

Vastaanottaja  
**Terrafame Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**5.4.2019**

Viite  
**1510038794**

# **TERRAFAME OY**

## **TERRAFAMEN KAIVOS**

### **VELVOITETARKKAILU 2018**

#### **OSA I: YHTEENVETO**



**TERRAFAME OY**  
**YHTEENVETO - TERRAFAMEN KAIVOKSEN TARKKAILU**  
**VUONNA 2018**

Päivämäärä **5.4.2019**  
Laatija **Katariina Koikkalainen, Ramboll Finland Oy**  
Hyväksyjä **Elina Salmela, Terrafame Oy**  
Kuvaus **Kaivoksen ympäristötarkkailun vuosiraportti 2018**

Viite **1510038794**

*Kannen kuva: Näkymä liuotus- ja tehdasalueelle 6.2.2014*

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
1.1	Tuotantoprosessi	1
1.2	Vesien käsittely ja johtaminen	2
1.3	Lupatilanne	2
1.4	Tarkkailuvelvoite	3
<b>2.</b>	<b>TARKKAILUN TAUSTATIEDOT</b>	<b>4</b>
2.1	Tarkkailualue	4
2.2	Säätila	5
2.3	Vedenkorkeudet ja virtaamat	6
<b>3.</b>	<b>KÄYTTÖTARKKAILU (TERRAFAME OY)</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>PÄÄSTÖTARKKAILU</b>	<b>10</b>
4.1	Vesipäästöjen tarkkailu	10
4.2	Ilmapäästöjen tarkkailu	10
<b>5.</b>	<b>PINTAVESIEN FYSIKAALIS-KEMIALLINEN LAATU</b>	<b>11</b>
5.1	Oulujoen vesistöalue	11
5.2	Vuoksen vesistöalue	12
<b>6.</b>	<b>PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU</b>	<b>13</b>
6.1	Pohjaeläimet	13
6.2	Piilevät	13
6.3	Kasviplankton	14
6.4	Vesisammalten metallipitoisuudet	14
6.5	Vesikasvillisuus	15
<b>7.</b>	<b>KALATALOUSTARKKAILU</b>	<b>15</b>
<b>8.</b>	<b>POHJAVEDET</b>	<b>17</b>
8.1	Talousvesikaivot	17
8.2	Kallio- ja maapohjavedenlaatu	17
<b>9.</b>	<b>ILMAN LAATU</b>	<b>18</b>
<b>10.</b>	<b>MELU</b>	<b>19</b>
<b>11.</b>	<b>JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU</b>	<b>19</b>
11.1	Loppuneutralointisakka (646)	20
11.2	Rautasakka (645)	20
11.3	Esineutralointisakka (653)	20
11.4	Vesienkäsittelyn sakka (572)	21
11.5	Sivukivi KL2	21
<b>12.</b>	<b>POIKKEAMAT TARKKAILUSUUNNITELMASTA</b>	<b>21</b>
<b>13.</b>	<b>KEHITYSEHDOTUKSET</b>	<b>21</b>

# 1. JOHDANTO

Terrafame Oy on monimetallintuottaja, jossa tuotetaan päätuotteen nikkelin lisäksi sinkkiä, kobolttia sekä kuparia. Yhtiön tuotantoprosessi koostuu kuudesta päävaiheesta: louhinta, murskaus, agglomerointi, kasaus, biokasaliuotus ja metallien talteenotto.

Kaivoksen rakentaminen aloitettiin keväällä 2007 ja rakennustyöt jatkuivat vuosien 2008 ja 2009 ajan. Kaivoksen tuotantoa, lähinnä louhintaa ja bioliuotusta, käynnisteltiin vuosina 2008 ja 2009, ja tuotanto ei ollut vielä jatkuvaa. Vuosina 2010–2011 tuotanto oli käynnissä koko vuoden. Vuonna 2012 tuotanto oli käynnissä tammikuusta lokakuun loppuun. Marraskuun alussa (4.11.2012) metallitehdas suljettiin kipsisakka-altaan vuodon vuoksi ja käynnistettiin uudelleen 21.11.2012. Vuonna 2013 metallitehtaan tuotanto oli keskeytettynä 14.11.–9.12.2013 välisen ajan sekä lyhytkestoisempien häiriöiden aikana. Louhinta ja malminkäsittely olivat keskeytettynä syyskuusta 2012 toukokuuhun 2013 saakka ja keskeytettiin uudestaan marraskuussa 2013.

Vuonna 2014 louhinta ja malminkäsittely olivat keskeytettynä ja metallitehtaan tuotanto sekä bioliuotus käynnissä koko vuoden. Kaivoksen aiempi toimija Talvivaara Sotkamo Oy haettiin konkurssiin 6.11.2014. Elokuussa 2015 Terrafame Oy osti Talvivaara Sotkamo Oy:n liiketoiminnan ja omaisuuserät Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä ja sen myötä yhtiö jatkoi kaivostoimintaa Sotkamossa.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi huhtikuussa 2015 ympäristöluvan käsiteltyjen vesien johtamiseksi purkuputkessa Nuasjärveen (päätos nro 43/2015/1). Purkuputken koekäyttö aloitettiin 25.9.2015 ja varsinainen käyttö 3.11.2015.

Vuosi 2016 oli Terrafamen ensimmäinen kokonainen toimintavuosi ja kaivoksella jatkettiin tuotannon ylösajoa. Vuoden 2016 aikana malmin louhinta ja murskaus, agglomerointi ja bioliuotus olivat toiminnassa läpi vuoden. Myös metallien talteenottolaitosta käytettiin suunnitellusti alkuvuoden ajan yhdellä tuotantolinjalla. Toimintojen ylösajon edistyessä metallien talteenottolaitoksella otettiin syksyllä käyttöön myös toinen tuotantolinja. Joulukuussa 16–31.12.2016 metallitehtaan toiminta oli keskeytettynä rikkivetykehittimellä tapahtuneen tulipalon vuoksi.

Vuonna 2017 tuotannon ylösajoa jatkettiin. Kaivostoiminnan eli malmin louhinnan ja käsittelyn määrät pysyivät vuonna 2017 jo edellisvuoden puolivälissä saavutetulla tavoitetasolla. Vuodenvaihteessa 2017–2018 louhoksen eteläpää saatiin tyhjennettyä vedestä ja siirrettyä malmintuotannon käyttöön, Primääriliuotusalue tuli täysimääräisesti tuotantokäyttöön toukokuussa, kun se saatiin kasattua kokonaan uudella malmilla. Sekundääriliuotusalueella malmin kasaamisessa edettiin keväällä lohkolle 3. Metallitehtaalla käytössä oli kaksi tuotantolinjaa. Vuoden 2017 alussa Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi ympäristöluvan keskusvedenpuhdistamolle ja syyskuussa 2017 sivukivialueelle KL2.

Vuosi 2018 oli Terrafamen kolmas täysi vuosi. Tuotannon ylösajon ja toiminnan vakiinnuttamisen rinnalla työtä suunnattiin yhä enemmän päätuotteen eli nikkelin jalostuksen suunnitteluun. Vuoden 2018 viimeisellä vuosineljänneksellä ylitettiin edellisellä vuosineljänneksellä tehty nikkelin tuotantoennätys. Sinkin tuotanto säilyi lähes kolmannen vuosineljänneksen tasolla. Yhtiön toiminnan aloittamisen yhteydessä määrittelemämme täyden käynnin tuotantotaso saavutettiin vuoden kolmannella vuosineljänneksellä. Terrafame Oy:n hallitus teki lokakuussa 2018 päätöksen akkukemikaalitehtaan rakentamisesta. Tavoitteena on, että tehdas valmistuu vuoden 2020 lopulla ja kaupallinen tuotanto aloitetaan vuoden 2021 alussa.

## 1.1 Tuotantoprosessi

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

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

Bioliuotuskierrossa kiertävästä liuoksesta osa johdetaan metallien talteenottolaitokselle, jossa metallit saostetaan vaiheittain sulfideiksi. Metallien talteenoton jälkeen ns. raffinaatti (metallien talteenoton jälkeinen liuos) johdetaan osin takaisin liuoskiertoon bioliuotuskasoille ja osin alumiinin ja raudan poistoon (RASA) ja sieltä edelleen loppuneutralointivaiheeseen (LONE). Raudansaostuksen ja loppuneutraloinnin prosesseissa syntyvä kipsisakka johdetaan kipsisakka-altaille. Loppuneutraloinnin ylitevesi on mennyt pääosin laitoksen käyttövedeksi tai käänteisosmoosilaitoksen syöttövedeksi. Käänteisosmoosilaitoksen tuotevesi käytetään tehtaalla vaativissa vedenkäyttökohteissa.

Vesienkäsittelyssä puhdistetaan alueella muodostuvia tai alueelle aiemman toiminnan aikana varastoituja vesiä. Vesienkäsittely-yksiköillä haitta-aineet saostetaan kalkkimaidolla hydroksideiksi. Vedenkäsittelyä on tehty kenttäyksiköillä, joita on sijoitettu alueen vesivarastojen yhteyteen. Saostumisreaktiossa muodostuvat sakat ruopataan altaista ja ne välivarastoidaan alueella sakka-altaisissa tai tiivistetään geotuubeissa, jotka on sijoitettu kalvotetuille geotuubikentille. Vuoden 2016 aikana Terrafame rakensi keskitetyn vedenkäsittelylaitoksen, joka otettiin koekäyttöön loppuvuonna 2016. Keskusvedenpuhdistamo sai ympäristöluvan 4.1.2017 ja jatkossa valtaosa alueen vesistä sekä metallien talteenottolaitoksella muodostuva raudansaostuksen alitesakka johdetaan käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolla.

Kaivoksella syntyvä sivukivi ja esineutralointisakka käytetään sekundäärikasan pohjarakenteissa. Loppuneutraloinnin alitesakka johdetaan laskeutettavaksi kipsisakka-altaille. Ennen keskusvedenpuhdistamon käyttöönottoa kipsisakka-altaille johdettiin myös raudansaostuksen alitesakka. Syksyllä 2017 Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi ympäristöluvan sivukivialueelle KL2, jonka jälkeen aloitettiin sivukiven läjittäminen erilliselle sivukivialueelle.

## 1.2 Vesien käsittely ja johtaminen

Kaivosalueen vesitaseen muodostavat alueelle tulevat vedet, haihtuvat vedet, varastoituvat vedet sekä alueelta poistuvat vedet. Alueelle vedet tulevat joko sadantana tai raakavetenä Kolmisopesta ja porakaivoista sekä avolouhokseen kertyvinä kallio pohjavesinä.

Kaivosalueella vesienkäsittelyä vaativia vesiä ovat prosessivedet, louhitun malmin, rikkipitoisen sivukiven tai läjitetyn jätteen kanssa kosketuksiin joutuvat sade- ja valumavedet, avolouhosten kuivatusvedet, avolouhoksen pintamaan poistoalueilta muodostuvat kuivatusvedet, sulfaatti- ja metallipitoiset tehdasalueen hulevedet sekä primääri- ja sekundääri-liuotusalueiden ympäriltä ja muilta alueilta kerättävät suojapumppausvedet sekä muut vastaavat likaantuneet vedet, jotka on palautettava kaivoksen liuosvesikiertoon tai puhdistettava ennen vesistöihin tai uusiin varastointiin johtamista siten, että ympäristölupapäätösten määräyksissä<sup>1,2</sup> määrätyt pitoisuusraja-arvot eivät ylity.

Kaivosalueen puhtaat sade-, sulamis- ja valumavedet sekä muut vedet, joista ei aiheudu päästöjä tai ympäristön pilaantumisen vaaraa, erotetaan likaantuneista vesistä jätevesien varastointia, puhdistamista ja johtamista koskevan ympäristöluvan lupamääräyksen 5<sup>1</sup> mukaisesti. Puhtaita todettuja vedet johdetaan maastoon tai vesistöihin.

Ympäristölupa ohjaa kaivosalueelta pois johdettavan veden laatua, määrää, purkureittiä ja siitä ympäristöön aiheutuvaa kuormitusta. Käsiteltyjä vesiä ja alueelle tulevia sade-, valuma- ja kallio pohjavesiä johdetaan käsittelyn jälkeen ympäristöluvan rajoituksin Oulujoen ja Vuoksen vesistön suuntiin. Vuonna 2018 pääosa kaivoksen puhdistetuista ylijäämävesistä johdettiin Nuasjärven purkputken kautta Oulujoen vesistöön. Puhdistettuja ylijäämävesiä ei johdettu ollenkaan Vuoksen vesistöön vuoden 2018 aikana. Jos vesien määrä tai laatu ylittää ympäristöluvan sallimat kiintiöt ja virtaamat, ylimäärävedet varastoidaan alueelle niiden johtamiseksi tai käsittelemiseksi seuraavina vuosina.

## 1.3 Lupatilanne

Terrafamella on tällä hetkellä sekä lainvoimaisia ympäristölupia sekä lupia, jotka odottavat edelleen lainvoimaista päätöstä KHO:sta. Lisäksi on useita ympäristölupa-asioita, jotka ovat luvitusprosessin alkuvaiheessa.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ympäristölupapäätöksen Nro 52/2013/1 (31.5.2013) lupamääräys 8

<sup>2</sup> Ympäristölupapäätöksen Nro 43/2015/1 (24.4.2015) lupamääräys 1

<sup>3</sup> Pöyry 2016, Terrafame Oy, Kaivostoiminnan jatkaminen ja kehittäminen tai vaihtoehtoinen sulkeminen, Ympäristövaikutusten arviointiohjelma.

Terrafamen aloitettua toiminnan, olivat keskeisimmät ympäristölupaprosessit<sup>4</sup> ratkaistavana VHO:ssa. VHO antoi 28.4.2016 päätöksen kaikkiin keskeisiin lupaprosesseihin ja määräsi kyseiset keskeiset ympäristö- ja vesitalousluvut määräaikaiseksi vuoden 2018 loppuun saakka tai kunnes uudet ympäristöluvat ovat saaneet lainvoimaisen luvan.

Terrafame jätti elokuussa 2017 Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle yhtiön koko toimintaa koskevan ympäristölupahakemuksen, jota täydennettiin heinäkuussa 2018. Yhtiön nykyiset ympäristö- ja vesitalousluvut säilyvät voimassa aina siihen saakka, kunnes uusi ympäristölupa saa lainvoiman. Alkukesästä 2018 saatiin ympäristölupa uudelle rikkivetylaitokselle, joka käynnistettiin kesällä.

Alkusyksystä aloitettiin kaivosalueelle edellisen toiminnanharjoittajan aikana välivarastoitujen vesienkäsittelysakkujen loppusijoittamista koskevan YVA-prosessin valmistelu. Prosessin on määrä käynnistyä alkuvuodesta 2019.

Loppuvuodesta 2018 saatiin myös Pohjois-Suomen aluehallintovirastolta Nuasjärven sekoittumisvyöhykettä koskeva päätös sekä Vaasan hallinto-oikeudelta prosessisakkujen käsittelyä koskeva päätös. Lisäksi Terrafamella oli vuoden lopussa Pohjois-Suomen aluehallintovirastossa vireillä voimassa oleviin lupapäätöksiin liittyviä korvausasioita.

Vuoden 2018 aikana valmisteltiin myös uraanin talteenottoa koskevaa dokumentaatiota. Valtioneuvoston päätöstä vuonna 2017 jätettyyn uraanin talteenoton lupahakemukseen odotetaan vuoden 2019 aikana.

Terrafamen akkukemikaalien tuotantoa koskeva ympäristövaikutusten arviointi eli YVA-prosessi käynnistyi huhtikuussa 2018. Terrafamen tavoitteena on jättää akkukemikaalien tuotantoa koskeva ympäristölupahakemus alkuvuodesta 2019.

Ympäristölupien lisäksi kaivoksen toimintaa säätelevät mm. kemikaali- ja kaivosluvut.

#### 1.4 Tarkkailuvelvoite

Kaivoksen toiminnan alkuvuosina kaivoksen tarkkailua toteutettiin vuonna 2007 laaditun ja vuonna 2008 Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen ja Kainuun ympäristökeskuksen hyväksymiskirjeen perusteella täydennetyn tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmaa on tämän jälkeen täydennetty viranomaisten päätöksellä kalasto-, päästö- ja vesistötarkkailujen osalta, mm. marraskuussa 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon vuoksi.

Nykyisin kaivoksen ympäristövaikutusten tarkkailua suoritetaan Terrafamen voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti (Pöyry Finland Oy 2013, täydennetty 27.6.2014). Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskus ovat hyväksyneet ohjelman 24.2.2014. Tarkkailuohjelmaa on sittemmin täydennetty.

Vuosina 2014 - 2016 tarkkailua toteutettiin kipsisakka-altaan vuodon jälkeen päivitetyn tarkkailusuunnitelman (Pöyry, 27.6.2014) mukaisesti<sup>5</sup>. Lisäksi tähän ohjelmaan on lisätty em. Kainuun ELY-keskuksen päätöksessä vaadittu pohjavesitarkkailun laajennussuunnitelma.<sup>6</sup> Vuonna 2015 tarkkailuun lisättiin myös Nuasjärven purkupuutken ympäristötarkkailu, jota toteutettiin Eversheds Asianajotoimisto Oy:n Talvivaaran konkurssipesän puolesta Kainuun ja Lapin ELY-keskuksille toimittaman esityksen mukaisesti.<sup>7</sup> Purkupuutken tarkkailuohjelman hyväksymispäätöksessä annetut lisäykset ovat olleet tarkkailussa vuodesta 2016 alkaen. Lisäksi tarkkailua täydennettiin jo vuon 2017 aikana sivukivialueen KL2 ympäristölupapäätöksessä esitettyjen velvoitteiden mukaisesti pohjaveden, pölylaskeuman ja alueella muodostuvien vesien sekä pintavesien tarkkailun osalta.

Terrafamen kaivoksen tarkkailuun sisältyi vuonna 2018 kaivoksen tuotannon kiinteänä osana toteutettu käyttötarkkailu, sekä Ramboll Finland Oy:n toteuttamat päästö- ja ympäristövaikutusten ja jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden tarkkailu. Päästötarkkailu sisälsi prosessin ja kaivoksen ylijäämävesien ja saniteettivesien, ilmapäästöjen ja jätejakeiden tarkkailun.

<sup>4</sup> Ympäristö- ja vesitalouslupa (AVI:n päätös Nro 36/2014/1), vanhoille reiteille johdettavia vesipäästöjä koskeva ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 52/2013/1), sekä Nuasjärven purkupuutken ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 43/2015/1).

<sup>5</sup> Dnro KAIELY/1/07.00/2013 (24.2.2014), Dnro POSELY/206/07.00/2012 ja Dnro POSELY/1427/5720- 2012 (24.2.2014)

<sup>6</sup> Dnro KAIELY/1707.00/2013 (10.6.2014)

<sup>7</sup> Dnro KAIELY/752/2014 ja LAPELY/1147/5723-2015 (18.12.2015)

Kaivoksen ja Nuasjärven purkupuutken ympäristövaikutusten tarkkailu sisälsi pintavesien biologisen fyysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailun. Ympäristövaikutusten tarkkailuun sisältyi myös maa-alueiden biologinen tarkkailu, kalataloustarkkailu sekä pohjavesi- ja pölylaskeumatarkkailu.

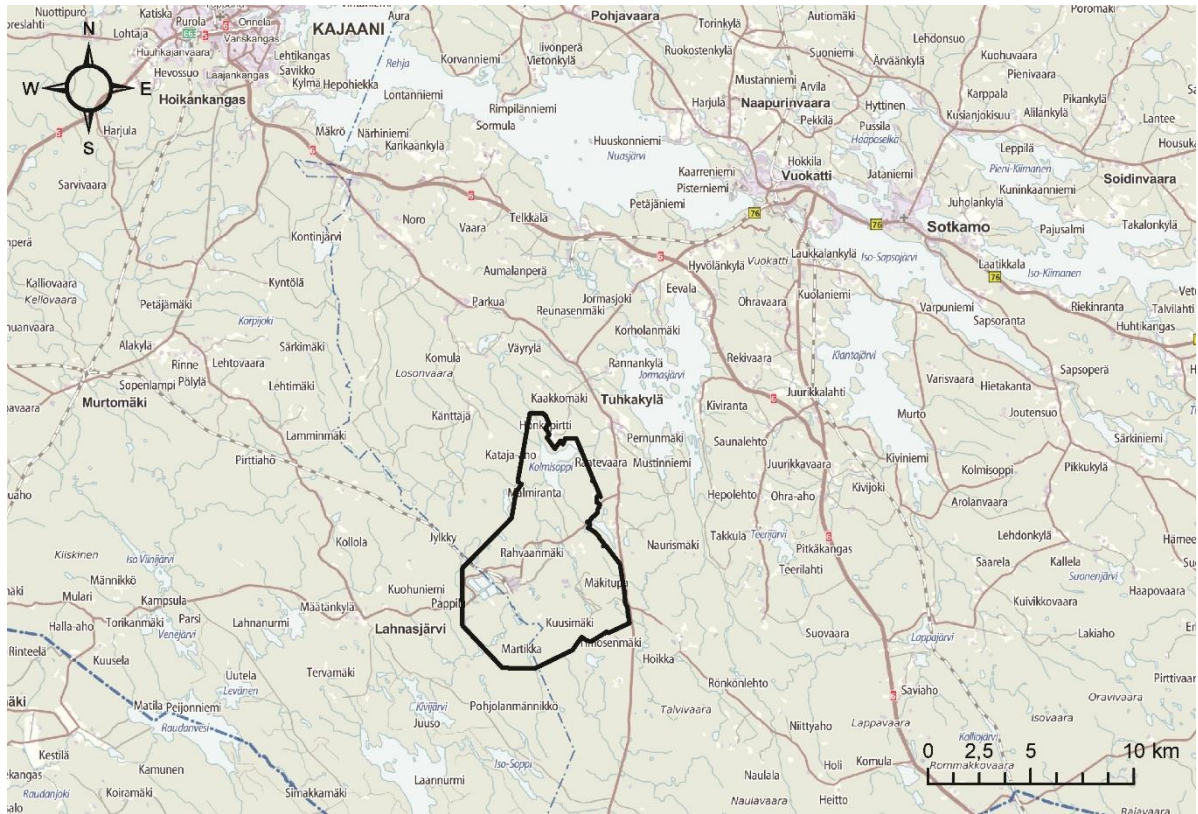
Tarkkailun vuosiraportti on jaettu seuraaviin osioihin, jotka on laadittu itsenäisinä raportteinaan;

- Osa I Yhteenveto
- Osa II Käyttötarkkailu
- Osa III Päästövesien tarkkailu
- Osa IV Pistemäisten ilmapäästöjen tarkkailu
- Osa V Pintavesien laatu
- Osa VI Pintavesien biologinen tarkkailu
- Osa VII Maa-alueiden biologinen tarkkailu
- Osa VIII Kalataloustarkkailu
- Osa VIII Pohjavedet
- Osa IX Pölylaskeuma
- Osa X Jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuus

## 2. TARKKAILUN TAUSTATIEDOT

### 2.1 Tarkkailualue

Terrafamen kaivos sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km<sup>2</sup>. Kaivoksen sijainti ja kaivospiirin raja on esitetty yleiskartalla kuvassa 1.



**Kuva 2-1. Terrafamen kaivoksen sijainti ja kaivospiirin raja.**

Alue on Kainuun alueelle tyypillistä vaaramaisemaa, jota vallitsevat kuusi- ja mäntyvaltaiset metsät. Vaarajaksojen välisillä alueilla on soita ja pieniä lampia. Alueen suot on pääsääntöisesti ojitettu ja metsät metsätalouskäytössä.

Alueen maaperä on korkeammilla maastonkohdilla moreenia ja alavilla mailla turvetta. Kallioperän vallitsevat kivilajit ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet, alueen geologiselle vyöhykkeelle (Kainuun liuskevivijakso) tyypilliseen tapaan.

Alueen kasvillisuus, eläimistö ja linnusto ovat Kainuulle tyypillisiä. Alueella esiintyvistä eläinlajeista liito-orava ja lepakat (pohjanlepakko, viiksisiiippa ja isoviiksisiiippa) ovat luontodirektiivin IV-liitteen nojalla tiukasti suojeltavia lajeja, joiden esiintymistä alueella tarkkaillaan osana kaivoksen vaikutustarkkailua. Kaivospiirin tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole Natura 2000-verkoston alueita, joista lähimmät sijaitsevat yli 2 kilometrin etäisyydellä kaivospiirin rajasta.

Kaivosalue sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vedenjakajalla. Vesiä johdetaan kaivosalueelta molempiin vesistöihin. Oulujoen suuntaan purkureitit kulkevat Salmisen ja Kalliojärven sekä Kuusijoen kautta Kalliojokeen ja edelleen Kolmisopen, Tuhkajoen, Jormasjärven ja Jormasjoen kautta Nuasjärveen. Vuoksen vesistöalueen puolella purkureitti kulkee Ylä-Lumijärven ohitusojan kautta Lumijokeen ja edelleen Kivijärven ja Kivijoen kautta Laakajärveen. Vedet on johdettu Ylä-Lumijärven ohi vuoden 2013 alkupuolelta alkaen. Vuonna 2015 aloitettiin kaivoksen puhdistettujen ylijäämävesien johtaminen Nuasjärven purkupuolen kautta Oulujoen vesistöön.

Alueen vesistöille on ominaista, että ne ovat humuspitoisia, happamia, väriltään tummia ja tyypillisesti fosforirajoitteisia. Kaivosalueen lähivedet ovat pääasiassa pieniä puroja ja lampia, joiden pH on alhainen ja puskurikyky yleensä luonnostaan huono mustaliuskealueelle tyypilliseen tapaan. Tästä johtuen alueen vesistöissä tavataan paikoin luonnostaan kohonneita metallipitoisuuksia.

Alueen vesistöissä esiintyy kohonneita sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksia liittyen kaivoksen aiempiin vesipäästöihin. Oulujoen suunnalla kohonneita sulfaattipitoisuuksia on aiempina vuosina esiintynyt Jormasjärven - Jormasjoen alueelle saakka ja Vuoksen suunnalla Laakajärven - Kiltuan alueella. Kaivoksen lähivesissä myös useiden metallien pitoisuudet ovat kohonneet vuonna 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon vuoksi ja veden pH on vaihdellut laajasti johtuen tuoloin tehdyistä kalkituksista.

Ympäristöhallinnon vuonna 2014 tekemän pintavesien ekologisen laatuluokituksen mukaan alueen ekologinen tila ei ole muuttunut edellisestä vuodesta. Oulujoen vesistöalueella Kolmisopen tila on välttävä, Tuhkajoen - Korentojoen tyydyttävä ja Jormasjärven ja Nuasjärven hyvä. Vuoksen suunnalla Kivijärven ekologinen tila on huono, Kivijoen tyydyttävä ja Laakajärven, Kiltuanjärven sekä Nurmijoen hyvä. Laakajoki on nimetty voimakkaasti muutetuksi vesistöksi joen perkauksen ja Laakajärven säännöstelyn vuoksi ja sen ekologinen tila on tyydyttävä. (Vesien tila -karttakäyttöliittymä 5.3.2015).

Tuotantoalueilla olevat kiinteistöt ovat kokonaan kaivosyhtiön omistuksessa. Vakituista ja loma-asutusta kaivospiirin välittömässä läheisyydessä on mm. Hakosen ympäristössä, Sorsalan kiinteistö Kolmisopen suunnitellun louhoksen itäpuolella, Metsäpirtin kiinteistö Kolmisopen pohjoispuolella ja kaksi loma-asuntoa Kalliojärven rannalla. Hieman kauempana asutusta on Puhakan alueella, Paavolan tila kaivospiirin itäpuolella sekä Tuhkakylässä kaivospiirin koillispuolella. Kivijärven rannalla on loma-asunto ja seurakunnan leirikeskus.

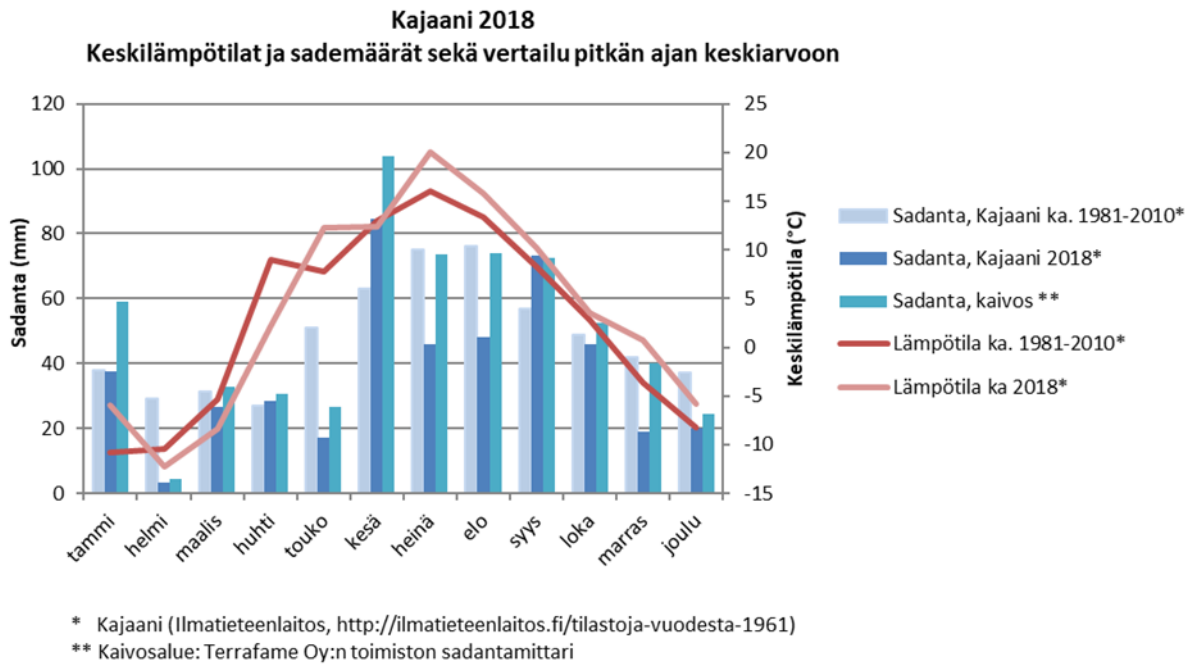
Velvoitetarkkailuun kuuluvien osa-alueiden tarkkailualueet ja tarkkailupisteiden sijainnit sekä tarkemmat tiedot toteutetusta tarkkailusta on esitetty erillisissä vuosiraportin osaraporteissa.

## 2.2 Säätila

Lämpötila- ja sadantamittaustiedot on esitetty Ilmatieteen laitoksen Kajaanin Petäisenniskan havaintoaseman mittaustietojen perusteella sekä sadannan osalta on esitetty myös kaivoksella mitatut sadannat (Kuva 2-2). Vertailujakson 1981–2010 tiedot ovat Kajaanin Paltaniemen aseman tietoja.

Vuonna 2018 tammikuu oli Kajaanissa lämpimämpi kuin pitkän ajan keskiarvo, mutta helmikuusta huhtikuuhun oli keskimääräistä viileämpää. Keskilämpötila nousi yli 0 °C:een vasta huhtikuussa noin kuukautta vertailujaksoa myöhemmin. Toukokuusta vuoden loppuun saakka oli keskimääräistä lämpimämpää lukuun ottamatta kesäkuuta, jonka keskilämpötila vastasi pitkän ajan keskiarvoa. Myös syys- ja lokakuun osalta keskilämpötila oli lähellä pitkän ajan keskiarvoa. Heinäkuun sijaan oli selvästi tavanomaista lämpoisempi. Lämpimän tammikuun, kesän ja loppuvuoden ansiosta koko vuoden keskilämpötila (3,7 °C) oli yli asteen korkeampi kuin pitkän ajan keskilämpötila (1,96 °C).

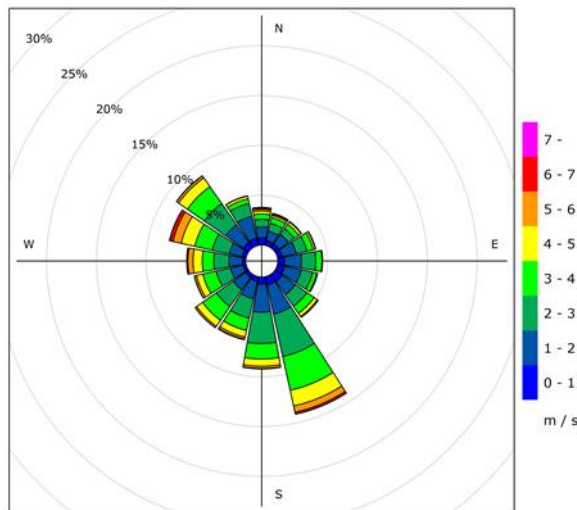




**Kuva 2-2 Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2018 sekä vertailu pitkänajan (1981–2010) keskiarvoihin.**

Kaivoksella mitattu koko vuoden sadanta oli jonkin verran keskimääräistä pienempi, etenkin tavanomaista kuivempien helmi-, touko- ja joulukuun vuoksi. Tammi-, kesä- ja syyskuussa sadanta oli keskimääräistä suurempaa. Ilmatieteen laitoksen mittaama sadanta oli tammi-kuun, kesän ja marraskuun osalta huomattavasti pienempi kuin kaivoksella mitattu.

Kuvassa (Kuva 2-3) on esitetty keskimääräinen tuulijakauma lentokentän sääaseman mittausten perusteella koko vuoden ajalta (Ilmatieteen laitos, avoin data). Tuulen suunnalla tarkoitetaan ilmansuuntaa, josta tuuli puhaltaa.

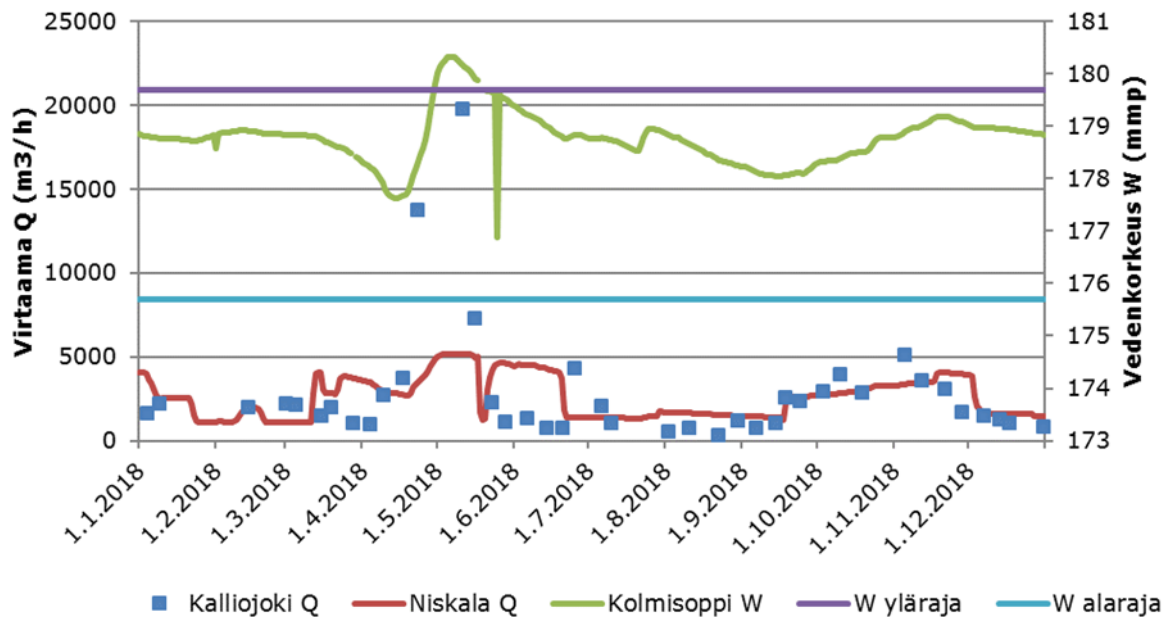


**Kuva 2-3 Kajaanin lentokentän sääaseman keskimääräiset tuulen suunnat ja nopeudet vuonna 2018. Ilmatieteenlaitos, avoin aineisto (18.2.2019).**

### 2.3 Vedenkorkeudet ja virtaamat

Kaivoksen toimesta tarkkaillaan Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamia sekä Kolmisopen vedenkorkeutta. Kalliojoen mittauspiste on noin 300–400 m ennen Kolmisopen laskukohtaa. Niskalan padolla puolestaan säädellään Kolmisopen vedenkorkeutta ja Tuhkajoen virtaamaa. Vuonna 2018 viikoilla 2-6 ja 8 Kalliojoen virtaamaa ei mitattu jäätilanteen vuoksi.

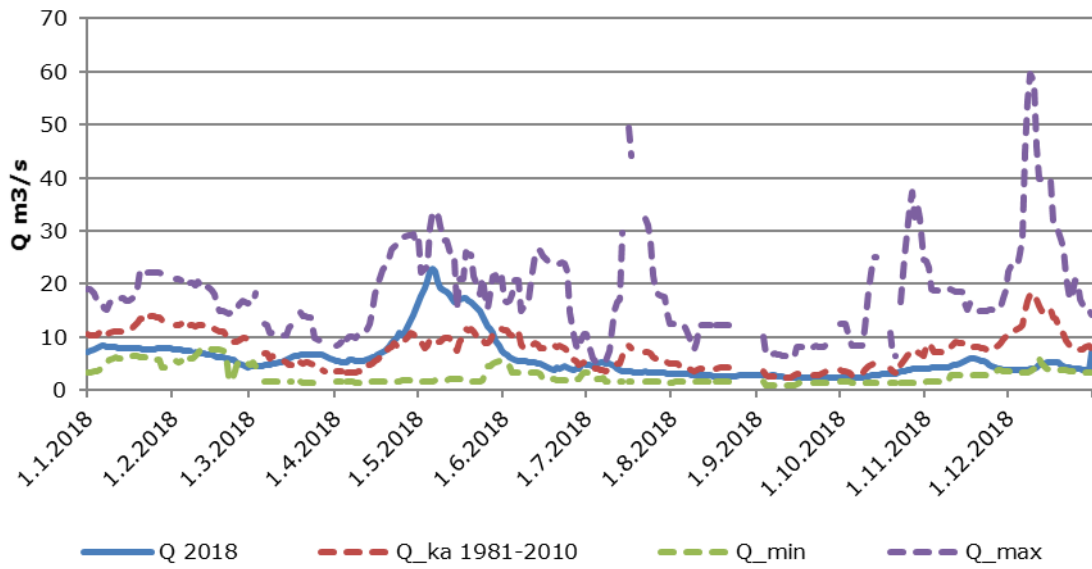
Niskalan padolta mitattu virtaama oli suurimmillaan tammikuun alussa, maaliskuun alkupuolelta kesäkuun loppupuolelle sekä loka-marraskuussa (Kuva 2-4). Muulloin virtaama oli pieni. Kalliojoen virtaama oli alkuvuodesta pieni, mutta kasvoi voimakkaasti huhtikuun aikana lumien sulamisen myötä. Toukokuun lopusta syyskuun alkupuolelle saakka virtaama oli pieni lukuun ottamatta kesä- ja heinäkuun vaihteen lyhyttä suuremman virtaaman jaksoa. Syyskuun puolella välissä virtaama jälleen kasvoi ja pieneni marraskuun lopussa syyskuun alun tasolle pysyen loppuvuoden ajan pienenä.



**Kuva 2-4 Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamat sekä Kolmisopen havaittu pinnankorkeus sekä pinnankorkeuden ylä- ja alaraja (kuvaajat perustuvat mittausdataan).**

Kolmisopen veden pinnankorkeus pysyi tasaisena tammikuun alusta maaliskuun puoliväliin, jonka jälkeen se laski noin 1 metrillä kuukauden aikana. Huhtikuussa pinnankorkeus alkoi nopeasti nousta ja ylitti toukokuussa (30.4.-17.5.) vedenkorkeudelle asetetun ylärajan 18 päivän ajan. Tämän jälkeen pinnankorkeus laski karkeasti ottaen syyskuun puoleen väliin saakka, nousi jälleen marraskuun puoleen väliin saakka ja pysyi loppuvuoden melko tasaisena. Toukokuussa pinnankorkeuden mittari mittasi yhtenä päivänä (25.5.) kolmen metrin pudotuksen edellisena päivänä mitattuun pinnankorkeuteen verrattuna. Seuraavana päivänä pinnankorkeus oli palautunut aiemalle tasolle. Suuri hetkellinen pinnankorkeuden alenema johtui todennäköisesti mittausvirheestä.

Vuoksen puolella purkuvesistössä ei ole kaivoksen omaa virtaamamittausta, vaan virtaamatiedot saadaan ympäristöhallinnon ylläpitämästä Oiva-tietojärjestelmästä. Kiltuanjärven Jyrkän virtaamahavaintopiste sijaitsee Kiltuanjärven ja Haapajärven välisessä salmessa. Havaintopisteellä virtaama oli vuonna 2018 suurimmillaan huhtikuun loppupuolelta toukokuun loppuun saakka (Kuva 2-5). Virtaama pysyi pitkän ajan keskivirtaamaa suurempana maaliskuun puolivälistä toukokuun loppupuolelle saakka. Muutoin virtaama oli pieni, suunnilleen pitkän ajan alivirtaaman tasolla. Koska Vuoksen vesistöön ei ole purettu kaivoksen vettä vuoden 2016 kevään jälkeen, ei Kiltuanjärven virtaamaseurannalla nykyisin olevan kaivoksen vaikutusten tarkkailun kannalta merkitystä. Tästä syystä voisi olla tarkoituksenmukaisempaa luopua Kiltuanjärven virtaamaseurannasta ja sen sijaan seurata esimerkiksi Kajaaninjoen virtaamaa, jonka avulla voitaisiin arvioida Nuasjärven vesistövaikutuksia.



Kuva 2-5. Kiltuanjärven (04.643) Jyrkän havaintopisteen virtaamat vuonna 2018 ja pitkän aikavälin keski- ja ääriarvot (lähde: Ympäristöhallinnon OIVA-tietojärjestelmä).

### 3. KÄYTTÖTARKKAILU (TERRAFAME OY)

Terrafamen tuotantoprosessi vuonna 2018 vastasi aiempaa. Vuonna 2018 tuotettu malmi on louhittu Kuusilammen avolouhoksesta, jossa edettiin syvimmillään tasolle +60 mmp. Eteläinen avaus, jossa on aiemmin varastoitu vettä ympäristöluvan mukaisesti, saatiin vuoden 2018 alussa tyhjenettyä vedestä ja kokonaan tuotannon käyttöön. Malmia louhittiin yhteensä 17,9 miljoonaa tonnia, minkä lisäksi louhittiin sivukiveä yhteensä 24,4 miljoonaa tonnia. Sivukivi läjitettiin kokonaisuudessaan sivukivialueelle KL2, jossa täyttö eteni vuoden 2018 aikana lohkolle 2. Myös sivukivialueen suotovesiallas DP4 otettiin käyttöön vuoden 2018 aikana.

Alueen tarvekilouhoksista louhittiin yhteensä vuoden aikana tarvekiveä 5,79 miljoonaa tonnia kaivoksen, maanrakennustöiden sekä teiden ylläpidon tarpeisiin. Lisäksi pintamaita poistettiin kaivoksen maanrakennusurakoiden yhteydessä vuoden aikana yhteensä 1 300 295 m<sup>3</sup>.

Kaivostoiminnasta syntyvää tärinää mitattiin vuoden aikana jatkuvatoimisilla tärinämittareilla kolmesta pisteestä, joista kaksi sijaitsee kaivosalueen ulkopuolella asutuissa kiinteistöissä ja yksi tehdasalueella. Yhden kiinteistön tärinämittarin yhteydessä on myös ilmanpainemittari louhintaräjätysten paineaaltojen kulkeutumisen tarkkailua varten.

Kaikki louhittu malmi on kasattu murskaus-, seulpta- ja agglomerointiprosessien jälkeen primääri-liuotukseen. Primäärikasoille kasattua malmia siirrettiin vuoden aikana sekundääri-liuotuskasoille noin 16,9 miljoonaa tonnia. Bioliuotus primääri- ja sekundäärikasoilla toimi suunnitelmien mukaisesti koko vuoden ajan. Vuonna 2018 sekundääri-liuotus eteni lohkolle 4. Vuoden aikana bioliuotuksessa toteutettiin sekundääri-liuotusalueen puhaltimilla sekä niiltä lähtevillä putkistoilla meluntorjuntatoimenpiteitä, joilla pyrittiin vaimentamaan puhaltimista lähtevän melun tasoa sekä estämään sen kulkeutumista. Meluntorjunnan kehitystyötä jatketaan myös vuonna 2019.

Terrafamen toiminnan aikana kasatut primääri-liuotuskasat tuottivat hyvin lämpöä koko vuoden. Lisäksi uusien kasojen tuore malmi sitoi liuosta, jonka vuoksi kasoille voitiin johtaa korvausvettä kaivoksen vesivarastoista. Käänteisosmoosilaitoksella syntynyt rejekti johdettiin liuoskiertoon koko vuoden ajan (851 000 m<sup>3</sup>). Yhteensä muita vesijakeita johdettiin bioliuotuskasoille 2,9 miljoonaa kuutiota korvaamaan haihduntaa.

Vuoden 2018 alussa kaivosalueella oli varastoituna ylimäärävesiä yhteensä noin 2 350 000 m<sup>3</sup>, josta puhdistettua vettä 688 000 m<sup>3</sup>. Vuoden lopussa vastaava vesimäärä oli noin 1 560 000 m<sup>3</sup> (Kuva 2), josta jo puhdistettua vettä oli 620 000 m<sup>3</sup>. Vuonna 2018 Kolmisoppijärvestä otettiin vettä 1 422 759 m<sup>3</sup>. Tästä 640 876 m<sup>3</sup> oli raakavesilinjan sulanapitovirtaamaa, joka johdettiin takaisin luontoon tehdasalueen ulkopuolelle. Kolmisoppijärven säännöstelyä tarkkailtiin aiempien vuosien tapaan.

Vuoden 2018 aikana metallien talteenottolaitosta ajettiin kahdella linjalla. Normaalien toiminnan aikaisten huoltotoimien lisäksi touko-kesäkuun vaihteessa talteenottolaitoksella pidettiin molempien tuotantolinjojen vuosihuoltoisokit, minkä johdosta metallien talteenotto oli kokonaisuudessaan pysähdyksissä noin viikon ajan. Seisakissa tehtyjen sähkönsyöttölinjojen ja sähköaseman korjaus- ja huoltotöiden aikana pidetyn sähkökatkon aikana päästiin testaamaan myös varavoiman käyttöä etenkin prosessi- ja ympäristöturvallisuuden kannalta tärkeissä toiminnoissa.

Vuonna 2018 lämpöenergian kulutus oli yhteensä 24,6 GWh ja sähkönkulutus (ostettu) yhteensä 383 GWh. Vuoden aikana Terrafame on luopunut raskaan polttoöljyn käytöstä ja tehtaassa lämpölaitoksilla siirryttiin muutostöiden jälkeen käyttämään polttoaineena propaania. Vuonna 2018 ajoneuvojen moottoripolttoöljyn kulutus oli 15 974 tonnia ja dieselin 307,3 tonnia. Polttoaineita jaetaan sekä kaivosvarikon että tehdasalueen jakelupisteistä. Toimittajan vaihtuessa myös jakeluasemilla tehtiin muutoksia vuoden 2018 aikana. Muutostöiden yhteydessä tehdyissä maaperätutkimuksissa ei havaittu merkkejä polttoaineen vaikutuksista.

Vuoden 2018 aikana valvovalle ympäristöviranomaiselle ilmoitettiin 14 erilaista poikkeustilannetta, joihin on sisällynyt riski vaikutuksista ympäristöön. Merkittävä ympäristöpoikkeama vuonna 2018 oli kaivosalueen itäpuolella kulkevan Kivipuron sulfaatti- ja metallipitoisuuksien kohoaminen. Pitoisuuksien kohoaminen johtui KL2 sivukivialueella tehdyistä rakennus- ja maansiirtotöistä. Kivipuron veden määrä on ollut alhainen ja virtaama pieni, joten kuormitusvaikutusten purossa on arvioitu jäävän vähäisiksi. Lisäksi kaivospiirin ulkopuolella tapahtui yksi toimintaan liittyvä öljyvahinko, jossa purkuputken toimintaan liittyvästä aggregaatista pääsi polttoöljyä maaperään joitakin kymmeniä litroja.

Vuonna 2018 kaivosalueen ulkopuolelta esimerkiksi paikallisilta asukkailta saatiin yhteensä 26 ilmoitusta ympäristöhavainnosta.

## 4. PÄÄSTÖTARKKAILU

### 4.1 Vesipäästöjen tarkkailu

Terrafamen kaivoksen päästovesitarkkailu käsitti kaivoksen alueella muodostuvien ja käsittelyä vaativien vesien, prosessin ylijäämävesien sekä saniteettipuhdistamon veden laadun, määrän ja syntyvän ympäristökuormituksen tarkkailun voimassa olevan tarkkailuohjelman ja lupapäätösten mukaisesti. Lisäksi tarkkailuun kuuluu sivukivialue KL2-alueella muodostuvien vesien tarkkailu.

Sivukivialueen tarkkailu aloitettiin vuoden 2017 lokakuussa. Sivukivialueen sivukivitäytöstä suotautuvat vedet ja rakenteiden alapuoliset kerätään DP4 ja DP5-altaisiin, joista vedet johdetaan prosessiliuotuskiertoon tai kaivoksen vesienkäsittelyyn. Vesiä ei johdeta luontoon vaan. DP4-allas otettiin käyttöön vuoden 2018 lopussa ja siihen johdettavien vesien tarkkailu aloitetaan vuonna 2019.

Tarkkailujakson 2017-2018 aikana sivukivialueelta tulevien vesien laadussa ei tapahtunut huomattavia muutoksia. Rakenteiden alapuolisten vesien määrä oli vähäinen ja näytettä ei saatu joka kuukausi. Sivukivitäytön läpi suotautuvan veden metallipitoisuudet ovat suuria ja vaihtelivat vuoden aikana ollen pääosin suurimmillaan 2017-2018 vuoden vaihteessa.

Vesistöihin johdettavien vesien vedenlaatua tarkkailtiin viikoittain otettavin näyttein tarkkailusuunnitelman mukaisesti purkupisteiltä lähtevästä vedestä, mikäli vettä juoksutettiin vesistöön. Tarkkailutulosten perusteella seurattiin ympäristöluvassa annettujen lupamääräysten toteutumista sekä arvioitiin keskuspuhdistamon puhdistustehoa eri aineiden suhteen puhdistusyksikölle saapuvan ja sieltä lähtevän veden laadun perusteella.

Vuonna 2018 kaivosalueelta johdettiin ulos vesistöihin yhteensä noin 2,48 milj. m<sup>3</sup> käsiteltyjä jätevesiä, joista kaikki johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Vesistä 2,35 milj. m<sup>3</sup> (95 %) johdettiin ympärivuoden Latosuon altaalta purkupuutkea pitkin Nuasjärveen ja 0,12 milj. m<sup>3</sup> (5 %) toukokuussa Latosuolta Kuusijokeen. Kokonaisjuoksutusvesimäärä oli noin 2,8 miljoonaa kuutiota vähemmän kuin vuonna 2017 ja noin 7,1 miljoonaa kuutiota vähemmän kuin vuonna 2016.

Vuoden 2018 alussa vesistöön johdettavien vesien luparajat tiukentuivat sulfaatin ja mangaanin osalta. Sulfaatille on annettu virtaamapainotteiselle kuukausikeskiarvolle raja-arvoksi <2 000 mg/l ja yksittäiselle näytteelle <4 000 mg/l. Mangaanin uusi luparaja on virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona laskettuna 4 000 µg/l. Purkupuutkesta johdettavan veden sulfaattipitoisuuden virtaamapainotteinen keskiarvo ylitti raja-arvon tammi-maaliskuussa. Muiden aineiden osalta purkupuutken kautta johdettujen vesien laatu pysyi luparajojen alapuolella. Latosuolta vanhoja purkureitettä pitkin johdettujen vesien laatu pysyi luparajoissa kaikkien aineiden osalta.

Keskusvedenpuhdistamolle tulevien ja kipsisakka-altaalta lähtevien vesien keskiarvopitoisuuksien avulla laskettiin suuntaa antavat keskimääräiset puhdistustehot sulfaatille, alumiinille, kadmiumille, kuparille, raudalle, mangaanille, nikkelille, sinkille ja natriumille. Keskuspuhdistamon kalkkineutralointiin perustuvan vedenkäsittelyn puhdistusteho oli metallien osalta pääosin erinomainen keskimääräisen puhdistustehojen vaihdellessa välillä 75 – 99 %. Natriumin puhdistusteho oli 27 %. Myös sulfaatin puhdistusteho 77 % oli hyvä.

Vuonna 2018 ympäristöön johdettavien vesien määrä oli huomattavasti edellisvuosia alhaisempi mikä näkyi myös aiempaa alhaisempina ainekuormituksina. Vesistöön johdetut kokonaisvuosikuormitukset täyttivät sekä alkuperäisille purkureiteille että purkupuutkelle annetut luparajat. Vaikka pitoisuustasot sulfaatin osalta ylittivät pitoisuuden luparajan tammi-maaliskuussa, kuormituksen luparajat eivät ylittyneet juoksutetun veden määrän ollessa pieni.

Terrafamen tehdasalueella, toimistorakennuksessa ja muissa tiloissa muodostuvat saniteettivedet käsitellään vuonna 2008 rakennetulla jätevedenpuhdistamolla. Lisäksi kaivoksella on kaksi kenttäpuhdistamo, joiden tarkkailua tehdään osana yhtiön omaa käyttötarkkailua.

Jätevedenpuhdistamolla käsitellyn jäteveden määrä oli hieman edellisvuotta pienempi. Jätevedenpuhdistamo täytti sille asetetut puhdistustehot BOD7:n (90 %) kuin kokonaisfosforin (98 %) osalta. Valtioneuvoston asetuksen vaatimukset täyttyivät kaikilta osin.

### 4.2 Ilmapäästöjen tarkkailu

Vuonna 2018 ilmapäästömittauksia tehtiin kahdeksassa kohteessa;

1. Saostuslinjat 1 & 2 (H<sub>2</sub>S imeytys)
2. Varastosäiliöt

3. Esineutraloinnin nauhasuodin
4. Nauhasuodin uuden pesurin jälkeen
5. Sakeuttimet
6. Rautasaostuslinjat 1 & 2
7. Neutralointireaktori
8. Kaskadipesurin jälkeen

Rikkivety ja rikkidioksidipitoisuutta mitattiin vuoden 2018 aikana mittauskohteista kahdesti. Mittaukset tehtiin 26.-28.6.2018 ja 19.-21.11.2018. Ensimmäisen mittauskerran (26.-28.6.2018) mittauksissa ei mitattu kohdetta Rautasaostuslinjat 1 & 2, koska kyseinen kohde ei ollut käytössä mittauksen aikana. Toisen mittauskerran (19.-21.11.2018) mittauksissa ei mitattu kohdetta Saostuslinjat 1 & 2, koska prosessiputkistoa oli muutettu, eikä putkistossa ollut mittausyhdyttä. Kohdetta Neutralointireaktori ei mitattu, koska pesuri oli huollossa.

Mittauksen tarkoituksena oli selvittää metallitehtaan poistokaasujen päästöjä ympäristöluvassa määritetyille komponenteille. Arvoja verrattiin ympäristölupapäätöksen (Nro 36/2014/1, Dnro PSAVI/58/04.08/2011) raja-arvoihin.

Rikkivetypitoisuuden raja-arvo on 30 mg/m<sup>3</sup>n, H<sub>2</sub>S-pitoisuudet alittivat raja-arvon 30 mgH<sub>2</sub>S/m<sup>3</sup>n kaikissa muissa kohteissa, paitsi Varastosäiliöt, 19.-21.11.2018 mittauksissa.

Rikkidioksidipitoisuutta verrattiin rikkivedylle asetettuun raja-arvoon 30 mg/m<sup>3</sup>n. SO<sub>2</sub>-pitoisuudet alittivat raja-arvon kaikissa muissa kohteissa paitsi kohteessa Sakeuttimet, 26.-28.6.2018 mittauksissa ja 19.-21.11.2018 mittauksissa.

## 5. PINTAVESIEN FYSIKAALIS-KEMIAALINEN LAATU

Terrafamen kaivoksen vesistövaikutusten tarkkailua tehdään sekä Oulujoen että Vuoksen vesistöissä. Nuasjärven purkuputken myötä vesistötarkkailua jatkettiin vuonna 2018 laajennetusti Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Tarkkailun tavoitteena on selvittää kaivosalueelta johdettavien vesien vaikutusalueen laajuus ja vesien johtamisesta aiheutuvia vesistövaikutuksia.

Terrafame Oy:n vuoden 2018 vesistötarkkailun vuosiraportissa tarkastellaan vuoden aikana otettujen vesinäytteiden ja tehtyjen mittauksen tuloksia sekä verrataan niitä edellisten tarkkailuvuosien tuloksiin. Soveltuvilta osin tuloksia on verrattu veden laadun eri viite- ja luokitteluarvoihin. Terrafame Oy:n kaivosalueelta vesistöihin johtamien puhdistettujen vesien vaikutuksia purkuvesistöissä tarkkaillaan Oulujoen vesistössä välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistössä välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri.

Kaivostoiminnan vaikutukset aiheutuvat veden otosta (Kolmisopen säännöstely) sekä toiminnan aiheuttamasta vesistökuormituksesta. Kaivosalueelta vesistöön johdettavat puhdistetut vedet sisältävät jäämiä haitta-aineista, jotka koostuvat pääosin malmista peräisin olevista metalleista sekä natriumin ja sulfaatin osalta jossain määrin myös kaivoksella käytettävistä kemikaaleista. Kaivokselta vesistöön johdettavissa vesissä ei ole orgaanisia yhdisteitä ja niiden ravinnepitoisuudet ovat pieniä.

Vesistötarkkailunäytteet otettiin ja analyysit tehtiin yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta voimassa olevien tarkkailuohjelmien ja niihin tehtyjen lisäysten mukaisesti.

Vuonna 2018 kaikki kaivokselta vesistöön johdettavat vedet johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Vuonna 2018 kaivosalueelta vesistöihin juoksutettu kokonaisvesimäärä oli selvästi pienempi kuin aiempina vuosina, mikä voitiin havaita tarkkailupisteillä yleisesti pitoisuustasojen laskuna. Vuoksen suuntaan on juoksutettu kaivokselta vesiä viimeksi keväällä 2016.

### 5.1 Oulujoen vesistöalue

Oulujoen purkusuunnassa kaivostoiminnan vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Salmisessa ja Kalliojärvässä, joihin on aiemman kuormituksen seurauksena muodostunut pysyvä kerrostuneisuus vuosina 2010–2011. Vuonna 2018 järviin ei kohdistunut kuormitusta kaivokselta. Pysyvästi kerrostuneiden järvien päällysvedessä sähkönjohtavuus ja haitta-aineiden pitoisuudet ovat pienentyneet viime vuosien aikana huomattavasti. Myös alusvedessä ne ovat pääosin pienentyneet, vaikka ovatkin edelleen yleisesti suuria etenkin Salmisessa (esim. SO<sub>4</sub>, Ni, Mn, Na).

Kolmisopen vesimassa pääsi vuonna 2018 sekoittumaan syystäyskierrossa, mikä paransi pohjanläheisen veden happitilannetta. Tämä voitiin havaita pienempänä sähkönjohtavuutena sekä metallien ja sulfaatin pitoisuuksina vuosiin 2011-2017 verrattuna. Huomattavin ero aiempaan oli Kolmisopin alusvedessä. Vaikutus voitiin havaita myös Tuhkajoen vedenlaadussa.

Jormasjärvellä kaivostoiminnan vaikutus on näkynyt erityisesti alusveden kohonneina sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksina. Vuonna 2018 havaitut pitoisuudet olivat yleisesti ottaen pienempiä kuin viime vuosina keskimäärin. Vuosi 2018 oli ensimmäinen vuoden 2010 jälkeinen vuosi, jolloin keskimääräisessä sähkönjohtavuudessa ei ollut havaittavissa merkittävää eroa Jormasjärven eri pisteiden välillä eikä päälly- ja alusveden välillä. Alusvedestä mitattiin kerrostuneisuuskaudella happitilan-teen heikentymisen seurauksena kohonneita mangaanipitoisuuksia. Jormasjärveltä otettujen rantavesinäytteiden laatu vastasi päällyysvedestä havaittua tasoa, eikä merkittäviä eroja pisteiden välillä havaittu.

Liukoisen nikkelin pitoisuudelle sekoittumisvyöhykkeellä asetetun ympäristölaatonormin ylittäviä pitoisuuksia havaittiin Salmisen kaikissa vesikerroksista, Salmisenpurosta, Härkäpurosta ja Talvi-joelta. Biosaatavan liukoisen nikkelin vuosikeskiarvolle asetettu ympäristölaatonormi ylittyi kaikissa muissa edellä mainituissa vesistön osissa paitsi Salmisenpurossa. Taustapitoisuuden huomioiva ympäristölaatonormi liukoiselle kadmiumille ylittyi ainoastaan Härkäpurossa.

Rehja-Nuasjärvellä havaittiin vuonna 2016 selviä muutoksia sähkönjohtavuudessa, sulfaattipitoisuuksissa sekä esimerkiksi mangaani- ja natriumpitoisuuksissa purkupuutken käyttöönnoton jälkeen. Vuonna 2018 vedenlaadussa havaitut muutokset olivat vuosia 2016 ja 2017 lievempiä. Vuonna 2018 sähkönjohtavuus sekä havaitut pitoisuudet olivat pääosin vuonna 2016 havaittuja pienempiä, mutta osin vuonna 2015 havaittuja suurempia. Täyskierto ulottui koko vesimassaan sekä keväettä syystäyskierron aikana. Rantaveden laatu vastasi kokonaisuutena arvioiden tutkituilla näytesteillä ulappa-alueelta havaittua tasoa, eikä pitoisuuksissa ollut merkittävää eroa näytteenotto-pisteiden välillä. Rantavesipisteiden vedenlaadussa ei ollut havaittavissa myöskään Jormasjoen tai purkupuutken vaikutusta.

Nuasjärven purkupuutken käyttöönnoton jälkeen voitiin Kajaaninjoessa ja Oulujärven havaintopisteillä havaita Rehja-Nuasjärven kaltainen pitoisuusnousu. Vuonna 2018 purkupuutken vaikutusta tarkkailupisteiden vedenlaatuun ei ollut havaittavissa.

Maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen mahdollisia vaikutuksia seurattiin vuonna 2018 Kivipuron ja Pirttipuron näytteenottopisteiltä. Kivipurolla vedenlaatu oli pääosin selvästi aiempaa huonompi, todennäköisimmin mustaliuskeeseen louhittujen uomien kautta Kivipuroon päätyneen kontaminoituneen veden seurauksena. Alueella otettiin loppukesällä käyttöön kaivo, jonka kautta selkeytysaltaaseen johdetut vesijakeet voidaan kerätä talteen ja johtaa DP4-altaaseen. Alueen vesistä ei näin ollen enää aiheudu kuormitusta Kivipuroon. Pääosin Kivipuron pitoisuudet pienentyivät heinäkuusta lokakuuhun, mutta lokakuussa ne olivat edelleen koholla. Pirttipuron vedenlaatu on kohentunut alueella vuoden 2017 kesän poikkeamatilanteen jälkeen tehtyjen vedenhallintajärjestelyjen ansiosta mm. sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin, mangaanin ja liukoisen nikkelin pitoisuuden osalta.

## 5.2 Vuoksen vesistöalue

Vuoksen purkusunnassa vesistöt ovat toipumassa vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeisestä tilanteesta, jonka jälkeen vesien tila on yleisesti ottaen huomattavasti parantunut. Vedet ovat tyypillisesti happamia ja runsashumuksisia. Vuonna 2017 Vuoksen vesistöön ei juoksetettu kaivosalueen vesiä.

Aiemmin pysyvästi kerrostuneessa Kivijärvessä yhdellä syvännepisteellä koko vesimassa on muutamana viime vuotena ollut jälleen ainakin osan vuotta sekoittunutta pinnasta pohjaan. Muidenkin Kivijärven syvännepisteiden alusvedessä on kahden viime vuoden aikana ollut havaittavissa lievää happitilanteen kohenemista, vaikka veden kerrostuneisuus on ollut edelleen ympärivuotista. Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus ovat näytteenottopisteillä pääosin pienentyneet. Metallien pitoisuudet ovat pienentyneet tai pysyneet samoina aiempiin vuosiin verrattuna. Sulfaatin, mangaanin ja natriumin pitoisuudet ovat alusvedessä edelleen suuria etenkin pysyvästi kerrostuneilla syvänteillä.

Kivijärvestä alaspäin purkusunnassa havaittiin yleisesti vesien sähkönjohtavuuden, sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien pienentyneen. Alusveden mangaanipitoisuuksissa on havaittu suurta vaihtelua näytteenottokertojen välillä. Vaihtelu on ollut suurelta osin linjassa happipitoisuuden vaihteluiden kanssa. Metallipitoisuuksien ympäristölaatonormien ylityksiä ei havaittu. Kaivoksen aiemman kuormituksen vaikutus voidaan edelleen havaita Vuoksen vesistöissä ainakin Laaka-

järveen saakka. Kiltuanjärvestä ja Haapajärvestä pitoisuudet alkavat olemaan taustapitoisuuksien tasolla. Haapajärvestä alaspäin vaikutuksia ei voida erottaa taustapitoisuuksista.

Kaivosalueen läheisillä järvillä (Iso-Savonjärvi, Hakonen, Raatelampi), jotka eivät sijoitu kaivoksen purkuvesien reitille, veden laatu oli pysynyt edellisvuosien tasolla. Veden sähkönjohtavuus oli luonnonvesille tyypillisellä tasolla ja sulfaattipitoisuudet ovat pysyneet vuodesta toiseen samana. Kadmiumin osalta ympäristölaatonormin ylityksiä ei havaittu. Nikkelin osalta ympäristölaatonormin ylittyi täpärästi Iso-Savonjärvestä.

Osassa kaivosalueen purojen, lampien ja pienten järvien veden laadussa voidaan havaita mustaliuskealueen vaikutukset veden alhaisina pH-arvoina sekä korkeina sulfaatti- ja metallipitoisuuksina. Mustalammen, Munninlammen ja Hoikkalammen sähkönjohtavuus sekä liukoisen nikkelin pitoisuudet ovat olleet viime vuosina suurempia kuin ennen kaivostoimintaa, mikä Munninlammen ja Hoikkalammen osalta johtuu todennäköisesti kaivoksen pölyvaikutuksesta. Samaan aikaan Kuusilammella ja Kaivoslammella liukoisen nikkelin pitoisuus on pienentynyt, mutta sähkönjohtavuus, natriumpitoisuus ja pH-arvo ovat nousseet. Neutralointiasemalla puhdistetut vedet on johdettu vuoteen 2016 asti vesistöön Kuusilammen kautta. Kuusilammen veden laadun voidaan olettaa hiljalleen palautuvan tavanomaisemmaksi.

## 6. PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU

### 6.1 Pohjaeläimet

Tarkkailun pohjaeläinseuranta toteutettiin syksyllä 2018 kaikkiaan kuudella jokikohteella ja 14 järvi-kohteella. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Terrafamen kaivosalueen vaikutuksia läheisten vesien veden laatuun ja sitä kautta mahdollisesti pohjaeläinyhteisöihin. Pohjaeläimet ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia pidemmällä aikavälillä kuin vain kyseisellä näytteenottohetkellä. Pohjaeläimiä käytetään yhtenä biologisena osatekijänä vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa.

Selvityksessä käytettiin yhtenä osana vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa käytettyjä pohjaeläinmittareita. Ekologisen tilan luokittelumittarit on kehitetty vesistöjen tilan yleisluokitteluun. Nämä mittarit kuvaavat siten suhteellisen huonosti yksittäisen toimintamuodon vaikutuksia (SYKE & RKTL 2007). Tästä syystä selvityksessä käytettiin myös muita pohjaeläinyhteisöä kuvaavia muutujia ja tunnuslukuja.

Vertailtaessa vuoden 2015 ja 2018 pohjaeläintarkkailutuloksiin, vuoden 2018 tulosten perusteella virtavesikohteiden ekologinen tila on pysynyt käytettyjen luokittelumittarien perusteella pääosin samana tai parantunut. Toisaalta Kivijoella pohjaeläinyhteisön tila on selvityksessä käytettyjen mittarien perusteella heikentynyt. Järvi-kohteiden ekologisissa tilaluokissa esiintyy enemmän vaihtelua mm. kohteesta ja käytetystä pohjaeläinmittarista riippuen. Joillain järvillä pohjaeläinyhteisöjen tila näyttäisi hieman parantuneen, kun toisilla kohteilla se on huonontunut.

Kaivostoiminnan vaikutus pohjaeläimistöön näkyy etenkin kaivosaluetta lähimpänä sijaitsevilla tutkimuskohteilla. Myös joillain kauempana kaivoksesta sijaitsevilla kohteilla on viitteitä kaivostoiminnan kuormituksen vaikutuksista pohjaeläinyhteisöihin.

Tutkimusalueilta ei havaittu nykyään uhanalaisina pidettyjä lajeja. Suomen lajien uusin uhanalaisuusarviointi julkaistaan tämän raportin laatimisajankohdan jälkeen.

Kaivostoiminnan pohjaeläintutkimusasetelma ei sisällä vertailunäytteenottoalueita, joille ei kohdistuisi vesistövaikutuksia. Tästä syystä tutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisöissä luontaisesti esiintyvän vaihtelun määrää on mahdoton eritellä kaivostoiminnasta johtuvista pohjaeläimistön vasteista.

### 6.2 Piilevät

Piileväyhteisöjen tutkimuksessa selvitettiin kaivosalueelta lähtevien vesien vaikutusta Oulunjoen suuntaan laskevien Kalliojoen, Tuhkajoen ja Jormasjoen, sekä Vuoksen vesistön suuntaan laskevien Lumijoen, Kivijoen, Laakajoen ja Nurmijoen päällysväistöön. Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä tietoa näiden vesimuodostumien ekologisesta tilasta, ravinteisuudesta sekä organisesta kuormituksesta.

Tuhkajoen, Jormasjoen, Laakajoen ja Nurmijoen näytteet edustavat vähintään hyvää päällysvästöön ekologista tilaa keskimäärin kasvukauden aikana. Lumijoen, Kivijoen ja Kalliojoen näytteiden perusteella jokien päällysvästöön ekologista tilaa voidaan pitää vähintään tyydyttävänä.



### 6.3 Kasviplankton

Vuoden 2018 tarkkailuun sisältyvät kasviplanktonnäytteet otettiin kerran kuussa kesä- ja elokuussa 2018 seitsemästä eri järvestä yhteensä neljältätoista näytepaikalta: Oulujoen suuntaan laskevat järvet - Kalliojärvi (1 näytepaikka), Kolmisoppi (1), Jormasjärvi (2) ja Nuasjärvi/Rehjangselkä(5) sekä Vuoksen suuntaan laskevat Kivijärvi (1), Laakajärvi (2) ja Kiltuanjärvi (1). Tulosten perusteella arvioitiin järvien tilaa ekologisen luokituksen sekä muiden muuttujien perusteella. Vuonna 2018 näytteitä oli vain kesä- ja elokuulta, heinäkuun näytteet jäivät puuttumaan inhimillisen erehdyksen vuoksi.

Kalliojärvi on järvi, jossa on leville hyvin vähän ravinteita käytettävissä, joka näkyy niin biomassossa, TPI-arvoissa kuin sinilevien määrässä. Vuonna 2008 ja 2012 biomassat olivat vielä 2 mg/l tienoilla, 2013 ja 2015 arvot olivat huomattavasti alhaisempia. Piilevien vähäiseen määrään voi vaikuttaa mahdollinen kohonnut metallipitoisuus, sinilevillä esiintymisvähyyteen voi vaikuttaa myös mahdollinen alhainen pH. Taksoneita oli vähän, mutta diversiteetti oli kuitenkin korkea. Verrattuna aikaisempiin tuloksiin voidaan nähdä hienoinen biomassan nousu vuoteen 2015 verrattuna, samoin TPI-arvo ja taksonien määrä on hiukan noussut. Nämä viittaavat positiiviseen kehitykseen järvessä: kasviplanktonyhteisö ja lajiston määrä ovat kasvussa, mutta ollaan yhä kaukana vuoden 2008 tilanteesta.

Kolmisopessa silmiinpistävin asia kasviplanktonin osalta oli valtava piileväkukinta elokuussa. Aikaisemmin, vuoden 2008 jälkeen, biomassa on pysytellyt lähes aina alle 0,5 mg/l. Lajisto on runsastunut verrattuna vuoteen 2015, mutta elokuun kukinta on selkeä merkki siitä, että yhteisö ei ole tasapainoinen, vaan ulkoinen paine voi muuttaa sen koostumuksen hyvin lyhyessä ajassa. Tuleva kehitys riippuu niin ulkoisen paineen muutoksista kuin sisäisen paineen – eli eläinplanktonin – kehittämisestä.

Jormasjärven molempien näytepaikkojen elokuun biomassat olivat huomattavasti korkeammat kuin vuonna 2015, johtuen lähinnä *Gonyostomum latum*-lajista. Sukulaisensa *G. semenin* läsnä ollessa pyritään se jättämään pois laskuista ekologista luokitusta tehtäessä. *G. latum* on herkkä nitraattipitoisuuden nousulle. Jos näin tehtäisiin tässä tapauksessa, nousisi ekologinen luokitus biomassan ja klorofyllin osalta myöskin erinomaiseen luokkaan. Puuttuva heinäkuun näyte olisi mitä ilmeisemmin taas laskenut luokitusta sinilevien osalta.

Nuasjärven näytteissä kasviplanktonin biomassa oli hiukan noussut vuodesta 2016 muissa näytepaikoissa, kuin 34:ssä. Tasot olivat nyt suunnilleen vuoden 2015 kohdalla. Biomassan nousua kannattaa kuitenkin seurata – 80-luvulla arvot ovat olleet 3-4 suurempia. Haitallisten sinilevien määrä oli samoin lähempänä vuoden 2015 tuloksia eli tilanne siltä osin on hyvä. Woronichinian määrän kehitystä kannattaa seurata. Vuoden 2016 suurista Rhizosolenia-piilevämääristä (0,3-0,4 mg/l, kesäkuussa, Hakanen ja Zwerver 2016) ei ollut enää jälkeäkään. Nuasjärvi-Rehjangselkä on selkeästi normaalein järvi alue tässä näytesarjassa – leväryhmien osuudet eivät hyppele rajusti, lajisto on runsasta ja biomassat maltillisia. Kokonaisarvioksi vuoden 2018 ekologisesta luokasta voi antaa hyvän, ja vielä lähempänä erinomaista kuin välttävää.

Kivijärven näytteissä biomassa ja klorofylli-a olivat selkeästi erinomaisen luokan arvoilla. Arvot olivat vuonna 2015 suunnilleen samoilla tasoilla, sitä ennen ne ovat olleet huomattavasti korkeampia. Vuonna 2018 erikoista oli koristelevä *Closterium acutum var. acutum* suurimittainen esiintyminen. On mielenkiintoista seurata, onko kyseessä vain väliaikainen ravinteikkaus vai lähtölaukaus uudelleen korkeampiin biomassoihin. Lajisto on hiukan niukkaa ja sekin mahdollistaa helpommin *Closterium*in kaltaisen kukinnan. Leväryhmien esiintyminen on ollut vuosien saatossa (tuloksia alkaen 2012) kovin epätasaista, joka myös antaa kuvan epävakaasta tilanteesta. Kasviplankton ei tue aivan näin hyvää ekologista luokkaa, kuin mitä keskiarvot antavat ymmärtää.

Laakajärven kasviplanktonyhteisön biomassassa oli vähäinen, kun kyseessä on runsashumuksinen järvi ja kun biomassassa on mukana isokokoista limalevää. Lajisto on kuitenkin varsin rikas. Taksonien määrä onkin huomattavasti noussut verrattuna pariin aikaisempaan näytekierrokseen. TPI-arvojen ero eri näytepaikkojen kesken indikoi erilaisia tilanteita, näytepaikalla 13 on vedessä saatavilla vähemmän ravinteita. TPI-arvot ovat seuranneet toisiaan hyvin aikaisempina vuosina.

### 6.4 Vesisammalten metallipitoisuudet

Vesisammalten metallipitoisuuksia tutkittiin vuonna 2018 virtanäkingsammalesta (*Fontinalis dalecarlica*) seitsemältä havaintopaikalta. Havaintopaikat sijaitsivat Oulujoen vesistöalueella Kalliojoessa, Tuhkajoessa ja Jormasjoessa sekä Vuoksen vesistöalueella Lumijoessa, Kivijoessa, Laakajoessa ja Nurmijoessa.

Vuoden 2018 näytteistä ei poikkeuksellisesti määritetty kuivapainoa ja tulokset on esitetty tuorepainoa kohden, minkä vuoksi tulokset eivät ole vertailukelpoisia aiempien vuosien tulosten kanssa. Vuoden 2018 tuloksia oli siten mahdollista vertailla vain näytteenottoaikojen välillä. Vuoksen vesistöalueella pitoisuudet olivat pääasiassa pienemmät kuin Oulujoen vesistöalueella.

Talvivaaran mustaliuskealueilla on useissa tutkimuksissa (Gustavsson ym. 2011, Loukola-Ruskeeniemi ym. 1990, Mäkilä ym. 2012, Mäkinen ja Kauppila 2006), todettu olevan mm. turpeessa, puro- ja järvisedimenteissä, kaloissa ja purovesissä muuta aluetta korkeampia raskasmetallipitoisuuksia. Vesisammalien kohonneissa pitoisuuksissa on nähtävissä kallio- ja maaperän sekä alueellisen maankäytön yhteisvaikutus. Terrafamen kaivostoiminnan vaikutuksen osuutta ei voida yksilöidä.

## 6.5 Vesikasvillisuus

Vesikasvillisuuden tilaa on selvitetty Terrafame Oy:n kaivoksen vaikutusalueella aiemmin ilmakehäväestöavustuksen avulla vuonna 2008, sekä maastossa tehtyjen linjalaskentojen avulla vuosina 2008, 2010 ja 2015. Vuoden 2018 ohjelmassa oli ilmakehäväestöavustuksen avulla tehtävä tarkastelu, jonka tarkoitus oli luoda yleiskuva vesikasvillisuudesta ja antaa tietoa kasvustojen sijoittumisesta vesistöissä. Aineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen ortokuvia vuodelta 2017, sekä vertailuaineistona vuosien 2008-2009 ortokuvia.

Selvityksessä tutkittiin vesikasvillisuuden kehittymistä kolmessa Terrafamen kaivosalueen alapuolisissa järvessä: Kivijärvi, Kalliojärvi ja Jormasjärvi (Talvilahti). Tutkimus tehtiin avoimen ilmakehäväestöavustuksen perusteella. Tarkoituksena oli kerätä tietoa näiden vesimuodostumien vesikasvillisuuden kehityksestä ja mahdollisista muutoksista kasvillisuuden esiintymisestä seurantajaksolla.

Vertaamalla vuoden 2008 ja 2009 ortokuvia vuoden 2017 kuviin vesikasvillisuuden esiintymispäi-koissa- tai laajuudessa ei havaittu merkittäviä muutoksia. Seuraavan kerran vesikasvillisuutta tarkastellaan ilmakehäväestöavustuksen perusteella tarkkailuohjelman mukaan kymmenen vuoden kuluttua. Tarkempia tietoja seurattavien vesimuodostelmien vesikasvillisuudesta saadaan maastossa tehtävien kasvillisuuden linjalaskentojen avulla. Laskentoja on tehty vuosina 2008, 2010 ja 2015. Seuraavan kerran laskentoja tehdään tarkkailuohjelman mukaisesti maastossa vuonna 2021

## 7. KALATALOUSTARKKAILU

Vuoden 2018 kalataloustarkkailuun sisältyi kalastuskirjanpito, kaupallisten kalastajien pyynti- ja saalistiedot, kalojen sisältämien alkuainepitoisuuksien tutkimus sekä sähkö- ja verkkokoekalastukset. Rehja-Nuasjärven purkupuolen ympäristötarkkailu on sisällytetty tarkkailuun vuodesta 2015 alkaen.

Jormasjärvellä ja Kolmisopella kirjanpitokalastajien harjoittama kalastus ja saaliit olivat pääosin samankaltaisia kuin aiempina tarkkailuvuosina. Jormasjärvellä verkkokohtaiset yksikkösaaliit ovat vaihdelleet vuosittain ilman tietynsuuntaista kehitystä, eikä niissä ole havaittavissa kaivostoiminnan vaikutuksia. Kolmisopella kalastajakohtainen saalis oli vuonna 2018 suurempi kuin kahdeksana edellisenä vuotena, mutta kaikista suurin se oli vuonna 2008 ennen kaivostoiminnan alkamista. Yksikkösaaliissa on ollut suuria vuosivaihteluita. Rehja-Nuasjärven Rehjan puolen kirjanpitokalastus oli tarkkailussa mukana toista vuotta. Myös vuoden 2018 kalastus oli pääasiassa harvoilla verkoilla (solmuväli 45-55 mm) tapahtunutta verkkopyyntiä ja niillä kalastettiin sekä jäiden että avoveden aikaan. Kirjanpitokalastajien tärkeimmät saalisajit olivat kuha, made ja hauki.

Kirjanpitokalastusten tulosten perusteella ei voi tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä järvien kalaston tilasta kalastuksen määrän ja laadun vaihtelevuuden vuoksi. Kalastuksen vuosien väliseen vaihteluun ovat vaikuttaneet myös joidenkin aikaisempien kirjanpitokalastajien lopettaminen ja uusien rekrytoiminen. Kolmisopella sekä muilla järvillä joidenkin pyydysten osalta tulosten luotettavuutta vähentää pyynnin pieni määrä.

Rehja-Nuasjärven kaupallisten kalastajien pyynti- ja saalistiedot selvitettiin vuotta 2018 koskien postitiedustelulla. Pyynti- ja saalistietoja pyydettiin neljältä aktiiviselta aiempina vuosina järvellä kalastaneelta kaupalliselta kalastajalta, joista kolme vastasi postitiedusteluun. Rehja-Nuasjärvellä ei nykytiedon mukaan harjoitettu kaupallista kalastusta, mistä syystä järven kalaston tilaa ja kehittymistä ei kaupallisesta kalastuksesta saatavien saalistietojen osalta vuonna 2018 pystytty selvittämään.

Kalojen alkuainepitoisuuksia tutkittiin vuonna 2018 kuuden eri järven kaloista: Jormasjärveltä, Kalliojärveltä, Kiltuanjärveltä, Laakajärveltä, Teerijärveltä ja Ukonjärveltä. Analysoituja metalleja olivat nikkeli (Ni), arseeni (As), elohopea (Hg), sinkki (Zn), kupari (Cu), kadmium (Cd), lyijy (Pb),

koboltti (Co), barium (Ba), mangaani (Mn) ja uraani (U). Lisäksi kaikkien kalojen iät määritettiin. Pitoisuudet olivat pääosin alhaisia ja alle määräysrajan sekä vaihtelivat edellisten tarkkailuvuosien pitoisuusvaihtelun rajoissa.

Ennen kaivostoiminnan alkamista vuonna 2008 Jormasjärvestä määritettiin haukien elohopeapitoisuuksia. Niiden ei ole havaittu nousseen tarkkailujaksolla 2008-2018. Muilta järviltä ja muiden kalalajien osalta ei ole tietoa elohopeapitoisuuksista ennen kaivostoimintaa. Tutkimusjärvillä kaivostoiminnan vaikutusalueen ulkopuolella kalojen elohopeapitoisuudet ovat olleet samalla tasolla kuin kaivoksen vaikutusalueen sisällä ja vaikutusalueen ulkopuolella Ukonjärvellä jopa suurempia. Elohopea on kaloissa pääosin metyylielohopeana, jonka määrä eliöissä on riippuvainen ympäristön olosuhteista eikä niinkään elohopean määrästä, jota Terrafamen purkuvesissä on havaittu vain vähän (Gilmour & Henry 1991, Drevnick ym.2007, Verta ym. 2010). Epäorgaaniset elohopeayhdisteet muuttuvat sedimentin hapettomissa oloissa metyylielohopeaksi rikkiä pelkistävien bakteerien välityksellä (Gilmour & Henry 1991, Drevnick ym.2007, Verta ym. 2010). Kaivostoiminnan vaikutus on näkynyt järvissä erityisesti alusveden kohonneina sulfaattipitoisuuksina (Hakala 2017). Sulfaatin pitoisuus on alueella ollut luontaisestikin lievästi koholla, johtuen mustaliuskeen esiintymisestä alueella (Pöyry 2009 lähteessä Hakala 2017). Jormasjärvellä, Kalliojärvellä ja Laakajärvellä on havaittu alusveden hapettomuutta, mutta kalojen keskimääräisessä elohopeapitoisuudessa ei ole todettu selvästi havaittavaa nousua. Muilla tutkimusjärvillä happitilanne on ollut parempi, eikä niidenkään kalojen elohopeapitoisuuksien voida tähänastisten tarkkailututkimusten perusteella katsoa kasvaneen. Edellä kuvattujen seikkojen lisäksi on huomioitava, ettei kalojen elohopeapitoisuuksissa kaivostoiminnan aikana ole ollut havaittavissa johdonmukaisesti laskevaa tai nousevaa pitoisuustrendiä, vaan pitoisuudet ovat vaihdelleen vuosittain suuresti yksittäisten samankokoisten yksilöidenkin välillä. Pienien näytemäärien (ahven 10 kpl, kuha ja hauki 5 kpl) takia yksittäisten keskimääräisestä poikkeavien yksilöiden vaikutus tuloksissa korostuu. Kuten elohopeapitoisuuksien, myöskään haukien sinkkipitoisuuksien ei ole havaittu nousseen vuodesta 2008. Muidenkaan lajien osalta sinkkipitoisuuksien ei voida katsoa kasvaneen tarkkailujaksolla. Alueen järvien kalojen mangaanipitoisuuksista on tietoa vasta muutamalta vuodelta (2013, 2016-2018), joiden perusteella vaikuttaisi, että pitoisuudet ovat suurelta osin laskeneet vuodesta 2013 vuoteen 2018. Vuonna 2018 mangaanipitoisuudet olivat kaikissa kaloissa alhaisia.

Sähkökoekalastuksia tehtiin vuonna 2018 tarkkailuohjelman mukaisesti Tuhkajoella, Kallio-joella, Lumijoella, Kivijoella ja Laakajoen vanhalla uomalla. Tuhkajoella koealoja oli viisi ja muilla yksi. Kalliojoella saatiin ahvenia, haukia ja särkiä. Yksilötiheydet olivat pieniä, mutta aiempia vuosia suurempia. Lumijoelta saatiin ahventa ja särkeä ja niiden yksilötiheydet olivat pieniä. Kivijoelta saatiin ahventa, särkeä ja madetta. Yksilötiheys oli poikkeuksellisen suuri, mitä voi selittää koekalastuksen aikainen huono happitilanne viereisissä järvissä. Kalat olivat mahdollisesti tulleet Kivijokeen sen paremman happitilanteen vuoksi. Laakajoelta saatiin ahventa, särkeä, haukea ja kivisimppua. Laakajoen uomaa kunnostettiin vuonna 2017, ja yksilötiheydet olivat kasvaneet. Tämä voi olla osoitus kunnostuksen onnistumisesta.

Tuhkajoelta saatiin ahvenia, haukia, mateita, särkiä, harjusta ja taimenta. Tuhkajokeen istutettiin taimenia vuonna 2018 ja Tuhkajoen 5 -koealalta saatiinkin runsaasti taimenen kesänvanhoja poikasia. Tuhkajoki 3 -koealalta saatiin yksi taimenen nollikas poikainen, mikä osoittaa myös luonnollisen lisääntymisen onnistuneen jossain määrin. Joki on siis edelleen taimenen elinympäristöä. Se osoittaa myös, että joessa on sukukypsiä taimenia, vaikka niiden saalismäärät ovatkin olleet viime vuosina pieniä. Kesänvanhojen taimenien osuus taimenen kokonaissaaliista oli 2018 suurempi kuin aiemmin tarkkailujaksolla (97 %). Sähkökoekalastajat eivät ole havainneet pohjalla kutualueita peittävä sakkaa, joka häittäisi kudun onnistumista. Tuhkajoen veden laadussa tai virtaamaoloissa ei vesistö tarkkailutulosten perusteella ole havaittavissa taimensaaliiden vuosittaisia muutoksia selittäviä tekijöitä.

Verkkokoekalastukset tehtiin vuonna 2018 samoilla verkkopaikoilla kuin edellisellä kerralla. Nordicyleiskatsausverkoilla kalastettiin Kalliojärvellä 6 verkolla, Kolmisopella ja Kivijärvellä 10 verkolla, Kiltuanjärvellä 48 verkolla, Jormasjärvellä ja Laakajärvellä 52 verkolla, Nuasjärvellä ja Rehjalla 68 verkolla. Pienillä järvillä (Kalliojärvi, Kolmisoppi ja Kivijärvi) koekalastukset tehtiin pohjaverkoilla. Muilla järvillä koekalastukset toteutettiin syvyysvyöhykkeittäin pohja-, välivesi- ja pintaverkoilla. Rehja-Nuasjärvellä kalastettiin Nordic-yleiskatsausverkkojen lisäksi 20 kuhanpyynnissä tyypillisesti käytetyllä silmäkooltaan 50 mm kokoisella verkolla.

Vuoden 2018 verkkokoekalastusten perusteella Kalliojärven, Kivijärven ja mahdollisesti myös Kolmisopen kalastossa on havaittavissa toipumisen merkkejä kuormituksen vähenemisen sekä loppumisen johdosta. Etenkin ahvenen yksikkösaaliit ovat kasvaneet, kun taas särjen yksikkösaaliit ovat pienentyneet. Jormasjärven, Laakajärven, Kiltuanjärven ja Rehja-Nuasjärven yksikkösaaliissa ei

ole havaittu muutoksia, joiden voitaisiin yksiselitteisesti katsoa johtuvan kaivoksen kuormituksesta tai siinä tapahtuneista muutoksista. Lohikaloihin lukeutuvien kuoreen, muikun ja siian yksikkösaaliit ovat olleet tutkimusjärvillä pieniä koko tarkkailun ajan ja vielä pienentyneet vuosien kuluessa. Kyseisten lajien saalismäärät eivät ainakaan vielä ole kasvaneet Oulujoen ja Vuoksen vesistön järvillä, jotka sijaitsevat virtaussuunnassa Rehja-Nuasjärven purkutupken yläpuolella.

Vuoden 2018 kalastusta koskevan virkistyskalastustiedustelun sekä Rehja-Nuasjärven Nuasjärven puolen kirjanpitokalastuksen tulokset toimitetaan erillisenä raporttina, kun ne valmistuvat. Laaka-järven ja Jormasjärven ahvenien iän ja takautuvan kasvun määrittäminen sekä siihen liittyvä kanta-analyysi jäi vuonna 2018 tekemättä tarkkailuohjelman tulkintavirheen takia. Puuttuivat määritykset ja kanta-analyysi toteutetaan vuoden 2019 aikana.

## 8. POHJAVEDET

Terrafamen kaivoksen vuoden 2018 pohjavesitarkkailu toteutettiin tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2018 uudelle sivukivialueelle KL2 asennettiin 6 uutta pohjavesiputkea. Lisäksi yksi sivukivialueen alle jäänyt putki korvattiin uudella putkella. KL2-alueen pohjavesiputket otettiin tarkkailuun vuonna 2018. Loppuvuodesta primääriliuotuskentän keskikaistalla sijaitsevien kahden pohjavesiputken viereen asennettiin myös tarkkailuputkia suuremmat siiviläputkikaivot TF1 kaivo ja TF2 kaivo, jotka otettiin mukaan pohjavesitarkkailuun.

### 8.1 Talousvesikaivot

Kaivoksen pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin läheisyydessä. Kaivojen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen. Nuasjärven purkutupken tarkkailuohjelmaan sisältyvä porakaivo Nuasjärven Lamposaareissa lisättiin tarkkailuun vuonna 2015 ja vuonna 2016 tarkkailuun lisättiin Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenottamon kaivo (Rimpilänniemen vedenottamo) ja Heterannan vedenottamon kaksi kaivoa.

Talousvesikaivoissa ei havaittu normaalista vaihtelusta poikkeavia pitoisuusmuutoksia. Kaivojen vedenlaatu täytti tutkituilta osin talousveden laatuvaatimukset. Laatusuosituksen mukainen raudan tai mangaanin enimmäismäärä ylittyi Hakorannan ja Lamposaaren talousvesikaivoissa. Lamposaaren kaivon happitilanne on parantunut viime vuosina, mutta Hakoannan kaivon vesi on lähes hapetonta. Myllyniemen talousvesikaivon rautapitoisuus oli myös laatusuosituksia korkeampi. Talousvesikaivojen tarkkailun perusteella ei havaittu kaivostoiminnan vaikuttaneen pohjaveden laatuun tai määrään. Kaivovesinäytteissä todetut pienet metallipitoisuudet johtuvat paikallisista geologisista olosuhteista.

### 8.2 Kallio- ja maapohjavedenlaatu

Primääriliuotusalueen tarkkailupisteissä TF1 putki ja TF2 putki pohjavesi on selvästi hapanta ja metallipitoisuudet ovat huomattavasti muita tarkkailupisteitä korkeammat. Pitoisuuksissa on samankaltaisuuksia PLS-liuoksen koostumuksen kanssa, erityisesti metallien Al, Co, Fe, Ni, U, Zn osalta, joskin pienempinä pitoisuuksina. Pöyryn laatiman pohjavesiselvityksen mukaan pohjavedessä todetut pitoisuudet voisivat mahdollisesti olla peräisin erilaisista poikkeamatilanteista, kuten kalvottomalle alueelle päässeistä ylivuodoista. Tarkkailupisteessä TF1 metallipitoisuudet ovat vaihdelleet suuresti tarkkailuhistorian aikana vuosina 2017-2018. Vuonna 2018 putken TF1 nikkelpitoisuus nousi huomattavasti. Myös TF2 putken nikkelpitoisuus nousi loppuvuodesta. TF1 kaivon ja TF2 kaivon metallipitoisuudet ovat samaa tasoa vastaavien TF putkien kanssa. Sulfaattipitoisuudet TF-putkilla ovat myös vaihdelleet huomattavasti. TF2 putken sulfaattipitoisuus on laskenut, sen sijaan TF1 putken sulfaattipitoisuus nousi huomattavasti vuonna 2018, mutta laski jälleen vuoden lopussa.

Primääriliuotusalueen länsipuolella sijaitsevassa tarkkailupisteessä P7 nikkelpitoisuus on kohonnut aiemmista vuosista ja pitoisuuksissa on huomattavia piikkejä. Myös pohjavesiputken P8 nikkelpitoisuudessa on todettu huomattava nousu. Myös sulfaattipitoisuus tarkkailupisteellä P8 on noussut. Putkessa P7 sulfaattipitoisuus on pysynyt samalla tasolla aiempiin vuosiin nähden.

Kortelammen alueen tarkkailupisteissä pH on laskenut pisteessä Korte2Maa, muissa putkissa pH on pysynyt tasaisena ja putkessa FID5 pH on noussut. Tarkkailupisteessä Korte2Maa sulfaattipitoisuus on korkea ja noussut edelleen. Putkessa Korte3Kallio sulfaattipitoisuus on noussut ja putkessa Korte3Kallio pitoisuus on laskenut. Kortelammen patoaltaan vaikutus pohjaveden laatuun on havaittavissa osalla alueen havaintopisteistä. Kortelammen alueen tarkkailupisteissä metallipitoisuudet ovat nousseet joiltain osin viime vuoteen verrattuna. Kortelammen ja primääririkentän väliin sijoittuvalla putkella R5 sulfaattipitoisuus laski vuonna 2017, mutta on jälleen kohonnut vuonna

2018. Putkessa FID28 sulfaattipitoisuus on myös kohonnut tasaisesti vuodesta 2015 lähtien. Putkessa R5 metallipitoisuudet ovat laskeneet selvästi aikaisempien vuosien pitoisuuksiin verrattuna, mutta nikkelin ja koboltin pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin riskiperusteisena suosituk-sena esitetyt pohjaveden laadun vertailuarvot.

Kipsisakka-altaan ympäristössä pohjavesi on pääosin lähes hapetonta, jonka myötä myös rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat koholla. Tarkkailupisteen FID3 pH on laskenut, muuten pH on pysynyt alueella viime vuoden kaltaisena. Sulfaattipitoisuudet ovat kohonneet pisteissä R0 ja FID27, lisäksi putken R3 sulfaattipitoisuudessa on selkeä piikki huhtikuussa. Metallien osalta pohjavedenlaatu kipsisakka-altaan ympäristössä on pysynyt edellisten vuosien tasolla.

Sekundääriliuotuskentän tarkkailupisteissä pohjaveden metallipitoisuudet olivat pääosin aikaisem-pien vuosien tarkkailutulosten tasolla. Vuonna 2016 koholla ollut kuparipitoisuus laski huomatta-vasti vuonna 2017. Vuonna 2018 kuparipitoisuus kuitenkin jälleen nousi osassa putkia. Putkessa P5 myös nikkelpitoisuus ja sulfaattipitoisuus ovat kohonneet. Pohjaveden virtaus suuntautuu liu-otuskentältä kohti pistettä P14, jossa vesi on hapanta ja metallipitoisuudet ovat hieman kohonneet muihin pisteisiin verrattuna.

Kuusilammen avolouhoksessa on varastoitu happamia vesiä (pH <4), joiden metallipitoisuus on korkea. Avolouhoksen luoteispuolella tarkkailupisteessä P18 sulfaattipitoisuus on laskenut viime vuodesta. Pohjaveden virtaussuunta on kohti avolouhosta, mikä vähentää varastoitavien vesien sekoittumista ympäristöön, mutta veden kulkeutuminen kalliorakoilun suunnassa on mahdollista. Vuoden 2018 alusta avolouhos on ollut vedestä tyhjä ja se on kokonaan malmintuotannossa.

Sivukivialueen KL2 pohjavesitarkkailu aloitettiin vuonna 2018. Ensimmäiset näytteet otettiin huh-tikuussa, jolloin otettiin myös vanhan P11 putken viimeiset näytteet. Putki korvattiin uudella put-kella P11 (uusi). KL2-alueen pohjavesiputkissa pH pysyi tasaisena, lukuun ottamatta putkia P11 (uusi) ja P24, joissa pH laski huomattavasti vuoden aikana. Myös sulfaattipitoisuus nousi kesän aikana näissä putkissa, kun muissa putkissa pitoisuudet pysyivät tasaisena. Alumiinipitoisuus oli huomattavan suuri pisteissä P11 (uusi), P26 ja P28. Alumiinipitoisuus laski kaikissa näissä putkissa vuoden aikana, mutta P11 (uusi) putkessa alumiinipitoisuus kääntyi jälleen nousuun loppuvuo-desta.

Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa kaivospiirin alueella pohjaveden kohonneina metallipi-toisuuksina erityisesti tehdasalueella, primääriliuotusalueella ja Kortelammen alueella. Pohjavesi-tarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä ha-vaittiin primääriliuotuskentällä sekä tehdasalueen ja Kortelammen alueen välisellä alueella. Myös sekundääriliuotuskentän alueella todettiin kohonneita metallipitoisuuksia, joskin pitoisuustasot oli-vat selvästi alhaisempia kuin primääriliuotusalueella. Sivukivialueen itäpuolelle asennetun havain-toputken P11 (uusi) vedenlaadussa näkyy todennäköisesti alueella luontaisesti esiintyvän musta-liuskeen vaikutusta.

## 9. ILMAN LAATU

Kaivoksen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2018 yhteensä 16 tarkkailupisteestä kaivoksen alu-eella sekä sen ympäristössä. Kaivostoiminnan vaikutukset olivat nähtävissä kaivosalueella toimin-tojen läheisyydessä ja ympäristössä tarkkailupisteessä pöly3 (Pirttimäki). Kaivostoiminnan mah-dollisia vaikutuksia kiintoaineslaskeumaa paremmin kuvaavat laskeumanäytteiden hehkutusjään-nökset olivat lähes kaikilla tarkkailupisteillä verrattain alhaisia (0,03-12,7 g/m<sup>2</sup>/kk, > 10 g/m<sup>2</sup>/kk vain yhtenä kuukautena). Suurin osa ympäristön tarkkailupisteiden kiintoaineslaskeumasta oli or-gaanista ainesta, etenkin kesällä, jolloin kokonaislaskeumamäärät ovat poikkeuksetta huomatta-vasti suuremmat kuin talvella.

Laskeumatuloksissa, erityisesti metallilaskeumissa on ollut nähtävissä louhinnan uudelleen käyn-nistyminen elokuusta 2015 lähtien. Vuonna 2018 keskimääräiset metallipitoisuudet olivat kaikissa tarkkailupisteissä korkeammat kuin vuonna 2017. Kaivosalueella korkeimmat metallilaskeumat to-dettiin Kuusilammen avolouhoksen (pöly12) ja toiminta-alueen pohjoispuolella (pöly1). Vuonna 2018 vallitsevat tuulensuunnat olivat eteläkaakosta ja etelästä puhaltavat tuulet. Tehdasalueen pohjoispuolen pitoisuudet selittyvät tuulen suunnalla sekä pisteen ja toimintojen lyhyellä välimat-kalla. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset ovat osittain havaittavissa. Sivukivialueen KL2 rakentaminen näkyy pisteen pöly3 (Pirttimäki) tuloksissa. Pisteiden pöly19 ja pöly20 tuloksissa kaivostoiminta ei kuitenkaan ollut merkittävästi enää havaittavissa. Pisteet pöly19 ja pöly20 sijait-sevat pisteestä pöly3 itään. Suurimmat pitoisuuserot ympäristön tarkkailupisteiden ja ns. tausta-pisteiden (pöly5 ja pöly15) välillä oli rautalaskeumissa. Kuormituksen kehittymistä ei vielä voi en-nakoida, johtuen jaksottaisesta ja vaihtelevasta toiminnantasosta.

Suomen lainsäädännössä ei kiintoaine- tai metallilaskeumalle ole määrätty raja- tai ohjearvoja. Kiintoainelaskeumalle on aikaisempi viihtyvyyshaittaraja, joka on kuitenkin kumottu. Rikkilaskeumalle on annettu Suomen metsätalouksille pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo 0,3 g/m<sup>2</sup>/v (Vnp 480/1996). Vertailu neljä kertaa vuodessa tehtyihin laskeumatuloksiin on vain suuntaa-antava, mutta tulosten perusteella rikkilaskeuman tavoitearvon ylittymisen voi olettaa olevan mahdollista.

Laskeumanesteiden pH-arvoissa ei todettu merkittäviä muutoksia aikaisempiin vuosiin verrattuna. Kaivostoiminnan ensimmäisiin vuosiin (2008-2009) verrattuna keskimääräiset laskeumanesteiden pH-arvot ovat olleet alhaisemmalla tasolla miltei kaikissa tarkkailupisteissä.

Vuoden 2018 laskeumatarkkailun tulosten perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset näkyvät selvimmin tuotantoalueilla ja niiden välittömässä läheisyydessä. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset todettiin suhteellisen pieniksi, ja niiden arvioidaan edelleen tarkentuvan seurannan edetessä tarkkailusuunnitelman mukaisesti.

## 10. MELU

Vuonna 2018 tarkkailuohjelmaan sisältyi kaivoksen merkittävimpien melulähteiden päästölähdemittaukset ja ympäristömelumittaukset. Mittausten tavoitteena oli tunnistaa mahdollisesti häiriötä lähiympäristössä aiheuttavat laitteet, jotta meluntorjuntatoimenpiteet voidaan kohdistaa niihin prosesseihin. Päästölähteiden melupäästömittausten raportti toimitetaan tämän vuosiraportin liitteeksi keväällä 2019. Melupäästömittausten ja ympäristömelumittausten tulosten perusteella kaivokselle laaditaan ympäristölupapäätöksen nro 36/2014/1 määräyksen 33 mukainen meluntorjuntasuunnitelma.

Ympäristömelumittauksissa melun kapeakaistaisuutta ja impulssimaisuutta arvioitiin mittauspisteillä kuulohavainnoin. Melun ei havaittu olevan impulssimaista yhdessäkään mittauspisteessä. Impulssimaisuus kuvaa melun ajallista vaihtelua eli onko se tasaista (jatkuva melu) vai lyhytaikaista ja iskumaista (impulssimainen melu). Melua voidaan luokitella myös sen äänen taajuuden mukaan; kapeakaistainen, laajakaistainen ja pientaajuinen. Kapeakaistaisen melun äänitaso ei ole välttämättä kovin korkea, mutta äänen taajuus tekee siitä häiritsevän (esim. matala jyrinä tai korkea vinkuna).

Melupäästömittaukset tehtiin 20.9. sekä 3. ja 4.10.2018. Mittaustulosten analysointi on kesken ja raportti mittauksista julkaistaan myöhemmin erillisenä.

Kalliojärven mittauspisteessä havaittuja melulähteitä olivat luonnon äänet (erit. puuskittainen tuuli), ilmaston puhaltimien ääni, joka oli selvästi kapeakaistaista.

Myllyniemen mittauspisteessä havaittuja melulähteitä olivat luonnon äänet, liikenne ja ilmaston puhaltimien ääni, joka oli selvästi kapeakaistaista. Päiväaikaisessa mittauksessa kuultiin myös ajoittain kiviauton ääniä, jotka kuuluivat vaimeina.

Sorsalan mittauspisteessä havaittuja melulähteitä olivat luonnon äänet ja ilmaston puhaltimien ääni, joka oli selvästi kapeakaistaista. Päiväaikaisessa mittauksessa kuultiin lisäksi satunnaisia ja vaimeita kiviauton ääniä ja kumahuksia.

Taattolan mittauspisteessä havaittuja melulähteitä olivat luonnon äänet (erit. puuskittainen tuuli), ilmaston puhaltimien ääni, joka oli yöaikaan välillä kapeakaistaista ja päiväaikaan selkeästi kapeakaistaista. Lisäksi kuultiin kiviautojen kiihdytysääniä.

Kun huomioidaan mittausepävarmuus, ei voida todeta alittivatko vai ylittivätkö mittaustulokset mittauspisteissä voimassa olevat ohjearvot, lukuun ottamatta Kalliojärven mittauspistettä päiväaikaisessa mittauksessa, jossa mittaustulos ylitti ohjearvon.

## 11. JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU

Terrafamen kaivoksen keskitetylle vedenpuhdistamolle myönnettiin ympäristölupa 4.1.2017 (Dnro PSAVI/702/2016) ja puhdistamo on ollut toiminnassa vuoden 2017 alusta lähtien. Lupamääräysten mukaisesti keskusvedenpuhdistamolle saa johtaa käsiteltäväksi ympäristölupapäätöksen nro 52/2013/1 lupamääräyksen 6 mukaiset likaantuneet vedet sekä raudansaostuksen alitetta, raudansaostuksen ylitettä, avolouhoksessa olevia liuoskierrosta poistettuja kemikaaliliuoksia ja LONE ylitettä syötteenä käyttävien käänteisosmoosilaitosten rejektejä. Keskuspuhdistamon toiminnassa

muodostuvat päätejätejakeet ovat raudansaostuksen alitteen ja ylitteen neutraloinnissa muodostuvat sakat ja muut kuin metallitehtaan prosessivesien käsittelyssä muodostuvat vesienkäsittelysakat.

Kaivoksen jätejakeiden tarkkailua on tehty vuonna 2018 kuukausinäytteistä, jotka on muodostettu päivittäisistä/viikoittaisista osanäytteistä. Näytteistä on tutkittu kokonaispitoisuuksia sekä liukoisuuksia. Tarkkailuohjelman mukaisesti liukoisuudet tutkitaan kaksivaiheisella ravistelutestillä. Loppuneutralointisakan (646) ja rautasakan (645) näytteille on tehty esikäsittely (laskeutus ja dekantointi), jotta näytteiden kuiva-ainepitoisuus on soveltunut testattavaksi kaksivaiheisella ravistelutestillä. Esineutralointisakan (653) näytteille on voitu tehdä kaksivaiheinen ravistelutesti ilman esikäsittelyä. Vesienkäsittelysakan (572) näytteille on tehty esikäsittely (laskeutus ja dekantointi), mutta silti näytteiden kuiva-ainepitoisuus on jäänyt liian alhaiseksi kaksivaiheiseen ravistelutestiin, joten vesienkäsittelysakan näytteille on tehty yksivaiheinen ravistelutesti.

Komission asetuksen (1357/2014) voimaantulon (1.6.2015) myötä jätteiden vaaraominaisuuksien pitoisuusrajavertailu tehdään jätteen sisältämille kokonaispitoisuuksille tuorepainoa kohti. Nykyisten jäteluokitusperiaatteiden mukaisesti loppuneutralointisakka, rautasakka ja vesienkäsittelysakka ovat tavanomaiseksi luokiteltavia jätteitä. Esineutralointisakka ja sivukivi on sinkkipitoisuutensa perusteella ympäristölle vaaralliseksi luokiteltavaa jätettä. Jätejakeiden luokituksesta ja luokitukseen liittyvistä muutoksista päättää ympäristöviranomaisen.

### 11.1 Loppuneutralointisakka (646)

Loppuneutralointisakassa (646) tutkittujen alkuaineiden kokonaispitoisuudet olivat pääosin samalla tasolla kuin vuosina 2010–2017. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli edellisvuosien tapaan alhainen ja hehikutushäviö oli samalla tasolla kuin edellisvuosina. pH oli myös aiempien vuosien tasolla. Kuiva-ainepitoisuudet olivat korkeammat kuin edellisvuosina, johtuen näytteiden esikäsittelystä.

Loppuneutralointisakan nikkelin liukoisuus oli alhainen edellisvuosien tapaan, myös muiden metallien liukoisuudet olivat alhaisia. Sulfaatin liukoisuudet olivat hieman alhaisemmat edellisvuosina, liukoisuudet ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuusstandardin. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2017. Liuenneiden aineiden kokonaismäärät (TDS) olivat samalla tasolla kuin vuosina 2012–2017.

### 11.2 Rautasakka (645)

Rautasakassa (645) tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet olivat lähes samalla tasolla kuin edellisvuosina. Orgaanisen hiilen kokonaismäärät (TOC) alittivat analyysin määrittämissä rajoissa, hehikutushäviöt vaihtelivat välillä 9–14 %. pH-arvot olivat edellisvuosien tasolla. Kuiva-ainepitoisuudet olivat vuoden 2017 tasolla, johtuen näytteiden esikäsittelystä.

Rautasakassa nikkelin liukoisuudet 3,5 - 21 mg/kg olivat alhaisemmat kuin vuonna 2017 (21 - 45 mg/kg). Vuonna 2018 nikkelin liukoisuudet eivät ylittäneet vaarallisen jätteen kaatopaikkakriteeriä (40 mg/kg) kertaakaan.

Sinkin liukoisuudet olivat alhaisia alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin. Kadmiumin ja kromin liukoisuudet olivat samaa luokkaa kuin edellisvuosina. Uraanin liukoisuudet olivat alhaisia. Rautasakassa sulfaatin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin kaikissa näytteissä. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat pysyneet edellisvuosien tasolla.

Nykyisin muodostuva raudan sakeuttimen alite ohjataan jatkokäsittelyyn keskusvedenpuhdistamolle, eikä sitä näin ollen loppusijoiteta kipsisakka-altaalle sellaisenaan. Näin ollen rautasakalla ei ole varsinaista jättestatusta eikä sen sisällyttäminen jätejakeiden tarkkailuun ole tarkoituksenmukaista. Näin ollen ehdotamme, että rautasakan tarkkailu voitaisiin lopettaa.

### 11.3 Esineutralointisakka (653)

Esineutralointisakan (653) kupari-, sinkki- sekä kadmiumpitoisuudet olivat matalampia verrattuna vuoteen 2017. Kobolttin ja kromin pitoisuudet olivat vuoteen 2017 verrattuna hieman matalampia. Esineutralointisakan rautapitoisuudet olivat korkeammat kuin vuosina 2014–2017. Hehikutushäviö ja TOC olivat alhaiset.

Kadmiumin liukoisuudet olivat vuoden 2017 tasolla, ylittäen muutamassa näytteessä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin. Nikkelin ja sinkin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen

kaatopaikkakelpoisuuskriteerin edellisvuosien tapaan. Lyijyn ja vanadiinin liukoisuudet olivat samaa luokkaa kuin edellisvuonna. Sulfaatin liukoisuudet olivat korkeammat kuin edellisvuosina 2010–2017.

#### 11.4 Vesienkäsittelyn sakka (572)

Vesienkäsittelysakassa (572) metallipitoisuuksissa oli huomattavaa vaihtelua heinä-lokakuun näytteissä verrattuna muihin näytteisiin. Vesienkäsittelysakan liukoisuudet eivät ylitä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteereitä vuoden 2017 tavoin. Fluoridin, sulfaatin ja TDS:n liukoisuudet ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden. Liukoisuuksia ei pystytty määrittämään Heinä-lokakuun näytteistä matalan kuiva-ainepitoisuuden vuoksi esikäsittelystä ja yksivaihesesta ravistelutestistä huolimatta.

#### 11.5 Sivukivi KL2

Sivukivi KL2 sinkkipitoisuus ylitti tuorepainoksi muutettuna vaarallisen jätteen pitoisuusrajan 2 500 mg/kg tammi-huhtikuussa, elo-syyskuussa, sekä marraskuussa. Metallien liukoisuuksien perusteella sivukivi on mahdollista sijoittaa tavanomaisen jätteen sijoitusalueelle. Sivukiven pH-arvo oli heinä-elokuussa sekä marraskuussa alle 6.

Pitkän aikavälin tarkastelua sivukiven ominaisuuksista ei vielä ole olemassa olevan tarkkailutiedon perusteella ole mahdollista tehdä, mutta joulukuusta 2017 asti kerätyn tiedon perusteella sivukiven ominaisuuksissa ei olla havaittu suurta vaihtelua. Sivukiven laatua tarkkaillaan myös jatkossa tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain, jolloin myös pidemmän aikavälin tarkastelu on mahdollista.

## 12. POIKKEAMAT TARKKAILUSUUNNITELMASTA

Vuoden 2018 aikana tehtiin muutamia poikkeamia tarkkailuohjelmasta. Poikkeamat johtuivat tarkkailua toteuttavan konsultin ja/tai analyysistä vastaavan laboratorion inhimillisistä virheistä. Alla on esitetty yhteenveto toimenpiteistä poikkeamiin liittyen.

Purkuputkeen johdettavasta vedestä tulee tehdä kerran vuoteen laaja alkuaineanalyysi, joka jäi tekemättä. Päästovesistä analysoidaan myös kerran vuodessa pitkäikäiset alfa-aktiiviset ja beta-aktiiviset aineet ja nämä määritykset jäivät myös tekemättä. Kaikki kerran vuodessa tehtävät määritykset tehdään keväällä 2019 otettavasta ylimääräisestä näytteestä. Uudet määritykset tehdään syksyllä 2019 otettavista näytteistä.

Laakajärven ja Jormasjärven ahvenien iän ja takautuvan kasvun määrittäminen sekä siihen liittyvä kanta-analyysi jäi vuonna 2018 tekemättä tarkkailuohjelman tulkintavirheen takia. Puuttuvat määritykset ja kanta-analyysi toteutetaan vuoden 2019 aikana.

Vesisammalten metallimääritykset tehtiin tuoreista näytteistä, jonka vuoksi tulokset eivät ole vertailukelpoisia aiempien vuosien tulosten kanssa. Näytteenotto ja määritykset uusitaan vuonna 2019.

Pintavesien biologiseen tarkkailuun sisältyvät kasviplanktonnäytteet jäi ottamatta heinäkuussa 2019. Viranomaisien kanssa käydyn keskustelun mukaan yhden näytteenottokerran tulosten puuttuminen ei ole ratkaisevaa. Seuraavan kerran kasviplanktonnäytteenotto on vuonna 2021.

## 13. KEHITYSEHDOTUKSET

Terrafamen kaivoksen tarkkailua esitetään jatkettavan voimassa olevan tarkkailusuunnitelman mukaan.

Pintavesien fysikaalis-kemiallista tarkkailua ehdotettiin jatkettavan pääosin nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti. Koska Vuoksen vesistöön ei ole purettu kaivoksen vesiä vuoden 2016 kevään jälkeen, ei Kiltuanjärven virtaamaseurannalla nykyisin olevan kaivoksen vaikutusten tarkkailun kannalta merkitystä. Tästä syystä voisi olla tarkoituksenmukaisempaa luopua Kiltuanjärven virtaamaseurannasta ja sen sijaan seurata esimerkiksi Kajaaninjoen virtaamaa, jonka avulla voitaisiin arvioida Nuasjärven vesistövaikutuksia.

Pohjaeläintarkkailuasetelmaan esitetään edelleen liitettäväksi vertailualueita joki- ja järvi-kohteille, jotta eliöyhteisöissä tapahtuvan luontaisen vaihtelun määrää voitaisiin paremmin arvioida. Vertailualueiksi valitaan kohteita, jonne ei kohdistu kaivostoiminnan vaikutuksia.



Pohjaeläintarkkailua tulee jatkaa vähintään saman laajuisena kuin vuonna 2018, jotta toiminnan mahdolliset pitkäaikaiset vaikutukset yhteisöihin pystytään havaitsemaan.

Piilevyhteisöjen tarkkailua suositellaan jatkettavan tarkkailuohjelman mukaisesti ja käytettävän jatkossa sekä TT40-, PMA- että IPS -indeksejä tilan kehittymisen seurannassa.