

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
16.6.2017

Viite
1510023730 ja 1510024162

TERRAFAME OY

TERRAFAMEN KAIIVOS

VELVOITETARKKAILU 2016

OSA I: YHTEENVETO



TERRAFAME OY
YHTEENVETO - TERRAFAMEN KAIVOKSEN TARKKAILU
VUONNA 2016

Päivämäärä **16.6.2017**
Laatija **Petra Ihanamäki, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **Katariina Koikkalainen, Ramboll Finland Oy**

Hyväksyjä **Tuomas Lahti, Terrafame Oy**
Kuvaus **Elina Salmela, Terrafame Oy**
Kaivoksen ympäristötarkkailun vuosiraportti 2016

Viite **1510023730 ja 1510024162**

Kannen kuva: Näkymä liuotus- ja tehdasalueelle 6.2.2014

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tuotantoprosessi	1
1.2	Vesien käsittely ja johtaminen	2
1.3	Lupatilanne	2
1.4	Tarkkailuvelvoite	3
2.	TARKKAILUN TAUSTATIEDOT	4
2.1	Tarkkailualue	4
2.2	Säätila	5
2.3	Vedenkorkeudet ja virtaamat	7
3.	KÄYTTÖTARKKAILU (TERRAFAME OY)	8
4.	PÄÄSTÖTARKKAILU	8
4.1	Vesipäästöjen tarkkailu	8
4.2	Ilmapäästöjen tarkkailu	9
5.	PINTAVESIEN FYSIKAALIS-KEMIALLINEN LAATU	9
6.	PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU	11
6.1	Kasviplankton	11
6.2	Pohjaeläimet	11
6.3	Piilevä	11
7.	KALATALOUSTARKKAILU	12
7.1	Verkkokoekalastus	12
7.2	Kalojen raskasmetallipitoisuudet	12
7.3	Sähkökoekalastukset	13
7.4	Kirjanpitokalastus	14
7.5	Ammattikalastajien pyynti- ja saalistiedot	14
7.6	Kalastustiedustelu	14
8.	POHJAVEDET	15
9.	ILMAN LAATU	16
10.	JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU	17
11.	KEHITYSEHDOTUKSET	19

1. JOHDANTO

Terrafame Oy:n kaivos on monimetallikaivos, jossa tuotetaan päätuotteen nikkelin lisäksi sinkkiä, kobolttia sekä kuparia. Kaivoksen 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, käynnistettiin 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 ensimmäinen 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.

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.

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi huhtikuussa 2015 ympäristöluvan käsittelyjen vesien johtamiseksi purkuputkessa Nuasjärveen (päätös nro 43/2015/1). Purkuputken koekäyttö aloitettiin 25.9.2015 ja varsinainen käyttö 3.11.2015. Vuonna 2016 pääosa kaivoksen puhdistetuista ylijäämävesistä johdettiin Nuasjärven purkuputken kautta Oulujoen vesistöön.

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-altaissa 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-altailla. Ennen keskusvedenpuhdistamon käyttöönottoa kipsisakka-altaalle johdettiin myös raudansaostuksen alitesakka.

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 Kollimisopesta ja porakaivoista sekä avolouhokseen kertyvinä kalliopohjavesinä.

Kaivosalueella vesienkäsittelyä vaativia vesiä ovat prosessivedet, louhitun malmin, rikkipitöisen sivukiven tai läjitetyn jätteen kanssa kosketuksiin joutuvat sade- ja valumavedet, avolouhosten kuivatusvedet, avolouhoksen pintamaan poistoalueilta muodostuvat kuivatusvedet, sulfaatti- ja metallipitöiset tehdasalueen hulevedet sekä primääri- ja sekundääriliuotusalueiden ympäriltä ja muilta alueilta kerättävät suojapumppausvedet sekä muut vastaavat likaantuneet vedet, jotka on palautettava kaivoksen liuosvesikiertoon tai puhdistettava ennen vesistöihin tai uusiin varastoal-
tasiin johtamista siten, että ympäristölupapäätösten määräyksissä^{1,2} määrätty pitoisuusraja-arvot eivät ylity.

Kaivosalueen puhtaat sade-, sulamis- ja valumavedet sekä muut vedet, joista ei aiheudu päästö- ja tai ympäristön pilaantumisen vaaraa, erotetaan likaantuneista vesistä jätevesien varastointia, puhdistamista ja johtamista koskevan ympäristöluvan lupamääräyksen 5¹ mukaisesti. Puhtaita totetut vedet johdetaan maastoon tai vesistöihin.

Ympäristölupa ohjaa kaivosalueelta pois johdettavan veden laatua, määrää, purkureittii ja siitä ympäristöön aiheutuvaa kuormitusta. Käsiteltyjä vesiä ja alueelle tulevia sade-, valuma- ja kalliopohjavesiä johdetaan käsittelyn jälkeen ympäristöluvan rajoituksin Oulujoen ja Vuoksen vesistön suuntiin. Vuonna 2016 pääosa kaivoksen puhdistetuista ylijäämävesistä johdettiin Nuasjärven purkupu-
tken kautta Oulujoen vesistöön. 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 luvitus-
prosessin alkuvaiheessa.³

Terrafamen aloitettua toiminnan, olivat keskeisimmät ympäristölupaprosessit⁴ ratkaistavana VHO:ssa. VHO antoi 28.4.2016 päätöksen kaikkiin keskeisiin lupaprosesseihin ja määräsi kyseiset keskeiset ympäristö- ja vesitalousluvat määräaikaiseksi vuoden 2018 loppuun saakka tai kunnes uudet ympäristöluvat ovat saaneet lainvoimaisen luvan. Samassa yhteydessä VHO määräsi Terrafamea hakemaan AVI:lta uudet ympäristö- ja vesitalousluvat 31.8.2017 mennessä. Yhtiö on valittanut VHO:n päätöksistä, joten niiden käsittely jatkuu KHO:ssa, josta odotetaan päätöstä aikaisintaan vuoden 2017 aikana.³

Yhtiöllä on käynnissä kaksi koetoimintaa koskevaa päätöstä.⁵ Lisäksi yhtiöllä on vireillä aluehallintovirastossa ympäristölupahakemus koskien vesienkäsittelyssä syntyvien sakkujen ja lietteiden käsittelyä ja loppusijoittamista ja siten myös kaivoksen vesitaseeseen kuuluvan valuma-alueen pienentämistä (PSAVI/931/2015) ja uutta sivukivialuetta KL2 (hakemus jätetty lokakuussa 2016).³

Yhtiö jätti alkuvuonna 2016 ympäristölupahakemuksen keskitetyn vedenpuhdistamon rakentamisesta ja käytöstä. Keskuspuhdistamolle myönnettiin ympäristölupa ja toiminnan aloittamislupa 4.1.2017 (PSAVI/702/2016). Ennen varsinaista käyttöönottoa keskuspuhdistamolla suoritettiin prosessin säätöä AVI:lle toimitetun koetoiminta-ilmoituksen⁶ mukaisesti.³

¹ Ympäristölupapäätöksen Nro 52/2013/1 (31.5.2013) lupamääräys 8

² Ympäristölupapäätöksen Nro 43/2015/1 (24.4.2015) lupamääräys 1

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

⁴ 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 purkupu-
tken ympäristölupa (AVI:n päätös Nro 43/2015/1).

⁵ Kipsisakka-altaan peiterakennekokeet, päätös Nro 129/2016/1 ja rikkipuhon syöttö agglomeraattiin bioliuotuksessa, päätös Nro 85/2016/1

⁶ Päätös Nro 142/2016/1, 28.10.2016

Yhtiöllä on valmisteilla myös ympäristölupahakemus rikkidioksidin käytöstä metallien talteenotto-laitoksella. Terrafame on myös jatkanut velvoitetarkkailua aiempien toimijoiden tarkkailuohjelmien mukaisesti ja tarvittaessa niitä täydentäen.

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 täydennetty aina tarvittaessa mm. pohjavesitarkkailun osalta. Edellä mainitun ohjelman lisäksi Kainuun ja Lapin ELY-keskukset ovat 18.12.2015 Terrafame Oy:lle antamallaan päätöksellä hyväksyneet hakijan esittämän purkuputken ympäristövaikutusten tarkkailusuunnitelman päätöksessä annetuin lisämääräyksiin.

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

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.

Vuosina 2014 - 2016 tarkkailua toteutettiin kipsisakka-altaan vuodon jälkeen päivitetyn tarkkailusuunnitelman (Pöyry, 27.6.2014) mukaisesti⁷. Lisäksi tähän ohjelmaan on lisätty em. Kainuun ELY-keskuksen päätöksessä vaadittu pohjavesitarkkailun laajennussuunnitelma.⁸ Vuonna 2015 tarkkailuun lisättiin myös Nuasjärven purkuputken ympäristötarkkailu, jota toteutettiin Eversheds Asianajotoimisto Oy:n Talvivaaran konkurssipesän puolesta Kainuun ja Lapin ELY-keskuksille toimittaman esityksen mukaisesti.⁹ Purkuputken tarkkailuohjelman hyväksymispäätöksessä annetut lisäykset ovat olleet tarkkailussa vuodesta 2016 alkaen.

Terrafamen kaivoksen tarkkailuun sisältyi vuonna 2016 kaivoksen tuotannon kiinteänä osana toteutettu käyttötarkkailu, Ilmatieteenlaitoksen toteuttamat ilmanlaatumittaukset sekä Ramboll Finland Oy:n toteuttamat päästö- ja ympäristövaikutusten ja jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden tarkkailu. Päästötarkkailu sisälsi prosessin ja kaivoksen ylijäämävesien ja saniteettivesien sekä ilmapäästöjen tarkkailun.

Kaivoksen ja Nuasjärven purkuputken ympäristövaikutusten tarkkailu sisälsi pintavesien fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailun ja Nuasjärven-Rehjan alueella lisäksi pintaveden kasviplanktonin tarkkailun. Ympäristövaikutusten tarkkailuun sisältyi pohjavesi- ja pölylaskeumatarkkailu. Tarkkailuohjelman pintavesien biologiseen tarkkailuun kuuluva piilevätarkkailu Kivijoella ja Tuhkajoella jäi toteuttamatta vuoden 2016 osalta inhimillisen virheen vuoksi.

Tarkkailuohjelmassa ilman laadun tarkkailuun sisältyvä talveksi 2014 – 2015 suunniteltu leijumamittaus aloitettiin talvella 2015 ja sitä jatkettiin kesään 2016.

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 (Kasviplankton ja Pohjaeläimet)
- Osa VII Kalataloustarkkailu
- Osa VIII Pohjavedet
- Osa IX Pölylaskeuma
- Osa X Jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuus
- Osa XI Ilmanlaatumittaukset

⁷ Dnro KAIELY/1/07.00/2013 (24.2.2014), Dnro POSELY/206/07.00/2012 ja Dnro POSELY/1427/5720- 2012 (24.2.2014)

⁸ Dnro KAIELY/1707.00/2013 (10.6.2014)

⁹ Dnro KAIELY/752/2014 ja LAPELY/1147/5723-2015 (18.12.2015)

2. TARKKAILUN TAUSTATIEDOT

2.1 Tarkkailualue

Terrafamen kaivos sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskusta lounaaseen. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². 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 metsätaloustyössä.

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

Alueen kasvillisuus, eläimistö ja linnusto ovat Kainuulle tyypillisiä. Alueella esiintyvistä eläinlajeista liito-orava ja lepakot (pohjanlepakko, viiksisiippa ja isoviiksisiippa) 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, Tuuskajoen, Jormasjärven ja Jormasjoen kautta Nuasjärveen. Vuoksen vesistöalueen puolella purkureitti kulkee Ylä-Lumijärven ohitusojan kautta Lumijokeen ja edelleen Kivijärveen ja Kivijokeen kautta Laakajärveen. Vedet on johdettu Ylä-Lumijärven ohi vuoden 2013 alkupuolelta alkaen. Vuonna 2015 aloitettiin kaivoksen puhdistettujen ylijäämävesien johtaminen Nuasjärven purkupuutken 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 tuolloin tehdyistä kalkitusista.

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.

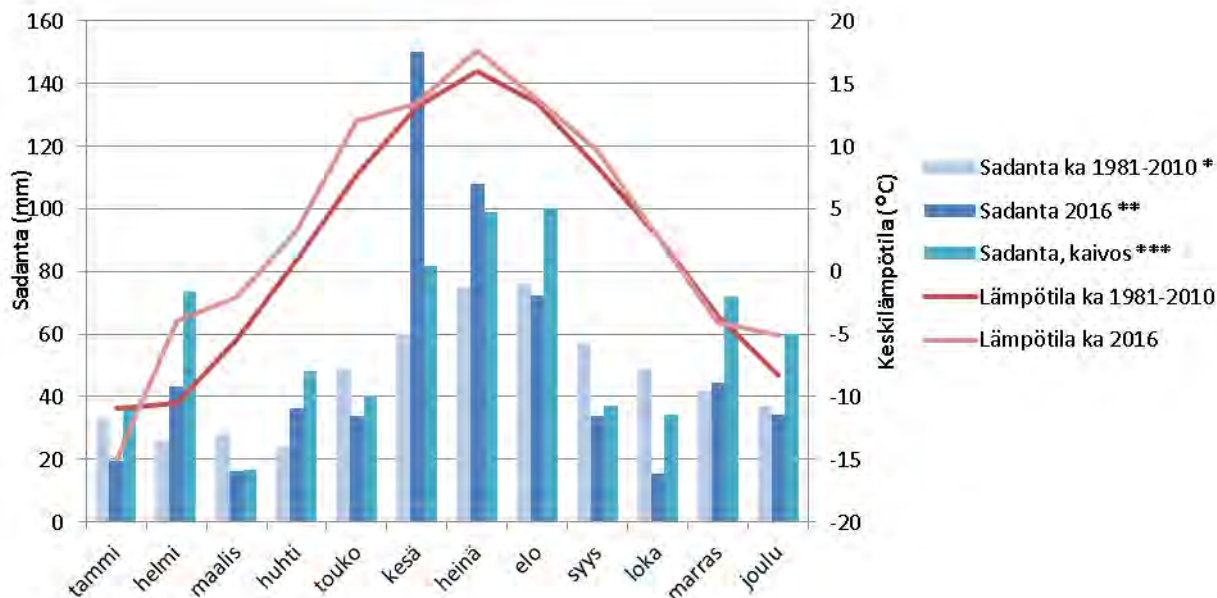
Velvoitetarkkailuun kuuluvien osa-alueiden tarkkailualueet ja tarkkailupisteiden sijainnit sekä tarkemmat tiedot toteutetusta tarkkailusta on esitetty erillisissä vuosiraportin osaraporteissa.

2.2 Säätila

Lämpötila ja sadantatiedot on esitetty Ilmatieteen laitoksen Kajaanin lentokentän ja Petäisenniskan sääasemien sekä kaivoksen oman sääaseman mittaustietojen perusteella. Kaivoksella on mitattu sadantaa vuodesta 2013 lähtien osana yhtiön omaa ympäristöseurantaa.

Vuosien 1981–2010 keskiarvoihin verrattuna vuosi 2016 oli lämpimämpi Kajaanin sääasemalla. Helmikuusta heinäkuuhun kuukausittainen keskilämpötila oli jopa useamman asteen pitkänajan keskiarvojen yläpuolella. Elokuusta marraskuuhun lämpötilat olivat pitkänajan keskiarvojen mukaisia. Vuoden 2016 keskimääräiset kuukausilämpötilat ja niiden vertailu pitkänajan keskiarvoihin on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2-2).

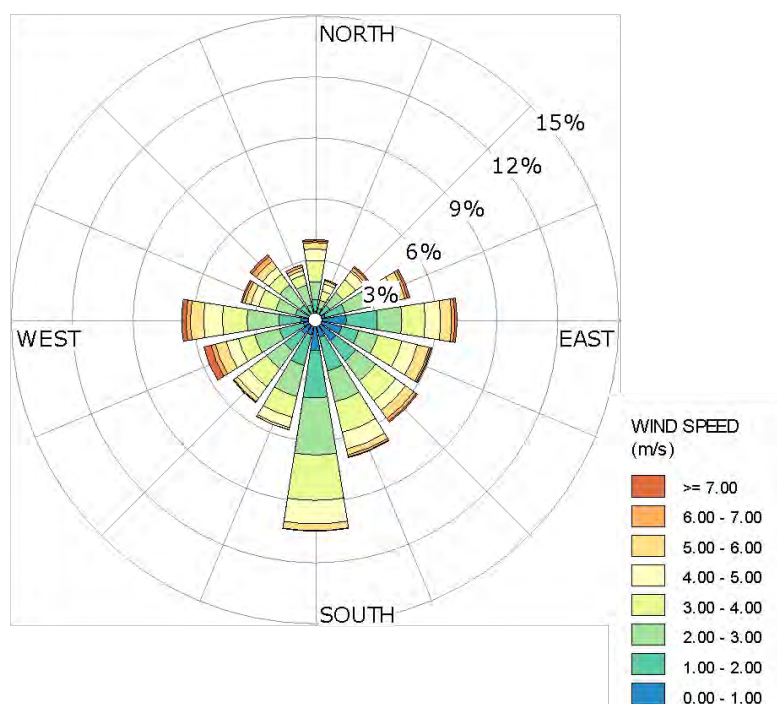
Vuonna 2016 Kajaanin Petäisenniskan sademäärä vastasi pitkänajan keskiarvoa. Kesä- ja heinäkuuta lukuun ottamatta, kuukausittainen sadanta oli kaivosalueella suurempi kuin Petäisenniskan mittausasemalla. Etenkin tammikuussa sekä loppuvuotena kesäkuusta joulukuuhun sademäärät olivat selvästi keskiarvoja suuremmat (Kuva 2-2).



Kuva 2-2 Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2016 sekä vertailu pitkänajan (1981–2010) keskiarvoihin. Sadantatiedot Kajaani *lentoasema ja Paltaniemi, **Petäisenniska, *kaivosalue**

Säätilan tulkinnassa on käytetty Kajaanin lentoaseman tuulitietoja. Kuvassa 2-3 on esitetty keskimääräinen tuulijakauma lentokentän sääaseman mittausten perusteella koko vuoden ajalta. Asema sijaitsee noin 38 kilometriä kaivoksesta lounaaseen/pohjoiseen eikä näin ollen tarkalleen kuvaa kaivosalueella vallitsevia tuuliolosuhteita.

Tuulen suunnalla tarkoitetaan aina ilmansuuntaa, josta tuuli puhaltaa. Tuulen vallitseva suunta käy ilmi tuuliruususta. Alueen vallitseva tuulensuunta oli etelä, jonka prosentuaalinen osuus oli noin 10 %.



Kuva 2-3 Kajaanin lentokentän sääaseman keskimääräiset tuulen suunnat ja nopeudet vuonna 2016. Ilmatieteenlaitos, avoin aineisto (18.1.2017).

2.3 Vedenkorkeudet ja virtaamat

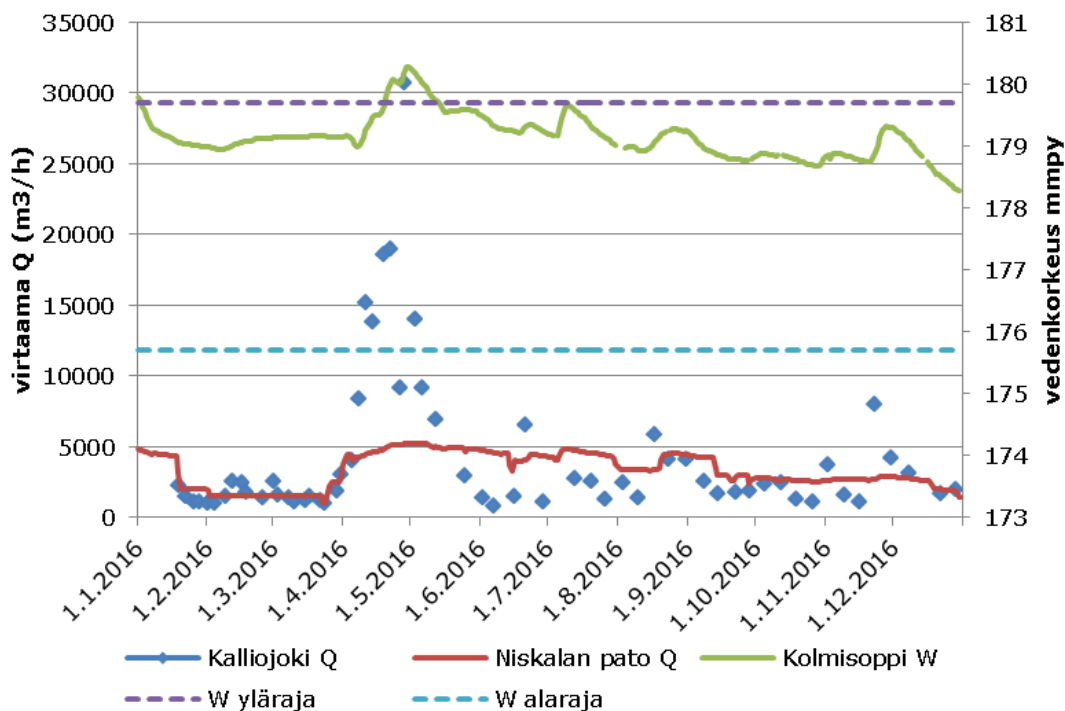
Virtausolosuhteiden sekä pinnankorkeuksien kuvaamisessa on käytetty OIVA -ympäristö- ja paikakatietopalvelusta saatavia tietoja sekä soveltuvin osin SYKE:n vesistömallia. Niskalan padon ja Kalliojoen virtaama sekä Kolmisopen pinnankorkeus (Kuva 2-4) ovat kaivoksen omasta tarkkailusta.

Vuonna 2016 Kalliojoen keskivirtaama oli mittaustulosten perusteella 1,17 m³/s. Kalliojoen keskivirtaama oli mittaustulosten perusteella 1,8 m³/s vuonna 2015 ja 1,4 m³/s vuonna 2014. Keski-
virtaama oli vesistömallin perusteella 0,85 m³/s vuonna 2013, 1,28 m³/s vuonna 2012 ja 0,82 m³/s vuonna 2011.

Kolmisopen pinnankorkeuden säännöstely on aloitettu vuonna 2009. Vuonna 2016 Kolmisopen vedenkorkeus pysyi valtaosan vuotta tasaisena. Kevättulvan aikaan pinnankorkeus nousi hetkellisesti yli ylärajan ja marraskuun lopulta alkaen pinnankorkeus oli laskussa.

Niskalan säännöstelypadolla säännöstellään Kolmisopin vedenpintaa. Padon virtaaman kuukausikeskiarvot vaihtelivat vuoden 2016 aikana 1 500 – 5 000 m³/h. Niskalan padon virtaama oli heinä-syyskuussa alhainen.

Jormasjoen luusuan keskivirtaama oli 3,77 m³/s vuonna 2016, mikä vastaa pidemmän aikajakson 1980–2010 keskivirtaamaa (~3,9 m³/s).



Kuva 2-4 Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamat sekä Kolmisopen havaittu pinnankorkeus. Kolmisopen pinnankorkeuden ylä- ja alaraja on esitetty katkoviivalla.

3. KÄYTTÖTARKKAILU (TERRAFAME OY)

Terrafamen kaivoksen käyttötarkkailun tulokset on esitetty vuosiraportin osassa 2. Raportissa on kuvattu kaivoksen tuotantoprosessit, tarveaineiden kulutus ja syntyneet jätteet vuoden 2016 osalta. Vesienhallinnan osalta raportissa on kuvattu kaivoksen raakaveden otto ja juoksutusmäärät. Vuonna 2016 Kolmisoppijärvestä otettiin vettä 1 432 077 m³. Tästä 569 805 m³ oli raaka-vesilinjan sulanapitovirtaamaa, joka johdettiin sellaisenaan takaisin luontoon tehdasalueen ulkopuolelle.

Kaivosalueelta johdettiin käsiteltyjä ylijäämävesiä vesistöön 9 617 642 m³, josta pohjoiseen Oulujoen vesistöön 7 114 831 m³ Nuasjärveen purkuputken kautta ja 1 500 401 m³ Kolmisoppeen ja etelän suuntaan Vuoksen vesistöön 1 002 410 m³. Vesipäästöjen tarkkailun yhteenveto on esitetty kappaleessa 4 ja koko raportti vuosiraportin osassa 3.

Käyttötarkkailun raportissa on kuvattu vuonna 2016 kaivoksella tapahtuneet poikkeustilanteet ja ympäristöhavainnot. Vuonna 2016 kaivosalueen ulkopuolelta tuli yhteensä 20 ilmoitusta ympäristöhavainnosta, jotka koskivat melu-, tärinä-, vesi- ja hajuhavainnoja.

Keväällä 2016 Terrafame teki lisäjuoksutuksia alueella varastoitujen vesien turvallisen hallinnan varmistamiseksi. Joulukuussa kaivoksen tehdasalueella sijaitsevalla rikkivetykehittimellä syttyi tulipalo, jonka vuoksi metallien talteenottolaitos ajettiin 16.12. alas loppuvuoden ajaksi. Vuoden 2016 aikana valvovalle ympäristöviranomaiselle ilmoitettiin 17 poikkeustilannetta, joihin on sisällynyt riski vaikutuksista ympäristöön. Poikkeustilanteet liittyivät häiriötilanteisiin, ympäristön-suojarakenteisiin ja putkivaurioihin.

4. PÄÄSTÖTARKKAILU

4.1 Vesipäästöjen tarkkailu

Kaivoksen prosessivesiä on johdettu jälkikäsitteily-yksiköiden kautta Oulujoen ja Vuoksen suunan vesistöihin vuoden 2009 lopulta lähtien. Syksystä 2013 lähtien valtaosa puhdistetusta prosessivedestä (LONE-ylite) on johdettu käänteisosmoosilaitokselle. Valtaosa ympäristöön purettavista vesistä koostuu kaivosalueelle kertyneistä sade- ja valumavesistä, jotka käsitellään ennen johtamista ympäristöön. Vuonna 2015 otettiin käyttöön purkuputki puhdistettujen vesien juoksettamiseksi kaivosalueen Latosuon altaalta Nuasjärven Juurikkalahden edustalle. Purkuputkella ohitetaan kaivosta lähimpänä olevat pienemmät vesistöt.

Terrafamen kaivoksen päästovesitarkkailuun sisältyi vuonna 2016 kaivoksen alueella muodostuvien ja varastoitujen, käsitteilyä vaativien vesien, prosessin ylijäämävesien sekä saniteettipuhdistamon veden laadun, määrän ja syntyvän ympäristökuormituksen tarkkailu. Vesistöihin johdettavien vesien laatua tarkkailtiin viikoittain otettavien näytteiden purkupisteiltä lähtevästä vedestä, mikäli käsiteltyjä jätevesiä juoksettiin vesistöön. Tarkkailutulosten perusteella seurattiin ympäristöluvassa annettujen lupamääräysten toteutumista sekä arvioitiin käsitteily-yksiköiden puhdistus-tehoja eri aineiden suhteen.

Vuonna 2016 kaivoksen vedenkäsitteily-yksiköiltä lähtevän päästöveden tarkkailunäytteitä otettiin loppuneutralointiyksikön tarkkailupisteestä Lone ja kuudesta pisteestä, joista tarkkailtiin vesistöihin johdettavan veden laatua viikoittain juoksetusten ollessa käynnissä. Oulujoen suuntaan johdettavien puhdistettujen vesien laatua tarkkailtiin ns. vanhojen purkureittien osalta Kärsälammen, Kuusilampi 2:n ja Latosuon tarkkailupisteiltä sekä Nuasjärven purkuputkesta. Vuoksen vesistön suuntaan käsiteltyjä vesiä johdettiin ainoastaan näytepisteiden Kortelampi 1 ja Kortelampi 2 kautta. Torvelansuon käsitteily-yksikkö ja purkupiste on poistettu käytöstä. Sekundääriliuotusalueen suojapumppausvesien käsitteily-yksiköltä ei johdettu vesiä tarkkailupisteen Torrakkopuro (Sep9) kautta vuonna 2016.

Vuonna 2016 kaivosalueelta johdettiin ulos vesistöihin yhteensä noin 9,62 miljoonaa kuutiota käsiteltyjä jätevesiä, joista noin 90 % johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön ja noin 10 % etelään Vuoksen vesistöön. Vuonna 2016 kokonaisjuoksutusvesimäärä oli lähes 1,5 miljoonaa kuutiota suurempi kuin vuonna 2015.

Kaivosalueelta tehtiin lisäjuoksutuksia 9.4.–6.5.2016 noin 1,9 milj. m³, josta vanhoille purkureille pohjoiseen noin 1,1 milj. m³ ja etelään noin 0,7 milj. m³ sekä purkuputkea pitkin Nuasjär-

veen 27.–30. 4. noin 80 000 m³. Lisäjuoksutusten osuus oli noin 20 % vuonna 2016 juoksutetusta kokonaisvesimäärästä.

Päästötarkkailunäytteiden vedenlaatu oli pääosin lupamääräysten mukaista ja metalli- ja sulfaattipitoisuudet alittivat määrätyt pitoisuusraja-arvot kaikilla näytteenottokerroilla. Nuasjärven purkuputken veden pH ylitti luparajan kahdesti yksittäisten näytteiden osalta. Kortelampi 2:n purkupisteellä luparaja ylittyi tammikuussa virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvon pH:n ja huhtikuussa kiintoaineen osalta.

STUK:n laboratoriossa tehtyjen radioaktiivisuusmäärityksillä selvitettiin veden pitkäaikaisten alfa- ja beeta-aktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuutta ja veden radonpitoisuutta. Mittausten perusteella näytteiden aktiivisuuspitoisuudet olivat alhaiset ja turvallisuustavoitteen mukaisia.

Käsittely-yksiköille tulevien ja sieltä lähtevien vesien keskiarvopitoisuuksien avulla laskettiin suuntaa antavat keskimääräiset puhdistustehot kiintoaineelle, sulfaatille, arseenille, kuparille, mangaanille, nikkelille, raudalle, sinkille ja uraanille. Kalkkineutraloinnin puhdistusteho oli metallien (Cu, Mn, Ni, Fe, Zn, U) suhteen erinomainen keskimääräisen puhdistustehon vaihdellessa välillä 92–100 %. Sulfaatin osalta puhdistustehot vaihtelivat välillä 6–67 %. Kiintoaineen pitoisuuksissa eteläisellä käsittelyalueella Kortelammella ei tapahtunut reduktiota kun taas vastaavasti kaivosalueen käsittelyalueella Kuusilammella kiintoainereduktio oli erinomainen.

Vuoden 2016 tarkkailujaksolla vanhojen purkureittien osalta nikkelin, kuparin, sinkin ja mangaanin kokonaiskuormitus alitti luvan 52/2013/1 mukaiset luparajat. Sulfaatin ja natriumin kokonaiskuormitus ylitti luparajan.

Purkuputken kautta johdetun veden ympäristökuormitus alitti kuparin, mangaanin, nikkelin, sinkin, sulfaatin ja natriumin osalta määrätyt vuosittaiset luparajat. Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen mukaan kuukausittainen kuormitusmäärä sulfaatin osalta ei saa olla joulukuussa yli 1000 t/kk ja sulan veden aikana 2000 t/kk sulfaattia. Tämä kuukausittainen kuormitusmäärä ylittyi helmi-, maaliskuu-, huhti- ja joulukuussa lievästi. Kokonaisvuosikuormitus ei kuitenkaan ylittänyt ympäristöluvassa sille määrättyä raja-arvoa.

Terrafamen tehdasalueella, kaivoksessa, toimistorakennuksessa ja muissa tiloissa muodostuvat saniteettivedet käsitellään jätevedenpuhdistamolla ja johdetaan etelään Vuoksen suuntaan. Puhdistamolle tuleva kuormitus oli orgaanisen aineen, typen, fosforin ja kiintoaineen osalta lähellä edellisvuoden tasoa eikä puhdistamolta vesistöön lähtevän veden kuormitus poikennut huomattavasti edellisvuoden tasosta. Fosforin ja typen osalta puhdistusteho oli edellisvuotta parempi. Jätevedenpuhdistamon BOD₇:n puhdistusteho 89 % jäi niukasti alle luparajan >90 %. Valtioneuvoston asetuksen vaatimukset täyttyivät kaikkien paitsi kiintoaineen puhdistustehon osalta.

4.2 Ilmapäästöjen tarkkailu

Terrafamen kaivoksen tarkkailusuunnitelman mukaisesti ilmanpäästömittaukskertoja oli vuoden 2016 aikana kaksi. Rikkivetymittaukset toteutettiin saostuslinjojen 1 & 2 poistohölkäkaasuista, neutralointireaktoreiden hölkäkaasuista, rautasaostuksen hölkäkaasuista, nauhasuotimen hölkäkaasuista ja esineutraloinnin nauhasuotimien poistohölkäkaasuista. Kaikki kohteet mitattiin pesureiden jälkeen. Kohteista mitattiin rikkivetypitoisuudet ja virtausmäärä.

Vuonna 2016 rikkivetypitoisuudet alittivat ympäristöluvassa määrätyn raja-arvon. Raja-arvo alitettiin myös vuoden 2015 mittauksissa.

5. PINTAVESIEN FYSIKAALIS-KEMIAALINEN LAATU

Kaivokselta johdettavan veden ympäristövaikutukset alkoivat ensikertaa näkyä alkuvuodesta 2010 Oulujoen suunnassa Salmisessa ja Kalliojärvässä sekä Vuoksen suunnalla Ylä-Lumijärvässä ja Kivijärvässä. Vaikutukset näkyivät mm. sulfaatti- ja natriumpitoisuuksien voimakkaana kasvuna, mikä korreloi myös sähkönjohtavuuden voimakkaana nousuna. Suolaantumisen seurauksesta alueen syvemmät lähijärvet Salminen, Kalliojärvi ja Kivijärvi kerrostuivat pysyvästi, mikä on johtanut järvien alusveden hapettomuuteen, koska suolapitoinen tiheä vesi estää järvien vuodenaikadynamiikkaan kuuluvan sekoittumisen, joka mahdollistaisi alusveden hapettumisen. Lähijärvien päällysveden sulfaattipitoisuudet kääntyivät vuonna 2011 laskuun, mutta nousivat uudelleen

vuoden 2013 alkupuolella keväällä 2013 tehtyjen juoksutusten seurauksena. Kalliojärven päällysveden sulfaattipitoisuus kohosi myös marraskuun 2012 kipsiallasvuodon seurauksena.

Terrafamen kaivoksen vesistövaikutusten tarkkailua tehdään sekä Oulujoen että Vuoksen vesistöissä. Nuasjärven purkutupken käyttöönoton myötä vesistötarkkailua on lisätty Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä vuodesta 2016 alkaen. Päästovesien johtamisen vaikutuksia purkuvesistöihin tarkkaillaan Oulujoen vesistössä välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistössä välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri.

Vaikutukset aiheutuvat veden otosta (Kolmisopen säännöstely) sekä puhdistetun veden juoksu- tuksen aiheuttamasta vesistökuormituksesta. Vesipäästöjen haitta-aineet koostuvat pääosin malmista peräisin olevista metalleista sekä natriumin ja sulfaatin osalta jossain määrin myös kai- voksella käytettävistä kemikaaleista. Kaivoksen päästovesissä ei ole orgaanisia yhdisteitä ja ra- vinnepitoisuudet ovat alhaisia.

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

Oulujoen purkusuunnassa kaivostoiminnan vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Salmisessa ja Kalliojärvessä joihin on kuormituksen seurauksena muodostunut pysyvä kerrostuneisuus vuosina 2010–2011. Pysyvästi kerrostuneiden järvien päällysvedessä pitoisuudet olivat laskeneet selvästi aiempiin vuosiin verrattuna. Järvissä alusveden pitoisuudet (SO_4 , Ni, Mn, Na) ovat yleisesti kor- keat, mutta laskeneet huippuvuosiin verrattuna.

Kolmisopen ja Tuhkajoen vedessä sulfaatin, mangaanin ja natriumin pitoisuudet ovat pysyneet samalla tasolla vuosina 2014–2016 vaikka vaihtelua esiintyy. Liukoisen kadmiumin ja nikkelin pi- toisuudet olivat laskeneet aiempiin vuosiin verrattuna. Jormasjärvellä kaivostoiminnan vaikutus näkyy erityisesti alusveden kohonneina sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksina. Vuonna 2016 havaitut pitoisuudet ovat yleisesti ottaen laskeneet, eikä pitoisuuksien nousu ole aiheutta- nut pysyvää kerrostuneisuutta. Jormasjärveltä otettujen rantavesinäytteiden laatu vastasi pääl- lysvedestä havaittua tasoa. Jormasjoella mangaanin ja natriumin pitoisuuksien havaittiin laske- neen vuonna 2016 aiempaan verrattuna, muutoin pitoisuudet olivat yleisesti aiemmin havaitulla tasolla.

Järvien päällysvedessä tai jokivesissä todetut pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatuormeja. Pysyvästi kerrostuneen Salmisen alusvedessä nikkelpitoisuus nousi huomattavan korkeaksi. Ve- sien johtamisella Nuasjärven purkutupken ei ole ollut vuonna 2016 merkittävää vaikutusta Jor- masjärven tai Jormasjoen vedenlaatuun.

Nuasjärveen johdettiin kaivoksen purkuvesiä koko vuoden purkutupkea pitkin. Purkuvesien vai- kutukset näkyvät sähkönjohtavuuden sekä sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien ko- hoamisena purkutupken ympäristössä erityisesti syvänteiden alusvedessä. Alusvedessä pitoisuu- det nousivat purkutupken lähimmällä syvänteellä moninkertaiseksi edellisvuoteen verrattuna, mutta tasaantuivat täyskierron aikana. Kevättäyskierto jäi osin vajaaksi, mutta syystäyskierto ulottui koko vesimassaan ja aiempaan nähden voimistunut kerrostuneisuus näin ollen purkautui kaikilla syvänteillä.

Nuasjärven purkutupken käyttöönoton jälkeen pintavesien sähkönjohtavuus sekä sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuudet ovat lähteneet lievään nousuun myös Kajaaninjoessa ja Oulu- järven havaintopisteillä.

Vuoksen purkusuunnassa vesistöt ovat toipumassa vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeisestä tilanteesta ja vesien tila on yleisesti ottaen parantunut. Vedet ovat tyypillisesti hap- pamia ja runsashumuksisia. Vuonna 2016 juoksutukset Vuoksen vesistöön olivat vähäisiä.

Aiemmin pysyvästi kerrostuneessa Kivijärvessä havaittiin yhdellä syvänteellä happea syystäys- kierron 2015 yhteydessä. Happitilanne säilyi syvänteellä hyvänä koko vuoden 2016. Muilla Kivi- järven havaintopisteillä kerrostuneisuus pysyi edelleen jyrkkänä. Päällysvedessä sulfaatin, man- gaanin ja natriumin pitoisuudet olivat laskeneet selvästi aiempaan verrattuna. Happitäydennystä saaneella syvänteellä pitoisuudet laskivat myös alusvedessä.

Kivijärvestä alaspäin purkusuunnassa havaittiin yleisesti vesien sähkönjohtavuuden sekä sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien laskeneen. Metallipitoisuuksien ympäristölaatumien ylityksiä ei havaittu. Sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien perusteella kaivoksen purkuvesien vaikutuksia havaitaan vähäisessä määrin Kiltuanjärvestä ja hyvin vähän Haapajärvestä.

6. PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU

6.1 Kasviplankton

Nuasjärven purkupuutken tarkkailuohjelman mukaisesti kasviplanktonmääritys tehtiin vuonna 2016 kesä-, heinä- elokuussa Rehja - Nuasjärven viideltä näytepaikalta: Nuasjärvi 34, Nuasjärvi 35, Nuasjärvi 44, Nuasjärvi 45 ja Rehjanselkä 135.

Vuoden 2016 tulosten perusteella kasviplanktonlajit olivat humusjärvelle tyypillisiä ja leväsolut hyväkuntoisia. Kasviplanktonmuuttujien tulosten perusteella Rehja-Nuasjärvi on ekologiselta luokituksestaan hyvässä tilassa. Mahdolliseen ekologiseen muutokseen viittaavat rehevyyttä ja muutosta indikoivan Rhizosolenia – piilevän suuri määrä kaikissa kesäkuun näytteissä, biomassojen pieneneminen etenkin Nuasjärvi 34 kohdalla kesäkuussa sekä sinilevien määrän hienoinen kasvu ja TPI-arvojen suuret muutokset.

Edelliseen vuoteen verrattuna ero Rhizosolenian biomassoissa oli huomattava, mutta kyseessä voi olla hyvin lyhytaikainen tiheyden kasvu. Rhizosolenia- leväsuvun massaesiintymisen havaitusta yhteydestä kaivostoiminnan kuormittamiin vesiin johtuen suvun edustajien esiintymistä vedessä tulee seurata.

6.2 Pohjaeläimet

Pohjaeläimiä käytetään yhtenä biologisena osatekijänä vesistöjen ekologisen tilan arvioinnissa. Pohjaeläimet ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia pidemmällä aikavälillä kuin vain näytteenottohetkellä. Vuonna 2016 otettiin pohjaeläinnäytteet Rehja - Nuasjärven viideltä havaintopaikalta. Ensimmäiset näytteet samoilta paikoilta otettiin vuonna 2015 ennen Nuasjärven purkupuutken käyttöönottoa. Pohjaeläimistön tilan arvioimiseksi kultakin näytealueelta muodostettiin kuuden osanäytteen kokoomanäyte, jonka keskimääräistä yksilötiheyttä käytettiin ekologisen luokittelun apumuuttujana käytettyjen indeksien laskennassa. Pohjaeläimistön tilaa kuvaavien indeksien lisäksi tuloksista tarkasteltiin havaittuja muutoksia biomassassa sekä taksoni- ja yksilömäärässä.

Purkupuutkessa johdettiin kaivoksen purkuvesiä Nuasjärveen koko vuoden 2016 ajan. Nuasjärven kevät- ja syystäyskierrat ulottuivat koko vesimassaan lukuun ottamatta syvänpisteitä Nj23 ja Nj35, joissa kevättäyskierto jäi hieman vajaaksi. Syystäyskierto toteutui kuitenkin normaalisti myös näiden tarkkailupisteiden syvänteillä. Pohjaeläinnäytteenotto ajoittui vuonna 2016 täyskierron ajankohtaan.

Tarkkailutulosten perusteella pohjaeläimistön tila oli pääosin ennallaan. PMA-indeksin arvo oli lähes kaikilla havaintopaikoilla laskenut, mikä voi viitata purkuvesien vaikutuksiin pohjaeläinyhteisössä. PICM-indeksin perusteella arvioituna pohjaeläinyhteisö oli pääosin edellisvuotta paremmalla tasolla. Monilla havaintopaikoilla havaittiin surviaissäskien biomassan ja yksilömäärien kasvaneen voimakkaasti. Rehjan havaintopaikoilla harvasukamatujen ja simpukoiden yksilömäärät olivat laskeneet, mutta muutos ei ollut yhtä suuri biomassana tarkasteltuna. Kaikki havaitut muutokset voivat olla seurausta yhteisön luontaisesta vaihtelusta tai purkupuutken vaikutuksesta. Pohjaeläinyhteisöissä lajimäärien ja yksilömäärien välinen vaihtelu on voimakasta, mikä voidaan havaita etenkin tarkasteltaessa rinnakkaisten näytteiden hajontaa keskiarvoon verrattuna.

6.3 Piilevä

Tarkkailuohjelman mukainen Tuhkajoen ja Kivijoen vuosittainen piilevänäytteenotto jäi inhimillisestä virheestä johtuen toteuttamatta vuonna 2016. Vuonna 2017 tarkkailua jatketaan tarkkailuohjelman mukaisesti vuosittain.

7. KALATALOUSTARKKAILU

Terrafamen kaivoksen kalataloustarkkailuun sisältyi vuonna 2016 verkkokoekalastukset, sähkökoekalastukset, kalojen sisältämien metallipitoisuuksien tutkimus, kirjanpitokalastus sekä Nuasjärven ammattikalastajien pyynti- ja saalistiedot. Lisäksi vuonna 2016 kotitarve- ja virkistyskalastajille toteutettiin kalastustiedustelu.

7.1 Verkkokoekalastus

Vuoden 2016 verkkokoekalastuksissa kalastettiin sekä Rehjalla että Nuasjärvellä kummallakin yhteensä 68 Nordic-yleiskatsausverkolla ja 20 kuhanpyynnissä tyypillisesti käytetyllä silmäkooltaan 50 mm kokoisella verkolla. Tutkimusalueilla kalastettiin yhteensä 88 verkkoyön verran. Kalastus toteutettiin kesäkerrostuneisuuden aikaan.

Verkkokoekalastusten yksikkösaaliit olivat pieniä. Rehjalla kokonaisyksikkösaaliit olivat Nuasjärveä alhaisemmat. Molempien järvien korkeimmat yksikkösaaliit painona mitattuna olivat ahvenella ja yksilömäärällä mitattuna kuoreella.

Vuosien 2011, 2015 ja 2016 eivät ole täysin vertailukelpoisia pyyntiponnistusten ja kalastusalueiden vaihtelevuuden vuoksi. Vuosien 2011 ja 2016 Nuasjärven tutkimusalueen tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia samojen sijaintien ja pyyntiponnistusten ansiosta.

Nuasjärven yksikkösaaliit ovat vaihdelleet eri tutkimusvuosina ja saaliit ovat laskeneet runsaasti vuodesta 2011 vuoteen 2016. Saalislajien lukumäärä oli vastaava vuosina 2011 ja 2016 ja alhaisempi vuonna 2015. Nuasjärven ahvenen ja särjen yksilösaaliit olivat vuonna 2011 selkeästi korkeammat kuin vuosina 2015 ja 2016, mikä selittää suurimmaksi osaksi vaihtelut yksikkösaaliissa. Vuonna 2011 särki esiintyi selkeästi ahventa runsaampana lajina, mutta vuosina 2015 ja 2016 tilanne oli päinvastainen ahvenen ollessa särkeä yleisempi saalislaji.

Rehjan puoleiselta tutkimusalueelta ei ole olemassa kovinkaan vertailukelpoista koekalastusaineistoa, sillä vuonna 2015 siellä kalastettiin vain viiden verkkoyön verran ja sitä ennen ei ollut koekalastettu lainkaan. Vuosien 2015 ja 2016 Rehjan alueen yksikkösaaliit vastasivat melko hyvin toisiaan.

Nordic-yleiskatsausverkkojen lisäksi Rehjan ja Nuasjärven tutkimusalueilla kalastettiin 20 verkkoyön verran kuhanpyynnissä yleisesti käytettävillä, silmäkooltaan 50 mm verkoilla. Saaliit jäivät alhaisiksi. Nuasjärven puolelta saaliiksi saatiin yhteensä kaksi kuhaa ja neljä siikaa. Rehjan saalis oli yksi siika ja yksi made.

Rehja-Nuasjärven kalasto on ainakin Nuasjärven osalta muuttunut vuosien 2011 ja 2016 välillä särkikalavaltaisesta ahvenkalavaltaiseksi, mitä pidetään merkinä järven parantuneesta ekologisesta tilasta. Koekalastusten yksikkösaalis on laskenut, mutta petokalojen osuus on toisaalta pysynyt hyvänä. Erot verkkovuorokausien määrissä ja kalastuspaikoissa vähentävät kuitenkin vuosien välistä vertailtavuutta. On syytä huomioida, että saalismäärät voivat vaihdella eri vuosina myös luonnollisista syistä. Jatkossa vuoden 2016 tapaan toteutettava verkkokoekalastus antaa vertailukelpoista tietoa kalaston kehitymisestä.

7.2 Kalojen raskasmetallipitoisuudet

Kalojen raskasmetallipitoisuuksia tutkittiin vuonna 2016 yhteensä viiden eri järven kaloista: Jorvasjärveltä, Laakajärveltä, Rehjalta, Nuasjärveltä ja Kiantajärveltä. Analysoituja raskasmetalleja olivat nikkeli (Ni), arseeni (As), elohopea (Hg), sinkki (Zn), kupari (Cu), kadmium (Cd), lyijy (Pb), koboltti (Co), barium (Ba) ja uraani (U). Lisäksi kaikkien kalojen iät määritettiin.

Useimmilla järvillä osa näytekaloista sisälsi elohopeaa yli Euroopan komission asettaman sallitun elohopean enimmäispitoisuuden elintarvikekäyttöön tarkoitetuissa kaloissa (EY 1881/2006, muutos 629/2008). Ylitysten määrä vaihteli hyvin paljon järviakohtaisesti. Rehjalla ja Kiantajärvellä enimmäispitoisuus ei ylittynyt yhdenkään kalan osalta.

Näytekalojen elohopeapitoisuudet olivat samalla tasolla edellisvuosiin verrattuna, kun otetaan huomioon kala-aineiston ikä- ja kokojakauma ja elohopean elimistöön kertyvä luonne. Runsaimmin ylityksiä todettiin Laakajärvellä, jossa aineiston kaikki ahvenet ja yksi kuha ylittivät elintarvi-

kekäytön raja-arvon. Edellisvuonna kahden vanhimman ahvenen pitoisuus ylitti raja-arvon. Vuoden 2016 tulosten perusteella ahvenen elohopeapitoisuus on kasvanut edellisvuosista, mutta on syytä huomioida aineiston koostuneen iäkkäistä yksilöistä, joten tulosta ei voi varauksetta yleistää koskemaan järven koko ahvenpopulaatiota.

Ympäristölaatumidirektiivissä (2008/105/EY) asetettu kalojen sisältämän elohopeapitoisuuden raja-arvo on ylittynyt kaikkina tutkimusvuosina kaikilla tutkituilla järvillä. Elohopean ympäristölaatumormi on huomattavan pieni verrattuna mitattuihin elohopeapitoisuuksiin kaloissa (Verta ym. 2010). Maankäytöllä, etenkin metsätoimenpiteistä hakkuilla ja maanmuokkauksella, on vesien elohopeapitoisuutta kohottava vaikutus, kun maaperän humukseen sitoutunut elohopea pääsee liikkeelle. Myös ilmaperäinen kuormitus on lisännyt elohopean pitoisuuksia. Tyypillisesti pienikokoisten metsäjärvien elohopeapitoisuudet ovat verraten korkeimpia. Terrafamen purkuvesien elohopeapitoisuudet ovat alhaisia.

Kalojen sinkkipitoisuudet ylittivät vuonna 2016 määritysrajan kaikilla tutkimusjärvillä. Sinkkipitoisuudet ovat pysytelleet samalla tasolla eri tutkimusvuosina. Arseenipitoisuus ylitti määritysrajan hienokseltaan Jormasjärvellä kahden hauen osalta. Lisäksi se ylittyi Laakajärven haukien sekä kahden ahvenen ja yhden kuhan osalta. Rehjan, Nuasjärven ja Kiantajärven arseenipitoisuudet jäivät kauttaaltaan alle määritysrajan. Terrafamen kaivoksen purkuvesien arseenipitoisuudet ovat alhaisia, joten kalojen arseenipitoisuus ei ole todennäköisesti yhteydessä purkuvesiin.

Bariumin osalta yksittäisiä määritysrajan ylityksiä havaittiin kaikilla järvillä Laakajärveä lukuun ottamatta. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrityspäätökset – oppaassa (Reinikainen 2007) ilmoitetun bariumin enimmäissaannin raja-arvon ylittymisestä ei ole vaaraa tutkimusjärvien kalon ja syömällä.

Kalojen metallipitoisuudet olivat vuoden 2016 tutkimuksessa samalla tasolla kuin aikaisempien vuosien tutkimuksissa. Järvien ja näytekalojen välistä yksilöllistä vaihtelua oli sen sijaan runsaammin. Vertailuun sopivia tuloksia kaivostoimintaa edeltäneeltä ajalta oli saatavilla ainoastaan Jormasjärvestä. Jormasjärven kalojen metallipitoisuudet ovat olleet kaivostoiminnan aloittamisen jälkeen samalla tasolla kuin ennen kaivostoiminnan aloittamista vuonna 2008. Vuonna 2016 kalojen metallipitoisuudet ovat pysytelleet suurimmaksi osaksi määritysrajojen alapuolella tai niiden lähellä kuten aiempina tutkimusvuosina. Kalojen raskasmetalli- ja hivenainepitoisuuksien katsotaan olevan niin pieniä, ettei niistä aiheudu ihmiselle terveydellistä haittaa kalan yleisiä syöntisuosituksia ja niihin annettuja poikkeuksia noudattamalla (Venäläinen 2014).

7.3 Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastukset toteutettiin 17.8.2016 ympäristötarkkailuohjelman mukaisesti Tuhkajoella kahdella koealalla. Tuhkajoella kalastettiin edellisen kerran vuonna 2015, jolloin kalastettavana oli yhteensä viisi koealaa. Vuonna 2014 kalastettiin vastaavilla kahdella koealalla kuin vuonna 2016. Kyseiset koealat ovat hyviä taimenpoikashabitaatteja ja niillä sähkökoekalastetaan vuosittain Tuhkajoen taimenkannan seurantaan liittyen.

Vuoden 2016 sähkökoekalastusten yksilötiheydet pysyttelivät edellisvuoden tapaan alhaisina. Kokonaisyksilötiheys kasvoi hieman edellisvuodesta ollen kuitenkin tutkimusjakson 2004–2016 kolmanneksi alhaisin. Taimenen yksilötiheys on ollut viimeksi yhtä alhaisella tasolla vuonna 2008. Ahvenen ja särjen yksilötiheys kasvoi edellisvuodesta.

Vuonna 2015 ei saatu lainkaan taimenen kesänvanhoja poikasia eli ns. nollikkaita. Vuonna 2016 ylemmältä koealalta 5A saatiin kuitenkin 6 nollikasta. Alemmalta koealalta 5B ei saatu saaliiksi lainkaan taimenia. Taimenia on saatu saaliiksi edellisinä vuosina, mutta kesän vanhoja poikasia ei saatu myöskään vuonna 2015. Kummaltakaan koealalta ei saatu saaliiksi harjuksia vuonna 2016. Harjuksen yksilötiheydet ovat kuitenkin olleet alhaisia myös aiemmin ja tutkimusjaksolla on ollut muitakin vuosia, jolloin harjuksia ei ole saatu saaliiksi lainkaan.

Taimenen viimevuosien lisääntymismenestykseen on voinut vaikuttaa kannan turvaamiseksi vuonna 2013 toteutettu taimenen erillispyynti, jossa Tuhkajoen taimenen poikasia siirrettiin (105 yksilöä) säilytettäväksi Paltamon kalanviljelylaitokselle. Joesta poistettu taimenmäärä oli habitaitin kokoon nähden melko suuri. Tällä poistotoimenpiteellä saattoi olla merkittävä vaikutus vuoden

2015 saaliista puuttuneiden kesänvanhojen taimenten esiintymiseen ja vaikutukset voivat heijastua osaltaan myös vuoden 2016 tuloksiin. Joen taimenen kutukannan koko saattoi pyynnin seurauksena laskea niin pieneksi, että se vaikuttaa edelleen kudun onnistumiseen. Vuoden 2016 saaliiksi saadut taimenen poikaset osoittavat joen olevan edelleen taimenen elinympäristöä ja kudun onnistuneen ainakin jossain määrin. Tulevien vuosien tarkkailulla saadaan lisätietoa joen taimenkannan kehittymisestä.

7.4 Kirjanpitokalastus

Vuonna 2016 kirjanpitokalastuksessa kalastajia oli mukana kolme Jormasjärvellä, yksi Kolmisopella ja viisi Nuasjärvellä.

Kalastus oli Jormasjärvellä vuonna 2016 edellisvuoden tapaan suurelta osin verkkokalastusta (solmuväli 55 mm). Vuoden 2016 kuhan yksikkösaaliit olivat muihin tarkkailuvuosiin verrattuna korkealla tasolla ja vain kahtena vuonna ne ovat olleet korkeampia. Hauen yksikkösaalis on vaihdellut välillä n. 200–450 g/pkk ja se laski edellisvuosista.

Aikaisempien tutkimusvuosien tapaan kirjanpitokalastus Kolmisopella vuonna 2016 oli katiskapyyntiä ja saaliiksi saatiin ahvenia, särkiä ja haukia. Kolmena viimeisimpänä vuonna madetta ei ole saatu saaliiksi lainkaan. Kalastajakohtainen saalis oli vuonna 2016 tutkimusjakson 2008–2016 toiseksi pienin nousten kuitenkin edellisvuodesta.

Nuasjärvellä kuhan harvojen verkkojen (silmäkoiko 40–60 mm) vuoden 2016 yksikkösaalis oli tarkastelujakson 2011–2016 korkein. Kuhan yksikkösaalis on ollut kasvussa vuodesta 2013 alkaen. Ahvenen harvojen verkkojen yksikkösaalis oli vuonna 2016 edellisvuosia alhaisempi. Hauen osalta saalis oli samaa luokkaa kuin tarkastelujakson 2011–2016 keskiarvo. Sen sijaan uistelun kalastuskertakohtainen saalis laski kuhan, hauen ja ahvenen osalta edellisvuosiin verrattuna. Tulosten tarkastelussa ei ole huomioitu pyynnissä käytettyjen vapojen lukumäärää tai kalastuksen kestoa. Kalastusalueet ovat vaihdelleet vuosien välillä, mikä vähentää tulosten vertailukelpoisuutta.

Kaivostoiminnan vaikutuksia ei voi havaita Jormasjärven, Kolmisopen ja Nuasjärven kirjanpitokalastuksen tulosten perusteella.

7.5 Ammattikalastajien pyynti- ja saalistiedot

Ammattikalastustiedustelu ja –kirjanpito toteutettiin Rehja-Nuasjärvellä. Vuonna 2016 vastaukset saatiin edellisvuosien tapaan kolmelta kalastajalta, joista yksi kertoi kalastaneensa Rehjan ja kaksi Nuasjärven puolella. Selkeästi suosituin kalastusmuoto ammattikalastajien keskuudessa oli verkkokalastus. Vuotuinen verkkokalastuskertojen lukumäärä on ollut vastaavaa tasoa vuosina 2014 ja 2016 ja alhaisempi vuonna 2015. Sen sijaan pyydysten yhteenlaskettu keskimääräinen lukumäärä oli vuonna 2016 edellisvuosia pienempi. Isorysillä kalastettiin vuonna 2016 edellisvuosia enemmän. Sen sijaan maderysillä ei kalastettu enää vuonna 2016.

Ammattikalastajien ilmoittamat verkkosaalismäärät ovat olleet laskussa vuodesta 2014. Saalismäärät olivat vuonna 2015 alhaisemmat jokaisen lajin osalta vuoteen 2014 verrattuna. Esimerkiksi vuoden 2015 kuhasaalis oli alle puolet edellisvuoden vastaavasta. Vuoden 2016 verkkosaaliit olivat laskeneet kunkin kalalajin osalta edelleen. Sen sijaan rysäsaalis oli vuonna 2016 selkeästi edellisvuosia korkeampi.

Ammattikalastajien kommenttien perusteella kalojen myynti on vaikeutunut imagohaitan vuoksi. Lisäksi yksi kalastaja ilmoitti joutuneensa siirtämään pyydyksiä toiseen järveen veden likaantumisen vuoksi.

7.6 Kalastustiedustelu

Rehja-Nuasjärven, Jormasjärven, Kolmisopen, Kalliojärven ja Jormasjoen sekä Tuhkajoen alueiden kotitarve- ja virkistyskalastajille toteutettiin kalastustiedustelu osakaskuntien lupamyynnitietojen perusteella. Tiedustelusta tulostettiin osakaskunnittain kalastajien määrä, pyynnin määrä ja laatu sekä saatu saalis kalalajeittain pyydystypeittain ja vesistöittäin. Varsinaisten pyynti- ja saalistietojen ohella tiedusteluun sisällytettiin kysymyksiä pyydysten likaantumisesta, kalojen mahdollisista makuvirheistä ym. kalastusta haittaavista tekijöistä.

Rehja-Nuasjärven ja Jormasjärven yleisimmät saalislajit olivat kuha, hauki ja ahven. Runsaimmat saaliit saatiin verkkokalastuksella ja uistelemalla. Jormasjoen ja Tuhkajoen selkeästi yleisin saalislaji oli kirjolohi, jota saatiin sekä heitto- että perhovavoilla. Kolmisopella tai Kalliojärvellä ei tiedusteluvastausten perusteella kalastanut yksikään alueelle kalastuslupia lunastaneista.

Tiedusteluun vastanneet kokivat merkittävimmiksi kalastushaitoiksi järviolueilla pyydysten liikaantumisen, heikon saaliin ja Terrafame Oy:n kuormituksen. Jokialueilla kalastaneet kertoivat merkittävimmiksi haitoiksi vesistön liettymisen ja vesikasvien runsauden sekä Terrafame Oy:n kuormituksen.

Rehja-Nuasjärven kalastustiedustelu tehtiin ensimmäistä kertaa nykyisessä laajuudessaan. Jormasjärvelle, Kolmisopelle, Kalliojärvelle ja Jormasjoelle sekä Tuhkajoelle kysely on tehty myös vuosina 2008 ja 2013. Saalismäärät ovat vuoden 2016 tulosten perusteella laskeneet Jormasjärvellä ja nousseet Tuhkajoella ja Jormasjoella.

8. POHJAVEDET

Terrafamen kaivoksen ja Nuasjärven purkuputken pohjavesitarkkailu toteutettiin tarkkailuohjelmien mukaisesti vuonna 2016.

Kaivosalueelle asennettiin kaksi uutta pohjaveden tarkkailuputkea, joista ”P1 uusi” asennettiin korvaamaan tehdasalueen tarkkailupisteen P1 ja P19 asennettiin kaivospiirin itäosaan. Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelman mukaisesti Rimpilänniemen pohjavesialueelle asennettiin kaksi uutta tarkkailuputkea RP1 ja RP2.

Kaivospiirin alueella Kortelammen alueen tarkkailupisteissä happamoitumistrendi on pysähtynyt vuonna 2016. Tarkkailupisteissä Korte2Maa ja Korte3Kallio sulfaattipitoisuus on noussut. Metallipitoisuudet ovat nousseet pisteessä Korte2Maa. Kortelammen alueella tarkkailupisteessä R5 metallipitoisuudet olivat laskeneet vuoteen 2015 verrattuna, mutta edelleen kadmiumin, kobolttin, kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat suurempia kuin riskiperusteisena suosituksena esitetyt pohjaveden laadun vertailuarvot. Vedenlaatu on heikentynyt kipsisakka-altaan vuodon seurauksena maaperään joutuneen happaman ja metallipitoisen veden sekä Kortelammen altaaseen varastoitujen vesien pinnankorkeuden vaihtelun vaikutuksesta.

Tehdasalueella pisteessä P1 pohjavesi on selvästi hapanta ja metallipitoisuudet ovat muita tarkkailupisteitä korkeammat. Vuoden 2016 tarkkailuhavaintojen perusteella tehdasalueen metallipitoisuudet (Ni, Cd) ovat laskeneet.

Sekundääriliuotuskentän tarkkailupisteissä pohjaveden metallipitoisuudet olivat pääosin aikaisempien vuosien tarkkailutulosten tasolla. Pohjaveden virtaus suuntautuu liuotuskentältä 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. Veden varastointi on tarkkailuhavaintojen perusteella voinut vaikuttaa pohjaveden laatuun avolouhoksen eteläpuolella tarkkailupisteessä P17, missä vesi on lievästi hapanta ja liuenneiden metallien pitoisuudet kohonneet. Avolouhoksen luoteispuolella vaikutusta ei tarkkailutulosten perusteella ollut havaittavissa. Pohjaveden virtaussuunta on kohti avolouhosta, mikä vähentää varastoitavien vesien sekoittumista ympäristöön, mutta veden kulkeutuminen kalliorakoilun suunnassa on mahdollista.

Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa kaivospiirin alueella pohjaveden kohonneina metallipitoisuuksina. Pohjavesitarkkailutulosten vertailuarvona käytettyjen riskiperusteisten haitta-ainepitoisuuksien ylityksiä havaittiin tehdasalueen ja Kortelammen alueen välisellä alueella. Sekundääriliuotuskentän alueella sekä Kuusilammen avolouhoksen kaakkoispuolella todettiin kohonneita metallipitoisuuksia.

Talousvesikaivot

Kaivoksen pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin läheisyydessä. Kaivojen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen. Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelmaan sisältyvä porakaivo Nuasjärven Lamposaareissa lisättiin tarkkailuun vuonna 2015 ja vuonna 2016 tarkkailuun lisättiin Pohjavaaran vesiosuuskunnan vedenottamon kaivo 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, Lamposaaren ja Myllyniemen talousvesikaivoissa, joissa vesi oli lähes hapetonta. Talousvesikaivojen tarkkailun perusteella ei havaittu kaivostoiminnan vaikuttaneen pohjaveden laatuun tai määrään. Kaivovesinäytteissä todetut pienet metallipitoisuudet johtuvat paikallisista geologisista olosuhteista.

9. ILMAN LAATU

Kaivoksen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2016 yhteensä 14 tarkkailupisteestä kaivoksen alueella sekä sen ympäristössä.

Kaivostoiminnan vaikutukset olivat selvästi nähtävissä kaivosalueella toimintojen läheisyydessä. Laskeumatuloksissa, erityisesti metallilaskeumissa oli nähtävissä louhinnan uudelleen käynnistymisen elokuusta 2015 lähtien. Suhteellisesti eniten nousua todettiin nikkelin, sinkin ja raudan osalta. Korkeimmat metallilaskeumat todettiin Kuusilammen avolouhoksen ja toiminta-alueen pohjoispuolella. Vuonna 2016 vallitseva tuulensuunta oli eteläinen, joten tehdasalueen pohjoispuolen pitoisuudet selittyvät tuulen suunnalla sekä pisteen ja toimintojen lyhyellä välimatkalla. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset ovat osittain havaittavissa, mutta ne ovat suhteellisen pieniä. Kuormituksen kehittymistä ei vielä voi ennakoida, johtuen jaksottaisesta ja vaihtelevasta toiminnantasosta.

Laskeumatulosten pH-arvoissa ei todettu merkittäviä muutoksia. Sähkönjohtavuudet olivat vuonna 2016 lähellä vuoden 2014 tasoa ollen vuotta 2015 korkeampia. Laskeumanäytteiden kiintoainepitoisuuksiin vaikuttaa erityisesti kesäaikana keräimiin kertyvä orgaaninen aines, joten kaivostoiminnan vaikutuksia arvioitaessa tarkasteltiin hehkutusjäännösten pitoisuuksia. Myös niissä oli nähtävissä kaivosalueella louhinnan käynnistymisen elokuussa 2015, mutta kaiken kaikkiaan hehkutusjäännöspitoisuudet olivat kuitenkin pieniä.

Suomen lainsäädännössä ei laskeumalle ole määrätty raja-arvoja. Kiintoainelaskeumalle on aikaisempi viihtyvyyshaittaraja, joka on kuitenkin kumottu. Lisäksi edellä todettiin, että kiintoainelaskeumat eivät suoraan korreloi kaivostoiminnan vaikutuksia (kaukokulkeuma ja muuta lähteet). **Myöskään metallilaskeumille ei ole ohje- tai raja-arvoja, mutta rikkilaskeumalle on annettu Suomen metsätalouksille pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo 0,3 g/m²/v (Vnp 480/1996).** Vertailu neljä kertaa vuodessa tehtyihin laskeumatuloksiin on vain suuntaa-antava, mutta tulosten perusteella rikkilaskeuman tavoitearvon ylittymisen voi olettaa olevan mahdollista. Mikäli rikkilaskeuman kuormitus kasvaa tai on jatkuvasti tällä tasolla, tulisi seurantaa tihentää ja tarvittaessa tehdä vaikutusarvio merkittävyyden arvioimiseksi.

Vuoden 2016 laskeumatarkkailun tulosten perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset näkyvät selvimmin kaivosalueen välittömässä läheisyydessä. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset todettiin suhteellisen pieniksi. Näin ollen tarkkailua ehdotetaan jatkettavan pääosin nykyisen tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Sähkönjohtavuutta todennäköisesti lisäävät laskeuman mukana kulkeutuneet ja nesteeseen liuenneet suolat (sulfaattit). Tämän varmistamiseksi tulisi nesteistä määrittää sulfaattipitoisuus, jolloin voitaisiin arvioida tarkemmin sähkönjohtavuuteen vaikuttavia tekijöitä ja laskeuman alkuperää.

Ilmanlaatumittaukset

Ilmatieteenlaitos toteutti kaivoksen tehdasalueella ja Myllyniemessä ilmanlaatumittauksia, joissa mitatuista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista laskettiin ns. ilmanlaadun indeksi. Indeksikuva viisiportaisella asteikolla (hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono) vallitsevaa ilmanlaatuutilannetta.

Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli Tehdasalueella hyvää 25 %, tyydyttävää 29 % ja välttävää 24 % päivistä. Ilmanlaatu oli huonoa 37 päivänä (14 % päivistä) ja erittäin huonoa 20 päivänä (8 % päivistä). Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tilanteet aiheutuivat erilaisista kaivosalueen toiminnoista kuten sekundääriliuotuskentän alueella tehtävistä maanrakennustoista, kalkin lastauksesta ja purusta sekä teiden ja paikoitusalueiden pölyamisestä. Myllyniemessä ilmanlaatu oli indeksillä ilmaistuna hyvää 63 %, tyydyttävää 29 % ja välttävää 5 % päivistä. Ilmanlaatu oli huonoa viitenä päivänä ja erittäin huonoa kahtena päivänä (yhteensä 3 % päivistä). Kevään huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tilanteissa (21.–23.3. ja 16.4.) tuulen suunta oli etelälounaasta eli kaivosalueen suunnalta.

Hengitettävistä hiukkasista määritetyt lyijypitoisuudet olivat hyvin pieniä ja jäivät kauas raja-arvotasosta (alle 1 %). Arseenin ja kadmiumin vuosikeskiarvopitoisuuksille annetut tavoitearvot eivät ylittyneet. Nikkelin vuosikeskiarvopitoisuudelle annettu tavoitearvo ylittyi Tehdasalueella. Mittausjakson nikkelpitoisuuden keskiarvo oli Tehdasalueen mittauspisteessä 187 % ja Myllyniemessä 12 % tavoitearvosta. Asianmukainen vertaaminen tavoitearvoihin edellyttäisi näytteiden satunnaisotantaa läpi kalenterivuoden.

Terrafamen kaivoksen Tehdasalueella ja Myllyniemessä mitatuissa metallipitoisuuksissa suurin ero Pallaksen taustailmanlaadun mittausaseman vertailupitoisuuteen havaittiin nikkeliällä ja sinkkilä. Tehdasalueen näytteiden keskimääräinen nikkelpitoisuus oli yli 100-kertainen ja sinkkipitoisuus yli 70-kertainen. Myllyniemen näytteiden keskimääräinen nikkelpitoisuus ja sinkkipitoisuus olivat noin seitsenkertaisia vastaaviin Pallaksella havaittuihin keskiarvoihin nähden. Raahan Lapa-luodon teollisuusaseman pitoisuuksiin verrattuna Tehdasalueen näytteiden nikkelpitoisuuden keskiarvo oli lähes 10-kertainen ja sinkkipitoisuuden noin kolminkertainen. Myllyniemessä keskimääräinen nikkelpitoisuus oli reilu puolet ja sinkkipitoisuus neljäsosan vastaavasta Raahan Lapa-luodon teollisuusaseman pitoisuuskeskiarvosta.

Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet olivat Tehdasalueen mittauspisteessä keskimäärin suurimmillaan tynnellä säällä tai tuulen käydessä idästä tai etelästä. Terrafamen kaivoksen malminkäsittelyn toimintoja (mm. hienomurskaamot) sijaitsee Tehdasalueen mittauspisteestä etelään. Tehdasalueen mittauspisteen itäpuolella sijaitsee sekundääriliuotuskenttä, jossa tehtiin maanrakennustöitä sekä siihen liittyvää murskausta ja louhintaa mittausjakson aikana.

Myllyniemen mittauspisteessä hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet olivat keskimäärin suurimmillaan tynnellä säällä tai tuulen käydessä etelästä. Terrafamen kaivos sijaitsee Myllyniemen mittauspisteeseen nähden eteläsuunnassa. Kaivosalueen toiminnot vaikuttivat Tehdasalueen mittauspisteessä merkittävästi hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin erityisesti maanpinnan ollessa lumeton. Myllyniemen mittauspisteessä vaikutukset olivat vähäisempiä ja hiukkaspitoisuuksiin näyttäisivät vaikuttaneen ajoittain lähiympäristön toiminnot, kuten asuinrakennusten lämmitys. Myllyniemessä esiintyi mittausjaksolla kolme yli 200 µg/m³:n kohonnutta hiukkasten tuntipitoisuutta, joihin kaivosalueen ko. ajankohtana esiintyneellä voimakkaalla pölyamisellä on voinut olla vaikutusta. Myllyniemen mittauspisteen hiukkasmittaustulosten ohje- ja raja-arvotarkastelut osoittavat kuitenkin, että kaivosalueen pölypäästöistä huolimatta ilmanlaatu pysyi Myllyniemessä 92 % mittausjakson päivistä hyvänä tai tyydyttävänä.

Terrafamen kaivoksen tehdasalueella pitoisuudet olivat touko-heinäkuussa selvästi Kajaanin keskustan mittausasemalla mitattuja pitoisuuksia korkeampia. Kajaanin keskustan asemalla pitoisuudet nousevat selvästi kevät-pölykaudella, mutta laskevat, kun kadut saadaan puhdistettua ja kasvillisuus alkaa peittää maaperää. Touko-kesäkuussa 2016 sää oli tavanomaista kuivempi ja teiden ja pintojen pölyäminen kaivosalueella tavanomaista runsaampaa. Asfalttipinnat pestään ja hiekoitushiekat poistetaan talven jäljiltä koko alueella. Lisäksi tiealueita kastellaan pölyämisen ehkäisemiseksi. Myös jatkossa tulee kiinnittää erityistä huomiota tehdasalueen pölyntorjuntatoimiin ja pyrkiä vähentämään kaivosalueelta ympäristöön kulkeutuvan pölyn määrää.

10. JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU

Kaivoksen jätejakeiden tarkkailua on tehty vuonna 2016 neljän kuukauden kokoomanäytteistä. Näytteistä on tutkittu kokonaispitoisuuksia sekä liukoisuuksia. Tarkkailuohjelman mukaisesti liukoisuudet tutkitaan kaksivaiheisella ravistelutestillä. Loppuneutralointisakasta (646) sekä rautasakasta (645) otetuille näytteille on tehty tarkkailuohjelmasta poiketen yksivaiheiset ravistelukoeket 2014 - 2016, koska näytteet eivät sovellu testattavaksi kaksivaiheisella ravistelutestillä suuren vesipitoisuuden vuoksi.

Loppuneutralointisakan (646) ja rautasakan (645) liukoisuustestaus tehtiin vuoden 2016 touko-kuusta lähtien kahdella eri tavalla. Vertailevan testaustavan tavoitteena oli selvittää, onko jätejakeiden esikäsitteilyllä vaikutusta jätejakeiden liukoisuusominaisuuksiin sekä selvittää, eroavatko yksivaiheisen ja kaksivaiheisen ravistelutestin tulokset merkittävästi toisistaan. Lisäksi testitulosten vertailun tavoitteena oli esittää, kumpi testaustavoista soveltuu paremmin jätejakeiden liukoisuusominaisuuksien laadunvalvontaan.

Yhteenvetona tuloksista voidaan todeta, että sakkujen liukoisuuden kannalta merkittävien aineiden liukoisuuskäyttäytymiseen eri testaustavoilla ei ollut juurikaan vaikutusta. Lähinnä sakan kuivaus ja liukoisuustestin kaksivaiheisuus vaikutti hieman rautasakan (645) liukoisuuden kannalta kriittisten aineiden, sulfaatin, nikkelin ja TDS:n liuenneita määriä alentavasti. Loppuneutralointisakasta (646) liukenevien aineiden määriin sakan esikäsitteilyllä tai eri testausmenetelmillä ei ollut juurikaan vaikutusta.

Uudet EU-säädökset ovat muuttaneet jätteiden luokitteluperusteita ja jätteiden vaaraominaisuuksien arviointia. Jätejakeiden luokituksista ja luokitukseen liittyvistä muutoksista päättää ympäristöviranomaisen.

Loppuneutralointisakassa (646) tutkittujen alkuaineiden kokonaispitoisuudet olivat pääosin samalla tasolla kuin vuosina 2010–2015. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli edellisvuosien tapaan alhainen ja hehkutushäviö oli samalla tasolla kuin edellisvuosina. pH oli myös aiempien vuosien tasolla.

Loppuneutralointisakan nikkelin liukoisuus oli alhainen edellisvuosien tapaan, myös muiden metallien liukoisuudet olivat alhaisia. Sulfaatin liukoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2015, liukoisuudet ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuusstandardin. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2015. Liuenneiden aineiden kokonaismäärät (TDS) olivat samalla tasolla kuin vuosina 2012–2015.

Rautasakassa (645) tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet olivat lähes samalla tasolla kuin edellisvuosina. Hehkutushäviöt olivat samalla tasolla kuin vuonna 2014 ja 2015. Orgaanisen hiilen kokonaismäärät (TOC) alittivat analyysin määritysrajan, hehkutushäviöt vaihtelivat välillä 8–15 %. pH-arvot olivat vuoden 2014 tasolla.

Rautasakassa nikkelin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin kaikissa näytteissä ja vuonna 2016 rautasakan liukoiset nikkeli-pitoisuudet ovat korkeimpia, mitä sakanäytteistä on tarkkailun aikana mitattu. Vuosina 2014 ja 2015 osassa näytteissä oli korkeita nikkeli-pitoisuuksia, mutta kyseisinä vuosina havaittiin myös matalia pitoisuuksia. Vuosina 2010–2013 nikkelin liukoisuudet ovat olleet alhaisempia ja alittaneet vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin.

Sinkin liukoisuuksissa oli vaihtelua, liukoisuudet olivat kuitenkin alhaisia alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin. Uraanin liukoisuudet olivat alhaisia. Fluoridin liukoisuudet olivat alhaisempia kuin vuonna 2014 ja vuosien 2010–2013 tasolla. Rautasakassa sulfaatin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin kaikissa näytteissä. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat vuoden 2014 tasolla.

Esineutralointisakan (653) kupari-, sinkki- sekä kadmiumpitoisuuksissa pitoisuuksissa oli huomattavaa vaihtelua. Kadmiumin pitoisuudet ovat pääosin nousseet vuodesta 2013 lähtien, mutta vuoden 2016 tulosten mukaan esineutralointisakan kadmiumpitoisuudet ovat alentuneet vuosien 2013 - 2015 maksimipitoisuuksista. Kobolttin pitoisuudet olivat vuoteen 2015 verrattuna alhaisempia. Hehkutushäviö ja TOC olivat alhaiset. Esineutralointisakan pH oli alhainen, ja sen haponneutralointikapasiteetti (ANC) olikin edellisvuosien tapaan alhainen.

Kadmiumin liukoisuus oli tammi-huhtikuun näytteessä alle määritysrajan, mutta ylitti touko-elokuun ja syys-joulukuun näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin. Liukoisuudet olivat alhaisempia kuin vuonna 2015 ja huomattavasti alhaisempia kuin vuonna 2014, jolloin liukoisuudet ylittivät reilusti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin. Kobolttin liukoisuus oli edellisvuosien tasolla. Nikkelin ja sinkin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuusstandardin edellisvuosien tapaan. Sulfaatin, DOC:n ja TDS:n liukoisuudet olivat edellisvuosien tasolla.

11. KEHITYSEHDOTUKSET

Terrafamen kaivoksen tarkkailua esitetään jatkettavan voimassa olevan tarkkailusuunnitelman mukaan.

Terrafamen kaivoksen keskitetylle vedenpuhdistamolle myönnettiin ympäristölupa 4.1.2017 (Dnro PSAVI/702/2016) ja puhdistamo on ollut toiminnassa vuoden 2017 alusta lähtien. Keskitetyllä vedenpuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelyn sakka on otettu mukaan velvoitetarkkailun jätejakeiden tarkkailuun ja siitä tutkitaan tarkkailuohjelman mukaiset parametrit kuukausikoomanäytteistä. Myös muiden jätejakeiden (loppuneutralointisakka, rautasakka ja esineutralointisakka) osalta on päätetty siirtyä kuukausittaiseen tarkkailuun. Tulokset raportoidaan jatkossa muun velvoitetarkkailun ohella.