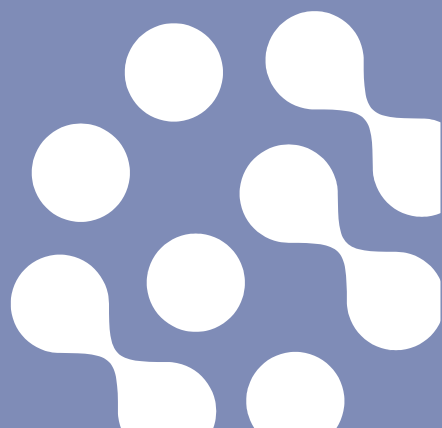


Eurofins Ahma Oy
29.4.2025

TERRAFAME OY TARKKAILU 2025 YHTEENVETO



TERRAFAME OY,
TARKKAILU 2025, YHTEENVETO

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
2.	KÄYTTÖTARKKAILU	2
3.	PÄÄSTÖTARKKAILU	2
3.1	VESIPÄÄSTÖJEN TARKKAILU	2
3.2	ILMAPÄÄSTÖJEN TARKKAILU	4
4.	PINTAVESIEN TARKKAILU	5
5.	PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU	9
5.1	VESIKASVIT.....	9
5.2	VESISAMMALTARKKAILU.....	10
6.	KALATALOUSTARKKAILU	10
7.	POHJAVESIEN TARKKAILU	12
8.	LASKEUMATARKKAILU	14
9.	YMPÄRISTÖMELUN TARKKAILU	15

Eurofins Ahma Oy

Terrafame Oy (käyttötarkkailu)

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 kobolttisulfaattit. Lisäksi yhtiö tuottaa luonnonuraania ja metallipuolituotteita – nikkeli-koboltti-, sinkki- ja kuparisulfideja – sekä ammoniumsulfaattia.

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 hyväksytyin 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 uuden ympäristöluvan (nro 87/2022, PSAVI/2461/2017). Tarkkailuohjelma on päivitetty vastaamaan uusia lupaehtoja. Velvoitetarkkailu perustuu 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:

- Käyttötarkkailu
- Päästövesien ja sisäisten vesien tarkkailu
- Pistemäisten ilmapäästöjen tarkkailu
- Pintavesien tarkkailu
- Vesikasvillisuustarkkailu
- Vesisammalten tarkkailu
- Kalataloustarkkailu
- Pohjavesien tarkkailu
- Pölylaskeuman tarkkailu
- Jätejakeiden tarkkailu

Tässä yhteenvedossa käsitellään kunkin tarkkailukokonaisuuden osa-alueen pääkohdat.

2. KÄYTTÖTARKKAILU

Terrafamen toimintaa koskevat keskeiset ympäristöluvut annettiin vuosina 2022–2023, ja niihin kohdistuneet valitukset johtivat VHO:n rajoituksiin vuonna 2024. Terrafame valitti VHO:n ratkaisusta ja KHO osin kumosi ja tarkensi ratkaisullaan vuoden 2025 sekä alkuvuoden 2026 aikana. KHO hyväksyi tuotannon ja sivukiven louhintamäärät pääosin yhtiön hakemusten mukaisesti, salli uusien sekundääriliuotuslohkojen 5–6 sekä sivukivialueen KL1 osittaisen rakentamisen ja linjasi pohjarakenteita sekä vesien juokсутusta koskevat vaatimukset.

Vuonna 2025 Terrafame sai lisäksi useita ympäristölupapäätöksiä jäte- ja sivukivialueiden sulkemiseen, ja useita lupahakemuksia on vuoden 2026 alussa edelleen vireillä. Samalla yhtiö jatkoi koetoimintailmoituksiin perustuvaa tutkimus- ja kehitystyötä muun muassa peittorakenteiden, bioliuotuksen kemikaalien sekä akku-materiaalien ja harvinaisten maametallien talteenoton osalta.

Tuotannon osalta Kuusilammen avolouhoksessa louhittiin vuoden 2025 aikana yhteensä 14,9 miljoonaa tonnia malmia ja 30,9 miljoonaa tonnia sivukiveä. Yhteensä räjäytyksiä oli 67 kappaletta. Louhoksen syvin kohta oli vuoden lopussa tasolla –45 m merenpinnasta. Louhinnan yhteydessä syntyvää happoa muodostavaa mustaliuskesivukiveä (rikkipitoisuus on yli 0,3 %) on läjitetty sivukivialueelle KL1:lle sekä pieni määrä sivukivialueelle KL2:lle. Sivukivialueelle KL1 läjitettiin mustaliuskesivukiveä 26,8 Mt lohkoille 5,6 ja 3 (rakennusvaiheet 1-3) ja sivukivialueella KL2 käytettiin sivukivitäytön luiskaamiseen ja kiilaamiseen n. 0,24 Mt mustaliuskesivukiveä. Sivukivialuetta KL1 laajennettiin vuoden 2025 aikana n. 23 hehtaaria ja toisaalta sitä myös suljettiin 16 hehtaarin alalta. Vuoden 2025 lopussa sivukivialueen KL1 avoinna oleva pinta-ala oli 99 hehtaaria.

Tärinää mitattiin kolmessa pisteessä, yhtään ympäristöluvan ohjearvon mukaisia ylityksiä ei mitattu vuoden 2025 aikana. Vuonna 2025 mitatut melutasot Hakosen järven itäpuolen jatkuvatoimisella melumittarilla eivät ole ylittänyt päivä- ja yöaikaisten keskiäänitasojen raja-arvoja (klo 7–22 55 dB ja klo 22–07 50 dB).

Terrafame mittasi vuonna 2025 vuosittaisten käytäntöjen mukaisesti keskeisten toimintojen melupäästöt sekä ympäristömelutasot lähimmissä häiriintyvissä kohteissa, mukaan lukien infrarakentamishankkeet ja liikenne. Mittausten ja melumallinnuksen perusteella toiminnasta ei aiheutunut melun raja-arvojen ylityksiä asuin- tai loma-asutuskohteissa, ja ympäristömelutasot varmennettiin mittauksin marraskuussa 2025.

Vuonna 2025 infrarakentaminen keskittyi sivukivialueelle KL1 ja sekundääriliuotusalueen lohkoihin 5–6 sekä KL2-alueen peittorakenteisiin. KL1- ja KL2-alueiden sulkemista koskevat ympäristöluvut ratkaistiin vuonna 2025, ja näillä alueilla rakennettiin peittorakenteita vuonna 2025 n. 30 hehtaarin alalla. Peittorakenteisiin liittyvä kehitystyö ja koetoiminnat jatkuivat vuonna 2025.

Uuden sekundääriliuotusalueen (SH5–8) rakentaminen eteni lupien mukaisesti: Salmisen kunnostus valmistui alkuvuonna 2025, ja lohkojen 5 ja 6 pohjarakenteita rakennettiin. KHO:n ratkaisun perusteella lohkot 5 ja 6 voidaan ottaa tuotantokäyttöön, ja loholla 5 mustaliuskeen läjitys alkoi vuonna 2026, lohkon 6 rakenteiden valmistuessa vuoden 2026 aikana.

Liuoskiertoon johdetaan vesijakeita korvaamaan liuoskierrosta tapahtuvaa haihduntaa. Vuoden 2025 aikana liuoskiertoon johdettiin sivukivialueen suotovesiä n. 533 000 m³. Terrafame selvitti vuonna 2025 liuotuska-sojen rikkidioksidipäästöjä kampanjaluonteisilla mittauksilla, joita tehtiin syys–marraskuussa mobiilikaasuhais-telijalla primääri- ja sekundääri- ja sekundaarikasojen päältä. Mittausten perusteella liuotusalueilta ei havaittu vapautuvan merkittäviä määriä rikkidioksidia.

3. PÄÄSTÖTARKKAILU

3.1 Vesipäästöjen tarkkailu

Terrafamen vesipäästöjen tarkkailu sisältää toiminta-alueella muodostuvien ja käsittelyä vaativien vesien, saneiteettipuhdistamon sekä alueelta vesistöihin johdettujen vesien laadun tarkkailun voimassa olevan tarkkai-luohjelman ja ympäristölupapäätösten mukaisesti. Lisäksi yhtiö tarkkailee osana käyttötarkkailuaan alueelta

vesistöihin johdetun veden määrää ja vesistöihin johdettua kuormitusta. Tähän raporttiin on koottu vuoden 2025 vesipäästöjen velvoitetarkkailun tuottamat vedenlaatutiedot sekä keskeisimmät vesipäästöjä koskevat virtaama- ja kuormitustiedot.

Vesistöihin johdettavien vesien laatua tarkkailtiin viikoittain purkupisteiltä lähtevistä vesistä otettavien näyttein, mikäli vettä juoksutettiin vesistöön. Tarkkailutulosten perusteella seurattiin ympäristöluvassa annettujen lupamääräysten toteutumista.

Vuonna 2025 alueelta johdettiin vesistöihin yhteensä noin 8 milj. m³ käsiteltyjä jätevesiä. Vesistä n. 99 % johdettiin tammi-joulukuun aikana purkuputkea pitkin Oulujoen vesistöalueella sijaitsevaan Nuasjärveen. Selvästi vähäisempi osa ympäristöön johdetuista vesistä juoksutettiin Oulujoen vesistöön ns. vanhoja purkureittejä pitkin. Juoksutettujen vesien kokonaismäärästä n. 1 % marras-joulukuussa Kuusilammen kautta Kuusijokeen Oulujoen vesistöön. Vuoksen vesistöön ei johdettu vesiä vuonna 2025.

Vuonna 2025 juoksutettu kokonaismäärä oli n. 23 % pienempi kuin edellisvuonna ja määrä alitti myös vuosien 2021–2023 juoksutusmäärän. Vuoden 2025 sadesumma Tuhkakylän mittauspisteellä oli 614 mm, joka on hieinan vähemmän kuin vuosien 2000–2020 keskiarvo 624 mm.

Ympäristöluvan mukaan vesistöön vanhoja purkureittejä pitkin juoksutettavan veden määrää tulee säädellä Kalliojoen virtaamien mukaisesti. Ympäristölupapäätöksen 87/2022, sekä VHO:n 19.12.2024 antaman ratkaisun mukaisesti lähivesistöihin Oulujoen valuma-alueelle johdettavan käsitellyn jäteveden virtaama saa olla jatkuvasti enintään 15 % Kalliojoen alaosan kyseisen ajankohdan virtaamasta.

Vuonna 2025 juoksutusmäärät ovat pääosin pysyneet luvassa määrätyn raja-arvon alapuolella. Hetkellisiä ylityksiä on tapahtunut Oulujoen suuntaan juoksutettujen vesien osalta marraskuussa, 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 2025 vesistöön johdettujen vesien virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot täyttivät lupaehdot kaikilta osin. Myös yksittäisiä näytteitä koskevat pitoisuusraja-arvot alitettiin vuonna 2025 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 2025 vesistöön johdetut kokonaisvuosikuormitukset pysyivät raja-arvojen puitteissa purkuputken kautta johdetun kuormituksen osalta. Myös nk. vanhojen purkureittien osalta luparajat alitettiin kaikilta osin. Lisäksi purkuputken kautta Nuasjärveen johdetun veden kuukausittaiset sulfaatikuormitukset pysyivät kaikkina kuukausina päätöksen mukaisten raja-arvojen alapuolella.

Lisäksi velvoitetarkkailuohjelmaan sisältyy **toiminnan sisäiseen vesikiertoon kuuluvien vesijakeiden** laadun tarkkailua. Osana sivukiven sivukivialueiden KL2 ja KL1 tarkkailua seurattiin sivukivitäytöstä suotautuvia vesiä, rakenteiden alapuolisia vesiä sekä peittorakenteen päältä tulevia puhtaita hulevesiä. Myös rakenteilla olevan sekundääriluotusalueen SH5-8 alapuolisen sivukivialueen suotovesiä ja rakenteiden alapuolisia vesiä tarkkailtiin vastaavasti. Keskuspuhdistamolta lähtevästä vedestä (näytteenottoaika Tasausallas 2 lähtevä) otettiin näytteet kuukausittain, silloin kun vesi johdettiin Latosuon altaalle. Lisäksi seurattiin käsittely-yksikön SEM2 tulevien ja lähtevien vesien laatua. Ympäristöluvan lupamääräyksen 26 mukaan neutralointiyksiköissä käsitellyn veden tulee täyttää samat määräyksen 34 mukaiset raja-arvot, kuin vesistöihin johdettavien vesien.

Vuonna 2025 tasausaltaalta 2 lähtevän veden kuukausinäytteiden laatu täytti lupamääräyksen vaatimukset. Käsittely-yksiköltä SEM2 lähtevän veden laatu täytti lupamääräyksen raja-arvot lukuun ottamatta tammikuun, maaliskuun, huhtikuun ja toukokuun näytteitä.

Sivukivialueen KL2 rakenteiden alapuolisten vesien sekä suotovesien laatu oli vuonna 2025 pääosin samankaltaista kuin edellisvuosina. Sivukivialueen KL1 näytteenotopisteillä tarkkailu aloitettiin vuonna 2024. Kipsisakka-altaiden 1 ja 2 tiivisrakenteiden alapuolisista vesistä ei saatu kaikilla kierroksilla näytettä, sillä alkuvuodesta kulku kipsisakka-altaan 1 rakenteiden alapuolisten vesien näytteenotopisteelle oli vaarallista, ja kipsisakka-altaan 2 rakenteiden alapuolisten vesien keruukaivot olivat ajoittain kuivia. Kipsisakka-altaan 3 alapuolisten vesien näytteenotto onnistui tarkkailuohjelman mukaisesti neljä kertaa vuodessa.

Altaiseen DP4 ja DP5 tulevien vesien nikkeli- ja kuparipitoisuudet olivat vuonna 2025 pääosin pienempiä kuin vuosina 2020–2024. Suotovedet olivat edellisvuosien tapaan happamia ja nikkeli- ja kuparipitoisia ja nämä ominaisuudet pysyivät edellisvuosien vaihteluvälillä. Sivukivialueen sivukivitäytöstä suotautuvat vedet ja rakenteiden alapuoliset

vedet kerätään DP4 ja DP5-altaisiin, joista vedet johdetaan prosessiliuotuskiertoon tai vesienkäsittelyyn. DP5-allas oli suurimman osan vuodesta kuiva.

Kipsisakka-altaiden 1, 2 ja kipsisakka-altaan 3 tiivisrakenteiden alapuolisten vesien sulfaatti- ja metallipitoisuudet, sekä happamuus poikkeavat toisistaan merkittävästi. Kipsisakka-altaan 2 tiivisrakenteiden alapuolisten vesien tarkkailuun on kaksi näytteenottoaikaava, joista kaivon 1 veden sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat suuremmat kuin kaivon 2 ja molemmilla kaivoilla yleensä suuremmat kuin kipsisakka-altaiden 1 ja 3 tiivisrakenteiden alapuolisilla vesillä.

Sivukivialueiden KL2 ja KL1 päältä tulevien puhtaiden hulevesien tarkkailu aloitettiin marraskuussa 2025, jolloin saatiin näytteet vain sivukivialueen KL1 läntisen peittorakenteen tulevasta ja lähtevästä vedestä. KL1 pohjoinen ja KL2 selkeytysaltaat olivat kuivia. Peittorakenteiden päältä tulevien vesien sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat matalia.

Rakenteilla olevan sekundääriliuotusalueen SH5-8 alapuolisen sivukivialueen suotovesien metalli- ja sulfaattipitoisuudet ovat selvästi korkeampia kuin kyseisen sivukivialueen tiivisrakenteiden alapuolisissa vesissä ja viittaa ehjiin tiivisrakenteisiin.

Terrafamen tehdasalueella, toimistorakennuksessa ja muissa tiloissa muodostuvat saniteettivedet käsitellään vuonna 2008 rakennetulla jätevedenpuhdistamolla. Jätevedenpuhdistamolla käsitellyn jäteveden kokonaisuusmäärä oli n. 7 % suurempi kuin edellisvuonna. Vuonna 2025 MTO:n jätevedenpuhdistamon toiminta täytti sekä lupaehdot että valtioneuvoston asetuksen 888/2006 vaatimukset kaikilta osin. Kaivosvarikon puhdistamo täytti valtioneuvoston asetuksen 888/2006 vaatimukset, mutta Terrakylän puhdistamo ei täyttänyt vaatimuksia kiintoaineen ja kemiallisen hapenkulutuksen osalta.

3.2 Ilmapäästöjen tarkkailu

Eurofins Nab Labs Oy:n päästömittauslaboratorio toteutti Terrafame Oy:n toimeksiannosta metallien talteenoton, akkukemikaalitehtaan ja uraanin talteenottolaitoksen ilmapäästömittaukset sekä kalkinkäsittelyn ilmapäästömittaukset.

Kalkinkäsittelyn päästökohteista mitattiin junan purun pölynpoisto junan purun aikana. Mitattuja hiukkaspitoisuuksia verrattiin tarkkailusuunnitelman päästöraja-arvoihin. Raja-arvot perustuvat ympäristölupapäätökseen Nro 87/2022, Dnro PSAVI/2461/2017 (päiväty 20.6.2022). Kohteen hiukkaspitoisuus alitti raja-arvon.

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

Akkukemikaalitehtaan mittauksissa mitattiin kaikissa kohteissa poistokaasujen hiukkas- ja raskasmetallipitoisuudet sekä lisäksi uuttoalueen kohteissa poistokaasujen TVOC-pitoisuudet. Poistokaasujen hiukkas- ja raskasmetallipitoisuudet mitattiin tarkkailuohjelmaan mukaan kaksi kertaa vuoden 2025 aikana. Tarkkailuohjelmasta poiketen nikkeli-, koboltti- ja epäpuhtausuuton poistohöngkien TVOC-pitoisuudet mitattiin vuoden 2025 aikana kaksi kertaa, koska laitoksen jatkuvatoiminen mittaus oli alkuvuodesta epäkunnossa. Mitattuja pitoisuuksia verrattiin ympäristöluvassa Nro 5/2021 (Dnro PSAVI/3626/2019, 20.1.2021) annettuihin raja-arvoihin.

Akkukemikaalitehtaan 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 mitatut hiukkaspitoisuudet olivat alle raja-arvon lukuun ottamatta ammoniumsulfaatin ja nikkelisulfaatin kiteytyksen ensimmäistä mittauskierrosta sekä paineliuotuksen poistohöngän raudanpoiston jälkeen mitattuja hiukkaspitoisuuksia. Nikkelisulfaatin- ja kobolttisulfaatin kiteytyksen toisen mittauskierroksen hiukkaspitoisuuksista kaksi viidestä jaksosta oli yli raja-arvon.

Akkukemikaalitehtaan mitatut raskasmetallipitoisuudet olivat alle raja-arvon lukuun ottamatta nikkelisulfaatin kiteytyksen poistokaasupitoisuutta molemmilla mittauskierroksilla sekä kobolttisulfaatin kiteytyksen poistokaasupitoisuutta loppuvuoden mittauksissa.

Akkukemikaalitehtaan TVOC-mittauksissa nikkelin poistokaasun TVOC-pitoisuus ylitti raja-arvon ensimmäisellä mittauskierroksella. Muut TVOC-mittaustulokset olivat alle raja-arvon.

Uraanin talteenottolaitoksen ilmapäästömittaukset tehtiin neljä kertaa vuoden 2025 aikana. Poistokaasuista mitattiin uraani- rikkivety- ja hiukkaspitoisuudet. Uuttovaiheen poistohöngistä mitattiin lisäksi TVOC-pitoisuudet. Mittaukset tehtiin normaalissa tuotantotilanteessa lukuun ottamatta kuivatus-pakkausvaiheen poistohöngän mittauksia, jossa kuivauksessa ei ollut tuotantoa tai kuivauksessa oli aiemmin kuivattua tuotetta. Mitatut pitoisuudet alittavat ympäristöluvan Nro 87/2022 (Dnro PSAVI/2461/2017) raja-arvot.

Uraanin talteenottolaitoksen TVOC-päästöille (alkuainehiilenä, C) on asetettu myös vuosipäästöraja-arvo (alle 20 t/v). Kun tarkastelussa käytetään vuonna 2025 mitattua korkeinta päästöarvoa (0,0007 gC/s) ja vuosipäästö lasketaan olettaen laitoksen olevan käynnissä vuoden jokaisena päivänä, saadaan vuosipäästökseksi noin 22 kgC/v. Tämä alittaa selvästi asetetun raja-arvon.

Uraanin talteenottolaitoksen uraanipäästön laskenta vuoden 2025 osalta tehdään ulkopuolisen asiantuntijayrityksen (Eurofins) määräaikaismittaustulosten perusteella ja tulos raportoidaan STUK:lle säteilytoiminnan vuosiraportissa. Mittauksista lasketaan maksimi- ja minimipäästönopeudet sekä edelleen niiden mukainen kokonaispäästö kaikille prosessivaiheille, jolloin saadaan uraanin vuosipäästön konservatiivinen vaihteluväli.

4. PINTAVESIEN TARKKAILU

Vuonna 2025 vesiä johdettiin pääsääntöisesti (99 %) purkuputken kautta suoraan Nuasjärveen yhteensä noin 8,3 Mm³, vuonna 2024 vesiä johdettiin purkuputkeen noin 9,7 Mm³. Pieni määrä vesiä purettiin luontaiselle reitille eteläisen Kuusilammen kautta marraskuun 19. päivästä lähtien, yhteensä loppuvuoden aikana 89 660 m³. Edellisen kerran vesiä on johdettu tälle reitille aikavälillä 30.7.-12.9.2024, yhteensä 216 000 m³.

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden laadussa kohonneina sulfaatti- ja nikkelpitoisuuksina sekä sähkönjohtavuuden nousuna talvi-kerrostuneisuuden aikaan. Suurimmat edellä mainittujen parametrien pitoisuudet ja sähkönjohtavuudet on havaittu syvännepisteillä Nj23 ja Nj46. Näillä pisteillä mm. sulfaattipitoisuudet ja sen vaikutuksesta sähkönjohtavuudet ovat alusvesissä olleet alkuvuosina 2022–2025 huomattavasti suurempia kuin aikaisempina tarkkailuvuosina. Terrafamen purkuputken johdettavan veden laadussa ei ole kuitenkaan tapahtunut merkittäviä muutoksia vuosien välillä, joka selittäisi tasonmuutoksen vuonna 2022. 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. Tarkemmin Terrafamen ja Elementis Mineralsin yhteisvaikutuksia kuvataan yhteistarkkailuraportissa.

Nuasjärven vuoden 2025 näytteiden perusteella keskeisempien kuormituksiin liittyvien parametrien pitoisuustasot varsinaisilla syvänteillä ovat olleet alle vuoden 2024 vastaavan ajankohdan ja kevään luontainen vesistön täyskierto ulottui kummallakin syvänteellä (Nj23 ja Nj46) alusvesiin asti, kun vuosina 2023 ja 2024 vesistön täyskierto toteutui vasta syyskierron myötä. Purkuputken läheisyydessä sijaitsevilla lisätarkkailupisteillä alusvesien rikki- ja sulfaattipitoisuudet sekä sitä kautta sähkönjohtavuudet olivat alkuvuonna 2025 hieman korkeampia kuin alkuvuonna 2024. Elokuussa pitoisuudet laskivat selvästi ja olivat palautuneet lokakuussa normaalitasoilleen. Kaikilla tarkkailupisteillä kokonaistyyppipitoisuudet ovat palautuneet, vuoden 2024 nousun jälkeen, lokakuulle mennessä tavanomaisille tasoilleen.

Yleisesti pohjoisen, luontaisen purkureitin tuloksissa oli havaittavissa alkuvuoden 2024 aikana kokonaistyyppi-kokonaisfosforipitoisuuksien nousevaa trendiä. Tyyppiä luontaiselle reitille päätyi uuden sekundäärialueen 5–8 maanmuokkaustoimien johdosta. Fosforin osalta pitoisuudet kääntyivät laskuun vuoden 2024 kolmannella kvartaalilla kaikilla pisteillä, kuten myös kokonaistyyppien osalta Salmisenpurolla. Muiden pisteiden osalta tyyppi-pitoisuudet lähtivät laskuun vuoden 2025 aikana.

Salmiselta saatiin kesä- ja elokuussa ensimmäiset näytteet kunnostuksen jälkeen. Näytteen tulosten mukaan haitta-aineiden pitoisuudet alusvesissä olivat laskeneet murto-osiin aikaisemmista, ennen kunnostusta otetuista näytteistä.

Vuoden 2023 lopulta alkaen on ollut havaittavissa Salmisenpurolla uuden sekundäärialueen SH5-6 rakennustyömaan maanmuokkauksessa ja räjäytystyömaista johtuvia muutoksia, varsinkin ravinteiden eli kokonaistyyppien ja -fosforin pitoisuuksissa. Kokonaistyyppien huippupitoisuudet Salmisenpurolla saavutettiin elokuussa 2024 ja Kalliojärvellä lokakuussa 2024. Vuoden 2025 tulosten perusteella tyyppipitoisuudet ovat laskeneet ja

pidempiaikainen vuositrendi on myös edelleen laskeva. Salmisenpuroilta havaittiin vuonna 2025 uraania aikaisempia vuosia runsaammin, pitoisuudet vaihtelivat välillä 1,2–2,5 µg/l, kun aikaisempina tarkkailuvuosien pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 0,2–1,1 µg/l.

Kalliojärvellä maaliskuussa 2025 havaitut nousevat barium-, kadmium- ja uraanipitoisuudet kääntyivät laskuun kesäkuussa. Barium- ja kadmiumpitoisuudet palautuivat kesän aikana normaalitasoilleen, mutta uraanipitoisuus oli nousussa vielä lokakuussa (1,6 µg/l) ja pidempiaikainen trendi nouseva. Vuoden 2025 uraanin keskipitoisuus oli 1,3 µg/l, kun se vuosina 2019–2024 on ollut noin 0,4 µg/l. Vuosina 2014–2018 uraania havaittiin alusvesistä keskimäärin 3,9 µg/l. Lokakuun kierroksella oli havaittavissa sekä päällysy- että alusvesistä hiukan nikkeliä (16 µg/l), kuin muilla vuoden kierroksilla pitoisuudet olivat tasolla alle 6,5 µg/l. Muiden parametrien osalta vuoden 2025 keskimääräiset tulokset olivat yhteneväisiä vuosien 2018–2024 tuloksiin.

Kalliojokisuulla, Kolmisopella ja Tuhkajoella kokonaistyyppipitoisuudet ovat kääntyneet laskuun vuoden 2025 tulosten mukaan. Alkuaineiden osalta myös näillä pisteillä, Kalliojärven tapaan, oli vuoden ensimmäisellä kvartaalilla havaittavissa hiukan normaalitasoa runsaammin uraania. Toisella kvartaalilla pitoisuudet laskivat kaikilla pisteillä, mutta nousivat kolmannella kvartaalilla ylimmillä pisteillä ja suurin uraanipitoisuus 0,54 µg/l mitattiin heinäkuussa Kalliojokisuulta. Vuoden neljännellä kvartaalilla pitoisuudet olivat laskussa Kalliojokisuulla (ka. 0,31 µg/l) ja Kolmisopella (0,18–0,19 µg/l), mutta hieman nousussa pisteellä Kolmisoppi lähtevä (0,18 µg/l) ja Tuhkajoella (ka. 0,18 µg/l). Muiden alkuaineiden tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tuloksiin. Vuonna 2025 oli havaittavissa liukoisen nikkelin pitoisuuksien laskeneen tasolle, joita on viimeksi havaittu pisteillä syksyllä 2020.

Jormasjärvellä maaliskuun kierroksella havaitut hieman runsaammat tyyppipitoisuudet laskivat jo kesäkuun kierrokselle mennessä ja olivat lokakuussa tavanomaisilla tasoillaan. Maaliskuussa havaittiin eteläisimmällä pisteellä, joka on lähinnä Tuhkajoen laskusuuta, hieman uraania. Vuoden muilla kierroksilla pitoisuuksia ei enää havaittu. Luontainen vesistön syyskierto oli tasoittanut vesimassan tasalaatuiseksi. Muiden parametrien tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

Jormasjoen vuoden 2025 tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin, kuten myös Kajaaninjoen.

Kivipuron vesinäytteiden laatu on ollut tasaista viime vuodet.

Pirttipuron vesisyvyys on pieni, maksimissaan alkukesästä vesisyvyys purolla oli 0,3 metriä ja syyskuussa puro oli hetkellisesti kuiva. Elokuun 2025 näytteestä mitattiin aiemmista tarkkailutuloksista poikkeavia pitoisuuksia, esimerkiksi sulfaattia 630 mg/l, nikkeliä 490 µg/l, kalsiumia 130 mg/l, kadmiumia 4,7 µg/l ja uraania 4,6 µg/l. Myös muut alkuainepitoisuudet ja sähkönjohtavuus olivat nousussa tällä kierroksella. Syyskuun lopulla pitoisuudet laskivat huomattavasti, palautuen marras-joulukuussa normaalitasoilleen (esim. sulfaatti noin 13 mg/l, nikkeli 20 µg/l ja uraani alle määrittäysrajan <0,10 µg/l). Pirttipuron läheisyydessä on tapahtunut poikkeamia vuosina 2017 ja 2021, missä metallipitoisia KL2 alueen suotovesiä pääsi maastoon. Vuoden 2024 kesä-syyskuun aikana Pirttipuron läheisyydessä tehtiin maanmuokkaustöitä, jolloin maaperässä poikkeamien seurauksena vanhastaan olevia pitoisuuksia on mahdollisesti lähtenyt hiljalleen liukenemaan ja suotautumaan pieniä noroja pitkin Pirttipuroon. Lisäksi syyskuussa 2025 Terrafame on ilmoittanut poikkeamasta, jossa KL2 peittorakenteen päältä tulevien puhtaiden hulevesien selkeytysaltaalle tulevassa vedessä on havaittu kohonneita metallipitoisuuksia. Vettä on päässyt lyhytkestoisesti altaalta eteenpäin Pirttipuron suuntaan syksyllä 2025, vaikka muuten vesi pumpattiin poikkeaman vuoksi vesienkäsittelyyn.

Haitallisten ja vaarallisten aineiden pitoisuuksista ympäristössä säädetään valtioneuvoston asetuksessa (1308/2015). Asetuksessa biosaatavan nikkelpitoisuuden ympäristölaatumnormi on 4 (+1) µg/l (AA-EQS) ja suurin yksittäisen näytteen liukoisen 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. Liukoisen liijyn osalta asetuksen ympäristölaatumnormitasot 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 ympäristölaatumnormia. Vuoden 2025 HAVA-tulokset on taulukoitu liitteen 3 lopuksi.

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.

Kuusijoella yksittäisten näytteiden liukoiset nikkelpitoisuudet ylittivät tammi- maaliskuussa (63, 60 ja 69 µg/l), kesäkuussa (46 µg/l) ja joulukuussa (43 µg/l) yksittäisen näytteen raja-arvon (MAC-EQS) 34 µg/l. Muissa vuoden näytteissä pitoisuudet vaihtelivat välillä 16-31 µg/l ja vuoden pitoisuus keskiarvoksi tuli 38 µg/l. Nikkelipitoisuuksissa on havaittavissa edelleen laskeva suuntaus, vuonna 2024 keskiarvo oli 60 µg/l, 2023 89 µg/l ja vuonna 2022 keskiarvo oli 114 µg/l. Vuosikeskiarvoksi biosaatavalle nikkelille saatiin tulos 6,2 µg/l (vuonna 2024 keskiarvo oli 10,3 µg/l, 2023 14,3 µg/l ja vuonna 2022 18,5 µg/l), mikä ylitti (AA-EQS) 5,0 µg/l tason. Kadmiumin osalta vuosikeskiarvo 2025 oli 0,11 µg/l alittaen vuosikeskiarvolle asetetun raja-arvon 0,25 µg/l. Aikaisempina vuosina kyseinen raja-arvo on ylittynyt, vuonna 2024 keskiarvo oli 0,40 µg/l, vuonna 2023 0,53 µg/l ja vuonna 2022 0,52 µg/l. Myös kadmiumpitoisuuksissa on Kuusijoella laskeva suuntaus.

Kivipurolla liukoisen nikkelin keskipitoisuus oli vuonna 2025 43,0 µg/l, ollen vuosien 2024 ja 2023 keskiarvojen tuntumassa (42,0 ja 44,9 µg/l), vuosina 2020–2022 keskipitoisuudet vaihtelivat välillä 71–102 µg/l. Pitoisuudet vaihtelivat yksittäisillä kierroksilla välillä 37–53 µg/l (vuonna 2024 välillä 23–64 µg/l), yksittäisten näytteiden enimmäispitoisuudelle määritetty raja-arvo (MAC-EQS) ylittyi jokaisen näytteen osalta. Vuosikeskiarvoksi biosaatavalle nikkelille saatiin tulos 7,8 µg/l, mikä ylitti (AA-EQS) 5,0 µg/l tason. Kadmiumin keskipitoisuus 0,97 µg/l nousi vuoden 2024 arvosta 0,58 µg/l, mutta oli selvästi alle vuosien 2021–2023 keskipitoisuuksien 2,21 µg/l, 1,25 µg/l ja 1,02 µg/l. Kadmiumin elo- ja syyskuun pitoisuudet 1,6 ja 1,5 µg/l ylittivät yksittäiselle näytteelle määritetyn raja-arvon 1,5 µg/l tason. Vastaavia pitoisuuksia pisteeltä on havaittu aikaisempinakin vuosina, vuonna 2024 maksimipitoisuus oli 1,3 µg/l, vuonna 2023 1,6 µg/l ja vuonna 2022 2,5 µg/l.

Pirttipuron elo-lokakuun vähävetisten näytteiden pitoisuudet poikkesivat huomattavasti muista vuoden näytteistä. Näistä näytteistä havaittiin liukoista nikkeliä pitoisuudet 490, 100 ja 320 µg/l, kuin muilla vuoden kierroksilla pitoisuudet vaihtelivat välillä 10–72 µg/l, vuonna 2024 vaihteluväli oli 12–330 µg/l. Alkusyösyn näytteiden vuoksi vuoden keskiarvoksi tuli 92 µg/l, nousten huomattavasti vuoden 2024 keskiarvosta 50 µg/l. Yksittäisiä näytteitä tarkasteltaessa edellä mainituiden näytteiden lisäksi heinäkuun tulos 72 µg/l syyskuun ylitti (AA-EQS) raja-arvon 34 µg/l. Vuosikeskiarvoksi, kaikki näytteet huomioiden biosaatavalle nikkelille saatiin tulos 12,5 µg/l, mikä ylitti huomattavasti (AA-EQS) 5,0 µg/l tason. Vuonna 2024 biosaatavuuden keskiarvo oli 5,6 µg/l. Syösyn näytteissä oli havaittavissa myös kadmiumia muita kierroksia runsaammin (4,7, 2,2 ja 9,6 µg/l), kun vuoden muilla kierroksilla pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,16–0,71 µg/l. Kadmiumin keskipitoisuudeksi saatiin tulos 1,6 µg/l (vuonna 2024 0,61 µg/l) ylittäen selvästi 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 (0,02 µg/l) pienemmiksi. Edellisvuosien tapaan muutamia yksittäisiä juuri määräysrajan ylittäviä pitoisuuksia havaittiin maaliskuun kierroksella pisteeltä Talvijoki (0,022 µg/l), elokuussa tuloksia 0,021–0,03 µg/l pisteiltä Nj23, Nj23-1, Nj35-1 ja Reh135 sekä marraskuussa pitoisuuksia 0,020–0,027 µg/l pisteiltä Kuusijoki, Kalliojokisuu, Tuhkajoki, Jormasjoki ja Pirttipuro.

Uraanin osalta keskipitoisuudet vaihtelivat vesissä vuonna 2025 välillä <0,10–1,80 µg/l, ollen pääsääntöisesti alle määräysrajan, nousten vuodesta 2024 yläjuoksun pisteillä. Suurin keskipitoisuus mitattiin pisteeltä Salmisenpuro (ka. 2024 0,50 µg/l) ja toiseksi suurimmat pitoisuudet (1,26–1,27 µg/l) Kalliojärven vesistä, joissa on havaittu aikaisempina vuosina suurimmat pitoisuudet (2024 ka. 0,58 µg/l). Vuonna 2025 tarkkailupisteiltä mitatut lyijypitoisuudet olivat pääsääntöisesti pieniä, suurin yksittäinen pitoisuus 5,3 µg/l mitattiin Pirttipuron elokuun näytteestä. Muilla tarkkailupisteillä yksittäisten näytteiden pitoisuudet jäivät tasoon alle 1,0 µg/l, ollen pääsääntöisesti alle määräysrajan <0,10 µg/l.

Terrafamen tuotantoalueella muodostuvissa ja käsittelyä vaativissa vesissä esiintyy mangaania, joka saadaan pääosin poistettua vesienkäsittelyssä. Mangaania voi päätyä pintavesiin myös pohjan sedimentistä happitilanteen heikentyessä. Teollisuusalueelta varsinkin 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. Suomessa talousveden laatusuositus mangaanin osalta on vesilaitosten jakamassa vedessä <50 µg/l ja yksityiskaivoissa <100 µg/l. Suomen pintavesissä laatusuosituksen ylittyminen on yleistä ja mangaanipitoisuus vaihtelee kuukausien välillä. Laatusuositusta korkeampia mangaanipitoisuuksia on mitattu tarkkailun aikana melkein kaikista vesistöistä, varsinkin syvänteiden alusvesistä.

Oulujärven suunnalta suurimmat mangaanin keskipitoisuudet vuonna 2025 mitattiin Jormasjärven eteläisen pisteen alusvesistä 1399 µg/l ja Nuasjärveltä, pisteen Nj 46 alusvesistä 1358 µg/l. Muilla tämän suunnan pisteillä keskimääräiset pitoisuudet vaihtelivat välillä 42–879 µg/l. Tulokset olivat vastaavia aikaisempiin tarkkailuvuosiin.

Vuoksen suuntaan vesiä ei ole johdeta enää vuodesta 2025 alkaen, viimeksi vesiä johdettiin tähän suuntaan pieni määrä (0,3 Mm³) huhti-toukokuussa 2024. Yleisesti tämän suunnan tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin, eikä Terrafamen suunnalta tulevia vaikutuksia ole ollut havaittavissa vuonna 2025.

Kivijärven syvännepisteellä Kiv10 on edelleen havaittavissa pysyvää kerrostuneisuutta syvyyden 5–6 metriä alapuolella. Kumminkin Kiv10 syvänteen alusveden sulfaattipitoisuudessa on ollut havaittavissa lievää pidempiaikaista laskua, mutta samalla kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksissa nousua. Vuonna 2025 on ollut havaittavissa alusvesissä myös alumiinia hiukan runsaammin kuin aikaisemmin. Ravinteiden pitoisuuksien vaihtelu voi olla seurausta hapettomuuden myötä aiheutuneesta sisäisestä kuormituksesta. Kyseessä oleva Kiv10 on pienalainen syväne, eikä yksittäisen syvänteen sisäisellä kuormituksella ole merkittävää vaikutusta koko järven mittakaavassa.

Yleisesti Kivijärvellä on havaittavissa sulfaattipitoisuuksissa ja sähkönjohtavuudessa laskevaa pidempiaikaista suuntausta kaikilla pisteillä ja syvyyksillä, kuten myös Kivijoella.

Laakajärven ja Kiltuan vuoden 2025 näytteiden tulokset olivat tavanomaisen pieniä.

Johtamisreittien ulkopuolisten järvien ja lampien tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailukierroksiin.

Kaivospiirin sisällä olevien lampien tarkkailuun kuuluvilta lampipisteiltä ja Pikku-Hakoselta haettiin näytteen kesäkuussa ja Mäkijärveltä elokuussa. Näytteiden tulokset olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin. Munninlammelta oli havaittavissa päälly- ja väliveden sähkönjohtavuuksien, sulfaatti- ja tyyppipitoisuuksien olevan nousussa edelleen vuoden 2024 tapaan.

Vuonna 2025 Vuoksen suunnalta ei havaittu, vuoden 2024 tapaan, haitallisten ja vaarallisten aineiden osalta ympäristölaatumien ylittäviä pitoisuuksia. Liukoisen nikkelin keskipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,7–8,7 µg/l ollen vastaavia kuin aikaisempina vuosina, keskimäärin hiukan alle vuoden 2024 tulosten. Korkein liukoisen 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 2025 ka. 1,93 µg/l oli yhteneväinen aikaisempiin tarkkailuvuosiin (2024 ka. 1,71 µg/l ja 2023 ka. 2,02 µg/l). Lyijyn osalta suurin yksittäinen pitoisuus 0,97 µg/l mitattiin Lumijärveltä lokakuun kierroksella. 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 alusvesissä mangaania on runsaasti, vuoden 2025 keskiarvo oli 47600µg/l (vuonna 2024 ka. 47250 µg/l, 2023 ka. 46000 µg/l ja 2022 ka. 43500 µg/l) ja pitoisuuksissa on hienoinen nouseva trendi. Muilla pisteillä keskimääräiset pitoisuudet vaihtelivat välillä 39–2250 µg/l.

Johtamisreittien ulkopuolisten järvien ja lampien tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailukierroksiin, pieniltä järviltä ei havaittu ympäristölaatumien ylittäviä pitoisuuksia vuonna 2025, kuten ei myöskään ole havaittu vuosina 2021–2024.

Kaivospiirin sisällä olevien lampien tarkkailu suoritettiin kesä-heinäkuun vaihteessa. Valkealammella mitattu kokonaissyvyys oli 4 metriä, kun aikaisemmin on mitattu syvyydeksi 5,5–6,4 metriä. Myös Kaivoslammelta 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, tyyppiä, kalsiumia, magnesiumia, mangaania, natriumia ja sinkkiä. Munninlammen pitoisuuksissa on nähtävillä vuonna 2023 aloitetun KL1 sivukivialueen ja DP9-altaan rakennustyömaiden vaikutus.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto antoi vuoden 2024 joulukuussa päätökset nro 171/2024 ja nro 172/2024 (Dnro PSAVI/13214/2023, 18.2.2024) koskien Terrafamen uusittua tarkkailuohjelmaa. Päätöksissä osa vaikutustarkkailusta on muutettu ehdolliseksi siten, että tarkkailun toteuttamista on jatkettava, jos muu vaikutustarkkailu osoittaa, että päästöjen vaikutukset ovat muuttuneet ympäristön kannalta huonompaan suuntaan. Vuoden 2024 ja vuoden 2025 pintavesitulosten perusteella Oulujärven suunnan alimmalla pisteellä Kajaaninjoki, eikä Vuoksen suunnan alimmilla Laaka- ja Kiltuanjärven pisteillä ole havaittavissa muutoksia vedenlaadussa, joiden perusteella tarkkailua olisi perusteltua laajentaa näiden pisteiden alapuolisille pisteille.

5. PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU

5.1 Vesikasvit

Vesikasvillisuuden tilaa seurattiin osana Terrafamen tuotantoalueen pintavesien biologista tarkkailua vuonna 2025 tuotantoalueen vaikutusalueella olevissa kolmessa järvestä. Tarkkailukohteet ovat Oulunjärven vesistöalueelle sijoittuva Kalliojärvi ja sen alapuolinen Jormasjärvi sekä Vuoksen vesistöalueelle sijoittuva Kivijärvi. Järvivesimuodostumien tyypittelyssä Kallio- ja Kivijärvi lukeutuvat pieniin humusjärviin ja Jormasjärvi keskikokoisiin humusjärviin. Jokaisesta järvestä seurattiin viiden vakioseurantalinjan kasvillisuuden tilaa päävyöhykelinjamenetelmällä ja linjojen kasvillisuudessa tapahtuneita muutoksia vuosina 2010, 2015 ja 2021 tehtyihin vastaaviin kasvillisuuslinjaselvityksiin. Lisäksi arvioitiin visuaalisesti kasvillisuusvyöhykkeitä linjoilta otettujen dronekuvien perusteella.

Keskeisiä havaintoja seurannasta ja aineistojen vertailusta olivat, että kasvillisuusvyöhykkeet olivat säilyneet pääpiirteissään varsin samankaltaisina kuin aiemmissa tarkkailuissa. Kallio- ja Kivijärven kasvillisuuslinjojen kokonaispituudet laskivat edellisestä vuoden 2021 seurantakerrasta ja vastaavasti Jormasjärven linjojen keskipituus kasvoi hieman. Muutoksien suuruus niiden osalta oli noin 5–10 % suuntaansa. Kasvillisuuden peittävyys oli lisäksi kasvanut kaikilla järvillä, erityisesti Kalliojärvellä. Kivi- ja Kalliojärviä luonnehtivat rantojen kapeat kasvillisuusvyöhykkeet, joissa kasvillisuuden peittävyys on lähes kaikilla linjoilla vähäistä. Jormasjärvellä rantojen profiili on muita järviä loivempi, näkösyvyys suurempi ja se mahdollistaa linjojen kymmeniä metrejä leveät vesikasvillisuusvyöhykkeet.

Järvikohtainen vesikasvien lukumäärä on pysytellyt kaikilla kohteilla melko vakaana, joskin vuonna 2015 havaittu kokonaislajimäärä on ollut jokaisella järvellä muita vuosia korkeampi. Esimerkiksi Kivijärveltä on havaittu tuolloin peräti 8 vesisammalajia. Vuonna 2021 havaittiin Kalliojärvellä eteläosan linjalla 2 ja keskiosan linjalla 3 kuollutta Sarmentyppnum-suvun sammalta. Vuoden 2025 tarkkailussa Kalliojärven linjoilla 2, 3 ja 5 tavattiin hyväkuntoista Sarmentyppnum-suvun sammalta, mikä viittaa järven pohjien tilan kehittyneen tarkkailujen välisenä aikana sammalten kannalta parempaan suuntaan.

Seurantajärvien vesikasvillisuudesta laskettiin ekologista tilaa kuvaavia indeksiarvoja. Järvityypeille ominaisten vesikasvilajien perusteella (ns. tyyppilajien suhteellinen osuus) Kalliojärvi voitiin luokitella tyydyttävään ja Kivi- ja Jormasjärvi aiempaa parempaan hyvään ekologiseen tilaluokkaan. Kalliojärven luokitus on tältä osin sama kuin aiemmin, mutta Jormasjärven tilaluokka on ollut aiemmin välttävä ja Kivijärven tyydyttävä.

Kun vesikasvillisuutta tarkasteltiin niiden kuormituksen sietokyvyn perusteella (ns. referenssi-indeksi), Kalliojärvi sijoittui edelleen tyydyttävään tilaluokkaan ja Jormasjärvi luokkaan erinomainen. Kivijärven luokka kohosi edellisen tarkkailukerran v. 2021 luokasta tyydyttävä luokkaan hyvä.

Osana tarkkailua vesikasvillisuutta tarkasteltiin ilmakuvien avulla. Aiemman tehty ilmakuvatarkastelu on perustunut Maanmittauslaitoksen ortokuva-aineistoon ja niiden tarkastelun ei ole havaittu tuovan tarkkailuun lisää arvoa. Nyt drone-kuvauksena hankitut ilmakuvat soveltuvat paremmin kasvillisuusvyöhykkeiden tarkasteluun. Käytetty kuvauskorkeus mahdollistaa noin 25-kertaa aiempaa tarkemman maastoerottelukyvyn, jolla voidaan erottaa tarkasti kelluslehtisten vyöhykkeet ja ainakin osan ilmalehtisten muodostamista vyöhykkeistä. Tässä työssä ilmakuvia tulkittiin visuaalisesti ja pääsääntöisesti tulokset vastasivat likimäärin maastossa arvioituja ja ilmakuvasta erottuvien kasvillisuusvyöhykkeiden yleisyyksiä ja peittävyksiä. Myös mahdollisia virhelähteitä eroavaisuuksille voitiin löytää (mm. mahdolliset ilmakuvauksesta aiheutuvat heijastukset vedenpinnasta, kameran maastoerottelukyky, kuvauskorkeus ja maastoarvioinnin subjektiivisuus ilmalehtisten peittävyuden osalta). Toteutetulla tavalla tehtynä drone-kuvauksella ei toimi optimaalisesti tarkkailun tukena, vaan saatuaan hyötyä nähdessä menetelmä oli työläs toteuttaa. Drone-kuvauksen tuoma hyöty kartoitukseen voisi olla lähinnä kasvillisuuden peittävyuden ja kasvillisuusvyöhykkeiden arvioinnin luotettavuuden parantaminen, kun kuvaus tehtäisiin ainoastaan linjakohtaisesti tässä toteutettua matalammalta vakiodelta lentokorkeudelta.

Kokonaisuutena vesikasvillisuustarkkailu antaa viitteitä yhdessä vesistötarkkailun tulosten kanssa, että vesikasvillisuuden tila on vakaa ja kokonaisuutena parantunut vuoden 2021 tarkkailukerrasta. Vesikasvillisuuden

perusteella lasketut ekologista tilaa kuvaavat indeksien arvot muuttuvat varsin herkästi yksittäisten lajien ilmaantuessa seurantalinjoille tai niiden sieltä poistuessa, mikä altistaa ne myös jossain määrin sattumatekijöiden vaikutuksille. Joka tapauksessa indeksiarvojen nousu (5 tapauksessa 6:sta, 1 pysyi samana), vesikasvillisuuden maltillinen peittävyys kasvu sekä elinvoimaiselta vaikuttavien sammalten esiintyminen Kalliojärvässäkin viittaa vesikasvien elinolosuhteiden ja veden laadun parantumiseen tarkkailusyklin aikana.

5.2 Vesisammaltarkkailu

Vesisammalten metallipitoisuuksia tutkittiin vuonna 2025 virtänäkinsammalesta (*Fontinalis dalecarlica*) kuu-delta havaintopaikalta. Näytteeksi otettiin 3–5 tuoreinta vuosikasvainta, joten näytteet kuvastavat sammalten elinolosuhteita noin 3–5 vuoden ajalta. Havaintopaikat sijaitsivat Oulujoen vesistöalueella Kalliojoessa, Tuhkajoessa ja Jormasjoessa sekä Vuoksen vesistöalueella Lumijoessa, Kivijoessa ja Laakajoessa. Kaikki havaintopaikat ovat Terrafamen tuotantoalueen vaikutuspiirissä. Suurin osa juoksutuksista vuosina 2020–2025 johdettiin purkuputkea pitkin Oulujoen vesistöön ja vain pieni osa johdettiin vesistöihin, joissa vesisammalten havaintopaikkojen sijaitsevat.

Viitearvoihin nähden vesisammalissa havaitut pitoisuudet vaihtelivat alkuaineittain. Kaikilla tarkkailupisteillä kadmiumin, kobolttin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat viitearvoihin nähden kohtalaisen korkeita, korkeita tai hyvin korkeita, kun taas kaikilla pisteillä elohopean pitoisuudet olivat hyvin alhaisia tai alhaisia.

Oulujoen vesistössä havaittiin viitearvoihin nähden hyvin korkeita pitoisuuksia nikkelin osalta Jormasjoen ja Tuhkajoen näytteissä, sekä kadmiumin osalta Jormasjoen näytteessä. Myös Kalliojoen nikkeli-, kadmium- ja kobolttipitoisuudet olivat viitearvoihin nähden korkeita. Kuparin ja elohopean pitoisuudet olivat Oulujoen vesistön kaikilla pisteillä alhaisia.

Vuoksen vesistössä hyvin korkeita pitoisuuksia havaittiin Lumijoella kobolttin osalta. Lisäksi korkeita pitoisuuksia havaittiin kadmiumin, kobolttin, nikkelin ja sinkin osalta Lumijoessa ja Kivijoessa. Laakajoen tarkkailupisteellä ei havaittu lainkaan korkeita tai hyvin korkeita pitoisuuksia. Vuoksen vesistön pisteillä elohopeapitoisuudet olivat vertailuarvoihin nähden alhaisia tai hyvin alhaisia, sekä kuparipitoisuudet hyvin alhaisia, alhaisia tai kohtalaisen korkeita.

Oulujoen vesistöalueella tutkittujen metallien pitoisuudet olivat pääosin korkeimmat kauimpana Terrafamen alueelta ja pienimmät lähimpänä aluetta. Vuoksen vesistöalueella tutkittujen metallien pitoisuudet olivat pääosin korkeimmat lähimpänä Terrafamen alueelta ja pienimmät kauimpana alueelta.

Vuonna 2025 havaitut metallipitoisuudet ovat pääosin nousseet vuoden 2021 pitoisuuksista, mutta Kalliojoella ja Laakajoella nähdään selvää pitoisuuslaskua. Selvintä nousu on Jormasjoella. Vuoden 2025 korkeille pitoisuuksille ei löydetty selkeää syytä, mutta pitoisuuksien taustalla on arvioitu olevan useita tekijöitä. Vesisammalista mitattujen metallipitoisuuksien taustalla voidaan arvioida olevan Terrafamen toiminnan lisäksi luontaiset olosuhteet ja jossain määrin myös näytteiden käsittelyyn liittyvät tekijät. Seurantahistorian aikana osalla metallipitoisuuksista trendi vaikuttaisi olevan nouseva (As, Ba, Cd, Co, Cu, Zn) ja osalla laskeva (U, Hg). Vesisammalten metallipitoisuuksien vaihteluun vaikuttaa monet tekijät, eivätkä vesisammalissa havaitut pitoisuusmuutokset varsinkaan turvemilla sijaitsevilla tarkkailupisteillä seuraa loogisesti pintavesitarkkailussa havaittuja muutoksia. Vuoden 2025 vesisammaltarkkailun tulokset korreloivat heikosti pintavesitarkkailussa havaittujen vedenlaadun muutosten kanssa, eikä tarkkailua ole tarpeellista jatkaa.

6. KALATALOUSTARKKAILU

Vuonna 2025 kalataloustarkkailuun sisältyi kirjanpitokalastus Kolmisopella, Jormasjärvellä sekä Nuasjärvellä ja Rehjalla. Sähkökoekalastukset tehtiin Tuhkajoessa kahdella vuosittain koekalastettavalla koealalla (5A ja 5B). Ahvenen elohopeapitoisuuksien tutkimus tehtiin Jormasjärvessä, Nuasjärvessä ja Rehjassa. Nuasjärven ja Rehjan kalastustiedustelu oli toteutuksessa talvella 2026 ja sen tulokset raportoidaan erillisessä liitteessä myöhemmin keväällä.

Vuonna 2025 Kolmisopella kalasti edelleen yksi kirjanpitokalastaja katiskalla eri osissa järveä. Kolmisopen kirjanpitosaalit on viime vuosina muodostunut lähinnä hauesta, ahvenesta ja särjestä. Ajanjaksolla 2008–2025 heikoimmat saaliit saatiin vuosina 2014–2016 ja 2023. Tämän jälkeen kokonaisyksikkösaalis kasvoi jälleen ja

vuonna 2025 saaliin määrä oli pitkän aikavälin keskiarvoa selvästi korkeampi. Pyydykset likaantuivat Kolmisopessa aiempien vuosien tapaan kalastuskaudella, mutta kirjausten perusteella se ei ollut poikkeuksellisen voimakasta. Kolmisopen kalastuskirjanpidon tulosten perusteella kalastettavien lajien kannat ovat pysyneet ennallaan viime vuosina.

Vuonna 2025 Jormasjärvellä kirjanpitokalastusta harjoitti viisi kalastajaa, jotka kaikki kalastivat harvoilla (# 45–60 mm) verkoilla. Harvoille verkoille kertyi 1082 koentakertaa, mikä oli lähes edellisvuoden tasolla ja selvästi enemmän kuin vuosina 2008–2024 keskimäärin. Kahdelta kalastajalta saatiin rysäpyyntitietoja, jonka lisäksi yksi kalastaja ilmoitti katiskapyynnin ja vetouistelun saalistietoja. Vuonna 2025 Jormasjärven kalastuskirjanpidon kokonaissaalis oli 2006 kg, josta 55 % saatiin rysällä, 38 % verkoilla ja loput 7 % katiskalla ja vetouistele-malla. Selvästi tärkein saalislaji oli edellisvuosien tapaan kuha, jonka osuus kalansaaliin kg-määrästä oli noin 61 %. Verkkopyynnissä kuhan yksikkösaalis oli hieman edellisvuotta pienempi, mutta suurempi kuin vuosina 2021–2023, jolloin kuhia saatiin keskimääräistä selvästi heikommin. Kalastuskirjanpidon tulomuuttujen vaihtelu oli normaalilla tasolla.

Vuonna 2025 Nuasjärveltä kalastuskirjanpitotietoja toimitti kolme kalastajaa, joista kaksi kalasti harvoilla (# 55 mm) verkoilla. Pyyntiponnistus verkoilla oli 142 koentakertaa, mikä oli vähemmän kuin edellisvuonna. Yksi kalastaja kalasti lisäksi rysällä yhteensä 70 pyydysvuorokautta (perän # 20 m) ja katiskalla 42 koentakertaa. Katiskat ja rysät olivat pyynnissä avovedessä ja verkkoja käytettiin talvella. Kalastuskirjanpidon kokonaissaalis oli 3397 kg, josta 75 % saatiin verkoilla, 24 % rysällä ja noin 1 % katiskalla. Verkkopyynnissä kokonaisyksikkösaalis pysytteli suunnilleen edellisvuoden tasolla, mutta kuhan yksikkösaalis kasvoi hieman.

Vuonna 2025 Rehjalta palautti kalastuskirjanpitotietoja yksi kalastaja. Kalastus käsitti verkkopyyntiä muikku-verkoilla (60 kkr) ja harvoilla verkoilla (60 kkr) sekä vähäisissä määrin heittokalastusta ja vetouistelua. Harvojen verkkojen yksikkösaalis oli hieman suurempi kuin kolmena edellisenä vuonna. Yksikkösaaliissa oli havaittavissa nousevaa suuntausta niin kuhan, hauen kuin lahnankin osalta. Nuasjärven ja Rehjan yksikkösaaliiden vaihtelu on ollut menetelmälle tyypillisellä tasolla, eikä poikkeavan voimakkaita muutoksia ole havaittu.

Nuasjärven ja Rehjan kalastusta vuonna 2025 koskeva vapaa-ajankalastustiedustelu toteutettiin talvella 2026. Tiedustelun osoitetietolähteenä käytettiin kiinteistötietojärjestelmää ja tiedustelu kohdistettiin Nuasjärven ja Rehjan rantaan rajautuvien rakennettujen kiinteistöjen omistajille (vakituiset ja kesämökkiläiset). Kolmen postituskerroksen jälkeen tiedusteluun vastasi 61 % otoksesta. Vastanneista talouksista tarkkailujärvissä oli kalastanut noin 38 %.

Tiedustelun tulosten perusteella Nuasjärvi-Rehjassa kalasti 281 taloutta, joissa kalastukseen osallistui 560 henkilöä. Vapaa-ajankalastajat harjoittivat pääasiassa verkko- ja katiskapyyntiä sekä uistinkalastusta. Onkiminen oli hieman yleisempää kuin pilkkiminen. Rehjan kalansaaliista noin 57 % ilmoitettiin saadun verkoilla ja Nuasjärvellä verkkojen osuus oli noin 36 %. Uistinpyynnin osuus kalansaaliista oli Nuasjärvellä puolestaan 45 % ja Rehjalla 22 %. Rehjan vastausaineistossa oli suhteessa enemmän aktiivisia verkkokalastajia kuin Nuasjärvellä, jonka kalastajamäärä oli muutoin suurempi.

Nuasjärvellä ja Rehjalla vapaa-ajankalastajien runsaimmat saalislajit olivat kuha, hauki ja ahven. Kuhan saalisosuus oli Rehjalla noin 27 % ja Nuasjärvellä 33 %. Rehjalta saatiin lahnaa lähes yhtä paljon kuin ahventa. Rehjan lahnasaalis saatiin lähes yksinomaan harvoilla verkoilla (85 %).

Kaupallisen kalastuksen tiedustelua varten hankittiin Sotkamon ja Kajaanin kaupallisten kalastajien nimi- ja osoitetiedot Lounais-Suomen elinvoimakeskuksen kaupallisen kalastuksen rekisteristä. Tiedustelun otoskoko oli 53 ja tiedustelun palautti lopulta 35 kalastajaa, joten vastausaktiivisuudeksi tuli kohtalaisen hyvä 66 %. Tiedustelun palauttaneista kalastajista Nuasjärvi-Rehjalla kalasti vuonna 2025 ainoastaan neljä (11 % otoksesta). Palauttaneiden kommenttien perusteella pääosa alueen kaupallisista kalastajista harjoitti ammattiaan pääasiassa Oulujärvellä sekä alueen muissa suuremmissa järvissä. Tarkkailuvesistöissä kalan menekki on parantunut viime vuosina, mutta kaupallisen kalastuksen määrää on ryhdytty rajoittamaan aiempaa enemmän.

Kaupallisten kalastajien kalastus tarkkailujärvissä tapahtui pääasiassa verkoilla ja rysillä. Kalastus kohdistui ennen kaikkea kuhaan ja haukeen. Muikun kalastus oli melko vähäistä. Rysäpyynnistä ja harvoilla verkoilla saatiin myös merkittäviä määriä lahnaa. Saadun vastausaineiston perusteella kaupallisen kalastuksen osuus Nuasjärven ja Rehjan kokonaissaaliista oli noin 12 %:n luokkaa. Todellisuudessa osuus voi olla hieman pienempi, koska tiedustelun saalisarvio ei huomionnut täysimääräisesti osakaskuntien luvilla kalastaneiden saalismääriä.

Tuhkajoen vuosittaisen tarkkailun sähkökalastuskoealojen 5A ja 5B saaliissa esiintyi aiempien vuosien tapaan taimenia, mutta niiden yksilömäärät olivat pieniä (1–2,2 yks./aari), eikä kesänvanhoja poikasia havaittu lain-

kaan. Taimensaalis on heikentynyt molemmilla koealoilla kolmena peräkkäisenä vuonna. Koealalla 5A vastaavia taimenteheyksiä on esiintynyt viimeksi vuosina 2015–2017. Koealalla 5B taimenta on esiintynyt useimpina tarkkailuvuosina selvästi vähemmän kuin koealalla 5A.

Sähkökalastusten tuloksiin liittyy menetelmällistä epävarmuutta, koska kalojen pyydystettävyys vaihtelee esim. virtaamista ja ajankohdasta riippuen. Tarkkailussa esitetyt tulokset ovat aina minimiarvioita, koska saalismääriä ei ole korjattu teoreettisilla pyydystävyyseroilla. Vuonna 2025 kummallakin koealalla tehtiin näköhavaintoja yksittäisistä taimenia, joita ei kirjattu saaliiseen. Osa koealojen kaloista jää aina pyydystämättä tarkkailuvuodesta riippumatta, mikä on menetelmälle ominaista.

Tuhkajoessa aiemmin havaittu taimenkannan myönteinen kehitys näyttäisi pysähtyneen ja viimeiset tulokset viittaavat ainakin kannan väliaikaiseen heikentymiseen. Tuhkajoen taimen muodostaa oman erillisen kantansa, eikä siihen ole merkittävässä määrin sekoittunut istutuskantojen perimää. Geneettisten tutkimusten perusteella Tuhkajoen taimenen tehollinen populaatiokoko on ollut viime vuosina kriittisellä tasolla, joten pieni kuteva taimenkanta ei välttämättä tuota riittävästi jälkeläisiä ylläpitämään kannan kokoa entisellään. Tuhkajoen taimenkantaan on voinut viime vuosina vaikuttaa myös se, että emokalakantaa ei ole enää viljelyssä ja poikasistutukset jokeen ovat toistaiseksi päättyneet. Edelleen on selvää, että Tuhkajoen taimenkanta ei kestä siihen kohdistuvaa kalastusta samassa määrin kuin suurempien reittivesien pääosin istutuksien varassa olevat kannat.

Vuonna 2025 Jormasjärven, Nuasjärven ja Rehjan tutkittujen ahvenien elohopeapitoisuus alitti kaikilla yksilöillä EU-komission asettaman enimmäispitoisuusrajan 0,5 mg/kg. Näissä järvissä ahvenien keskimääräinen elohopeapitoisuus alitti myös humusvesille asetetun ympäristölaatu normin 0,22 mg/kg tp. Vuoden 2025 tulosten perusteella ahvenien elohopeapitoisuudet eivät ole kasvaneet em. järvissä edellisvuosiin nähden, mikä viittaa siihen, että normaaleissa olosuhteissa kaivosvesillä ei ole juurikaan vaikutusta kalojen raskasmetallipitoisuuksien kehittymiseen.

7. POHJAVESIEN TARKKAILU

Tarkkailun toteutuminen

Vuoden 2025 ensimmäisen tarkkailujakson näytteet otettiin välillä 6.2.–3.4. Ensimmäisellä tarkkailujaksolla poikettiin yhden näytteen osalta tarkkailuohjelman aikataulusta, joka on helmi-maaliskuu. Yhteensä 11 tarkkailuputkea oli näytteenoton aikaan jäässä, eikä näiltä tarkkailuputkilta saatu otettua näytettä. Lisäksi yhden putken vesimäärä ja toisaalta vedenlaatu eivät riittäneet edustavan näytteen ottamiseen.

Vuoden 2025 toisella tarkkailujaksolla näytteet saatiin kaikilta muilta tarkkailuputkilta, paitsi putkilta P32 ja P51, jotka olivat kuivia. Näytteet otettiin tarkkailuohjelman mukaisessa aikataulussa 3.–25.6.

Vuoden 2025 kolmannella tarkkailujaksolla tarkkailuputkien näytteet otettiin tarkkailuohjelman mukaisessa aikataulussa 7.–21.8. Tarkkailuputkilta P32 ja P51 ei saatu näytteitä, sillä tarkkailuputket olivat kuivia. Tarkkailuputki P39 on jäänyt työmaan alle, eikä se ollut elokuussa mukana tarkkailussa. Tarkkailuputkien lisäksi kolmannella tarkkailujaksolla otettiin näytteitä kuudesta talousvesikaivosta. Hakorannan kaivo oli kuiva, eikä näytettä saatu otettua. Lamposaaren talousvesikaivosta ei saatu näytettä, sillä alueelle ei ollut pääsyä.

Vuoden 2025 neljännellä tarkkailujaksolla tarkkailuputkien näytteet otettiin tarkkailuohjelman mukaisessa aikataulussa 16.10.–27.11.2025. Tarkkailuputkilta P32, P51, P56 ja P61 ei saatu näytettä, koska putkien vesi ei riittänyt näytteenottoon, tai putki oli jäänyt tukkoon.

Pohjaveden pinnankorkeus

Vuoden 2025 ensimmäisen tarkkailujakson aikaan helmi-maaliskuussa pohjaveden luontainen, pohjaveden seuranta-asemalla mitattu pinnankorkeus alitti niukasti aiempien vuosien keskiarvon. Terrafamen pohjavesitarkkailussa mitatut pinnankorkeudet olivat enimmäkseen tavanomaisella tasollaan, mutta hieman tavanomaista alempana joillain sekundäärikentän (SEK1-4) ympäristössä olevilla putkilla, erityisesti putkella P18, sekä primääriluotusentän länsipuolella sijaitsevalla putkella VA4.

Toisella tarkkailujaksolla eli kesäkuussa pohjaveden seuranta-asemalla mitattu pinnankorkeus oli selvästi alle edellisvuosien keskiarvon. Joillain tarkkailuputkilla, erityisesti Kortelammen alueen Korte1Maa ja Korte1Kallio pinnankorkeudet olivat kesäkuussa jopa alempana kuin helmi-maaliskuun tarkkailujaksolla.

Kolmannella tarkkailujaksolla, elokuussa, pohjaveden seuranta-asemalla mitattu pinnankorkeus oli selvästi alle helmi-maaliskuussa mitattujen pinnankorkeuksien, eli kevätminimin. Myös tarkkailuputkilla pohjavesien pinnankorkeudet olivat pääsääntöisesti laskeneet alle kesäkuun tason.

Neljännellä tarkkailujaksolla pohjaveden seuranta-asemalla mitattu pinnankorkeus oli nousussa, mutta edelleen selvästi alle aiempien vuosien keskiarvon. Myös tarkkailuputkilla pinnankorkeudet olivat pääasiassa nousussa.

Suojapumppeuksilla voi olla vaikutusta joidenkin tarkkailuputkien kertymäolosuhteisiin ja pinnankorkeuksiin.

Kuusilammen alueen korkeimmat sulfaatti-, nikkeli- ja kobolttipitoisuudet ovat putkella P21. Nikkeli- ja kobolttipitoisuudet putkella olivat vuoden 2025 kesäkuuhun asti selvästi alle vuosien 2022–2024 tason, mutta olivat elo- ja marraskuun näytteissä selvästi koholla. Tarkkailuputkella P17b nikkelpitoisuus on edelleen koholla. Tarkkailuputkella P11 nikkelpitoisuudet ovat vuonna 2025 olleet alle vuosien 2018–2024 tason. Tarkkailuputkella P27 havaitaan selvää sulfaattipitoisuuden nousua vuoden 2023 lopulta alkaen, ja marraskuussa 2025 sulfaattipitoisuus tarkkailuputkella P27 oli tarkkailuhistorian suurin. Tästä huolimatta esimerkiksi nikkelpitoisuudet ovat edelleen hyvin pieniä. Yleisesti kobolttin pitoisuudet noudattelivat Kuusilammen alueella samoja trendejä kuin nikkelpitoisuudet. Uraanipitoisuudet ovat alueella pieniä, ja vuodesta 2024 alkaen pysyneet kaikilla Kuusilammen alueen tarkkailuputkilla alle 1 µg/l.

Tehdas- ja primäärikentän alueen korkeimmat sulfaatti-, nikkeli-, koboltti- ja uraanipitoisuudet ovat tarkkailuputkilla TF1, TF2, TF3 ja P8. Vuoden 2025 ensimmäisellä tarkkailujaksolla tarkkailuputken TF2 sulfaatti- ja metallipitoisuudet nousivat koko alueen tarkkailuhistorian korkeimmiksi. Kesäkuussa 2025 havaittiin 2025 primääriliuotusalueen lohkon 3 pohjakalvossa vauriota, jotka selittävät tarkkailuputken TF2 pitoisuusmuutoksia. Vaurioiden korjausten jälkeen pitoisuudet laskivat selvästi helmikuun tuloksiin verrattuna, mutta olivat elo- ja marraskuussa vielä selvästi koholla. Sen sijaan tarkkailuputkien TF1 ja TF3 sulfaatti- ja nikkelpitoisuudet olivat vuoden 2025 elo- ja marraskuussa koholla aiempaan tasoon verrattuna. Lisäksi tarkkailuputkilla P7 ja VA2 nähdään sulfaattipitoisuuden nousua vuoden 2025 aikana. Tarkkailuputkella P40 sulfaattipitoisuudet ovat puolestaan olleet vuodesta 2024 alkaen erittäin pieniä, ja alle tavanomaisen tason. 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 raja-arvoissa noin joka toisella näytteellä. TVOC-pitoisuus on pysynyt alle määrittämissä raja-arvoissa. Tarkkailuputki TF1 oli ensimmäisen tarkkailujakson näytteenoton aikaan jäässä.

Kortelammen alueella tarkkailuputken Korte3Kallio nouseva trendi sähkönjohtavuudessa jatkuu, mutta sulfaattipitoisuuden kasvu on pysähtynyt. Korte3Kallion nikkelpitoisuus on laskussa ja uraanipitoisuus pysynyt ennallaan. Tarkkailuputken Korte2Maa sulfaatti- ja nikkelpitoisuuksien laskeva trendi jatkuu edelleen. Tarkkailuputki R5 oli ensimmäisen tarkkailujakson aikaan jäässä. Vuoden 2025 kolmannella tarkkailujaksolla tarkkailuputken R5 sulfaatin ja metallienpitoisuudet olivat hieman koholla, minkä lisäksi pitempiaikaisena trendinä kloridi on laskussa ja typpi nousussa. Pinnankorkeudet olivat tarkkailuputkea Korte3Kallio lukuun ottamatta matalalla elokuussa, mutta loka-marraskuussa nousussa.

Kipsisakka-aitaiden alueella sulfaattipitoisuudet ovat suhteellisen pieniä. Korkein sulfaattipitoisuus on tarkkailuputkella R0, jolla pitoisuudet ovat olleet vuodesta 2022 alkaen yli 100 mg/l, sekä tarkkailuputkella P42, jolla sulfaattipitoisuus on noussut vuoden 2025 aikana jyrkästi. Myös tarkkailuputken Kipsi2 sulfaattipitoisuus on noussut vuodesta 2021 alkaen. Alueen tarkkailuputkilla nikkeli-, koboltti- ja uraanipitoisuudet ovat viime vuosina olleet pieniä, nikkeli ja koboltti alle 10 µg/l ja uraani alle 1 µg/l. Kesäkuussa 2025 tarkkailuputken P42 sulfaatti- ja erityisesti nikkelpitoisuus olivat selvästi koholla, mutta elokuussa nikkelpitoisuus oli laskenut aiemmalle tasolle. Tarkkailuputki P42 on ollut mukana tarkkailussa vasta keväästä 2024 alkaen, joten seurantahistoria on lyhyt eikä luontaista vaihteluväliä vielä tunneta.

Sekundäärikentän alueella (SEK1-4) korkeimmat sulfaattipitoisuudet ovat tarkkailuputkilla P18 ja P5. Tarkkailuputkella P5 sulfaatti-, nikkeli-, koboltti- ja alumiinipitoisuudet ovat nousseet jyrkästi vuoden 2025 aikana. Myös uraanipitoisuus on noussut selvästi tarkkailuputkella P5, mutta pitoisuudet ovat alueella yleisesti pieniä. Vastaavaa muutosta on havaittavissa myös tarkkailuputkella P18. Tarkkailuputkilla P5 ja P18 on ollut voimakasta sulfaattipitoisuuden vaihtelua vuodesta 2020 alkaen. Tarkkailuputkella P18 vedenpinta on laskenut merkittävästi, mikä viittaa kertymisolosuhteiden muutokseen. Tarkkailuputkella P6 nähdään pH:n ja typen laskeva trendi, sekä sähkönjohtavuuden ja kloridin nousevat trendit.

Sekundäärikentän 2 alueella (SEK5-8) tarkkailuputken P49 tarkkailutulokset ovat pysyneet suhteellisen vakaina vuodesta 2024 alkaen, jolloin tarkkailu alueella aloitettiin. Tarkkailuputki P48 oli mukana tarkkailussa vuodesta 2024 kesäkuuhun 2025, kunnes putki jäi työmaan alle ja poistui tarkkailusta. Tarkkailuputken P48

TOC-pitoisuus oli n. 2–4 mg/l, TVOC alle määritysrajan ja kokonaisfosforipitoisuus 11–22 µg/l. Kesäkuussa 2025 tarkkailuputkien P48 ja P49 fosforipitoisuudet olivat selvästi koholla, mutta elo- ja marraskuussa 2025 tarkkailuputken P49 fosforipitoisuus oli laskenut aiemmalle tasolle. Syyskuussa 2025 alueelle asennettiin kolme uutta tarkkailuputkea.

Sivukivialue KL1 alueelle on lisätty tarkkailuun vuoden 2025 alusta 10 tarkkailuputkea, joista 4 oli ensimmäisen tarkkailujakson aikaan jäässä, minkä lisäksi putken P58 vesilieju ei soveltunut näytteenottoon. Kesäkuun ja elokuun tarkkailujaksolla Putki P51 oli kuiva, mutta muilta tarkkailuputkilta näytteet saatiin otettua. Marraskuun näytteenoton aikaan tarkkailuputkilta P51, P56 ja P58 ei saatu näytettä, koska putket olivat kuivia tai jäässä. Pohjaveden laatu vaihtelee suuresti putkien välillä erityisesti typen, raudan ja uraanin osalta. Tarkkailuputkilla P54 ja P55 oli korkeimmat typpi- ja uraanipitoisuudet. Keskimääräistä korkeampi uraanipitoisuus on selvitysten perusteella luontaista, kallioperän laadusta johtuvaa. Tarkkailuputkella P57 puolestaan rautapitoisuus on korkea.

Talousvesikaivot

Ahorannan, Sorsalan, Lampilan, Myllyniemen sekä Puolivälin talousvesikaivojen näytteet täyttivät kaikki talousvesille määritetyt laatuvaatimukset vuonna 2025. Puolivälin ja Ahorannan talousvesikaivot alittivat laatusuosituksen pH:lle, Lampilan talousvesikaivon näyte ylitti laatusuosituksen sameuden ja raudan osalta.

Paavolan talousvesikaivon näyte täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset sekä tavoitetasot (STMa 401/2001) nikkelin laatuvaatimusta lukuunottamatta.

Hakorannan talousvesikaivo oli kuiva, eikä siltä saatu näytettä. Lamposaarelta ei saatu näytettä, sillä alueelle ei ollut pääsyä.

8. LASKEUMATARKKAILU

Terrafamen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2025 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 2025 kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvot jäivät pistettä pöly5b lukuun ottamatta kaikilla tarkkailupisteillä entisen viihtyvyyshaittarajan alapuolelle. Tarkkailupisteen pöly 5b lähellä oli maaliskuussa lingottu lunta niin, että maa-ainesta ja siten kiintoainetta päätyi keräimeen suuri määrä, eikä maaliskuun tulosta voida pitää vertailukelpoisena. Kesäkuukausina havaittiin hieman kohonneita arvoja, mutta edellisvuosista poiketen viihtyvyyssraja ei ylittynyt myöskään kesäkuukausina. Korkein vuosikeskiarvo oli avolouhoksen pohjoispuolella sijaitsevalla tarkkailupisteellä pöly14. Pisteillä pöly14, pöly12 ja pöly25 kiintoainelaskeumassa epäorgaanisen laskeuman osuus oli yli 80 % vuosikeskiarvoina tarkasteltuna.

Laskeumanäytteiden hehkutusjäännös (epäorgaaninen aines) 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. Epäorgaanisen aineksen osuus kiintoainelaskeumasta kasvoi erityisesti pisteillä pöly14 ja pöly25.

Kaivospiirin alueella hehkutusjäännöksen eli epäorgaanisen aineen osuus kiintoainelaskeumasta on keskimäärin korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Hehkutusjäännöksen vuosikeskiarvojen osuudet kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvosta olivat vuonna 2025 kaivospiirin alueella 35–83 % ja kaivospiirin ulkopuolella 10–53 %, jos jätetään huomioimatta linkouksen aiheuttama häiriö maaliskuussa 2025. Vuonna 2025 suurin osa kiintoainelaskeumasta koostui epäorgaanisesta aineesta kaivospiirin sisäpuolella sijaitsevilla tarkkailupisteillä pöly1, pöly12, pöly14, pöly25 ja pöly26. Muilla tarkkailupisteillä kiintoaine oli enimmäkseen orgaanista. Kaivospiirin ulkopuolisista pisteistä kiintoainelaskeuman epäorgaanisen aineksen osuus oli yli puolet pisteillä pöly3, pöly6 ja pöly24.

Vuonna 2025 metallien laskeumatulokset olivat pääosin yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin. Metallien osalta laskeumasta havaittiin yleisemmin rautaa (max 492 mg/m²/kk) ja sinkkiä (max 27 mg/m²/kk). Muiden metallien maksimipitoisuudet vuonna 2025 olivat: nikkeli (max 12,26 mg/m²/kk), kupari (max 6,69 mg/m²/kk),

koboltti (0,59 mg/m²/kk) ja uraani (0,156 mg/m²/kk). Vuoden 2025 korkein rautapitoisuus havaittiin tarkkailupisteellä pöly14, korkeimmat koboltti-, kupari- ja sinkkipitoisuudet pisteellä pöly1 ja korkeimmat nikkeli- ja uraanipitoisuudet pisteeltä pöly12.

Vuonna 2025 laskeumanäytteiden uraanipitoisuudet olivat pieniä ja ylittivät menetelmän määrittämissä rajoissa (0,5 µg/l) yhteensä 16 näytteessä, joista 13 kaivospiirin sisäpuolelta ja 3 kaivospiirin ulkopuolelta. Määrittämissä rajoissa ylityksistä 5 havaittiin helmikuun ja 3 toukokuun laskeumanäytteistä. Yhteensä uraanimäärittämissä tehtiin 112 laskeumatarkkailunäytteestä. Kaivospiirin ulkopuolisten tarkkailupisteiden näytteistä todettiin uraanin määrittämissä rajoissa ylittäviä pitoisuuksia helmikuussa tarkkailupisteiltä pöly3, pöly20b ja pöly24.

Uraanilaskeuman korkein vuosikeskiarvo havaittiin kaivospiirin sisäpuoliselta, primääriliuotusalueen lähistöllä sijaitsevalta pisteeltä pöly12 (0,107 mg/m²/kk), jolla myös yksittäisten näytteiden uraanipitoisuudet ovat edellisvuosien tapaan laskeumatarkkailun suurimpia. 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 korkein yksittäinen tarkkailujakson rikkilaskeuma (>400 mg/m²/kk) mitattiin huhtikuussa pisteeltä pöly12 (474 mg/m²/kk). Kaikilla kaivospiirin sisällä olevilla tarkkailupisteillä rikkilaskeuman vuosikeskiarvo oli pienempi kuin vuonna 2024.

Kaivospiirin ulkopuolisten pisteiden osalta suurimmat (>200 mg/m²/kk) rikkilaskeumat havaittiin helmikuussa pisteellä pöly3 (230 mg/m²/kk) ja toukokuussa pisteellä pöly24 (212 mg/m²/kk). Edellisvuosina (2019–2023) suurimmat rikkilaskeumat kaivospiirin ulkopuolella ovat olleet alle 500 mg/m²/kk, mutta vuonna 2024 havaittiin kohonneita pitoisuuksia. Vuosikeskiarvot eivät poikkea edellisvuosista merkittävästi.

Suomen lainsäädännössä ei kiintoaine- tai metallilaskeumalle ole määrätty raja- tai ohjearvoja. Rikkilaskeumalle on annettu Suomen metsätaloukselle pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo 0,3 g/m²/vuosi (Vnp 480/1996), jota voidaan soveltaa vertailuarvona rikkilaskeuman määrää arvioitaessa. Rikkilaskeuman metsätaloukselle asetettu tavoitearvo ylittyi kaikilla muilla tarkkailupisteillä, paitsi pöly10, pöly8, pöly9b, pöly15b ja pöly 16. Laskennallinen rikkilaskeuma kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä oli 0,29–3,24 g/m²/vuosi ja kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä 0,24–0,68 g/m²/vuosi.

Rikkitulosten vertailukelpoisuutta arvioitaessa on kuitenkin huomioitava, että rikkianalyysit on vuodesta 2024 tehty kuukausittain, kun aiemmin ne on tehty neljä kertaa vuodessa. Lisäksi marraskuun 2024 laskeumatarkkailun rikkianalyysissä jouduttiin laiterikon vuoksi käyttämään menetelmää, jonka määrittämissä raja oli 5000 µg/l, kun muina kuukausina se on ollut 500 µg/l. Marraskuun näytteiden rikkipitoisuus alitti määrittämissä rajoissa, jolloin laskennassa käytettiin määrittämissä rajoissa puolikasta (2500 µg/l). Laskeumanäytteen rikkipitoisuudet ovat tyypillisesti alle 2500 µg/l, minkä vuoksi marraskuun näytteet nostavat vuoden 2024 vuosikeskiarvoja tavanomaista suuremmiksi. Vuoden 2024 ja 2025 osalta tulokset eivät tämän vuoksi ole täysin vertailukelpoisia.

Yleisellä tasolla laskeumatuloksissa ei ole merkittäviä muutoksia verrattuna edellisvuosiin. Kaivospiirin sisäpuolella tarkkailupisteillä pöly1 ja pöly12 on edellisvuosien tapaan korkeimmat metallipitoisuudet ja tarkkailupisteellä pöly14 on korkein kiintoaineen hehkusäännös. Kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä merkittävin havainto on yhtiön ulkopuolisesta toiminnasta johtuvat muutokset pisteen pöly5b vuosikeskiarvossa, ja nekin ovat seurausta maaliskuussa tapahtuneesta linkouksesta. Sivukivialueen ja Tuhkalantien välisellä tarkkailupisteellä pöly3, sekä Hakosen pohjoispuolisella hakkuuaukolla sijaitsevalta tarkkailupisteellä pöly24 pitoisuudet ovat keskimäärin hieman korkeampia kuin muilla kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä.

9. 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 2025 mittaukset tehtiin 30.-31.10.2025 kuudella mittauspisteellä; Taattola, Myllyniemi, Sorsala, Honkapirtti ja Iso-Savonjärvi, sekä tarkkailuohjelman ulkopuoliselta Hakorannan mittauspisteeltä. Mittausten aikana tuotantoalueen melu oli havaittavissa kaikilla mittauspisteillä.

Melumittausten perusteella voidaan todeta, että melutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksessa annetut päiväajan ja yöajan ohjearvot kaikissa mittauspisteissä päiväajan ja yöajan melumittauksissa.

Lisäksi arvioitiin melun kapeakaistaisuutta. Myllyniemen mittauspisteellä havaittiin kapeakaistaisuutta 63 Hz alueella. Myllyniemen mittauspisteellä oli paljon liikennettä. Mittauksen aikana kaivokselta kuului huminaa ja paukahduksia.

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