

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
1.7.2016

Viite
1510011678 ja 1510021110

TERRAFAME OY

TERRAFAMEN KAIVOS

VELVOITETARKKAILU 2015

OSA I: YHTEENVETO



TERRAFAME OY
YHTEENVETO - TERRAFAMEN KAIVOKSEN TARKKAILU
VUONNA 2015

Päivämäärä **1.7.2016**
Laatija **Katariina Koikkalainen, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **Jaana Huuhko, Ramboll Finland Oy**

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

Viite **1510011678 ja 1510021110**

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	Voimassa olevat lupapäätökset	2
1.4	Tarkkailuvelvoite	4
2.	TARKKAILUN TAUSTATIEDOT	5
2.1	Tarkkailualue	5
2.2	Säätila	6
2.3	Vedenkorkeudet ja virtaamat	8
3.	KÄYTTÖTARKKAILU (TERRAFAME OY)	11
4.	PÄÄSTÖTARKKAILU	12
4.1	Vesipäästöjen tarkkailu	12
4.2	Ilmapäästöjen tarkkailu	13
5.	PINTAVESIEN FYSIKAALIS-KEMIALLINEN LAATU	13
6.	PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU	14
6.1	Piilevät	14
6.2	Kasviplankton	15
6.3	Pohjaeläimet	15
6.4	Vesisammalten metallipitoisuudet	15
6.5	Vesikasvikartoitus	16
7.	SEDIMENTIN LAATU	17
8.	KALATALOUSTARKKAILU	17
8.1	Verkkokoekalastus	17
8.2	Kalojen raskasmetallipitoisuudet	18
8.3	Sähkökoekalastukset	19
8.4	Kirjanpitokalastus	19
8.5	Ammattikalastajien pyynti- ja saalistiedot	19
9.	POHJAVEDET	20
10.	ILMAN LAATU	21
11.	JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU	21
12.	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET	23
12.1	Kehitysehdotukset	24

1. JOHDANTO

Terrafame Oy (aiemmin Talvivaara Sotkamo Oy) on monimetallikaivos, jossa tuotetaan päätuotteen nikkelin lisäksi sinkkiä, kobolttia sekä kuparia. Kaivoksen tuotantoprosessi koostuu kuudesta päävaiheesta: louhinta, murskaus, agglomerointi, kasaus, biokasaliuotus ja metallien talteenotto.

Talvivaaran 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 jatkuva. 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 Kainuun ELY-keskuksen luvalla. 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. Talvivaara Sotkamo Oy haettiin konkurssiin 6.11.2014. Käräjäoikeus määräsi konkurssimenettelyn pesänhoitajaksi asianajaja Jari Salmisen Asianajotoimisto JB Eversheds Oy:stä. Talvivaara Sotkamo Oy:n ympäristövelvoitteet siirtyivät konkurssipesälle ja tarkkailua jatkettiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssi jatkui Espoon käräjäoikeuden 1.12.2014 tekemän päätöksen myötä julkisselvityksenä ja konkurssiasiamies määräsi tällöin julkisselvittäjäksi Jari Salmisen.

Elokuussa 2015 Terrafame Oy osti Talvivaara Sotkamo Oy:n liiketoiminnan ja omaisuusosuudet Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesältä ja sen myötä yhtiö jatkaa kaivostoimintaa Sotkamossa. Metallitehtaan toiminta ja bioliuotus olivat käynnissä koko vuoden ja louhinta aloitettiin uudelleen syyskuussa 2015. Vuonna 2015 metallien talteenottolaitoksella toteutettiin normaalin tuotannon lisäksi myös kaksi koetoimintaa, joissa käytettiin rikkidioksidia tuotannon tehostamiseksi (Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 136/2014/1) ja natriumvetysulfidia saostuskemikaalina normaalisti käytettävän rikkivedyn sijasta (Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös 120/2015/1).

Vuonna 2015 aloitettiin myös kaivoksen puhdistettujen ylijäämävesien johtaminen Nuasjärven purkuputken kautta Oulujoen vesistöön. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi huhtikuussa 2015 ympäristöluvan käsiteltyjen vesien johtamiseksi purkuputkessa Nuasjärveen (pätös nro 43/2015/1). Purkuputken koekäyttö aloitettiin 25.9.2015 ja varsinainen käyttö 3.11.2015. Nuasjärven purkuputken ympäristöluvasta on valitettu Vaasan Hallinto-oikeuteen (VHO), joka antoi myöhemmin 10. syyskuuta välipäätöksen purkuputkesta. Välipäätöksellä VHO puolitti purkuputkesta johdettavien vesien sulfaattikiintiön 1 000 tonniin kuukaudessa. Kiintiö on voimassa, kunnes pääasiaa koskevat valitukset on ratkaistu hallinto-oikeudessa tai kunnes asiasta määrätään toisin.

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 sulfaattiksi 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. Loppuneutraloinnin ylitettä voidaan johtaa myös vesienkäsittely-yksiköille. Vesienkäsittely-yksiköillä haitta-aineet saostetaan kalkkimaidolla hydroksideiksi. Saostumisreaktios-

sa muodostuvat sakat ruopataan altaista ja ne välivarastoidaan alueella sakka-altaissa tai tiivistetään geotuubeissa, jotka on sijoitettu kalvotetuille geotuubikentille. Kaivoksella syntyvä sivukivi ja esineutralointisakka käytetään sekundäärikasan pohjarakenteissa ja loppuneutraloinnin ja raudansaostuksen sakat menevät kipsisakka-altaaseen. Loppuun liuotettua malmia ei ole vielä muodostunut.

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 kalliopohjavesinä.

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 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 ylitä.

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

Ympäristölupa ohjaa kaivosalueelta pois johdettavan veden laatua, määrää, purkureittiä ja siitä ympäristöön aiheutuvaa kuormitusta. Käsiteltäviä vesiä ja alueelle tulevia sade-, valuma- ja kalliopohjavesiä johdetaan käsittelyn jälkeen ympäristöluvan rajoituksin Oulujoen ja Vuoksen vesistön suuntiin. Vuonna 2015 aloitettiin myös kaivoksen puhdistettujen ylijäämävesien johtaminen Nuasjärven purkuputken kautta Oulujoen vesistöön. Jos vesien määrä tai laatu ylittää ympäristöl-
lun sallimat kiintiöt ja virtaamat, ylimäärävedet varastoidaan alueelle niiden johtamiseksi tai käsittelemiseksi seuraavina vuosina.

1.3 Voimassa olevat lupapäätökset

Talvivaaran kaivoksen toimintaan liittyen on annettu seuraavat ympäristö- ja vesiluvat sekä muut lainvoimaiset päätökset ja sopimukset. Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesän hallussa olleet omaisuuserät ja liiketoiminnot ovat siirtyneet 14.8.2015 toteutuneella liiketoimintakaupalla Terrafame Oy:lle.

- Lupa Kaivospiirille: Kauppa- ja teollisuusministeriö, 24.9.1986 Outokumpu Mining Oy:lle kaivoskirja RN:o 2819/1a koskien Kolmisoppi- ja Kuusilampi -nimisiä kaivospiirejä. Kaivospiirit on 31.3.2004 siirretty Outokumpu Mining Oy:ltä Talvivaara Projekti Oy:lle
- Koetoimintailmoitus koskien malmin kasaliuotusta Kuusilammen kaivospiirin alueella: Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 29.4.2005
- Malmin kasaliuotuksen koetoimintaa koskevan tarkkailuohjelman hyväksyminen: Kainuun ympäristökeskuksen päätös, 24.5.2005, Dnro KAI-2004-Y-111
- Koetoimintakasaa koskevan päätöksen raukeaminen: Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös, 30.4.2010, (nro 29/10/1)
- Talvivaara Projekti Oy:n kaivospiirin laajennuksen hakemus: Kaivospiirin laajentamispäätöksestä tuli lopullinen ja sitova 14.4.2009 Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä.
- Luonnonsuojelulain 49 § 1 momentin mukaisesta liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikko-
ja koskevasta hävittämis- ja heikentämiskiellon poikkeamisesta koskeva hakemus: Kainuun ympäristökeskus, 27.6.2006 (KAI-2006-L 76-254)
- Talvivaara Sotkamo Oy Talvivaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupa: Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 29.3.2007 (nro 33/07/1) - lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-
oikeuden päätöksellä (numero 2953) 24.11.2008
- Talvivaaran kalataloustarkkailusuunnitelman hyväksyminen: Kainuun työvoima- ja elinkeino-
keskuksen päätös, 12.2.2008, (Dnro 914/5723-2007)

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

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

- Talvivaaran kaivoksen tarkkailuohjelman hyväksyminen: Kainuun ympäristökeskuksen päätös (nyk. Kainuun ELY-keskus), 10.3.2008, (Dnro KAI-2006-Y-59)
- Talvivaaran kaivoksen polttonesteiden jakeluaseman ympäristölupa: Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 10.4.2008, (nro 17/08/1)
- Lupa vaarallisten kemikaalien laajamittaiseen käyttöön ja varastointiin 6.6.2008, 30114/36/2008, (Kemikaalilupa)
- Talvivaaran ilma-kaasutehtaan ympäristölupa: Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 21.10.2008, (nro 51/08/1)
- Kattilalaitosten ympäristölupa: Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, 28.11.2008, (nro 63/08/1)
- Talvivaaran kaivoksen sulkemissuunnitelma vuosille 2008–2010: Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto, päätös nro 74/09/1
- Jätealueiden pohjarakenteita koskevan lupamääräyksen 33 muuttaminen: Pohjois-Suomen aluehallintovirasto, 11.5.2010 lupapäätös (nro 32/10/1)
- Jormasjärven pohjapatoselvitys: Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös, 31.5.2010, (nro 33/10/2)
- Jatkoajan (10v) myöntäminen Kainuun ympäristökeskuksen 27.6.2006 myöntämälle poikkeusluvalle luvassa mainittujen esiintymien 4-6 hävittämiselle tai heikentämiselle, Kainuun ELY-keskus, 17.11.2010 (KAIELY/347/07.01/2010)
- Päätös Lumelan altaan padon sijoittumisesta patoturvallisuuslain (494/2009) mukaiseen luokkaan sekä padon turvallisuustarkkailuohjelman hyväksymisestä, 1.12.2010
- Korkeimman hallinto-oikeuden päätös (Nro 3907) kaivostoimintaan liittyvän ympäristölupa- ja vesitalouslupapäätöksen vakuuslupamääräyksen muuttamista koskevasta asiasta, 28.12.2010
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 19/11/1) Talvivaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupan lupamääräysten 7,8 ja 9 muuttamisesta, 31.3.2011
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 54/11/1) ympäristönsuojelulain 61 §:n mukaisesta ilmoituksesta, joka koskee uraanin talteenoton laboratoriomittakaavaisia kokeita Talvivaaran kaivosalueella, 17.6.2011. AVI:n päätöksestä valitettiin Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi valituksen hylkäävän päätöksen (Nro 11/0436/3)
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 39/11/2) Talvivaaran kaivokselle tapahtuvasta veden johtamisesta vesistöstä aiheutuvan vesivoiman tuoton vähentymisen korvaamisesta Oulujoen vesistöalueella (Sotkamo, Kajaani, Vaala, Utajärvi, Muhos ja Oulu), 23.6.2011. Päätöksestä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi päätöksensä 19.11.2012 *Hallinto-oikeuden päätöksestä on valitettu korkeimpaan hallinto-oikeuteen.*
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 65/11/1) Talvivaara Sotkamo Oy:n lupapäätöksen nro 19/11/1 mukaisen toiminnan aloittamisesta muutoksenhausta huolimatta, 26.7.2011
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 113/11/1) kaivoksen sulkemissuunnitelmaa koskevan päätöksen 74/09/1 lupamääräyksessä 1 annetun määräajan pidentämisestä, 18.11.2011
- Valtioneuvoston päätös Talvivaara Sotkamo Oy:lle ydinenergialaissa tarkoitetun luvan uraanin talteenottoon Sotkamon kaivoksesta saatavasta malmista, 1.3.2012. Päätös on Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä palautettu Valtioneuvoston käsiteltäväksi.
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 67/21/1) koetoimintailmoituksesta koskien ammoniumsulfaatin koekäyttöä tuotantokasalla, 21.6.2012
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 89/12/1) koetoimintailmoituksesta koskien ammoniumsulfaatin koekäyttöä tuotantokasalla, vaihe 2, 28.8.2012
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 52/2013/1) Talvivaaran kaivoksen ympäristöluvan muuttamisesta koskien jätevesien varastointia, puhdistamista ja johtamista Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin, Kajaani ja Sotkamo, 31.5.2013. *Päätöksestä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi asiasta välipäätöksen Nro 13/0297/1, 22.10.2013.*
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 36/2014/1) Talvivaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupan muuttamisesta, Sotkamo ja Kajaani, 30.4.2014. *Päätöksestä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen.*

- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 141/2014/1) veden varastoinnista louhoksen padon takana ja vesienkäsittelyssä syntyneiden sakkojen tilapäisestä varastoinnista Kuusilammen alueella, Sotkamo ja Kajaani, 5.12.2014.. *Päätöksestä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen.*
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 136/2014/1) koetoimintailmoituksesta koskien rikkidioksidin käytön tutkimista metallien talteenottolaitoksella, 25.11.2014
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston päätös (Nro 43/2015/1) Purkuputken rakentaminen ja puhdistettujen jätevesien johtaminen Talvivaaran kaivos-alueelta Nuasjärveen sekä nykyisten purkupisteiden kautta Kalliojokeen johdettavan puhdistetun veden määrän tilapäinen lisääminen vuoden 2015 aikana, Sotkamo. 24.4.2015. *Päätöksestä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen.*
- Kainuun ELY-keskuksen (KAIELY/752/2014) ja Lapin ELY-keskuksen (LAPELY/1147/5723-2015) päätös Terrafame Oy:n kaivoksen tarkkailusuunnitelman hyväksymisestä Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelmaksi.

Lisäksi yhtiöllä on vireillä ympäristölupahakemus vesienkäsittelyssä syntyvien sakkojen ja lietteiden kunnostamiseksi, joka koskee alueella olevien ja vesienkäsittely-yksiköillä syntyvien sakkojen käsittelyä ja loppusijoittamista ja siten myös kaivoksen vesitaseeseen kuuluvan valuma-alueen pienentämistä. Alkuvuonna 2016 yhtiö on jättänyt myös ympäristölupahakemuksen keskitetyn vedenpuhdistamon rakentamisesta ja käytöstä.

Talvivaaran kaivoksen tarkkailuvelvoite perustuu edellä mainittuihin lupapäätöksiin ja kappaleessa 1 mainittuun tarkkailusuunnitelmaan.

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 viranomaisen päätöksellä kalasto-, päästö- ja vesistötarkkailujen osalta, mm. marraskuussa 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon vuoksi.

Vuosina 2014 ja 2015 tarkkailua toteutettiin kipsisakka-altaan vuodon jälkeen päivitetyn tarkkailusuunnitelman (Pöyry, 27.6.2014) mukaisesti³. Lisäksi tähän ohjelmaan on lisätty em. Kainuun ELY-keskuksen päätöksessä vaadittu pohjavesitarkkailun laajennussuunnitelma.⁴ 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.⁵ Hyväksymispäätöksessä purkuputken tarkkailuohjelmaan tuli lisäyksiä, jotka huomioidaan tarkkailussa vuodesta 2016 alkaen. Vuonna 2015 tarkkailusuunnitelmasta poikettiin siten, että Nuasjärven purkuputken lähimpien pisteiden tarkkailua tehtiin kuu-kausittain eli tiheämmin, kuin suunnitelmassa oli esitetty.

Terrafamen kaivoksen tarkkailussa vuosi 2015 sisälsi kaivoksen tuotannon kiinteänä osana toteutetun käyttötarkkailun sekä Ramboll Finland Oy:n toteuttaman päästö- ja ympäristövaikutusten ja jätejakeiden kaatopaikkakelpoisuuden tarkkailun. Päästötarkkailu sisälsi prosessin ja kaivoksen ylijäämävesien ja saniteettivesien sekä ilmapäästöjen tarkkailun.

Ympäristövaikutusten tarkkailu sisälsi pintavesien ja sedimentin fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailun sekä laajemman pintavesien biologisen tarkkailun. Vuonna 2015 pintavesien biologiseen tarkkailuun sisältyi kasviplanktonin, perifytonin piilevästön, järvisyvänteiden ja virtavesikohteiden pohjaeläinten ja vesikasvien tarkkailu sekä vesisammalten metallipitoisuuksien seuranta. Osana ympäristövaikutusten tarkkailua tarkkailtiin myös pohjavesiä ja pölylaskeumaa.

Nuasjärven purkuputken osalta tarkkailussa kerättiin tietoa alueen taustapitoisuuksista ennen purkuputken käyttöönottoa. Tarkkailua toteutettiin Nuasjärvi-Rehjan, Kajaaninjoen ja Oulujärven alueella. Tarkkailu piti sisällään pintavesien ja sedimentin fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailun, kasviplankton- ja pohjaeläintarkkailun, pohjavesitarkkailun ja kalataloustarkkailun.

Tarkkailuohjelmasta poikettiin ilman laadun tarkkailun osalta siten, että talveksi 2014 – 2015 suunniteltu leijumamittaus siirrettiin valvojan viranomaisen hyväksymänä malmintuotannon ol-

³ Dnro KAIELY/1/07.00/2013 (24.2.2014), Dnro POSELY/206/07.00/2012 ja Dnro POSELY/1427/5720- 2012 (24.2.2014)

⁴ Dnro KAIELY/1707.00/2013 (10.6.2014)

⁵ Dnro KAIELY/752/2014 ja LAPELY/1147/5723-2015 (18.12.2015)

lessa keskeytettynä. Malmintuotanto käynnistyi uudelleen syksyllä 2015, joten leijumamittaus aloitettiin talvella 2015 ja sitä jatketaan kesään 2016. Jätejakeiden mineralogista määrittystä ei tehty vuonna 2015. Viranomaisten hyväksynnällä ohjelman aikataulusta poikettiin siirtämällä selvitys jätevesien haitallisuudesta vesistöissä. Selvitys tulee toteuttaa ekotoksisuustestien avulla ja ohjelman mukaisia testejä ei vuonna 2015 ollut vielä saatavilla suomalaisissa laboratorioissa.

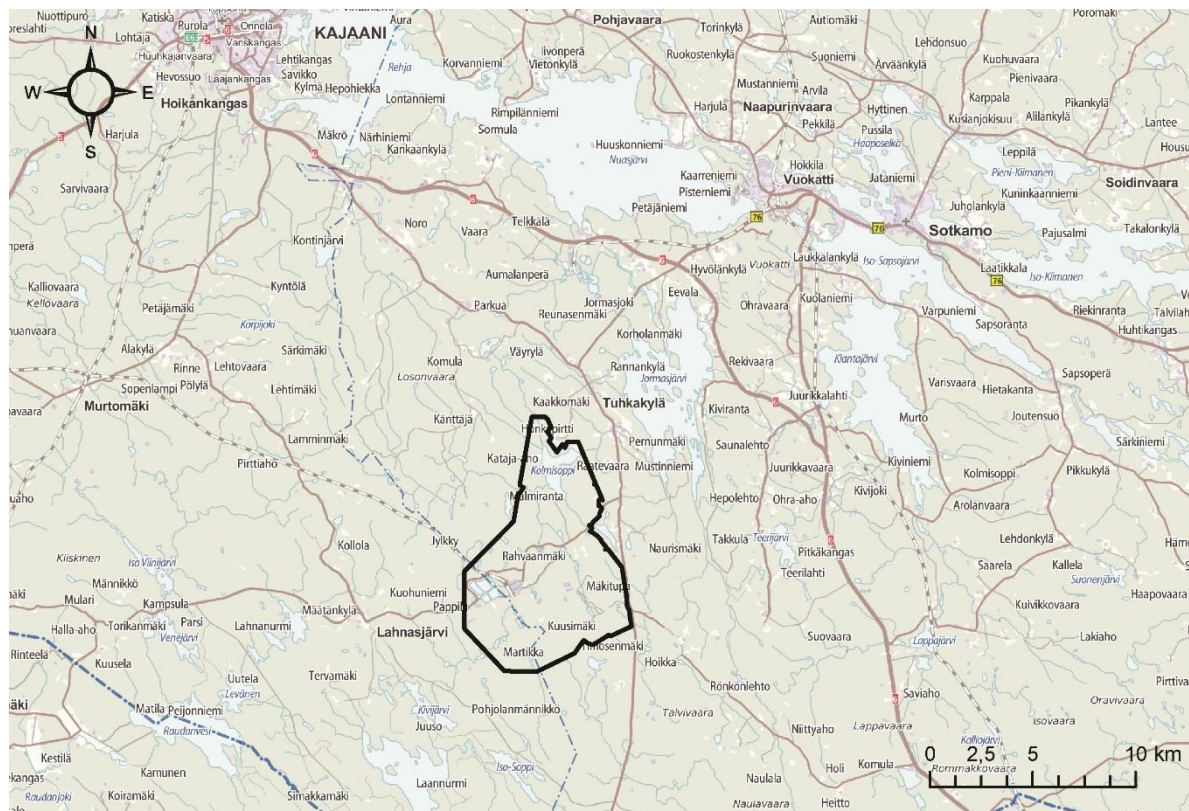
Tarkkailun vuosiraportti on jaettu seuraaviin osioihin, jotka on laadittu itsenäisinä raportteinaan;

- Osa I Yhteenveto
- Osa II Käyttötarkkailu
- Osa III Päästövesien tarkkailu
- Osa IV Ilmapäästöjen tarkkailu
- Osa V Pintavesien laatu
- Osa VI Pintavesien biologinen tarkkailu
 - o Kasviplankton
 - o Piilevät
 - o Pohjaeläimet
 - o Vesikasvit
 - o Vesisammalet
- Osa VII Sedimentin laatu
- Osa VIII Kalataloustarkkailu
- Osa IX Pohjavedet
- Osa X Pölylaskeuma
- Osa XI; 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 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 metsätalouskäytössä.

Alueen maaperä on korkeammilla maastonkohdilla moreenia ja alavilla mailla turvetta. Kalliope-
rän vallitsevat kivilajit ovat kvartsiitit, mustaliuskeet ja kiilleliuskeet, alueen geologiselle vyöhyk-
keelle (Kainuun liuskekivijakso) tyypilliseen tapaan.

Alueen kasvillisuus, eläimistö ja linnusto ovat Kainuulle tyypillisiä. Alueella esiintyvistä eläinlajeis-
ta liito-orava ja lepakot (pohjanlepakko, viiksisipiippa ja isoviiksisipiippa) 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 molem-
piin vesistöihin. Oulujoen suuntaan purkureitit kulkevat Salmisen ja Kalliojärven sekä Kuusjoen
kautta Kalliojokeen ja edelleen Kolmisopen, Tuhkajoen, Jormasjärven ja Jormasjoen kautta Nuas-
järveen. Vuoksen vesistöalueen puolella purkureitti kulkee Ylä-Lumijärven ohitusojan kautta Lu-
mijokeen ja edelleen Kivijärveen ja Kivijokeen kautta Laakajärveen. Vedet on johdettu Ylä-
Lumijärven ohi vuoden 2013 alkupuolelta alkaen. Vuonna 2015 aloitettiin myös kaivoksen puh-
distettujen ylijäämävesien johtaminen Nuasjärven purkupuutken kautta Oulujoen vesistöön.

Alueen vesistöille on ominaista, että ne ovat humuspitoisia, happamia, väriltään tummia ja tyy-
pillisesti fosforirajoitteisia. Kaivosalueen lähivedet ovat pääasiassa pieniä puroja ja lampia, joiden
pH on alhainen ja puskuriokyky yleensä luonnostaan huono mustaliuskealueelle tyypilliseen ta-
paan. Tästä johtuen alueen vesistöissä tavataan paikoin luonnostaan kohonneita metallipitoi-
suuksia.

Alueen vesistöissä esiintyy kohonneita sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksia liittyen kai-
voksen 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 vuon-
na 2012 tapahtuneen kipsisakka-altaan vuodon vuoksi ja veden pH on vaihdellut laajasti tuolloin
tehtyjen kalkituksen vuoksi.

Ympäristöhallinnon vuonna 2014 tekemän pintavesien ekologisen laatuluokituksen mukaan alu-
een ekologinen laatuluokitus 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 jo-
en perkauksen ja Laakajärven säännöstelyn vuoksi ja sen ekologinen tila on tyydyttävä. (Vesien
tila -karttakäyttöliittymä 5.3.2015).

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

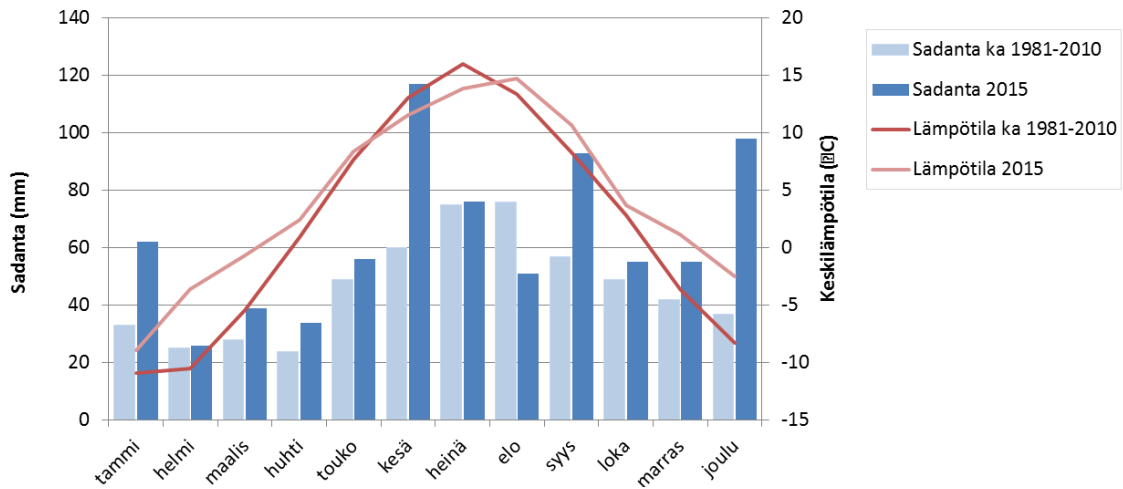
Velvoitetarkkailuun kuuluvien osa-alueiden tarkkailualueet ja tarkkailupisteiden sijainnit sekä tar-
kemmat tiedot toteutetusta tarkkailusta on esitetty erillisissä vuosiraportin osaraporteissa.

2.2 Säätila

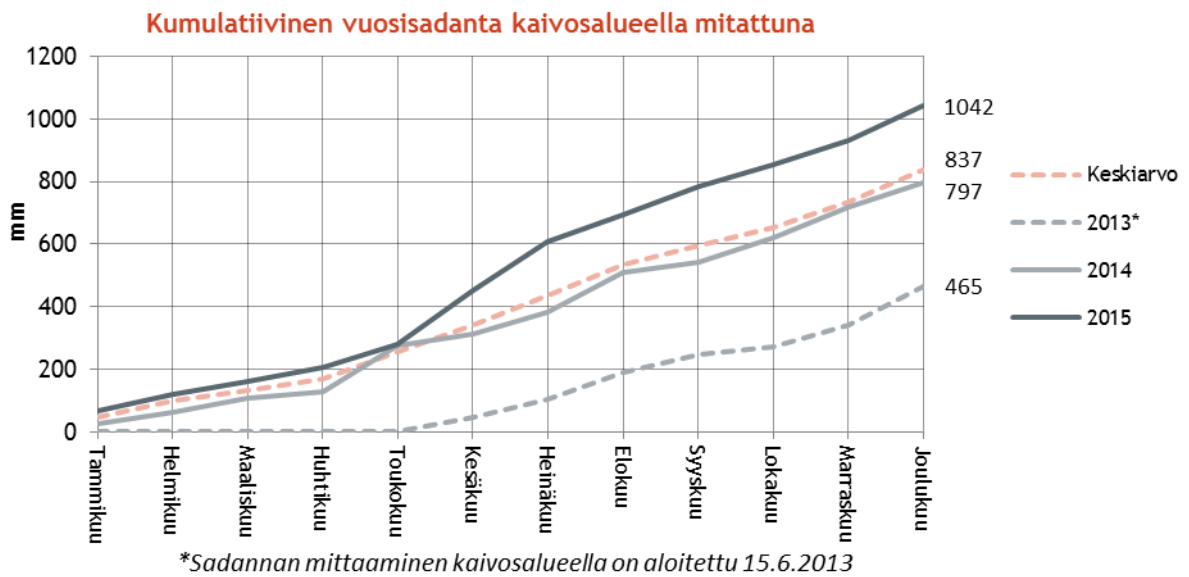
Lämpötila ja sadantatiedot on esitetty Ilmatieteen laitoksen Kajaanin lentokentän sääaseman
mittaustietojen perusteella, koska kaivoksen oman sääaseman lämpötila- ja sadantatiedot ovat
osin puutteellisia.

Vuosien 1981–2010 keskiarvoihin verrattuna vuosi 2015 oli kuukausittaisista keskilämpötiloista
laskettuna pitkänajan keskiarvoja noin 2,3 astetta lämpimämpi Kajaanin sääasemalla. Selvimmät
poikkeamat pitkänajan keskiarvoista olivat kevättalvella helmi–maaliskuussa, jolloin kuukauden
keskimääräiset lämpötilat olivat useamman asteen pitkänajan keskiarvojen yläpuolella. Myös
marras- ja joulukuu olivat tavanomaista lämpimämmät. Kesä- ja heinäkuu puolestaan olivat pit-
känajan keskiarvoja hieman kylmempiä. Vuoden 2015 keskimääräiset kuukausilämpötilat ja nii-
den vertailu pitkänajan keskiarvoihin on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2-2).

Vuoden 2015 sademäärät Kajaanissa olivat pitkänajan keskiarvoja suuremmat. Helmikuuta lukuun ottamatta, kuukausittaiset sademäärät olivat pitkänajan keskiarvoja suurempia. Etenkin tammikuussa sekä loppuvuotena kesäkuusta joulukuuhun sademäärät olivat selvästi keskiarvoja suuremmat (Kuva 2-2). Kaivoksella on mitattu sadantaa vuodesta 2013 lähtien osana yhtiön omaa ympäristöseurantaa (Kuva 2-3).

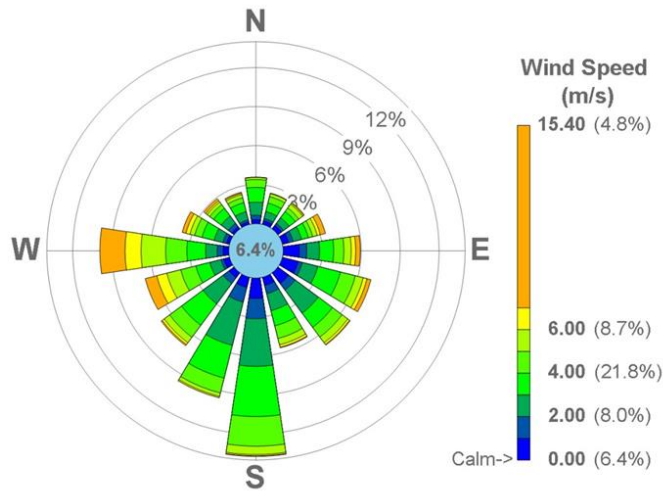


Kuva 2-2. Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2015 sekä vertailu pitkänajan (1981–2010) keskiarvoihin. Lämpötilatiedot: Kajaanin lentoasema, sadantatiedot: Kajaani, Paltaniemi



Kuva 2-3. Kuukausittaiset sademäärät kaivosalueella vuosina 2013–2015.

Säätilan tulkinnassa on käytetty Kajaanin lentoaseman tuulitietoja. Kuvassa 2-4 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.



Kuva 2-4. Kajaanin lentokentän sääaseman keskimääräiset tuulen suunnat ja nopeudet vuonna 2015. Kajaanin lentokentän tuulitiedot: Ilmatieteenlaitos, avoin aineisto (27.1.2016).

Tuulen suunnalla tarkoitetaan aina ilmansuuntaa, josta tuuli puhaltaa. Tuulen vallitseva suunta käy ilmi tuulisuususta. Alueen vallitseva tuulensuunta oli etelä, jonka prosentuaalinen osuus oli noin 14 %. Voimakkaimpien lyhytaikaisten tuulten suunta oli vuoden 2015 aikana keskimäärin läntinen. Vuoden 2014 vuosiraportissa tehdyn tuulivertailun perusteella kaivosalueella eteläinen tuulensuunta on Kajaanin lentokenttään verrattuna vallitsevampi johtuen todennäköisesti lentokentän sijainnista Oulujärven itärannalla.

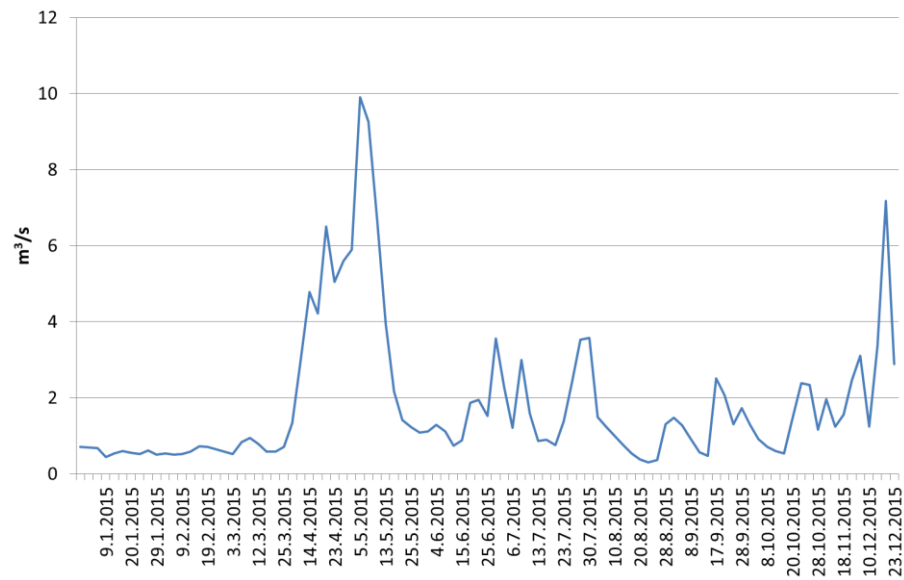
2.3 Vedenkorkeudet ja virtaamat

Virtausolosuhteiden sekä pinnankorkeuksien kuvaamisessa on käytetty OIVA -ympäristö- ja paikakatietopalvelusta saatavia tietoja sekä soveltuvin osin SYKE:n vesistömallia. Seuraavaksi esitetyistä tiedoista Kalliojoen virtaama (Kuva 2-5), Kolmisopen pinnankorkeus (Kuva 2-6 ja Kuva 2-7) ja Niskalanpadon virtaamatiedot (Kuva 2-8 ja Kuva 2-9) ovat kaivoksen omasta tarkkailusta.

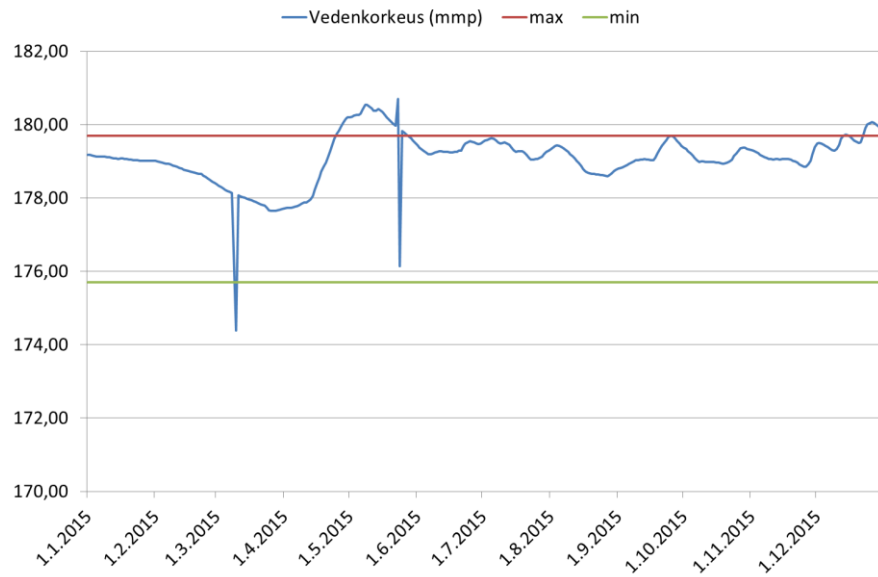
Vuonna 2015 Kalliojoen keskivirtaama oli mittaustulosten perusteella 1,8 m³/s. Vuonna 2013 Kalliojoen keskivirtaama oli vesistömallin perusteella 0,85 m³/s ja vuonna 2014 keskivirtaama oli mittaustulosten perusteella 1,4 m³/s. Vuonna 2012 Kalliojoen keskivirtaama oli vesistömallin perusteella 1,28 m³/s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

Kolmisopen pinnankorkeuden säännöstely on aloitettu vuonna 2009. Tämän jälkeen keskimääräinen pinnankorkeus on vaihdellut välillä 178,14–178,95 mmp. Vuonna 2015 Kolmisopen pinnankorkeus oli alimmillaan 10. maaliskuuta 174,39 mmp ja 24. toukokuuta 176,14 mmp. (Kuva 2-6).

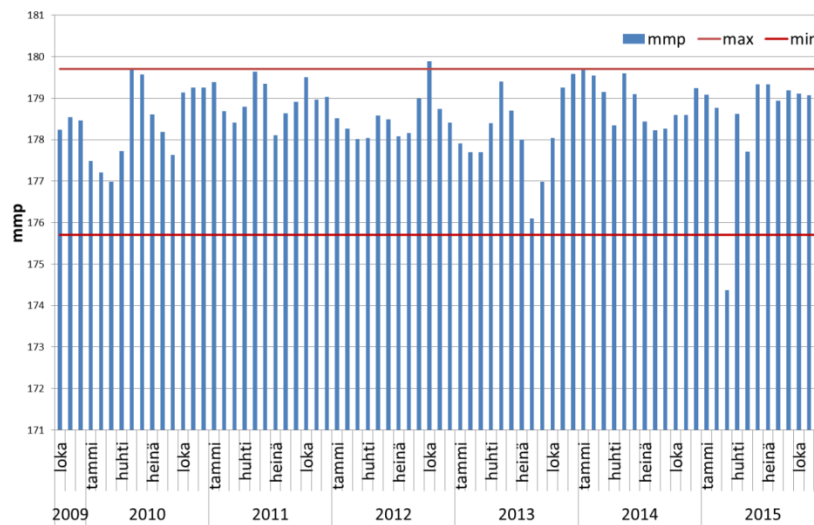
Aiempien vuosien (Pöyry Finland 2012– 2014) tuloksiin verrattuna Kolmisopen pinnankorkeus oli vuonna 2015 korkeammalla tasolla (Kuva 2-7). Kolmisopen pinnankorkeus oli myös keskimäärin korkeammalla tasolla vuoden 2014 aikana kuin kahtena edellisenä vuonna. Ainoastaan maalissa ja kesäkuussa 2015 Kolmisopen keskimääräinen pinnankorkeus oli aiempia vuosia alemmalla tasolla.



Kuva 2-5. Kalliojoen mitattu virtaama vuonna 2015.

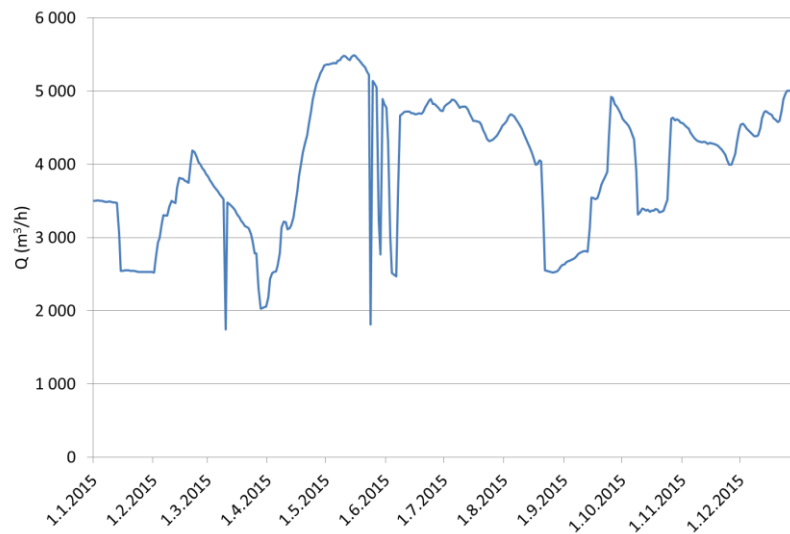


Kuva 2-6. Kolmisopen pinnankorkeus vuonna 2015. Max ja min kuvaavat pinnankorkeuden säännöstelyn minimi- ja maksimipinnankorkeutta.

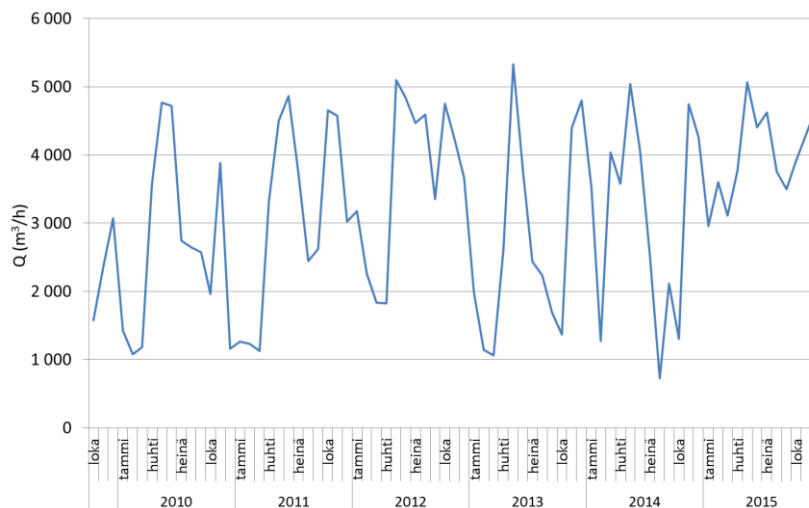


Kuva 2-7. Kolmisopen pinnankorkeuden vaihtelu kuukausittain vuosina 2009–2015.

Niskalan säännöstelypadolla säännöstellään Kolmisopin vedenpintaa. Padon virtaamatiedot vuodelta 2015 on esitetty kuvassa 2-8 ja keskimääräiset kuukausikeskivirtaamat vuosilta 2009–2015 kuvassa 2-9. Kuukausikeskiarvojen perusteella Niskalan säännöstelypadon virtaaman vaihtelu oli vuonna 2015 vähäisempää kuin aiempina vuosina.



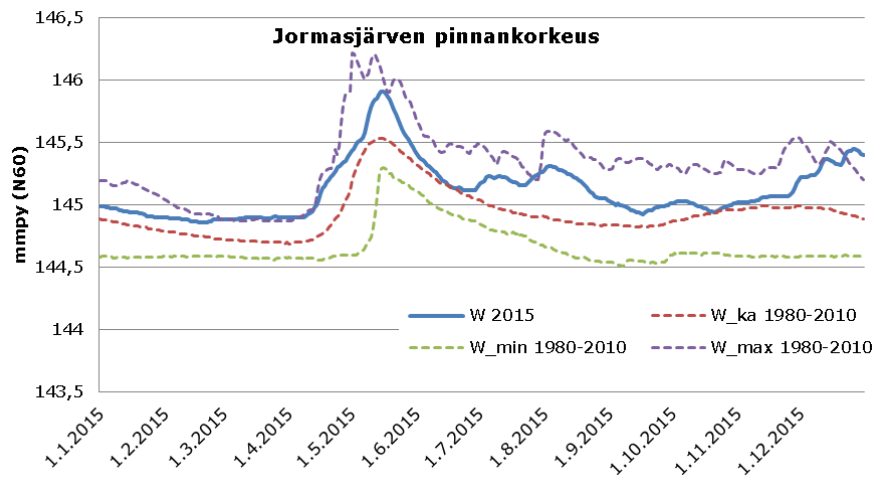
Kuva 2-8. Niskalan säännöstelypadon virtaamat vuonna 2015.



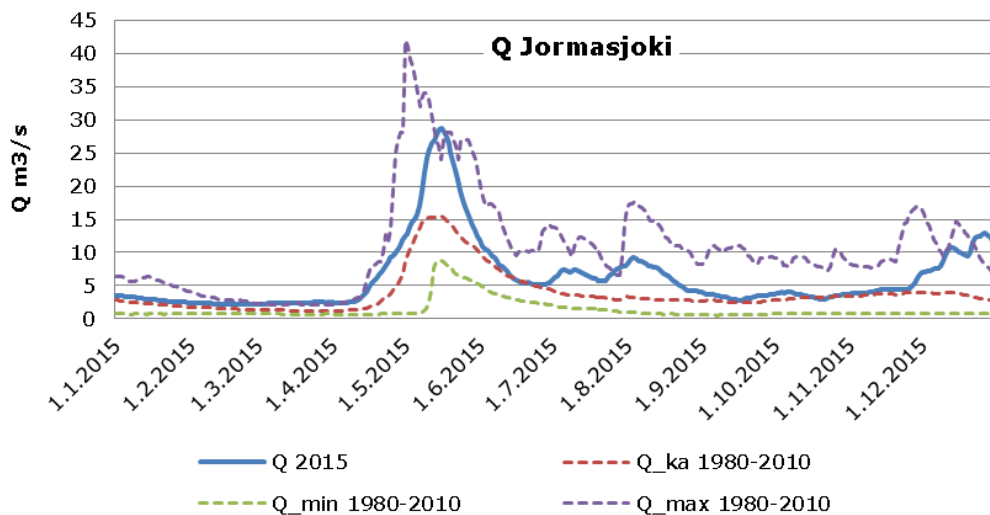
Kuva 2-9. Niskalan padon virtaaman keskimääräiset kuukausikeskiarvot 2009–2015.

Jormasjärven luusuan virtaamatiedot ja Jormasjärven pinnankorkeustiedot vuonna 2015 sekä vuosien 1980–2010 minimi, maksimi ja keskiarvot on esitetty kuvassa 2-10 (Lähde: Herttatietokanta). Pitkänajan keskiarvoon verrattuna Jormasjärven pinnankorkeus oli käytännössä koko vuoden 2015 pitkänajan keskivedenpintaa korkeammalla.

Myös Jormasjoen virtaama oli vuonna 2015 korkeampi kuin pitkän ajan keskivirtaama. Keskivirtaama vuonna 2015 oli $6,32 \text{ m}^3/\text{s}$, eli pidemmän aikajakson 1980–2010 keskivirtaamaa ($\sim 3,9 \text{ m}^3/\text{s}$) selvästi suurempi. Jormasjoen virtaamat olivat erityisen voimakkaat joulukuussa runsaiden sateiden aikaan (Kuva 2-11).



Kuva 2-10. Jormasjärven pinnankorkeus sekä vertailu pitkänajan keski- ja ääriarvoihin 1980–2010 (aineisto: Hertta-tietokanta).



Kuva 2-11. Jormasjoen virtaamat vuonna 2015 sekä vertailu pitkänajan keski- ja ääriarvoihin 1980–2010 (aineisto: Hertta-tietokanta).

3. KÄYTTÖTARKKAILU (TERRAFAME OY)

Terrafamen kaivoksen käyttötarkkailun tulokset on esitetty vuosiraportin osassa 2. Raportissa on kuvattu kaivoksen tuotantoprosessit, tarveaineiden kulutus ja syntyneet jätteet vuoden 2015 osalta. Vesienhallinnan osalta raportissa on kuvattu kaivoksen raakaveden otto ja juoksutusmäärät. Vuonna 2015 Kolmisoppijärvestä otettiin vettä 1 263 744 m³. Tästä 639 605 m³ oli raakavesilinjan sulanapitovirtaamaa, joka johdettiin sellaisenaan takaisin luontoon tehdasalueen ulkopuolelle.

Kaivosalueelta johdettiin käsiteltyjä ylijäämävesiä vesistöön 8 414 908 m³. Vesipäästöjen tarkkailun yhteenveto on esitetty kappaleessa 4 ja koko raportti vuosiraportin osassa III.

Käyttötarkkailun raportissa on myös kuvattu vuonna 2015 kaivoksella tapahtuneet poikkeustilan- teet ja ympäristöhavainnot. Vuonna 2015 kaivosalueen ulkopuolelta tuli yhteensä 25 ilmoitusta ympäristöhavainnosta, jotka koskivat melu-, tärinä-, vesi- ja hajuhavaintoja.

Vuonna 2015 kaivoksen toimintaan liittyen jätettiin kaksi ympäristönsuojelulain 123 §:n mukaista ilmoitusta poikkeuksellisesta tilanteesta. Lisäksi vuoden 2015 aikana ympäristöviranomaiselle ilmoitettiin 20 eri poikkeustilannetta, joihin on sisältynyt riski vaikutuksista ympäristöön. Ilmoitus tehtiin siis myös ns. läheltä piti-tilanteista tai tilanteista, joissa on tapahtunut vuoto tai raken- teen, kuten putken tai putkikanaalin, rikko, joka on kuitenkin pystytty ohjaamaan käsittely- yksiköille tai pysäyttämään välittömästi.

4. PÄÄSTÖTARKKAILU

4.1 Vesipäästöjen tarkkailu

Kaivoksen prosessivesiä on johdettu jälkikäsittely-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 rakennettiin puhdistettujen vesien juoksuttamiseksi purkuputki kaivosalueen Latosuon altaalta Nuasjärven Juurikkalahden edustalle. Putken koekäyttö aloitettiin syyskuussa 2015 ja se otettiin tuotannolliseen käyttöön marraskuussa 2015. Purkuputkella ohitetaan kaivosta lähimmät pienemmät vesistöt.

Terrafamen kaivoksen päästövesitarkkailu käsitti vuonna 2015 kaivoksen aluevesien, prosessin ylijäämävesien sekä saniteettipuhdistamon veden laadun, määrän ja syntyvän ympäristökuormituksen tarkkailun. Lisäksi toteutettiin kaivosalueelta Nuasjärven rakennetun purkuputken tarkkailua putken koekäytön aloittamisesta lähtien.

Vuonna 2015 vesistöihin johdettavien vesien vedenlaatua tarkkailtiin viikoittain otettavin näyttein tarkkailusuunnitelman mukaisesti purkupisteiltä lähtevästä vedestä, mikäli käsiteltyjä jätevesiä juoksutettiin vesistöön. Päästövesien tarkkailupisteitä oli vuonna 2015 seitsemän. Vuonna 2015 Torvelansuon altaalta ei johdettu vesiä ympäristöön lainkaan ja Torvelansuon käsittely-yksikkö ja purkupiste on poistettu käytöstä.

Vuonna 2015 kaivosalueelta johdettiin ulos vesistöihin yhteensä noin 8,41 miljoonaa kuutiota käsiteltyjä jätevesiä, joista noin 6,55 milj. m³ johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön ja noin 1,85 milj. m³ etelään Vuoksen vesistöön. Vuonna 2015 kaivosalueelta johdettu kokonaisvesimäärä oli lähes kolme miljoonaa kuutiota enemmän kuin vuonna 2014 ja noin 2 milj. m³ enemmän kuin v. 2013.

Oulujoen vesistöalueen suuntaan johdettavien vesien pH-arvot olivat pääosin luparajojen sisällä sekä yksittäisten näytteiden että virtaamapainotteisten kuukausikeskiarvojen osalta. Nikkelin, kuparin, sinkin, raudan, sulfaatin, mangaanin ja uraanin osalta virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvopitoisuuden raja-arvo ei ylittynyt missään pisteessä. Liukoisen elohopean ja kadmiumin pitoisuudet olivat pääosin alle määritysrajan ja aina alle valtioneuvoston asetuksen (1022/2006 ja 1308/2015) liitteessä määrättyjen raja-arvojen. Latosuon varastoaltaalta elokuussa ja purkuputkeen johdettavasta vedestä joulukuussa otetuista näytteistä määritettiin STUK:n laboratoriossa radonin aktiivisuuspitoisuus sekä alfa- ja beeta-aktiivisten aineiden kokonaismäärät. Molempien näytteiden radonpitoisuudet olivat alhaisia ja alfa- ja beeta-aktiivisten aineiden kokonaismäärien perusteella laskettava aktiivisuusindeksi oli turvallisuustavoitteen mukainen (<1).

Vuoksen suuntaan johdetuista vesistä otetuissa näytteissä ei todettu yksittäisten näytteiden raja-arvoja ylittäviä pH-arvoja. Nikkelin, kuparin, sinkin, raudan sulfaatin, mangaanin ja uraanin osalta virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvopitoisuuden raja-arvo ei ylittynyt missään pisteessä. Liukoisen elohopean ja kadmiumin pitoisuudet ovat olleet pääosin alle määritysrajan ja aina alle valtioneuvoston asetuksen (1022/2006 ja 1308/2015) liitteessä määrättyjen raja-arvojen.

Nuasjärven johtavan purkuputken lupapäätöksessä virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona annettujen raja-arvojen ylityksiä ei todettu kiintoaine-, sulfaatti-, rauta-, mangaani-, kupari-, sinkki- eikä nikkelipitoisuuksien osalta. Liukoisen elohopean pitoisuudet alittivat jokaisella määrittyskerralla määritysrajan ja liukoisen kadmiumin pitoisuudet alittivat aina luparaja-arvon. Luparajojen ylityksiä ei havaittu yksittäisissä näytteissä eikä virtaamapainotteisissa kuukausikeskiarvoissa. Vuonna 2015 tehtiin myös purkuputken tarkkailuohjelman mukaisen laajan analyysipaketin mukaiset määritykset ensimmäistä kertaa. Määritettyjen alkuaineiden pitoisuudet olivat alhaisia.

Vuoden 2015 tarkkailujaksolla vanhojen purkureittien osalta nikkelin, kuparin ja sinkin kokonaiskuormitus alitti 2013 ympäristöluvan⁶ mukaiset luparajat. Mangaanin, sulfaatin ja natriumin kokonaiskuormitus ylitti luparajan kokonaiskuormituksena tarkasteltuna. On kuitenkin huomioitava, että kiintoihin laskettiin mukaan sekä kevään että joulukuun poikkeusjuoksutukset. Nuasjärven purkuputken osalta kokonaiskuormitusta koskevat luparajat on annettu purkuputken täydelle 12

⁶ Ympäristölupapäätös Nro 52/2013/1 (31.5.2013)

kk juoksutusjaksolle⁷. Vuonna 2015 purkuputken kautta käsiteltyä vesiä johdettiin, koekäyttö mukaan lukien, vain noin 3 kuukauden ajan. Näin ollen purkuputken käytön osalta kuormitustietoja ei voida verrata suoraan 12 kk juoksutusjaksolle annettuihin luparajoihin.

Purkuputken kautta johdettavien jätevesien kuukausittainen sulfaatin kuormitusmäärä (1000 t) ylittyi joulukuussa lievästi, johtuen joulukuun poikkeusjuoksutuksista. Vuonna 2015 lähivesistöjen purkureiteille voimassa olevaa lisäkiintiötä hyödynnettiin ennen varsinaista purkuputken käyttöönottoa. Lähivesistöjen purkureittien lisäkiintiön osalta nikkelin, kuparin, sinkin, mangaanin, sulfaatin ja natriumin kokonaiskuormitus alitti niille asetetut luparajat.

Terrafamen tehdasalueella, kaivoksessa, toimistorakennuksessa ja muissa tiloissa muodostuvat saniteettivedet käsitellään vuonna 2008 rakennetulla jätevedenpuhdistamolla. Puhdistetut jätevedet johdettiin etelään Vuoksen suuntaan. Kaivoksen jätevedenpuhdistamo saavutti vuonna 2015 lupaehtojen vaatimukset. Valtioneuvoston asetuksen 888/2006 vaatimukset täyttyivät kaikkien paitsi kiintoaineen puhdistustehon osalta, joka jäi lievästi alle vähimmäisvaatimusten.

4.2 Ilmapäästöjen tarkkailu

Ramboll Finland Oy, Ramboll Analytics toteutti Talvivaaran kaivoksen tarkkailusuunnitelman mukaiset ilmapäästömittaukset vuonna 2015. Mittaukset tehtiin kvartaaleittain, jolloin mittauskerroja oli vuoden aikana neljä.

Rikkivetymittaukset toteutettiin saostuslinjan poistohönnäkaasuista, neutralointireaktoreiden hönnäkaasuista, rautasaostuksen hönnäkaasuista, nauhasuotimen hönnäkaasuista ja esineutraloinnin nauhasuotimien poistohönnäkaasuista. Kaikki kohteet mitattiin pesureiden jälkeen. Kohteista mitattiin rikkivetypitoisuudet ja virtausmäärä. Kaikkien kohteiden vuoden 2015 mittauksia ei ollut mahdollista toteuttaa lähinnä prosessien tuotannosta johtuen.

Vuonna 2015 rikkivetymittaukset tehtiin neljästi vuodessa, kuten myös vuonna 2014. Vuonna 2015 mitatut rikkivetypitoisuudet alittivat ympäristölupapäätöksessä annetun raja-arvon 50 mg/m³n. Myös vuonna 2014 annettu raja-arvo alittui lukuun ottamatta tammikuun neutralointireaktorin mittausta.

Hiukkaspitoisuusmittausten kohteet olivat karkeamurska, seulahalli, hienomurska 1, hienomurska 2 ja agglomerointi. Kaikki kohteet mitattiin pölynpoistolaitteiston jälkeen. Kohteista mitattiin hiukkaspitoisuudet ja virtausmäärä. Kuten louhintaa myös malminkäsittely oli keskeytyksissä koko vuoden 2014 eikä pölynpoistolaitteistoille ollut tarvetta. Louhintaa ja malmin käsittely käynnistettiin uudelleen vuoden 2015 aikana, hiukkaspitoisuusmittaukset tehtiin joulukuussa 2015. Vuonna 2015 mitatut hiukkaspitoisuudet alittivat ympäristöluvassa määritetyn raja-arvon 10 mg/m³n.

Talvivaaran talteenottolaitoksen lämpölaitoksen 5 MW:n höyrykontista mitattiin vuonna 2015 hiukkas-, NO_x- ja SO₂-pitoisuudet. Vähäisen tehontarpeen vuoksi laitosta ei pystytty ajamaan kuin minimiteholla. Vuonna 2015 mitattu hiukkaspitoisuus alitti ympäristölupapäätöksessä määritetyn raja-arvon 100 mg/m³n. Mitatut NO_x- ja SO₂-pitoisuudet ylittivät ympäristöluvassa määritetty raja-arvot (800 mg NO₂/m³ ja 850 mgSO₂/m³). Kaikki raja-arvot on annettu 3 %:n O₂-pitoisuuteen redusoituna.

5. PINTAVESIEN FYSIKAALIS-KEMIALLINEN LAATU

Kaivokselta johdettavan veden ympäristövaikutukset alkoivat ensikertaa näkyä alkuvuodesta 2010 Oulujoen suunnassa Salmisessa ja Kalliojärven sekä Vuoksen suunnalla Ylä-Lumijärven ja Kivijärven. Vaikutukset näkyivät mm. sulfaatti- ja natriumpitoisuuksien voimakkaana kasvuna, mikä korreloi myös sähkönjohtavuuden voimakkaana nousuna. Suolaantumisen seurauksena alueen syvemmät lähijärvet Salminen, Kalliojärvi ja Kivijärvi kerrostuivat pysyvästi, mikä on johtanut järvien alusveden hapettomuuteen, koska suolapitoinen tiheä vesi estää järvien vuodentakaisdynamiikkaan kuuluvan sekoittumisen, joka mahdollistaisi alusveden hapettumisen. Lähijärvien päänäyveden sulfaattipitoisuudet kääntyivät vuonna 2011 laskuun, mutta nousivat uudelleen vuoden 2013 alkupuolella keuhällä 2013 tehtyjen ylimääräisten juoksutusten seurauksena. Kalliojärven päänäyveden sulfaattipitoisuus kohosi myös marraskuun 2013 kipsiallasvuodon seurauksena.

Vuoden 2015 aikana Terrafamen kaivoksen päästövesien vaikutuksia tarkkailtiin Oulujoen vesistön suunnalta välillä Salminen-Oulujärvi ja Vuoksen vesistön suunnalta välillä Ylä-Lumijärvi-

⁷ Ympäristölupapäätös Nro 43/2015/1 (24.4.2015)

Syväri. Lisäksi vesistötarkkailuun kuuluu kaivospiirialueella olevia lampia ja puroja. Vesistötarkkailupisteiden määrä lisääntyi edellisvuodesta Nuasjärven purkuputken myötä erityisesti Oulujoen vesistöalueella. Näytteenottopisteitä vesistötarkkailussa oli yhteensä 67 ja näytteitä otettiin pisteistä riippuen 1-12 kertaa vuodessa.

Oulujoen suunnalla vesien purkureitillä veden laadussa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia edellisvuoteen verrattuna. Lähivesistöistä (Salminen, Salmisenpuro, Kalliojärvi, Härkäpuro, Kuusijoki, Kalliojoki, Kolmisoppi, Tuhkajoki) voidaan havaita kaivosvesien vaikutukset mm. luonnonvesiä selvästi korkeampana sähkönjohtavuutena ja sulfaattipitoisuuksina, erityisesti järvien pohjanläheisissä vesikerroksissa jossa pitoisuudet olivat selvästi pintakerrosta korkeammat. Salmisen alusvedestä mitatut liukoiset kadmium- ja nikkelpitoisuudet ylittivät sekoittumisvyöhykkeelle annetut ympäristölaatunormit. Lisäksi ympäristölaatunormi ylittyi kadmiumin osalta Kolmisopessa sekä nikkelin osalta Kalliojärven alusvedessä.

Kuormitus on havaittavissa myös Jormasjärvellä, jossa sulfaattipitoisuuksien havaittiin nousevan. Sulfaattipitoisuudet ovat lisäksi luontaista taustapitoisuutta korkeammat Jormasjoessa vaikka pitoisuus oli hieman edellisvuotta alhaisempi. Nuasjärvellä pitoisuudet ovat lähellä luontaista taustatasoa eikä vastaavaa suuntausta ole nähtävissä.

Vuoksen suunnalla Lumijärven sekä Lumijoen sähkönjohtavuus, sulfaattipitoisuus ja osa metallipitoisuuksista ovat olleet vuoden 2013 jälkeen selvässä laskussa ja lasku jatkui edelleen vuonna 2015. Kivijärven kahdessa syvimessä tarkkailupisteessä (Kiv2, Kiv10) vesi pysyi edellisvuosien tapaan voimakkaasti kerrostuneena koko vuoden ajan. Pisteessä Kiv7 sen sijaan kevätkierto ainakin osittain onnistui. Sekoittumisen myötä alusvedessä oli happea keväästä lähtien ja veden sähkönjohtavuus, sulfaatti- ja metallipitoisuudet laskivat aiempiin vuosiin nähden ollen kuitenkin edelleen korkeita. Kivijoessa veden laatu oli pysynyt edellisvuosien tasolla. Laakajärven sulfaattipitoisuudet ovat yleisesti ottaen hieman koholla suhteessa taustapitoisuuteen, eikä veden laadussa ollut tapahtunut selvää muutosta. Alempana vesistöissä Kiltuanjärvessä, Haapajärvessä, Haa-jaistenjärvessä, Nurmijoessa, Sälevässä ja Syvärillä veden sähkönjohtavuusarvot ja sulfaattipitoisuudet ovat luonnonvesille tyypillistä luokkaa eikä kaivoksen vaikutuksia voitu selkeästi havaita.

Nikkelille asetettu ympäristölaatunormi ylittyi Vuoksen suunnalla ainoastaan Kivijärven (Kiv7) alusvedessä. Kadmiumin osalta kaikki vesistöt alittivat ympäristölaatunormin.

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 ympäristölaatunormi ylittyi Hakosessa ja Iso-Savonjärvessä. Nikkelin osalta ympäristölaatunormin ylityksiä ei havaittu.

Osassa kaivosalueen puroja ja lampia vedenlaadussa voidaan havaita mustaliuskealueen vaikutukset veden alhaisina pH-arvoina sekä korkeina sulfaatti- että metallipitoisuuksina.

6. PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU

6.1 Piilevät

Piilevien seuranta toteutettiin syyskuussa 2015 kaikkiaan seitsemällä havaintopisteellä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kaivosalueen vaikutuksia läheisten virtavesien veden laatuun ja piileväyhteisöihin.

Tulosten perusteella piilevätaksonien määrä näyttää hieman nousseen, mihin vaikuttaa jonkin verran myös vuosien välinen vaihtelu. Alueen vesistöt ovat luontaisesti lievästi happamia. Luonnontilaisesta poiketen Kalliojoen, Tuhkajoen, Jormasjoen, Lumijoen, Kivijoen ja Nurmijoen Haapakosken yhteisöissä esiintyy alkalisia (emäksisiä) oloja suosivia tai vaativia lajeja. Kaivostoiminnan vaikutuksista kertoo myös murtovesilajien esiintyminen näytteissä. Murtovesilajeja esiintyy luonnontilaisesta poiketen Kalliojoen, Tuhkajoen, Jormasjoen sekä Kivijoen ja Lumijoen näytteissä. Jormasjoessa, Laakajoessa ja Nurmijoessa lajikoostumus ja indeksit osoittivat luonnontilaista tai lähes luonnontilaista tasoa, eikä kaivostoiminnan vaikutuksia tämän tutkimuksen perusteella todettu. Lajisto vastaa pääpiirteissään niukka-/keskiravinteista vedenlaatua, mutta mm. Kivijoen näytteissä tavattiin myös runsasravinteisuutta suosivia lajeja. IPS-indeksin perusteella vesistöt edustavat hyvää/erinomaista laatuluokkaa. TDI-indeksin arvot kuvastavat niukka-/keskiravinteisia oloja. Indeksissä voidaan havaita lievä heikkenevä suuntaus.

Vuonna 2013 piilevätulosten tarkastelussa käytettiin ensimmäisen kerran ympäristöhallinnon käyttämiä ekologisen luokituksen indeksejä, jotka kuvaavat paikan tyyppilajistoa ja prosenttista mallinkaltaisuutta (Pöyry Oy 2014). Indeksit on kehitetty ensisijaisesti ympäristöhallinnon tarpeisiin liittyen EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanoon. Vuosittaisessa tarkkailussa suositellaan vakiintuneiden IPS- ja TDI-indeksien käyttöä, jotka korreloivat vahvasti vedenlaatuun ja ovat helposti tulkittavia. Ekologisen luokittelun indeksien laskenta olisi kuitenkin hyvä suorittaa esimerkiksi 5-7 vuoden välein, jolloin laskennan tulosten tulkinnassa on käytettävissä laajempi aineisto.

6.2 Kasviplankton

Kasviplanktonin seuranta toteutettiin vuonna 2015 kaikkiaan 14 havaintopisteellä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Terrafamen kaivosalueen vaikutuksia läheisten järvien kasviplanktoniyhteisöihin. Erityisesti kaivosalueen läheisten järvien näytteille oli ominaista "suttuinen" yleisilme ja leväsolujen huonokuntoisuus.

Oulujoen suunnalla Kalliojärvestä, Kolmisopesta ja Jormasjärvestä tavattiin huonokuntoisia leväsoluja ja näytteet olivat yleisilmeeltään suttuisia. Kalliojärvestä on tapahtunut lajistollisia muutoksia ja biomassat ovat laskeneet vuodesta 2008. Kolmisopen lajisto oli hyvin niukkaa ja pieniä pikoplanktisia leviää paljon. Myös Kolmisopen biomassat ovat pienentyneet suhteessa edellisvuosiin. Jormasjärvestä on tapahtunut lajistollisia muutoksia ja limalevä on lähes tyystin hävinnyt, mikä näkyy kokonaisbiomassan laskuna. Kasviplanktonin perusteella selvästi karuuntuneet Kalliojärvi, Kolmisoppi ja Jormasjärvi luokittuivat erinomaiseen ekologiseen tilaan. Luokittelussa otetaan huomioon lähinnä rehevöitymiseen liittyvät tekijät. Muut tekijät kuten solujen huonokuntoisuus, lajiston niukkuus ja kokonaisbiomassan muutos eivät kuitenkaan tue näiden järvien luokistulosta. Nuasjärven näytteiden yleisilme oli lähellä luonnontilaista sekä lajistollisesti että kokonaisbiomassan suhteen tarkasteltuna.

Vuoksen suunnalla Kivijärven pohjoisosan ja Laakajärven näytteiden yleisilme oli "suttuinen". Kivijärven kokonaisbiomassa on selvästi laskenut aikaisempiin vuosiin verrattuna ja monimuotoisuus on melko alhainen. Myös Kivijärvellä erinomaista ekologista tilaa vastaan puhuvat näytteissä havaitut lukumäärältään runsaat pienet huonokuntoiset nielulevät sekä lajiston niukkuus. Laakajärven leväkoostumus on normaalimpi ja ekologisen luokituksen tulos pitää paremmin paikkansa. Kiltuanjärven leväsolut ovat parempikuntoisia verrattuna kaivosta lähempänä sijaitseviin järviin ja Kiltuanjärvi luokituu kasviplanktonin perusteella erinomaiseen tilaan.

6.3 Pohjaeläimet

Pohjaeläinseuranta toteutettiin syksyllä 2015 kaikkiaan seitsemällä jokikohteella ja kahdeksalla järvikohteella. Lisäksi vuonna 2015 pohjaeläinnäytteitä kerättiin Nuasjärveltä ja Rehjalta. Selvitys liittyi Terrafamen Nuasjärven purkuputken ympäristövaikutusten arviointiin. Vuoden 2015 Nuasjärven ja Rehjan aineistoja voidaan jatkossa käyttää vesistövaikutusten vertailuaineistona.

Pohjaeläimet ilmaisevat elinympäristönsä hitaita muutoksia pidemmällä aikavälillä kuin vain kyseisellä näytteenottohetkellä ja pohjaeläimiä käytetään yhtenä biologisena osatekijänä vesistöjen ekologisessa tila-arvioinnissa. Vertailtaessa vuoden 2013 ja 2015 pohjaeläintarkkailutuloksia, virtavesikohteiden ekologinen tila on pysynyt käytettyjen luokittelumittarien perusteella pääosin samana tai parantunut. Järvikohteiden ekologinen tila on pysynyt käytettyjen luokittelumittarien perusteella pääosin samana lukuun ottamatta Kolmisoppea, jonka ekologista tilaa vesistökuormitus on todennäköisesti heikentänyt. Vuonna 2015 vesiä juoksutettiin enemmän Oulujoen vesistön suuntaan. Kaivostoiminnan vaikutus pohjaeläimistöön näkyy etenkin kaivosaluetta lähimpänä sijaitsevilla Kallio- ja Kivijärven tutkimuskohteilla.

Kaivostoiminnan pohjaeläintutkimusasetelma ei sisällä vertailunäytteenottoalueita, joille ei kohdistuisi vesistövaikutuksia. Tästä syystä tutkimuskohteiden pohjaeläinyhteisöissä luontaisesti esiintyvän vaihtelun määrää on vaikea eritellä kaivostoiminnasta johtuvista pohjaeläimistön vasteista. Jatkossa pohjaeläintarkkailuasetelmaan esitetään liitettäväksi vertailualueita joki- ja järvi-kohteille, jotta eliöyhteisöissä tapahtuvan luontaisen vaihtelun määrää voitaisiin paremmin arvioida. Vertailualueiksi valitaan kohteita, jonne ei kohdistu kaivostoiminnan vaikutuksia.

6.4 Vesisammalten metallipitoisuudet

Vesisammalten metallipitoisuuksia tutkittiin vuonna 2015 virtanäkinsammalesta (*Fontinalis dalecarlica*) seitsemältä havaintopaikalta. Havaintopaikat sijaitsivat Oulujoen vesistöalueella Kalliojoessa, Tuhkajoessa ja Jormasjoessa sekä Vuoksen vesistöalueella Lumijoessa, Kivijoessa, Laakajoessa ja Nurmijoessa.

Verrattaessa tarkkailutuloksia kirjallisuudesta saataviin viitearvoihin voidaan todeta, että arseeni- ja kuparipitoisuudet olivat Kalliojoen kohonnutta arseenipitoisuutta lukuun ottamatta alhaiset. Nikkelipitoisuus puolestaan oli Jormasjoessa korkea ja muillakin havaintopaikoilla koholla. Lyijypitoisuudet olivat korkeat lähinnä kaivospiiriä sijaitsevilla havaintopaikoilla Kalliojoessa ja Lumijoessa. Kobolttipitoisuudet olivat korkeita kalliopiirin eteläpuoleisessa vesistössä.

Oulujoen suunnalla metallipitoisuudet olivat pääosin korkeimmat alimmalla, kaivospiiristä kauimpana sijaitsevalla havaintopaikalla Jormasjoessa. Vuoksen suunnalla puolestaan metallipitoisuudet olivat pääosin korkeimmat kaivospiiriä lähinnä sijaitsevalla havaintopaikalla Lumijoessa. Vuoksen suunnalla muita havaintopisteitä korkeampia arseeni-, kadmium- ja sinkkipitoisuuksia todettiin myös alimmalla havaintopaikalla Nurmijoessa.

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. Vesisammalien tarkkailupisteiden seurantahistoria on lyhyt luotettavien johtopäätösten tekemiseksi.

6.5 Vesikasvikartoitus

Kesällä 2015 tutkittiin vesikasvillisuuden kehittymistä kolmessa Terrafamen kaivosalueen alapuolisessa järvessä: Kivijärvi, Kalliojärvi ja Jormasjärvi (Talvilahti). Tutkimukset tehtiin kussakin järvessä vuonna 2008 perustetuilla viidellä vesikasvillisuuslinjalla käyttäen yksinkertaistettua päävyöhykelinjamenetelmää. Linjat on tutkittu aiemmin kahdesti, perustamisen yhteydessä vuonna 2008 ja vuonna 2010. Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä tietoa kasvillisuuden kehittymisestä sekä vesimuodostumien ekologisesta tilasta ja mahdollisesta kuormituksen vaikutuksesta vesikasvillisuuteen.

Kalliojärvi on humuspitoinen pieni ja erämainen järvi ja se on vesistöjen virtaussuunnassa Oulujoen suuntaan ensimmäinen kaivospiirin ulkopuolinen järvi. Se on ollut pysyvästi hapen ja suolaisuuden suhteen kerrostunut vuodesta 2011 alkaen. Rantoja luonnehtivat soistumat ja tyyppilajistoon kuuluvat aiempaan tapaan kurjenjalka, korpikastikka, raate ja kiiltopaju. Vesialueen kasvillisuutta hallitsevat kelluslehtiset, pääosin ulpukka. Upos- tai pohjalehtisiä ei havaittu lainkaan. Vesi oli hyvin tummaa ja näkösyvyys alhainen. Linjojen pituudessa ei havaittu merkittäviä muutoksia yhtä pidentynyttä linjaa lukuun ottamatta. Jo edellisellä kerralla havaittu rantasaraikkojen taantuminen oli jatkunut voimakkaana ja kartoituksessa havaittiin enää hyvin vähän saroja.

Jormasjärvi on humuspitoinen suurehko järvi ja sen on arvioitu olevan hyvässä ekologisessa tilassa. Talvilahden alue on pituudeltaan noin 2,8 km ja leveydeltään 1,2 km. Talvilahdella rannat olivat hyvin vaihtelevia. Pääosin Talvilahden kasvillisuuslinjat olivat samanmittaisia kuin vuoden 2010 tarkkailussa, joskin joidenkin metrien pituuseroja havaittiin molempiin suuntiin. Linjoilla havaittiin aiempien seurantakertojen tapaan varsin runsaasti pohjalehtistä kasvillisuutta (*Lobelia dortmanna*, *Isoetes echinospora*), ilmaversoisten tyyppilajeja olivat järvikorte (*Equisetum fluviatile*), terttualpi (*Lysimachia thyrsiflora*) ja järviruoko (*Phragmites australis*) ja kelluslehtisistä vallitsevana oli ulpukka (*Nuphar lutea*).

Kivijärvi on runsashumuksinen saarten ja karikkojen täplittämä erämainen järvi. Sen vesi on tyyppillisesti ollut voimakkaasti ympärivuotisesti kerrostunutta ja alusvesi hapetonta ja suolaantunutta. Kivijärven ekologinen tila on luokiteltu huonoksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi. Kivijärven rannat olivat lähes kauttaaltaan kuivaa tai kuivahkoa kangasta ja järven pohja hyvin kivikkoista. Kasvillisuuden vyöhykkeisyydessä tai linjojen pituudessa ei havaittu merkittäviä eroja aikaisempaan tarkkailuun verrattuna.

Kasvillisuuden linjaseurannan perusteella havaittiin Kalliojärven rantasaraikkojen taantumista, mutta muutoin vesikasvillisuus vastasi aiemmin havaittua. Seuraavan kerran linjalaskennat tehdään tarkkailuohjelman mukaan elokuussa 2021 ja sen jälkeen 6 vuoden välein. Vesikasvillisuuden kehittymistä seurataan ohjelman mukaan ilmakuvien avulla seuraavan kerran elokuussa 2018 ja verrataan edellisiin vuonna 2008 otettuihin ilmakuviin.

7. SEDIMENTIN LAATU

Oulujoen suunta

Sedimenttitarkkailun tulosten perusteella Oulujoen suunnalla kaivoksen vaikutukset olivat nähtävissä Salmisessa ja Kalliojärvässä. Salmisen sedimentin kemiallisen laadun (pH, Ni, Fe, Mn, Al, U, S) selvä heikkeneminen syksyn 2012 tasosta johtuu kaivoksella marraskuussa 2012 tapahtuneesta kipsisakka-altaan vuodosta korreloiden alusveden kemiallisen laadun kanssa. Salmisen pintasedimentin metallipitoisuudet olivat moninkertaisia vuoden 2012 pitoisuuksiin nähden. Salmisen sedimentin pintakerros on metallipitoisten vuotovesien neutraloinnissa syntyynyttä sakkaa, jonka haitta-ainepitoisuudet ovat vesieliöstölle haitallisia. Salmisen huono vedenlaatu kuormittaa jatkossakin sedimenttiä, joten vaikutukset ovat pitkäaikaisia.

Vuodon vaikutukset näkyivät selviten Salmisessa, mutta myös Kalliojärven sedimentissä nikkeli-, rauta, mangaani-, alumiini-, uraani- ja rikkipitoisuudet olivat selvästi syksyn 2012 tasoon nähden korkeampia korreloiden myös vedenlaadun tuloksia. Kalliojärven sedimentin ja vesipatsaan haitta-ainepitoisuudet ovat vesieliöstölle haitallisia, mikä ilmenee myös pohjaeläintutkimustuloksissa (Osa VI: Pintavesien biologinen tarkkailu). Myös Kalliojärven vesipatsaan korkeat metallipitoisuudet vaikuttavat jatkossakin sedimentaation kautta sedimentin laatuun.

Kolmisopessa kaivoksen vesipäästövaikutukset ilmenivät lähinnä kohonneena kalsiumpitoisuutena vuoden 2012 tasoon nähden. Jormasjärvässä ei kaivoksen vaikutuksia sedimentin laadussa enää ollut havaittavissa.

Vuoksen suunta

Kaivoksen vesistökuormitus on nähtävissä Kivijärven sedimentin laadussa. Kivijärven sedimentti-profiili ilmensi voimakkaasti pelkistyneitä olosuhteita. Sedimentin pintakerroksessa rikki-, natrium-, kalsium-, mangaani- ja nikkelipitoisuudet olivat korkeita. Aiempiin vuosiin nähden Kivijärvässä oli todettavissa nouseva trendi rikin, natriumin ja kalsiumin osalta. Tämä on myös seurausta kipsisakka-altaan vuodosta. Sedimentin heikentynyt laatu korreloi myös pohjaeläintutkimustulosten kanssa. Myös Kivijärven vesipatsaan korkeat metallipitoisuudet vaikuttavat sedimentaation vedenlaadun kehitykseen, vaikkakin vähäisemmässä määrin kuin vuoden 2012 vuodon aikana.

Vuoksen suunnalla kaivostoiminnan vaikutukset rajoittuivat tutkituista järvistä Kivijärven alueelle. Laakajärvässä kaivoksen vaikutuksia sedimentin laadussa ei ollut enää selkeästi havaittavissa.

Nuasjärvi

Ennen kaivoksen vesien johtamista purkuputken kautta Nuasjärveen otettiin vaikutustarkkailun ns. taustapitoisuusnäytteet syksyllä 2015 kolmesta tarkkailupisteestä (Nuasjärvi 1, 2 ja 16). Lahnasjoen ja Jormasjoen suulla sijaitsevan tarkkailupisteen (Nj1) muita pisteitä korkeammat arseeni-, nikkeli- ja rikkipitoisuudet on todettu johtuvan pääosin Lahnaslammen kaivosalueelta tulevalta kuormitukselta (GTK, 2006).

8. KALATALOUSTARKKAILU

Terrafamen kaivoksen kalataloustarkkailuun sisältyi vuonna 2015 verkkokoekalastukset, sähkökoekalastukset, kalojen sisältämien metallipitoisuuksien tutkimus, kirjanpitokalastus sekä Nuasjärven ammattikalastajien pyynti- ja saalistiedot. Vuonna 2015 Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailussa oli ensimmäistä kertaa mukaa myös Nuasjärven purkuputken ympäristötarkkailu.

8.1 Verkkokoekalastus

Vuoden 2015 verkkokoekalastukset toteutettiin Nordic-yleiskatsausverkoilla Kalliojärvellä (6 verkkoa), Kolmisopella (10 verkkoa), Jormasjärvellä (52 verkkoa), Kivijärvellä (10 verkkoa), Laakajärvellä (52 verkkoa), Kiltuanjärvellä (48 verkkoa), Nuasjärvellä (15 verkkoa, joista 2 Jäätiönlahden vertailualueella) ja Nuasjärven Rehjalla (5 verkkoa). Rehja-Nuasjärvellä kalastettiin lisäksi joka toisella verkkopaikalla 50 mm:n verkolla. Verkkokoekalastusten perusteella Terrafamen jätevesien vaikutus on selvästi nähtävissä Oulujoen reitin Kalliojärven ja Kolmisopen kalastoissa. Muilla järvillä ei ole havaittavissa yhtä selviä kalastomuutoksia, joita voisi yhdistää kaivos-toimintaan. Kuitenkin myös Kivijärven kalastossa on havaittavissa heikkenemistä.

Vuonna 2015 verkkokoekalastusten yksikkösaaliit olivat kaikilla järvillä pieniä. Suurin yksikkösaalis saatiin Laakajärveltä ja toiseksi suurin Rehja-Nuasjärveltä. Muilla järvillä yksikkösaaliit olivat

hyvin pieniä. Kalliojärvellä kaivospiirin rajan tuntumassa yksikkösaalis on laskenut ja etenkin ahvenen kohdalla muutos on ollut selkeä. Tulos viittaa kalojen karkottumiseen kaivoksen kuormituksen vuoksi. Samansuuntainen kehitys on nähtävissä Kolmisopella, jossa yksikkösaaliit olivat erittäin pieniä, joskin yksikkösaaliissa on ollut aiemminkin huomattavaa vaihtelua vuosien välillä.

Jormasjärvellä ahvenen yksikkösaalis laski noin kolmasosaan kahteen edellisvuoteen verrattuna, mutta muiden lajien kohdalla yhtä selkeää muutosta ei havaittu. Sen sijaan järven pohjan tuntumassa viihtyvää madetta saatiin saaliiksi ensimmäisen kerran tutkimusjakson aikana. Ahven ja särki olivat vuonna 2015 tutkimusjärvestä riippuen aikaisempien tutkimusvuosien 2008–2014 mukaisesti saaliin valtalajeja.

Jormasjärven kalasto oli lajistoltaan monipuolisin (8 lajia) ja Laakajärven sekä Rehja-Nuasjärven toiseksi monipuolisin (7 lajia). Pienemmillä järvillä kalalajisto oli niukempi. Verkkokoekalastusten saaliin lajikoostumus on eri järvillä pysynyt melko samanlaisena kaikkina tutkimusvuosina 2008–2013.

Muista järvistä poiketen Kalliojärven kalasto oli särkivaltainen, mitä se ei ole ollut ennen vuotta 2013, muutos saattaa kytkeytyä kipsisakka-altaan vuotoon v. 2012. Kaikilla tutkituilla järvillä petokalojen osuus saaliin biomassasta oli yli 20 %.

Nuasjärven Jäätiölahden vertailualueen yksikkösaalis oli selkeästi suurempi kuin kahdella muulla järven osa-alueella (Nuasjärvi, Rehja). Osin vertailualueen suurempaa yksikkösaalista selittää se, että verkkoja oli kyseisellä alueella muista alueista poiketen ainoastaan kahdella matalimmalla syvyysvyöhykkeellä. Vertailualueen tulosten luotettavuutta vähentää se, että alueella pyynnissä oli ainoastaan kaksi verkkoa, mikä lisää sattuman osuutta tuloksissa. Rehja-Nuasjärven vuoden 2015 harvojen verkkojen saalis oli hyvin pieni, mitä selittää suurien kalayksilöiden vähäinen määrä järven kalastossa.

Verkot olivat vuonna 2015 kalastajan mukaan pyynnin jälkeen Kalliojärvellä likaisia. Myös Jormasjärvellä osa verkoista oli likaisia. Kivijärvellä verkot olivat pyynnin jälkeen erittäin likaisia ja vesi haisi metallille.

8.2 Kalojen raskasmetallipitoisuudet

Vuonna 2015 kalojen raskasmetallipitoisuuksia määritettiin Jormasjärveltä, Laakajärveltä, Kalliojärveltä, Kolmisopelta, Kivijärveltä, Kiltuanjärveltä, Teerijärveltä ja Ukonjärveltä sekä Rehjalta ja Nuasjärveltä. Analysoituja raskasmetalleja olivat nikkeli (Ni), arseeni (As), elohopea (Hg), sinkki (Zn), kupari (Cu), kadmium (Cd), lyijy (Pb), koboltti (Co), barium (Ba) ja uraani (U). Jormasjärven ja Laakajärven sekä Rehjan ja Nuasjärven näytekaloista määritettiin myös ikä.

Useimmilla järvillä osa näytekaloista sisälsi elohopeaa yli Euroopan komission asettaman sallitun elohopean enimmäispitoisuuden elintarvikekäyttöön tarkoitetuissa kaloissa (EY 1881/2006, muutos 629/2008). Ympäristölaatu normidirektiivissä (2008/105/EY) asetettu kalojen sisältämän elohopeapitoisuuden raja-arvo on ylittynyt kaikkina tutkimusvuosina kaikilla tutkituilla järvillä. Elohopean ympäristölaatu normi on huomattavan pieni verrattuna mitattuihin elohopeapitoisuuksiin suomalaisissa luonnonkaloissa (Verta ym. 2010). Maankäytöllä, etenkin metsätoimenpiteistä hakkuilla ja maanmuokkauksella, on vesien elohopeapitoisuutta kohottava vaikutus, kun maaperän humukseen sitoutunut elohopea pääsee liikkeelle. Tyypillisesti pienikokoisten metsäjärvien kalojen elohopeapitoisuudet ovat verraten korkeita. Terrafamen purkuvesien elohopeapitoisuudet ovat alhaisia.

Valtaosassa järvistä sekä vertailujärvillä elohopeapitoisuudet ovat pysytelleet kutakuinkin samalla tasolla eri tutkimusvuosina. Kalliojärvessä pitoisuudet ovat olleet aavistuksen korkeampia kahtena viimeisimpänä vuonna vuoteen 2013 verrattuna. Rehja-Nuasjärveltä vuoden 2015 metallipitoisuuksien tutkimustulokset ovat ensimmäiset tiedossa olevat. Vain yksi Nuasjärven ahven ylitti elohopeapitoisuuden elintarvikekäytön raja-arvon.

Kadmiumpitoisuus ylitti määritysrajan joillakin yksittäisillä kaloilla Jormasjärvellä, Kalliojärvellä ja Kolmisopella. Pitoisuudet olivat kuitenkin hyvin alhaisia, vain hieman yli määritysrajan. Sinkin, arseenin ja bariumin osalta havaittiin määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia. Ko. metalleille ei kuitenkaan ole asetettu sallittuja enimmäispitoisuussuosituksia eikä maaperän kynnys- ja ohjearvojen määritysperusteet -oppaassa ilmoitetun bariumin enimmäissaannin raja-arvon ylittymisestä ei ole vaaraa tutkimusjärvien kaloja syömällä. Terrafamen kaivoksen päästövesien arseenipitoi-

suudet ovat alhaisia, joten kalan arseenipitoisuudella ei ole todennäköisesti yhteyttä kaivoksen purkuvesiin.

Kalojen metallipitoisuudet olivat vuoden 2015 tutkimuksessa kaiken kaikkiaan 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. Kalojen metallipitoisuudet ovat pysytelleet suurimmaksi osaksi vuoden 2015 määritysrajojen alapuolella tai niiden lähellä kaikkina 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).

8.3 Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastukset toteutettiin elokuussa 2015 Kalliojoella, Tuhkajoella, Lumijoella, Kivijoella ja Laakajoella. Kalojen yksilötiheydet olivat tutkituilla aloilla kaiken kaikkiaan pieniä.

Tuhkajoelta on saatu saaliiksi taimenia kaikkina tutkimusvuosina. Taimenen yksilötiheys joella on kuitenkin ollut laskussa vuodesta 2010, kun huomioidaan vuodet, jolloin kalastettavana ovat olleet kaikki viisi koealaa. Tuhkajoen koekalastusalojen 5A ja 5B taimensaaliin joukossa on aiempina tutkimusvuosina ollut useita kesän vanhoja yksilöitä, joten kudun Tuhkajoen alaosilla on voitu katsoa onnistuneen. Vuonna 2015 kesänvanhoja taimenia ei kuitenkaan saatu. Myös harjussaaliin joukossa on aiempina tutkimusvuosina ollut kesän vanhoja yksilöitä, mutta myös ne puuttuivat vuoden 2015 saaliista.

Tuhkajoen veden laadussa tai virtaamaoloissa ei ole havaittavissa muutoksia, jotka selittäisivät taimenen poikasten häviämistä alueelta. Taimenen lisääntymismenestykseen on kuitenkin voinut vaikuttaa kannan turvaamiseksi vuonna 2013 toteutettu erillispyynti, jossa taimenen poikasia siirrettiin säilytettäväksi Paltamon kalanviljelylaitokselle. Joesta poistettu taimenmäärä (105 yksilöä) on voinut vaikuttaa kesänvanhojen taimenten puuttumiseen vuoden 2015 saaliista. Harjusten poikasten puuttumiseen taimenen pyynti ei kuitenkaan ole voinut oletettavasti vaikuttaa. Luonnollinen vaihtelu voi selittää poikasten puuttumista saaliista. Seuraavien vuosien tarkkailuilla saadaan lisätietoa aiheeseen liittyen.

8.4 Kirjanpitokalastus

Vuonna 2015 mukana oli kolme Jormasjärvellä kalastanutta ja yksi Kolmisopella kalastanut kirjanpitokalastaja. Edellisvuoteen verrattuna kirjanpitokalastajilta saatujen tulosten määrä laski yhdellä kalastajalla. Jormasjärven kirjanpitokalastajista yksi toimii alueella myös ammattikalastajana.

Kirjanpitokalastajien kalastus Jormasjärvellä vuonna 2015 oli edellisvuoden tapaan suurelta osin verkkokalastusta (solmuväli 55 mm). Aiempaan tapaan Jormasjärven kuhasaalis oli vuonna 2015 lajikohtaisista kokonaissaaliista selkeästi suurin ja hauen toiseksi suurin. Siikaa ja madetta verkoilla on saatu vain vähän.

Aikaisempien tutkimusvuosien tapaan kirjanpitokalastus Kolmisopella vuonna 2015 oli katiskapyyntiä. Aikaisempien vuosien tapaan saatiin vuonna 2015 järveltä saaliiksi ahvenia, särkiä ja haukia. Kahtena viimeisimpänä vuonna madetta ei ole saatu saaliiksi lainkaan.

Kaivostoiminnan vaikutuksia ei voi havaita kirjanpitokalastuksen tulosten perusteella. Jormasjärven verkkokalastusta lukuun ottamatta vähäinen pyyntimäärä ja muutokset kirjanpitokalastajien määrässä ja kalastetuissa alueissa vähentävät tulosten luotettavuutta ja kasvattavat sattuman vaikutusta. Lajien yksikkösaaliit eivät ole kasvaneet tai pienentyneet Jormasjärvellä vuosien saatossa, vaan vaihtelut ovat vuosikohtaisia.

8.5 Ammattikalastajien pyynti- ja saalistiedot

Rehja-Nuasjärven ammattikalastajien pyynti- ja saalistiedot vuosilta 2014–2015 saatiin yhteensä kolmelta kalastajalta, joista yksi kertoi kalastaneensa Rehjan ja kaksi Nuasjärven puolella. Kaksi

kalasti päätoimisesti yhden kalastuksen ollessa sivutoimista. Selkeästi suosituin kalastusmuoto ammattikalastajien keskuudessa oli verkkokalastus. Lisäksi kalastajien käytössä oli muutamia made- ja isorysiä.

Kilomääräisesti suurin saalis sekä vuosina 2014 että 2015 saatiin kuhasta. Hauen osuus saaliista oli kumpanakin vuonna toiseksi suurin. Tulosten perusteella sekä kalastus- että saalismäärät olivat vuonna 2015 edellisvuotta alhaisemmat. Kalastajien kommenttien perusteella Nuasjärvellä tehdyt rakennustyöt hankaloittivat kalastusta ja vähensivät saaliita vuonna 2015.

9. POHJAVEDET

Terrafamen kaivoksen vuoden 2015 pohjavesitarkkailu toteutettiin vuonna 2014 hyväksytyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuonna 2015 asennettiin yhdeksän uutta pohjaveden tarkkailuputkea, joista osa korvaa vanhoja tarkkailupisteitä. Uudet tarkkailuputket sisältyvät voimassa olevaan tarkkailuohjelmaan.

Pohjavesitarkkailuun kuuluvat yksityiset talousvesikaivot sijaitsevat kaivospiirin läheisyydessä. Kaivojen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen. Nuasjärven purkuputken tarkkailuohjelmaan sisältyvä porakaivo Nuasjärven Lamposaaressa lisättiin tarkkailuun vuonna 2015.

Kaivosalue

Tehdasalueella pisteessä P1 pohjavesi on selvästi hapanta ja metallipitoisuudet ovat muita tarkkailupisteitä korkeammat. Vuoden 2015 tarkkailuhavaintojen perusteella tehdasalueen metallipitoisuudet (Ni, Cd) ovat laskeneet. Pohjaveden metallipitoisuuksien aleneminen on nähtävissä myös primääriliuotuskentän uusituissa tarkkailupisteissä P7, P8 ja P9.

Sekundääriliuotuskentän tarkkailupisteissä pohjaveden metallipitoisuudet nousivat aikaisempien vuosien tarkkailuhavaintoihin verrattuna. Sekundääriliuotuskentän pohjoispuolelle asennettiin vuonna 2015 tarkkailuputket P13 ja P14. Pohjaveden virtaus suuntautuu liuotuskentältä kohti pistettä P14, jossa vesi on hapanta ja metallipitoisuudet ovat hieman kohonneet.

Kuusilammen avolouhoksessa on varastoitu happamia vesiä ($\text{pH} < 4$), joiden metallipitoisuus on korkea. Veden varastointi on tarkkailuhavaintojen perusteella voinut vaikuttaa pohjaveden laatuun avolouhoksen kaakkoispuolella 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 kallioraikon suunnassa on mahdollista.

Kaivospiiri

Talousvesikaivoissa ei havaittu normaalista vaihtelusta poikkeavia vedenlaadun muutoksia. Kaivojen vedenlaatu täytti tutkituilta osin talousveden laatuvaatimukset. Laatusuosituksen mukainen raudan tai mangaanin enimmäismäärä ylittyi Hakorannan, Lamposaan 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.

Kaivospiirin alueella pohjavesitarkkailussa havaittiin vedenlaadun muutoksia Kortelammen alueen tarkkailupisteissä, joissa pohjavedessä on havaittavissa happamoitumistrendi ja sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat nousseet. Erityisesti tarkkailupisteessä R5 vesi oli hapanta ja metalleista kadmiumin, kobolttin, kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat suurempia, kuin riskiperusteisena suosituksena esitetty pohjaveden laadun vertailuarvot. Vedenlaatu on heikentynyt kipsisakka-altaan vuodon seurauksena maaperään joutuneen happaman ja metallipitoisen veden sekä Kortelammen altaan pinnankorkeuden vaihtelun vaikutuksesta.

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.

10. ILMAN LAATU

Kaivoksen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2015 yhteensä 14 tarkkailupisteestä kaivoksen alueella sekä sen ympäristössä.

Kiintoaineslaskeumat olivat pääosin matalammat kuin edellisvuonna. Keskimääräisiä kiintoainesmääriä nostaa kesäajan huomattavasti suuremmat lukemat, mitkä johtuvat suuresta määrästä orgaanista ainesta. Suurin osa kiintoaineslaskeumasta oli orgaanista, mikä näkyi etenkin kesällä analyysissä suurena hehkutushäviön määränä. Kaivostoimintoihin viittaavan epäorgaanisen laskeuman määrä keräimissä oli erittäin pieni eikä selviä eroja ollut havaittavissa kaivoksen ja ympäristön keräimien keskimääräisissä laskeumissa lukuun ottamatta Tuhkakylän koulun pisteellä Pöly 9, jossa kiintoainesmäärät olivat suurimmalta osin epäorgaanista ainesta kevään kierroksilla. Epäorgaanisen laskeuman määrä on laskenut kaivosalueen pisteillä vuosien 2009–2010 jälkeen, mikä johtuu todennäköisimmin kaivosalueella tehdyistä pölynhallintatoimenpiteistä sekä siitä, että louhinta ja malminkäsittely ovat olleet keskeytettynä marraskuusta 2013 lähtien vuoden 2015 syksyyn saakka ja sitä ennen vuoden 2012 syyskuusta toukokuuhun 2013. Suurin epäorgaanisen aineksen keskimääräinen laskeuma on havaittu vuosien 2010–2015 aikana kaivoksen ympäristön Tuhkakylän koulun pisteellä 9, mikä johtuu todennäköisesti ohikulkevan tien liikenteestä aiheutuvasta pölyämisestä.

Metallilaskeumat ovat olleet pieniä koko tarkkailualueella viime vuosina. Vuoden 2015 aikana oli kuitenkin havaittavissa lievää nousua syyskuun kierrokselta lähtien etenkin kaivosalueen keräimien metallipitoisuuksissa. Suurimmat erot oli havaittavissa tehdasalueen pisteessä 1 sekä osittain liuotusalueen pisteessä 12. Pitoisuudet olivat suurimmillaan pisteessä 1 joulukuun kierroksella, mikä johtuu todennäköisimmin malminkäsittelyn jatkamisesta. Ympäristön pisteillä oli havaittavissa nousua rautapitoisuuksissa. Vuonna 2015 vallitseva tuulensuunta oli eteläinen, joten tehdasalueen pohjoispuolen keräimen pitoisuudet selittyvät tuulen suunnalla ja pisteen ja tehdasalueen lyhyellä etäisyydellä.

Rikkipitoisuuksissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia. Valtioneuvoston päätöksessä 480/1996 on Suomen metsätalousmaiden rikkilaskeumalle asetettu pitkänajan keskimääräiseksi tavoitearvoksi 0,3 g/m²/v. Rikin pitoisuudet määritettiin vain neljällä kierroksella, joten vertailu tavoitearvoon tehtiin laskemalla keskimääräiset pitoisuudet jokaiselta tarkkailupisteeltä ja kertomalla se kahdellatoista. Tavoitearvo ylittyi jokaisella pisteellä rikkilaskeuman ollessa tehdasalueen pisteillä 0,99 – 1,54 g/m²/v ja ympäristön pisteillä 0,30 – 0,89 g/m²/v. Korkeimmat vuosilaskeumat havaittiin kaivosalueen pisteillä Pöly 1 ja Pöly 12.

Vuoden 2015 laskeumatarkkailun tulosten perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset kaivosalueen sekä etenkin sen ympäristön laskeumassa on pieniä. Vuoden 2015 aikana havaittiin kuitenkin pientä nousua syyskuusta lähtien etenkin kaivospiirin sisäisten keräimien (Pöly 1 ja 12) metallipitoisuuksissa, mikä todennäköisesti johtuu louhintatöiden ja malminkäsittelyn jatkamisesta. Kiintoainespitoisuuksien epäorgaaninen osuus oli yhä pientä suhteessa orgaaniseen osuuteen. Tarkkailua ehdotetaan jatkettavan nykyisen tarkkailusuunnitelman mukaisesti.

11. JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU

Kaivoksen jätejakeiden laatua tarkkailtiin vuonna 2015 kuukauden kokoomanäytteistä sekä neljän kuukauden kokoomanäytteistä laboratoriossa määritettyjen kokonaispitoisuuksien sekä liuoksisuuksien avulla. Tarkkailuohjelman mukaisesti liuoksisuudet tutkittiin kaksivaiheisella ravistelutestillä. Loppuneutraloinnin sakeuttimen alitteesta eli loppuneutralointisakasta (646) sekä raudan sakeuttimen alitteesta eli rautasakasta (645) otetuille näytteille tehtiin tarkkailuohjelmasta poiketen yksivaiheiset ravistelukokeet vastaavasti kuin vuonna 2014, koska näytteet eivät soveltuneet testattavaksi kaksivaiheisella ravistelutestillä suuren vesipitoisuuden vuoksi. Lisäksi esineutralointisakan osalta on huomioitavaa, että vuoden 2015 aikana on tutkittu yhteensä kaksi näytettä; kokoomanäytteet tammi-huhtikuulta sekä toukokuulta.

Vuonna 2015 analysoitujen näytteiden alkuperäinen vesipitoisuus oli samalla tasolla kuin vuonna 2014 ja todennäköisesti korkeampi kuin vuosina 2010–2013. Ravistelutestin tulosten vertailuun vuosina 2010–2013 ja 2014–2015 liittyy näytteiden alkuperäisen vesipitoisuuden osalta epävarmuuksia, jotka tulee tulosten tarkastelussa huomioida. Vuosien 2014 ja 2015 tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia.

Loppuneutralointisakka (646)

Loppuneutralointisakassa tutkittujen alkuaineiden kokonaispitoisuudet olivat pääosin samalla tasolla kuin vuosina 2010–2014. Kuparin pitoisuus oli kesäkuun näytteessä koholla verrattuna muihin näytteisiin, pitoisuus oli kuitenkin edelleen alhainen. Nikkelin, mangaanin, kalsiumin ja rikin pitoisuudet olivat touko-elokuun ja sinkin sekä uraanin pitoisuudet kesä-heinäkuun näytteissä koholla verrattuna muihin näytteisiin ja aiempien vuosien tuloksiin. Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli edellisvuosien tapaan alhainen ja hehkutushäviö oli samalla tasolla kuin edellisvuosina. pH oli vuoden 2014 tasolla.

Loppuneutralointisakan nikkelin liukoisuus oli alhainen edellisvuosien tapaan, myös muiden metallien liukoisuudet olivat alhaisia. Sulfaatin liukoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2014, liukoisuudet ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuonna 2014. Liuenneiden aineiden kokonaismäärät (TDS) olivat samalla tasolla kuin vuosina 2012–2014.

Rautasakka (645)

Rautasakassa tutkittujen alkuaineiden pitoisuudet olivat lähes samalla tasolla kuin edellisvuosina. Sinkin pitoisuus oli heinäkuussa koholla vastaavasti kuin loppuneutralointisakassa. Myös rautasakan kalsiumin ja rikin pitoisuudet olivat koholla touko-elokuun näytteissä. Hehkutushäviöt olivat samalla tasolla kuin vuonna 2012 ja jonkin verran suurempia kuin vuonna 2013. Orgaanisen hiilen kokonaismäärät (TOC) alittivat analyysin määrittämissä, hehkutushäviöt vaihtelivat välillä 8–15 %. pH-arvot olivat vuoden 2014 tasolla.

Rautasakan nikkelin liukoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin tammi-huhtikuun, toukokuun, elokuun sekä marras-joulukuun näytteissä. Nikkelin liukoisuuksissa on ollut vuosina 2014–2015 huomattavaa vaihtelua verrattuna aiempiin vuosiin ja liukoisuudet ovat olleet aiempien vuosien tuloksiin verrattuna korkeita. Sinkin liukoisuuksissa oli vaihtelua, liukoisuudet olivat kuitenkin alhaisia alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Uraanin liukoisuudet olivat alhaisia. Fluoridin liukoisuudet olivat alhaisempia kuin vuonna 2014 ja vuosien 2010–2013 tasolla. Rautasakan sulfaatin liukoisuuksissa oli vaihtelua, liukoisuudet ylittivät kaikissa tutkituissa näytteissä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat vuoden 2014 tasolla.

Esineutralointisakka (653)

Esineutralointisakan kuparin pitoisuuksissa oli huomattavaa vaihtelua, tammi-huhtikuun näytteessä kuparipitoisuus oli 12 000 mg/kg ja toukokuussa 1 700 mg/kg. Kuparin pitoisuuksissa on tosin myös aiempina vuosina ollut vaihtelua. Myös sinkki- sekä kadmiumpitoisuuksissa oli vaihtelua. Sinkin pitoisuudet (180 000 mg/kg, 37 000 mg/kg) ylittivät vaarallisen jätteen raja-arvon selvästi. Kadmiumin pitoisuus oli tammi-huhtikuun näytteessä 570 mg/kg ja toukokuun näytteessä 85 mg/kg. Kadmiumin pitoisuudet ovat pääosin nousseet vuodesta 2013 lähtien, tosin pitoisuuksissa on ollut huomattavaa vaihtelua. Koboltin pitoisuudet olivat vuoteen 2014 verrattuna koholla. Hehkutushäviö ja TOC olivat alhaiset. Esineutralointisakan pH oli alhainen, ja sen haponneutralointikapasiteetti (ANC) olikin edellisvuosien tapaan alhainen.

Kadmiumin liukoisuudet olivat alhaisempia kuin vuonna 2014, tammi-huhtikuun näytteessä liukoisuus ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ja toukokuussa pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Vuonna 2014 kadmiumin liukoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Koboltin liukoisuus oli edellisvuosien tasolla. Nikkelin liukoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin edellisvuosien tapaan. Sinkin liukoisuudet vaihtelivat, molemmissa näytteissä liukoisuus kuitenkin ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Sulfaatin, DOC:n ja TDS:n liukoisuudet olivat edellisvuosien tasolla.

12. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Päästötarkkailu

Vuonna 2015 kaivosalueelta johdettu kokonaisvesimäärä oli lähes kolme miljoona kuutiota enemmän kuin vuonna 2014 ja noin 2 milj. m³ enemmän kuin v. 2013. Purkuvesien laadussa ei havaittu merkittäviä muutoksia edellisiin vuosiin nähden ja vedenlaatu oli pääosin ympäristölupamää räysten mukaista sekä yksittäisten päästövesinäytteiden että virtaamapainotteisten kuukausikeskiarvojen osalta.

Vuoden 2015 tarkkailujaksolla vanhojen purkureittien osalta vain mangaanin, sulfaatin ja natriumin kokonaiskuormitus ylitti luparajan kokonaiskuormituksena tarkasteltuna. On kuitenkin huomioitava, että kiintiöihin laskettiin mukaan sekä kevään että joulukuun poikkeusjuoksutukset. Purkuputken kautta johdettavien jätevesien kuukausittainen sulfaatin kuormitusmäärä (1000 t) ylittyi joulukuussa lievästi, johtuen joulukuun poikkeusjuoksutuksista.

Kaivoksen jätevedenpuhdistamo saavutti vuonna 2015 lupaehtojen vaatimukset. Valtioneuvoston asetuksen 888/2006 vaatimukset täyttyivät kaikkien paitsi kiintoaineen puhdistustehon osalta, joka jäi lievästi alle vähimmäisvaatimusten.

Vuonna 2015 ilmanpäästömittaukset tehtiin kvartaaleittain, jolloin mittauksia oli vuoden aikana neljä. Vuonna 2015 rikkivetypitoisuudet ja hiukkaspitoisuudet alittivat ympäristöluvan mukaiset raja-arvot. Myös Terrafamen talteenottolaitoksen lämpölaitoksen höyrykontin hiukkaspitoisuus alitti ympäristöluvassa annetun raja-arvon, mutta NOx- ja SO₂-pitoisuudet ylittivät niille asetetut raja-arvot.

Pintavedet ja kalasto

Vuoden 2015 aikana Terrafamen kaivoksen päästövesien vaikutuksia tarkkailtiin Oulujoen vesistön suunnalta välillä Salminen-Oulujärvi ja Vuoksen vesistön suunnalta välillä Ylä-Lumijärvi-Syväri. Lisäksi vesistötarkkailuun kuuluu kaivospiirialueella olevia lampia ja puroja.

Oulujoen suunnalla vesien purkureitillä veden laadussa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia edellisvuoteen verrattuna. Lähivesistöistä kaivosvesien vaikutukset olivat havaittavissa Jormasjärvelle saakka mm. luonnonvesiä selvästi korkeampana sähkönjohtavuutena ja sulfaattipitoisuuksina. Vuonna 2015 Nuasjärven vedenlaatu oli lähellä luontaista taustatasoa eikä vastavaa suuntausta ollut nähtävissä.

Vuoksen suunnalla kaivoksen vesistövaikutuksia oli edellisvuosien tapaan havaittavissa Laakajärvelle saakka. Lumijärven sekä Lumijoen sähkönjohtavuus, sulfaattipitoisuus ja osa metallipitoisuuksista ovat olleet vuoden 2013 jälkeen selvässä laskussa ja lasku jatkui edelleen vuonna 2015. Kivijärven kahdessa syvimessä tarkkailupisteessä (Kiv2, Kiv10) vesi pysyi edellisvuosien tapaan voimakkaasti kerrostuneena koko vuoden ajan. Pisteessä Kiv7 sen sijaan kevätkierto ainakin osittain onnistui.

Kaivosalueen läheisillä järvillä ei havaittu muutoksia aiempiin tarkkailutuloksiin nähden. Osassa kaivosalueen puroja ja lampia vedenlaadussa voidaan havaita mustaliuskealueen vaikutukset veden alhaisina pH-arvoina sekä korkeina sulfaatti- että metallipitoisuuksina.

Biologisen tarkkailun, sedimenttien laadun ja kalataloustarkkailun tutkimusten tulokset olivat yhtenevät vedenlaatutulosten kanssa. Kaivostoiminnan vaikutukset olivat ilmeisimmät kuormitteisimmilla kaivoksen lähijärvillä ja -joilla, ulottuen Oulujoen suunnalla Jormasjärvelle ja Vuoksen vesistöä Laakajärvelle. Tulokset olivat pääsääntäisesti yhtenevät aiempien vuosien tulosten kanssa. Kasvillisuuden linjaseurannan perusteella havaittiin Kalliojärven rantasaraikkojen taantumista ja Kolmisopen ekologinen tila oli pohjaeläinyhteisöjen luokittelumittareiden mukaan heikentynyt. Lisäksi Kivijärven kalastossa on havaittavissa heikkenemistä aiempien vuosien tuloksiin verraten.

Tuhkajoen taimenkantojen tarkkailemiseksi toteutetuissa sähkökoekalastuksissa on taimensaaliin joukossa ollut aiempina tutkimusvuosina useita kesän vanhoja yksilöitä, joten kudun Tuhkajoen alaosilla on voitu katsoa onnistuneen. Vuonna 2015 kesänvanhoja taimenia ei kuitenkaan saatu. Myös harjussaaliin joukossa on aiempina tutkimusvuosina ollut kesän vanhoja yksilöitä, mutta myös ne puuttuivat vuoden 2015 saaliista. Tuhkajoen veden laadussa tai virtaamaoloissa ei ole havaittavissa muutoksia, jotka selittäisivät taimenen ja harjuksen poikasten häviämistä alueelta.

Kalojen raskasmetallipitoisuudet olivat vuoden 2015 tutkimuksessa kaiken kaikkiaan samalla tasolla kuin aikaisempien vuosien tutkimuksissa.

Muu tarkkailu

Pohjavesitarkkailu piti sisällään kaivospiirin yksityisten talousvesikaivojen vedenlaadun seurannan ja kaivosalueen pohjavesiputkien tarkkailun. Talousvesikaivoissa ei havaittu normaalista vaihtelusta poikkeavia pitoisuusmuutoksia. Kaivojen vedenlaatu täytti tutkituilla osin talousveden laatuvaatimukset. Kaivostoiminnan vaikutus on havaittavissa lähinnä 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.

Kaivoksen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2015 yhteensä 14 tarkkailupisteestä kaivoksen alueella sekä sen ympäristössä. Vuoden 2015 laskeumatarkkailun tulosten perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset kaivosalueen sekä etenkin sen ympäristön laskeumassa on pieniä. Vuoden 2015 aikana havaittiin kuitenkin pientä nousua syyskuusta lähtien etenkin kaivospiirin sisäisten keräimien metallipitoisuuksissa, mikä todennäköisesti johtuu louhintatöiden ja malminkäsittelyn jatkamisesta.

Kaivoksen jätejakeiden laatua tarkkailtiin vuonna 2015 kuukauden kokoomanäytteistä sekä neljän kuukauden kokoomanäytteistä laboratoriossa määritettyjen kokonaispitoisuuksien sekä liukoisuuksien avulla. Vaarallisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä todettiin esineutralointisakassa kadmiumin, nikkelin ja sinkin osalta ja rautasakassa nikkelin osalta kuten aiempinakin tarkkailuvuosina. Muiden metallien liukoisuudet kaikissa jätejakeissa olivat alhaisia edellisvuosien tapaan, eikä metallien liukoisuutta ole sijoituskelpoisuuden kannalta arvioitu merkitykselliseksi. Sulfaatin liukoisuudet ovat tarkkailun aikana pääosin olleet laskusuunnassa ja sama on havaittavissa myös liuenneiden aineiden kokonaismäärän osalta. Vuoden 2015 tarkkailun tulosten perusteella jätejakeiden sijoituskelpoisuudessa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia edellisvuosien tarkkailuun verrattuna.

12.1 Kehitysehdotukset

Terrafamen kaivoksen tarkkailua esitetään jatkettavan pääsoin voimassa olevan tarkkailusuunnitelman mukaan.