodostu, tilanne säilynee todennäköisesti ennallaan tai muutokset eivät ylitä havaitsemiskynnystä. Alusveden happipitoisuuksien kehityksellä voi olla vaikutusta myös muiden tarkkailujärvien kalojen elohopeapitoisuuksiin. Nuasjärven kalojen Hg-pitoisuuksissa ei havaittu v. 2024 muutoksia, joiden perusteella olisi syytä epäillä purkuputken vesien vaikuttaneen kalojen elohopeapitoisuuteen. Havaitsemiskynnykseen vaikuttaa mm. elohopea-analyysin mittauserävarmuus, joka on ollut luokkaa $\pm 15\%$ $0,13 \text{ mg/kg}$ ylittävällä pitoisuustasolla. Lisäksi on huomioitava, että Terrafamen purkuvesien elohopeapitoisuus on alle määrittämissä rajoin. Päästöjen mahdolliset vaikutukset kalojen elohopeapitoisuuksiin perustuvatkin enemmän sulfaatti- kuin elohopeapäästöihin.

Vesistö tarkkailun perusteella Kiltuanjärven vedenlaatu on Laakajärven tavoin parantunut viime vuosina ja mm. sulfaattipitoisuudet ovat laskeneet luontaisten taustapitoisuuksien tasolle. Kaivosalueen vesillä ei myöskään voida sanoa enää olevan vaikutusta Kiltuanjärven kalojen elohopeapitoisuuksiin. Laakajärvelläkään kalojen elohopeapitoisuuksissa ei ole tapahtunut muutoksia, joiden perusteella niitä voisi olettaa tapahtuvan myös Kiltuanjärvellä. Vuoden 2024 tarkkailutulosten perusteella verkkokoekalastusten ulottamista Kiltuanjärvelle ei voida pitää perusteltuna.

Vuoden 2025 tarkkailussa haasteena on edelleen uusien kalastuskirjanpitäjien rekrytointi (Rehja) ja kalastuskirjanpidon määrällisten tavoitteiden vakiinnuttaminen. Näytekalojen hankinnan järjestäminen edellyttää niin ikään tiivistä yhteydenpitoa paikallisiin kalastajiin.

7. POHJAVESIEN TARKKAILU

Pohjaveden pinnankorkeudet

Vuonna 2024 pohjaveden luontainen, pohjaveden seuranta-asemalla mitattu pinnankorkeus on ollut yli aiempien vuosien keskiarvon tammikuusta heinäkuuhun. Erityisesti huhti-, touko- ja kesäkuussa pohjaveden pinta on ollut seuranta-asemalla keskimääräistä korkeammalla. Elokuussa pohjaveden pinnankorkeus oli edellisvuosien keskiarvon tasalla ja marraskuussa edellisvuosien keskiarvon alapuolella. Terrafamen pohjavesitarkkailussa mitatut pinnankorkeudet ovat vuonna 2024 olleet enimmäkseen tavanomaisella tasollaan, mutta hieman tavanomaista alempana sekundäärkentän (SEK1-4) ympäristössä sekä primääriliuotuskentän länsipuolella sijaitsevilla VA-putkilla. Suojapumppauksilla voi olla vaikutusta joidenkin tarkkailuputkien pinnankorkeuksiin.

Analyysitulokset:

Kuusilammen alueen korkeimmat sulfaatti-, nikkeli- ja kobolttipitoisuudet ovat putkella P21. Tarkkailuputkilla P21 ja P17b nikkelpitoisuus on noussut huomattavasti vuonna 2024 verrattuna vuoden 2023 pitoisuuksiin. Toisaalta tarkkailuputkella P11 nikkelpitoisuudet ovat pienentyneet vuoteen 2023 verrattuna. Sulfaattipitoisuudet ovat vuonna 2024 olleet alueella hieman korkeampia, kuin vuonna 2023. Suurinta sulfaattipitoisuuden nousu on ollut putkella P27, jolla nikkelpitoisuudet ovat kuitenkin hyvin pieniä. Kobolttin pitoisuudet noudattivat alueella samoja trendejä kuin nikkelpitoisuudet. Uraanipitoisuudet ovat alueella pieniä, ja vuonna 2024 kaikilla Kuusilammen alueen tarkkailuputkilla uraanipitoisuus on pysynyt alle $1 \mu\text{g/l}$.

Tehdas- ja primäärkentän alueen tarkkailuputkilla korkeimmat sulfaatti-, nikkeli-, koboltti- ja uraanipitoisuudet ovat tarkkailuputkilla TF1, TF2, TF3 ja P8. Sulfaattipitoisuudet ovat vuonna 2024 olleet pääasiassa tavanomaisilla tasollaan. Tarkkailuputkella P40 sulfaattipitoisuudet ovat vuonna 2024 olleet erittäin pieniä, ja alle tavanomaisen tason. Nikkelpitoisuus on vuonna 2024 vaihdellut erityisesti tarkkailuputkella TF1, jolla pitoisuus

det ovat olleet ajoittain vain noin kymmenesosan vuoden 2023 pitoisuuksista. Nikkelipitoisuuden vuosikeskiarvo tarkkailuputkella TF1 on huomattavasti pienempi kuin edellisvuosina. Tarkkailuputkella TF2 nikkelpitoisuuden vuosikeskiarvo nousi vuoteen 2023 verrattuna, mutta oli pienempi kuin vuosien 2018–2023 keskiarvo. Alueen suurin uraanipitoisuus on tarkkailuputkella TF1, jolla uraanipitoisuuden vuoden 2024 vuosikeskiarvo on selvästi pienempi verrattuna vuoteen 2023, mutta suurempi kuin vuosien 2018–2023 keskiarvo. Verrattain korkeita, mutta tarkkailuputkeen TF1 verrattuna merkittävästi pienempiä uraanipitoisuuksia havaitaan myös tarkkailuputkella TF2, jolla muutokset uraanin vuosikeskiarvossa ovat vähäisiä. Tarkkailuputkella P8 uraanipitoisuudet ovat pienentyneet viime vuosina merkittävästi. Muilta osin alueen sulfaatti-, nikkeli-, koboltti- ja uraanipitoisuudet olivat tavanomaisilla tasoillaan. Tarkkailuputken P1 kokonaisfosfori- ja TOC-pitoisuudet ovat pieniä ja ylittävät laboratoriomittausten määrittämissä rajat noin joka toisella näytteellä. TVOC-pitoisuus on pysynyt alle määrittämissä rajojen.

Kortelammen alueella tarkkailuputken Korte3Kallio nouseva trendi sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa jatkuu. Siitä huolimatta Korte3Kallion nikkeli- ja kobolttipitoisuudet ovat laskeneet ja uraanipitoisuus pysynyt ennallaan. Tarkkailuputken Korte2Maa sulfaatti- ja nikkelpitoisuuksien laskeva trendi jatkui vuonna 2024. Tarkkailuputken R5 uraanipitoisuus laski vuonna 2024 edellisvuosiin verrattuna, ja sulfaatti- ja nikkelpitoisuudet olivat suunnilleen vuoden 2023 tasolla.

Kipsisakka-altaiden alueella sulfaattipitoisuudet ovat olleet pieniä, alle 10 mg/l, lukuun ottamatta pistettä R0, jolla pitoisuudet ovat olleet vuosina 2022–2024 yli 100 mg/l. Alueen tarkkailuputkilla nikkeli-, koboltti- ja uraanipitoisuudet ovat pieniä, nikkeli ja koboltti alle 10 µg/l ja uraani alle 1 µg/l.

Sekundäärilentäen alueella (SEK1-4) korkeimmat sulfaattipitoisuudet ovat tarkkailuputkilla P18 ja P5. Erityisen suurta sulfaattipitoisuuden nousu on ollut tarkkailuputkella P19, jolla nouseva trendi alkoi vuonna 2023. Kesä- ja marraskuun välisenä aikana tarkkailuputkelta P19 ei enää saatu näytettä, sillä tarkkailuputken suoja-putki oli poistettu. Putki asennettiin takaisin joulukuussa 2024. Tarkkailua jatketaan kyseisen putken osalta vuonna 2025 normaalisti tarkkailuohjelman mukaan. Tarkkailuputkilla P5 ja P18 on ollut voimakasta sulfaattipitoisuuden vaihtelua vuodesta 2020 alkaen. Tarkkailuputkella P18 vedenpinta on laskenut merkittävästi, mikä viittaa kertymisolosuhteiden muutokseen. Sulfaatin lisäksi myös nikkelin pitoisuudet ovat koholla tarkkailuputkilla P5, P18 ja P19. Tarkkailuputkella P5 myös kobolttin pitoisuus oli vuonna 2024 verrattain korkea (50–130 µg/l) ja putkella P18 nikkeli- ja kobolttipitoisuus on nousussa. Uraanipitoisuudet sekundäärilentäen ympäristön tarkkailuputkilla ovat pieniä, vuonna 2024 alle 1,5 µg/l, mutta putkilla P5 ja P6 on havaittavissa selvää syklistä vaihtelua.

Sekundäärilentäen 2 alueella (SEK5-8) tarkkailuputkien P48 ja P49 tarkkailutulokset ovat pysyneet vakaina. Tarkkailuputken P48 TOC-pitoisuus on n. 3 mg/l, TVOC alle määrittämissä rajojen ja kokonaisfosforipitoisuus 11–22 µg/l. Tarkkailuputkelle 4856 ei ole pääsyä keskeneräisten rakennustöiden vuoksi.

Talousvesikaivot

Ahorannan, Sorsalan, sekä Puolivälin talousvesikaivojen näytteet täyttivät kaikki talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset sekä tavoitetasot (STMa 401/2001) vuonna 2024. Ahorannan talousvesikaivo on lisätty tarkkailuun vuonna 2024.

Paavolan ja Myllymäen talousvesikaivojen näytteet täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset sekä tavoitetasot (STMa 401/2001) nikkelin laatuvaatimusta lukuunottamatta. Lampilan talousvesikaivon näytteet täyttivät talousvesiasetuksen laatuvaatimukset, mutta värin, sameuden ja raudan tulokset ylittivät laatusuosituksia.

Hakorannan talousvesikaivo oli kuiva, eikä siltä saatu näytettä. (Liite 2)

Kenttämittaukset

Marraskuun näytteenottokierroksella suoritettiin kenttämittaukset YSI-mittarilla näytteenottopumppauksen alussa, sekä näytteenoton lopuksi. Näytteenoton lopussa tehty kenttämittaustulokset ovat oletusarvoisesti lähempänä laboratoriomittausten tuloksia.

Kenttämittausten pH-tulokset olivat pääsääntöisesti korkeampia ja sähkönjohtavuustulokset pienempiä, kuin laboratoriomittausten tulokset. Erot voivat johtua kalibrointivirheistä, mutta osittain myös näytteiden logistiikkaviiveistä. Logistiikkaviive on korkeintaan 24 tuntia, mutta se voi olla riittävä aika kemiallisille muutoksille, jotka näkyvät erityisesti pH:ssa ja sähkönjohtavuudessa.

Kenttämittausten osalta mittarin tarkistus, kalibrointi ja huolto ovat erittäin tärkeitä. Moniparametrimittarin (YSI-mittari) parametrien oikeellisuus tulisi tarkistaa ennen jokaista näytteenottoa tarkistusluoksen avulla. Systemaattisia virheitä, jotka johtuvat esimerkiksi itse anturin vaurioista, ei voida estää kalibroinnilla. Antureiden kontaminaatiota mittauspisteiden välillä ehkäistään antureiden huuhtelulla mittausten jälkeen, mieluiten ionivaihdetulla vedellä. Vuodesta 2024 alkaen pohjavesitarkkailun kenttämittaukset tehdään vuosittain, ja jatkossa YSI-mittarin kalibrointiin ja kenttähuoltoon, erityisesti huuhteluun, kiinnitetään erityistä huomiota.

8. LASKEUMATARKKAILU

Terrafamen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2024 yhteensä 22 tarkkailupisteestä, joista kaivospiirin alueella oli 8 pistettä ja 14 pistettä kaivospiirin ulkopuolella. Tarkkailun kattavuus on tulosten mukaan hyvä. Toiminnan vaikutukset olivat nähtävissä kaivospiirin sisäpuolella olevissa tarkkailupisteissä, joissa laskeuman epäorgaanisen aineksen ja metallien määrät ovat pääosin korkeammat kuin kaivospiirin ulkopuolella.

Vuonna 2024 kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvot jäivät kaikilla tarkkailupisteillä entisen viihtyvyyshaittarajan alapuolelle. Edellisvuosien tapaan varsinkin kesäkuukausina havaittiin kohonneita arvoja, jolloin viihtyvyyshaittaraja ylittyi. Korkein vuosikeskiarvo oli avolouhoksen pohjoispuolella sijaitsevalla tarkkailupisteellä pöly14, jolla kiintoainelaskeuma ylitti 10 g/m²/kk tammi-, helmi-, maaliskuu-, kesä- ja heinäkuussa. Primääriliuotusalueen itäpuolisella tarkkailupisteellä pöly12 kiintoainelaskeuma ylitti 10 g/m²/kk maaliskuussa. Pisteillä pöly14 ja pöly12 alkuvuoden kiintoainelaskeumassa myös epäorgaanisen laskeuman osuus oli suuri. Kaivospiirin sisäpuolisilla tarkkailupisteillä pöly25 ja pöly26, sekä kaivospiirin ulkopuolisilla tarkkailupisteillä pöly2, pöly3, pöly5b, pöly6, pöly7, pöly9b, ja pöly24 havaittiin myös 10 g/m²/kk kiintoainelaskeumat, mutta vain kesä- ja heinäkuussa. Kesäkuukausina kiintoainelaskeumat koostuivat pääosin orgaanisesta aineksesta, joka ei ole peräisin Terrafamen toiminnasta. Kesäaikana laskeumanäytteiden sisältämä orgaaninen aine koostuu mm. hyönteisistä, siitepölystä ja muusta kasvimateriaalista.

Laskeumanäytteiden hehkutusjäännös (epäorgaaninen aine) kuvaa toiminnan vaikutuksia paremmin kuin kiintoainelaskeuma, koska kiintoaine sisältää epäorgaanisen aineksen lisäksi myös orgaanista materiaalia, joka on lähtöisin muusta kuin yhtiön toiminnasta. Suurimmalla osalla tarkkailupisteistä yksittäisten laskeumanäytteiden epäorgaanisen aineksen määrässä ei havaittu merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisten vuosien tuloksiin verrattuna. Merkittävänä muutoksena edellisvuosiin oli tarkkailupisteen pöly14 edellisvuosia suurempi epäorgaaninen laskeuma tammi-, helmi-, maaliskuu- ja syyskuussa, jolloin kiintoaine oli lähes kokonaan epäorgaanista.

Kaivospiirin alueella hehkutusjäännöksen eli epäorgaanisen aineen osuus kiintoainelaskeumasta on keskimäärin korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Hehkutusjäännöksen vuosikeskiarvojen osuudet kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvosta olivat vuonna 2024 kaivospiirin alueella 24–76 % ja kaivospiirin ulkopuolella 12–43 %. Vuonna 2024 suurin osa kiintoainelaskeumasta koostui epäorgaanisesta aineesta kaivospiirin sisäpuolella sijaitsevilla tarkkailupisteillä pöly12, pöly1, pöly14 ja pöly25. Muilla tarkkailupisteillä kiintoaine oli enimmäkseen orgaanista.

Vuonna 2024 metallien laskeumatulokset olivat pääosin yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin. Metallien osalta laskeumasta havaittiin yleisemmin rautaa (max 574 mg/m²/kk) ja sinkkiä (max 26 mg/m²/kk). Muiden metallien maksimipitoisuudet vuonna 2024 olivat: nikkeli (8,29 mg/m²/kk), kupari (6,96 mg/m²/kk), koboltti (0,51 mg/m²/kk) ja uraani (0,119 mg/m²/kk). Vuoden 2024 korkein rauta- ja kuparipitoisuus havaittiin tarkkailupisteellä pöly14, korkein nikkeli- ja sinkkipitoisuus pisteellä pöly1, korkein kobolttipitoisuus pisteellä pöly25 ja korkein uraanipitoisuus pisteeltä pöly12.

Vuonna 2024 laskeumanäytteiden uraanipitoisuudet olivat pieniä ja ylittivät menetelmän määritysrajan (0,5 µg/l) yhteensä 14 näytteessä, joista 8 kaivospiirin sisäpuolelta ja 6 kaivospiirin ulkopuolelta. Määritysrajan ylityksistä 9 havaittiin toukokuun laskeumanäytteistä. Yhteensä uraanimääryksiä tehtiin 106 laskeumatarkkailunäytteestä. Kaivospiirin ulkopuolisten tarkkailupisteiden näytteistä todettiin uraanin määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia toukokuussa tarkkailupisteiltä pöly3, pöly6, pöly16, pöly21 ja pöly24. Lisäksi tarkkailupisteen pöly6 elokuun laskeumanäytteen uraanipitoisuus ylitti analyysimenetelmän määritysrajan.

Uraanilaskeuman korkein vuosikeskiarvo havaittiin kaivospiirin sisäpuolen pisteeltä pöly12 (0,099 mg/m²/kk), jolla myös yksittäisten näytteiden uraanipitoisuudet ovat edellisvuosien tapaan laskeumatarkkailun suurimpia.

Tarkkailutulokset eivät poikkea edellisvuosien tuloksista. Yksittäisten tarkkailujaksojen uraanilaskeuman tuloksissa tai uraanilaskeuman vuosikeskiarvoissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia aikaisempien vuosien tuloksiin verrattuna.

Rikkilaskeuma on pääsääntöisesti ollut korkeampi kaivospiirin alueella kuin kaivospiirin ulkopuolella, vaikka rikkiä voi esiintyä yleisesti myös muissa yhdyskuntien päästöissä. Kaivospiirin sisällä korkeimmat yksittäisten tarkkailujaksojen rikkilaskeumat ($>500 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$) mitattiin syyskuussa pisteeltä pöly12 ($587 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$) ja kesäkuussa pisteeltä pöly14 ($553 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$). Kaivospiirin sisällä olevilla tarkkailupisteillä pöly1 ja pöly10 vuosikeskiarvo oli edellisvuosia pienempi ja pisteellä pöly 12 edellisvuosia suurempi.

Kaivospiirin ulkopuolisten pisteiden osalta suurimmat ($>500 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$) rikkilaskeumat havaittiin kesäkuussa pisteellä pöly7 ($741 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$) ja heinäkuussa pisteellä pöly5 ($516 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$). Edellisvuosina (2019–2023) suurimmat rikkilaskeumat kaivospiirin ulkopuolella ovat olleet alle $500 \text{ mg/m}^2/\text{kk}$. Vuosikeskiarvot eivät kuitenkaan poikenneet edellisvuosista merkittävästi.

Suomen lainsäädännössä ei kiintoaine- tai metallilaskeumalle ole määrätty raja- tai ohjearvoja. Rikkilaskeumalle on annettu Suomen metsätalouksmaile pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo $0,3 \text{ g/m}^2/\text{vuosi}$ (Vnp 480/1996), jota voidaan soveltaa vertailuarvona rikkilaskeuman määrää arvioitaessa. Rikkilaskeuman metsätalouksmaile asetettu tavoitearvo ylittyi kaikilla tarkkailupisteillä. Laskennallinen rikkilaskeuma kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä oli $0,5\text{--}3,5 \text{ g/m}^2/\text{vuosi}$ ja kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä $0,5\text{--}1,4 \text{ g/m}^2/\text{vuosi}$.

Rikkitulosten vertailukelpoisuutta arvioitaessa on kuitenkin huomioitava, että rikkianalyysit on vuonna 2024 tehty kuukausittain, kun aiemmin ne on tehty neljä kertaa vuodessa. Lisäksi marraskuun 2024 laskeumatarkkailun rikkianalyysissä jouduttiin laiterikon vuoksi käyttämään menetelmää, jonka määritysraja oli $5000 \mu\text{g/l}$, kun muina kuukausina se on ollut $500 \mu\text{g/l}$. Marraskuun näytteiden rikkipitoisuus alitti määritysrajan, jolloin laskennassa käytettiin määritysrajan puolikasta ($2500 \mu\text{g/l}$). Laskeumanäytteen rikkipitoisuudet ovat tyypillisesti alle $2500 \mu\text{g/l}$, mistä johtuen marraskuun näytteet nostavat vuoden 2024 vuosikeskiarvoja tavanomaista suuremmiksi.

9. JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU

Terrafame Oy:n jätejakeiden tarkkailu käsittää sivukivialueelle KL1 sijoitettavan sivukiven tarkkailun, metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien sakkajakeiden eli loppuneutralointisakan (646), esineutralointisakan (653) ja vesienkäsittelysakan tarkkailun. Vuodesta 2021 lähtien tarkkailuun on sisällynyt myös akkukemikaalitehtaalla muodostuvien jätejakeiden tarkkailu. Lisäksi rautasakka (645) kuului tarkkailuun vuoteen 2023 asti.

Metallien talteenottolaitoksen sakat ja vesienkäsittelysakka

Vuonna 2024 jätejakeiden laatua seurattiin kuukausinäytteistä, jotka muodostettiin päivittäisistä/viikoittaisista osanäytteistä. Vesienkäsittelysakan 572 laatua on aikavälillä 11/2020–8/2022 tutkittu kuukausikokoomien sijaan viikon kokoomanäytteistä, ja näytteet on marraskuusta 2020 lähtien kerätty erikseen kahdelta linjalta.

Näytteistä määritettyjä kokonaispitoisuuksia verrattiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajoihin. Sakkajakeiden osalta metallien kokonaispitoisuuksista vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä on viime vuosina todettu nikkelin, sinkin ja mangaanin osalta. Vuosina 2014–2023 tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus on ajoittain ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (380 mg/kg) rautasakan, esineutralointisakan ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä. Vuodesta 2023 alkaen nikkelin raja-arvon ylityksiä on ollut myös loppuneutralointisakan kuukausinäytteissä. Vuonna 2024 kyseinen raja-arvo ylittyi loppuneutralointisakan osalta huhti-, touko-, kesä-, elo-, syys-, loka- ja joulukuun näytteissä. Esineutralointisakan osalta raja-arvo ylittyi elo-, loka- ja marraskuun näytteessä. Vesienkäsittelysakan linjalla 1 (572 T1) nikkelpitoisuus ylitti vaarallisen jätteen raja-arvon vuonna 2024 vain syyskuun näytteessä.

Tuorepainoksi muutettu sinkin pitoisuus on ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (1000 mg/kg) esineutralointisakassa lähes koko tarkkailujakson (2014–2024) ajan, ja ajoittain raja-arvo on ylittynyt myös keskusvedenpuhdistamon vesienkäsittelysakassa. Myös vuonna 2024 esineutralointisakan osalta vaarallisen jätteen raja-arvon ylittivät kaikki muut, paitsi kesäkuun näyte. Lisäksi ylityksiä todettiin useimmissa loppuneutralointisakan näytteissä, sekä vesienkäsittelysakan linjan 1 syyskuun näytteessä.

Tuorepainoksi muutetun mangaanipitoisuuden osalta vaarallisen jätteen raja-arvon (9100 mg/kg) ylityksiä on todettu loppuneutralointisakassa vuosina 2017–2018 ja 2023, ja vesienkäsittelysakan osalta huhtikuun 2020 näytteessä, sekä vuonna 2022 molempien linjojen kuukausikokoomanäytteissä. Vuonna 2024 ylityksiä todettiin loppuneutralointisakassa syys- ja lokakuussa, sekä vesienkäsittelysakan linjan 1 syyskuun näytteessä.

Sakkajakeiden sijoituskelpoisuutta arvioitiin myös vertaamalla niiden liukoisuusominaisuuksia kaatopaikka-asetuksen mukaisiin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä on vuosina 2010–2024 todettu esineutralointisakassa kadmiumin, nikkelin ja sinkin liukoisten pitoisuuksien osalta. Muissa sakkajakeissa ei todettu kyseisten metallien liukoisuuksien osalta vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä vuonna 2024. Muiden metallien liukoisuudet kaikissa jättejakeissa ovat olleet alhaisia, eikä metallien liukoisuutta ole sijoituskelpoisuuden kannalta arvioitu merkitykselliseksi.

Merkittävin vaikutus jätteiden sijoituskelpoisuuteen on jättejakeista liukenevan sulfaatin määrällä, joka muodostaa myös suuren osan liuenneiden aineiden kokonaismäärästä (TDS). Vuonna 2024 vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin TDS:n osalta esineutralointisakan touko- ja marraskuun näytteessä. Sulfaatin osalta vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin vuonna 2024 useimmissa esineutralointisakan näytteissä, sekä loppuneutralointisakan helmikuun näytteessä. Loppuneutralointisakan osalta helmikuun näyte ylitti lupamääräyksen LM131 raja-arvon sulfaatille.

Terrafamen ympäristölupapäätöksessä (nro 87/2022) loppuneutralointisakka, esineutralointisakka ja vesienkäsittelysakka on luokiteltu vaarallisiksi jätteiksi. Myös edellä mainittujen raja-arvojen ylitykset tukevat luokitusta. Vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin vuonna 2024 erityisesti esineutralointisakassa. Vuonna 2024 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakkojen (572 T1 ja 572 T2) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvot lukuun ottamatta loppuneutralointisakan helmikuun näytteen liukoisen sulfaatin tulosta.

Sivukivet

Mustaliuskesivukiveä on vuonna 2024 sijoitettu KL1 sivukivialueelle. Mustaliuskesivukivinäytteissä todetut alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin samankaltaisia tarkkailun aikana. Pitoisuusvaihtelu on ollut suurinta kuparin, mangaanin, nikkelin, sinkin, raudan ja kalsiumin kokonaispitoisuuksissa. Vuonna 2024 tutkimissa mustaliuskesivukivinäytteissä todettiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä sivukiven nikkelin ja sinkin osalta. Kiilleliusketta on vuodesta 2021 alkaen välivarastoitu sivukivialueen KL1 lohkolle 7. Kiilleliuskenäytteiden pitoisuudet eivät ylittäneet vaarallisen jätteen pitoisuusrajoja vuonna 2024.

Mustaliuskeesta liukenevien alkuaineiden pitoisuudet ovat olleet pääosin vähäisiä, ja suurelta osin liukoisuudet ovat alittaneet laboratorion määritysrajan. Mustaliuskesivukivestä liukenee pääasiassa nikkeliä, sinkkiä ja sulfaattia. Vuonna 2024 vaarallisen tai vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä ei todettu. Pysyvän jätteen raja-arvon ylityksiä todettiin mustaliuskeessa nikkelin, seleenin, sinkin ja sulfaatin osalta. Liukoisuusominaisuuksiensa osalta mustaliuske täytti vuonna 2024 vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Kiilleliuskeen liukoisuudet alittivat vuonna 2024 pysyvän jätteen raja-arvot, minkä perusteella kiilleliuskeen liukoisuusominaisuudet täyttivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Akkukemikaalitehtaan jättejakeet

Akkukemikaalitehtaalla muodostuvat jättejakeet ovat rautasakka, bentoniittisakka, aktiivihiihijäte. Lisäksi tarkkaillaan bioliuotuskiertoon kierrätettävä metallisulfaattiliuosta. Vuonna 2022 aktiivihiihlestä, bentoniittisakasta ja rautasakasta kerättiin ensimmäiset kuukauden kokoomanäytteet perusmäärittelyä varten, minkä jälkeen ja-keille on tehty vastaavuustestauksia. Vuonna 2024 aktiivihiihijätteestä kerättiin näytteet vastaavuustestausta varten loka- ja joulukuussa, bentoniittisakasta syyskuussa sekä rautasakasta muina kuukausina paitsi lokakuussa.

Metallisulfaattiliuos on akkukemikaalitehtaan nestemäinen jae, joka kierrätetään hyödynnettäväksi bioliuotuksessa. Metallisulfaattiliuos on analysoitujen näytteiden perusteella sisältänyt korkeita pitoisuuksia kobolttia, nikkeliä, sinkkiä, urania ja rikkiä. Vuonna 2024 metallisulfaattiliuoksen fosforipitoisuus oli tavanomaista pienempi.

Bentoniittisakka ja aktiivihiihijäte toimitetaan kierrätettäväksi tai käsiteltäväksi toimintaan, jolla on ympäristölupa kyseisten jätteiden vastaanottamiseen ja käsittelyyn. Rautasakka on voitu 31.7.2023 saakka käsitellä palauttamalla se omana jakeenaan välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen liuotukseen sekundääriliuotuskasalle, minkä jälkeen akkukemikaalitehtaan rautasakka on sijoitettu primääriliuotuskasolle.

Lokakuussa 2022 näytteille tehtyjen perusmäärittelyjen perusteella aktiivihiihinäytteen, bentoniittisakanäytteen ja rautasakan nikkelin kokonaispitoisuus ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätteenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Liukoisuustestin tulosten perusteella arvioitiin, että nikkeli esiintyy kaikissa kolmessa jättejakeessa suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Lisäksi aktiivihiihen ja bentoniittisakan öljyhiihivetyjen kokonaispitoisuus molemmissa näytteissä ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan.

Vuosien 2022–2024 vastaavuustestausten perusteella bentoniittisakan ja rautasakan nikkelin kokonaispitoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon selvästi kaikissa näytteissä. Sen sijaan aktiivihiihen nikkelipitoisuus on vuosien 2023 ja 2024 vastaavuustestauksissa alittanut pitoisuusraja-arvon. Kobolttipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen pitoisuus-raja-arvon rautasakan vuoden 2024 helmi-, elo- ja joulukuun näytteissä. Rautasakalla vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon ylityksiä oli lisäksi sinkin osalta vuoden 2024 tammi-, helmi-, maaliskuu-, huhti- ja toukokuun näytteissä. Muiden alkuaineiden osalta vaarallisen jätteen raja-arvot kokonaispitoisuudelle tuorepainossa alittuivat. Yleisesti korkeimmat metallipitoisuudet määritettiin rautasakan näytteistä.

Liukoisuustestien perusteella aktiivihiihijätteen liukoisen nikkelin pitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin vuonna 2022, mutta vuosina 2023 ja 2024 pitoisuudet ovat olleet selvästi pienempiä. Vuonna 2024 aktiivihiihi täytti liukoisen nikkelin osalta vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Liuenneen orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus (DOC) ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin molemmilla vuoden 2024 aktiivihiihinäytteillä, minkä lisäksi sulfaatin ja pH:n osalta oli vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä.

Myöskään bentoniittisakka ei täyttänyt vuonna 2024 vaarallisen jätteen sijoitusvaatimuksia liukoisen nikkelin, ja liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuksien osalta.

Rautasakan osalta kaikissa vuoden 2024 näytteissä ylittyi vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri liukoisen nikkelin osalta ja neljässä näytteessä myös sinkin osalta.

10. BIOLOGINEN TARKKAILU MAALUOILLA

Terrafame Oy:n kaivospiirin alueelta ja sen lähialueelta kartoitettiin liito-oravan ja lepakkojen elinympäristöjä Terrafamen biologisen tarkkailun tarkkailuohjelman mukaisesti. Liito-oravakohteita oli tarkkailussa mukana kahdeksan ja lepakkokohteita viisi. Liito-oravien esiintymisen tarkkailu toteutettiin lajin kartoituksiin vakiintuneella papanakartoitusmenetelmällä ja lepakkojen tarkkailu aktiivikartoituksella jalan lepakkodetektoria apuna käyttäen.

Liito-oravan tarkkailukohteet sijoituivat metsäalueille ja niihin kohdistuu myös metsätalouden vaikutuksia. Tarkkailukohteet valittiin vuonna 2022 ja nyt kahteen niistä on kohdistunut avohakkuita. Toinen kohde, Sorkoaho (seuranta-alue 11), on hakattu kokonaan ja Hakosen itäpuolen tarkkailtava alue (seuranta-alue 5) on hakattu osittain pohjoisosistaan (noin 6 % alueesta). Terrafame Oy ei ole toteuttanut avohakkuita kyseisillä kohteilla. Tarkkailussa voitiin varmistaa papanahavainnoista liito-oravan esiintyminen yhdellä tarkkailukohteella, joka sijoittuu Raajamäen länsipuolelle. Muilta kohteilta liito-oravia ei tavattu, vaikka tarkkailtavat kohteet soveltuvat elinympäristön perusteella edelleen liito-oravan elinympäristöksi. Kaikilla tarkkailussa mukana olevilla kohteilla on havaittu liito-oravia joko alueen perustilaselvityksessä vuonna 2004 (pl. Sorkoaho 2a) tai vuoden 2018 seurannassa. Vuoden 2013 tarkkailussa yhdeksästä tarkkailusta kohteesta kuusi oli liito-oravan asuttama. Vuoden 2018 seurannassa yhdeksästä kohteesta neljä oli liito-oravan käytössä.

Liito-oravien on havaittu esiintyvän alueella tehdyissä laajempialaisissa kartoituksissa kaivospiirin alueella tai sen lähialueella toiminnan aikana. Tulosten perusteella voidaan arvioida, ettei toiminnan synnyttämät häiriöt (esim. melu- tai ilmapäästöt) olisi ensisijainen syy vähentyneisiin liito-oravahavaintoihin tarkkailtavilla kohteilla. Tarkkailtavien kohteiden puustoyhteydet ympäristöön ovat heikentyneet paitsi tuotantoalueen rakentamisen, myös metsähakkuiden vuoksi. Tuotantoalueen koillispuolen tarkkailtavilla kohteilla puustoyhteyksiä on vielä kohtuullisesti olemassa idän suuntaan, mutta eteläpuolen tarkkailukohteilla niitä on vähemmän. Jos liito-oravan asuttamista elinympäristöistä on kapeat, pitkät ja puuston osalta heikkolaatuiset yhteydet liito-oravalle sopiviin elinympäristöihin, asuttujen liito-oravanaaraiden lisääntyminen voi vaarantua, koska esim. naarasreviirien löytyminen voi heikentyä. Jos lisääntyminen puolestaan onnistuu, poikasten levittäytyminen voi altistaa poikaset esimerkiksi suurentuneelle kuolevuudelle (kohonnut predaattoririski) ja edelleen sopivan elinympäristön löytyminen voi vaikeutua. Vastaavasti liito-oravat eivät välttämättä löydä uudelleen heikkolaatuisten kulku-yhteyksien päässä sijaitseviin elinympäristöihin. Liito-orava voi elää noin 5–7-vuotiaaksi, mutta keskimäärin ne elävät vain noin kaksi vuotta (Hanski ym. 2001). Tästä seuraa, että liito-oravien seurannassa tarkkailujaksojen välisenä aikana tapahtuu liito-oravan esiintymisessä muutoksia, joita ei tarkkailussa voida havaita. Lisäksi liito-oravanaaraan elinpiirin koko on vajaa 10 ha, jolle sijoittuu useita pesäpaikkoja. Liito-oravan elinpiirin eniten käytettyjen ydinalueiden pinta-ala on puolestaan keskimäärin 0,9 ha (Nieminen 2017). Tarkkailussa mukana olevat seuranta-alat ovat osittain melko pieniä liito-oravan jätösten havaitsemiseen, koska elinpiirin ydinalueiden käytössä tapahtuu myös muutoksia. Tällöin olisi luontevaa rajata kolme pienintä seuranta-alaa laajemmaksi noin 1 ha alueiksi, siten että niissä olisi mukana elinympäristöjen liepeiltä löytyviä järeitä kuusia ja haapoja.

Lepakkojen osalta tarkkailua tehtiin kohteilla, joilla on tavattu lepakkoja aiemmissa alueella tehdyissä selvityksissä mm. vuosina 2018, 2020 ja 2021. Tämän tarkkailun aikana lepakkohavaintoja ei tehty tarkkailtavilta kohteilta. Tarkkailukohteista Kolmisopen itärannan luusuan (seuranta-alue 1) ja Rahvaanmäen (seuranta-alue 5) elinympäristöissä on tapahtunut voimakkaita muutoksia rakentamisen seurauksena, mutta tästä huolimatta alueet ovat olleet lepakoiden käyttämiä saalistuskohteita vielä vuonna 2021. Mahdolliset syyt lepakkohavaintojen puuttumiselle vuoden 2024 tarkkailussa voivat olla tarkkailuajankohtaan liittyviä. Tarkkailuajankohta 5.–6. sijoittuu lyhyen yön ajankohtaan ja lisäksi naaraat ovat tuolloin lisääntymispaikoillaan tai -yhdysskunnissaan, ja ravinnonkäyttö voi rajoittua suppeille alueille lisääntymispaikkojen läheisyyteen ja erityisen hyvälle ruokailupaikoille. Tässä selvityksessä kaksi tarkkailukohdetta (Kolmisopen itäosa ja Savonmäki) kartoitettiin auringon ollessa ainakin osan aikaa kohteen kartoitusajasta horisontin yläpuolella, joka on voinut heikentää lepakkojen havaittavuutta erityisesti viimeisen tarkkailukohteen (Savonmäki) osalta. Kokonaisuutena luotettavampi käsitys lepakkojen esiintymisestä saataisiin toteuttamalla kartoitus jatkossa kertaalleen tai toteuttamalla kartoitus kahtena ajankohtana heinä-elokuussa.

11. YMPÄRISTÖMELUN TARKKAILU

Ympäristömelun tarkkailu kuuluu osaksi ympäristövaikutusten tarkkailua. Mittaukset suoritetaan kahdessa mittausjaksossa; päiväjakso klo 7–22 jolloin raja-arvo 55 dB ja yöjakso klo 22–7, jolloin raja-arvo 50 dB. Mittauspisteet sijaitsevat kaivosalueen ulkopuolella ja osa mittauspisteistä sijaitsee teiden läheisyydessä.

Vuonna 2024 mittaukset tehtiin 5.-6.11.2024 kuudella mittauspisteellä; Taattola, Myllyniemi, Sorsala, Honkapirtti ja Iso-Savonjärvi, sekä tarkkailuohjelman ulkopuoliselta Hakorannan mittauspisteeltä. Mittausten aikana tuotantoalueen melu oli havaittavissa kaikilla muilla, paitsi Honkapirtin mittauspisteellä.

Melumittausten perusteella päivämelu yksiselitteisesti alittaa raja-arvon Sorsalan, Honkalan ja Hakorannan mittauspisteillä. Iso-Savonjärven ja Myllyniemen mittauspisteillä mittaustulos tulkitaan yhtä suureksi kuin raja-arvo. Taattolan päivämelumittauksen aikana suoritettiin räjäytys, jonka seurauksena mittaustulos tulkitaan yhtä suureksi kuin raja-arvo. Ilman räjäytystä Taattolan mittaustulos alittaa raja-arvon. Lisäksi arvioitiin melun kapeakaistaisuutta. Räjäytyksen aikana Taattolan mittauspisteellä havaittiin kapeakaistaisuutta 80 Hz alueella ja Myllyniemen mittauspisteellä 31,5 Hz alueella. Myllyniemen mittauspisteellä liikenne oli jatkuva.

Yömelu alittaa raja-arvon kaikilla muilla, paitsi Iso-Savonjärven mittauspisteellä, jolla mittaustulos tulkitaan yhtä suureksi kuin raja-arvo. Yöajan mittauksissa kapeakaistaisuutta havaittiin Myllyniemen mittauspisteellä 80 Hz kohdalla. Mittauspisteen lähellä olevalla tiellä oli jonkin verran liikennettä mittauksen aikana. Lisäksi kai-

vokselta kuului hurisevaa ja piippaavaa ääntä. Sorsalan mittapisteellä havaittiin yöajan mittauksessa ka-
peakaistaisuutta 400 Hz kohdalla. Mittapisteen lähellä olevalla tiellä oli jonkin verran liikennettä mittauksen
aikana. Lisäksi kaivokselta kuului koneiden hurinaa.

Mittaustulosten epävarmuudeksi on arvioitu ± 10 dB ympäristöministeriön ohjeen 1/1995 mukaan,
koska mittausetäisyys oli pidempi kuin 500 metriä.