



## Terrafamen kaivoksen alapuolisten vesistöjen tila kesäkuussa 2017

Terrafame Oy:n kaivoksen käsiteltyjen kaivosvesien kuormitusta ja alapuolisten vesistöjen tilaa tarkkaillaan säännöllisesti veloitettarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailun tavoitteena on selvittää kaivosalueelta johdettavien vesien vaikutusalueen laajuus ja kuormituksen vaikutus vesistöissä. Tarkkailusta vastaavat ensisijaisesti kaivosyhtiö ja sen valitsemat konsultit. Lisäksi Kainuun ELY-keskus on seurannut tehostetusti Nuasjärven tilaa.

Kaivosalue sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueiden vedenjakajalla ja sieltä johdetaan käsiteltyjä jätevesiä sekä Vuoksen että Oulujoen vesistöön. Vuoksen vesistön suuntaan vesiä johdetaan Kortelammen vesienkäsittely-yksiköiltä Lumijokeen ja edelleen Kivijärveen – Kivijokeen – Laakajärveen. Oulujoen vesistöön johdetaan vesiä Latosuon vesivarastoaltaalta reittiä Kuusijoki – Kalliojoki – Kolmisoppi – Tuhkajoki – Jormasjärvi – Jormasjoki – Nuasjärvi – Kajaanijoki - Oulujärvi. Oulujoen vesistöön johdetaan vesiä kaivosalueen pohjoiselta vesienkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta Salmiseen reittiä Salminen – Salmisen puro – Kalliojärvi – Kalliojoki sekä kaivoksen suojaumpaus- ja hulevesiä SEM2-altaan vedenkäsittely-yksiköltä Kuusijoen kautta Kalliojokeen. Vesiä voidaan johtaa myös Kuusilammen vesivarastoaltaalta Härkäpuron ja Kuusijoen kautta Kalliojokeen. Nuasjärveen johdetaan vesiä Latosuon altaalta myös purkuputken kautta, joka otettiin tuotannolliseen käyttöön marraskuussa 2015. Putken koetoiminta aloitettiin syyskuussa 2015.

Kaivokselta vesistöön vuodesta 2008 johdetuista jätevesistä sekä vuoden 2012 marraskuussa tapahtuneesta kipsisakka-altaan vuodosta seurannutta merkittävää vesistöjen pilaantumista on tapahtunut kaivospiirin alueella sekä sen ulkopuolella pohjoisessa Oulujoen vesistön suunnalla Kolmisoppeen asti (Salminen, Kalliojärvi, Kalliojoki ja Kolmisoppi) ja etelässä Vuoksen vesistön suunnalla Kivijärveen asti (Ylä-Lumijärvi, Lumijoki ja Kivijärvi). Kaivoksen jätevesien vaikutukset ovat ilmenneet alapuolisissa vesistöissä selvimmin kohonneina mangaani-, natrium- ja sulfaattipitoisuuksina sekä pienissä vesistöissä kerrostuneisuutena.

Kuluneen vuoden aikana käsiteltyjä jätevesiä on johdettu kaivosalueelta pääasiassa Nuasjärveen purkuputken kautta. Vuoksen vesistön reitille ei ole juoksutettu vesiä lainkaan. Oulujoen vesistöön on kaivoksen alkuperäisen purkureitin kautta juoksutettu vesiä 8.–30.5.2017 ympäristöluvan mukaisesti. Edellisen kerran Vuoksen ja Oulujoen vesistöjen alkuperäisille purkureiteille johdettiin käsiteltyjä jätevesiä vuoden 2016 huhti-toukokuun poikkeusjuoksutuksissa, joiden kuormitus ylitti ympäristöluvan salliman sulfaatin ja natriumin kuormituksen.

Terrafamen alapuolisissa vesistöissä selkeimmin kuormittaville aineille sulfaatille, natriumille ja mangaanille ei ole kansallisia ympäristölaatu normeja. Sulfaatille ei ole pintavesille asetettuja laatu normeja, eikä sitä ole mainittu valtioneuvoston antamassa vesiympäristölle

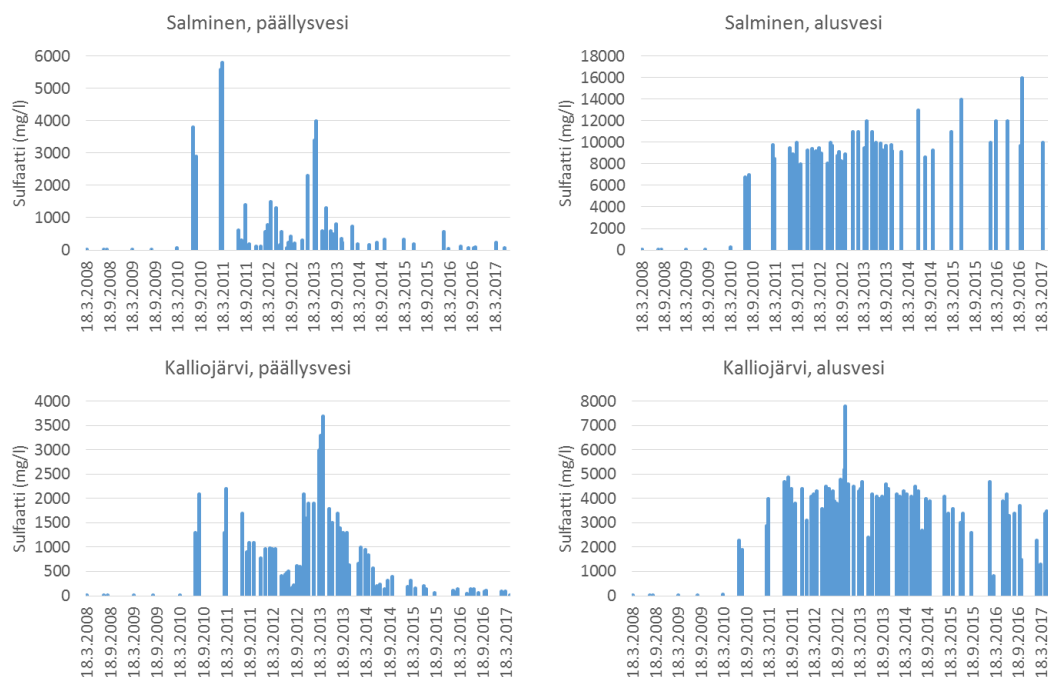
vaarallisten ja haitallisten aineiden asetuksessa (1022/2006). Talusveden laatusuositus sulfaatileille on 250 mg/l ja mangaanille 50 µg/l (STM 1342/2015). Pohjaveden sulfaattipitoisuudelle on asetettu raja-arvo 150 mg/l. Suomessa kansalliset ympäristölaatunormit on asetettu 15 aineelle ja niiden avulla arvioidaan vesimuodostumien kemiallista tilaa. Vesistövaikutuksia arviotaessa vesistöjen ainepitoisuuksia voidaan verrata tämän valtioneuvoston asetuksen mukaiseen ympäristön laatunormiin (EQS) huomioiden luontainen taustapitoisuus. Ympäristölaatunormilla tarkoitetaan sellaista vesiympäristölle vaarallisen ja haitallisen aineen pitoisuutta pintavedessä, jota ei saa ylittää ihmisen terveyden tai ympäristön suojelemiseksi. Nikkelin liukoisen pitoisuuden ympäristön laatunormina sovelletaan mustaliuskealueella arvoa 22–35 µg/l ja kadmiumin osalta arvoa 0,1–0,8 µg/l. Hetkellisesti hyväksyttävä pitoisuus kadmiumille on 0,45–1,5 µg/l. Jormasjärven osalta liukoisen nikkelin ympäristölaatunormina (vuosikeskiarvona) sovelletaan arvoa 22 µg/l ja Laakajärven osalta arvoa 21 µg/l. Ympäristöluopäätöksessä 30.4.2014 on säilytetty 31.5.2013 annetussa ympäristöluopäätöksessä asetettu ympäristölaatunormi 33 µg/l nikkelpitoisuudelle ns. sekoittumisvyöhykkeen alueella, joka sijaitsee Oulujoen vesistön osalta kaivosalueelta Kolmisoppeen ja Vuoksen vesistön osalta Kivijärveen asti. Talusveden laatuvaatimus nikkelille on 20 µg/l (STM 1342/2015).

### **Pohjoinen purkureitti, Oulujoen vesistö ja Nuasjärvi**

#### **Salminen ja Kalliojärvi**

Kaivoksen purkuvedet ovat aiheuttaneet kaivosalueella sijaitsevaan Salmiseen sekä sen alapuoliseen Kalliojärveen pysyvän kemiallisen kerrostumisen, minkä vuoksi järvien alusvesi on ollut hapeton vuodesta 2011 lähtien. Salmisen ja Kalliojärven alusveden sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus on ollut erittäin korkea jo vuodesta 2010 alkaen ja metallien pitoisuudet vuodesta 2012. Salmisen alusveden pH on hapan, noin 4,1, kun taas päällysveden pH on lievemmin hapan ollen 2017 kesäkuussa 5,6. Kalliojärven pH on kohentunut viime vuosina ollen toukokuussa 2017 noin 6.

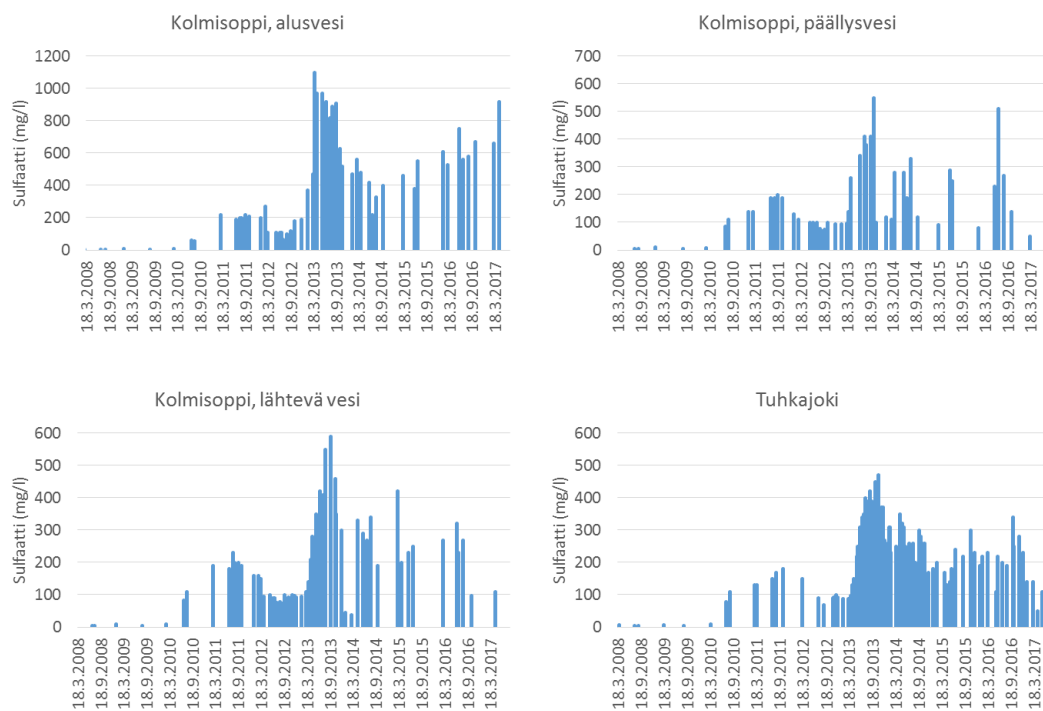
Kalliojärven päällysveden sulfaattipitoisuudet ovat olleet viime vuosina laskusuuntaiset. Tähän on vaikuttanut jätevesikuormituksen väheneminen sekä sulfaatin kerrostuminen alusveteen. Kalliojärven päällysveden sulfaattipitoisuus oli toukokuussa, ennen kevään jätevesien juoksutuksia, 32 mg/l. Salmisen alusveden sulfaattipitoisuudet olivat korkeimmillaan syksyllä 2016, mutta laskeneet talvikaudella, mihin on vaikuttanut sulfaatin saostuminen pohjasedimenttiin mm. rautasulfideina hapettomissa olosuhteissa. Sulfidisaostumien muodostuminen näkyy molemmissa järvissä myös metallien pitoisuuksien laskuna. Selkeimmin tämä on nähtävissä Kalliojärven alusveden nikkelpitoisuudessa, joka oli toukokuussa 2017 12 µg/l, kun se kaksi vuotta aiemmin oli 300 µg/l. Kalliojärven päällysveden nikkelpitoisuus oli toukokuussa 2017 1,2 µg/l, kun se kaksi vuotta aiemmin oli 12 µg/l. Sulfaatin ja metallien pitoisuuksien laskevasta suuntauksesta huolimatta näiden järvien tila on edelleen erittäin huono, sillä alusveden ainepitoisuudet ovat vesieliöstön kannalta toksisella tasolla. Pitkäaikainen hapettomuus ja sulfidien saostuminen pohjasedimenttiin voi myös lisätä elohopean biosaataavuutta ja metyloitumista.



**Kuva 1.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2008–2017 Salmisessa ja Kalliojärvessä päälyys- ja alusvedessä.

### Kolmisoppi ja Tuhkajoki

Salmisesta vesi laskee Kalliojärven kautta Kolmisoppiin ja sieltä edelleen Tuhkajokea pitkin Jormasjärveen. Kolmisopen veden pH on noin 6,3. Kolmisoppi ei ole pysyvästi kerrostunut vaan sen alusvedessä oli kohtuullisesti happea talvikaudella, mikä oli syyskierron aikaan tulleen happilisäyksen ansiota. Kolmisopen päälyysveden sulfaatin ja metallien pitoisuudet ovat laskeneet Kalliojärven päälyysveden vedenlaadun kohenemisen seurauksena. Suolaisen veden kerrostuneisuus on kuitenkin voimistunut ja sulfaatin pitoisuus kasvanut Kolmisopen alusvedessä. Kesäkuun alussa 2017 sulfaatin pitoisuus oli 920 mg/l, kun se vuosi sitten oli 530 mg/l. Korkeimmillaan Kolmisopen alusveden sulfaattipitoisuus on ollut 1100 mg/l talvikerrostumiskauden lopussa vuonna 2013. Kolmisopesta lähtevän veden ja siten myös Tuhkajoen sulfaattipitoisuus oli kesäkuun 2017 alussa 110 mg/l eli noin puolet vuoden takaisesta. Näin ollen Tuhkajoen sulfaattipitoisuus on kohentumassa tasolle, jolla ei kansainvälisten tutkimusten perusteella ole ekologisia vaikutuksia vesikasveihin ja vesieliöihin. Kolmisopen alus- ja päälyysveden nikkelpitoisuus on ollut laskusuuntainen vuodesta 2015. Kolmisopen päälyysveden ja Kolmisopesta lähtevän veden liukoisen nikkelin pitoisuus on pysynyt viime vuoden pienenä, tasolla 6–10 µg/l. Tuhkajoen liukoisen nikkelin pitoisuus on ollut kuluneen vuoden ajan tasolla 5–7 µg/l, mikä on alhaisempi kuin aiemmin kaivoksen toiminta-aikana. Nikkelin ohella haitallisista aineista myös Kolmisopen päälyysveden, lähtevän veden sekä Tuhkajoen kadmiumin pitoisuudet alittavat ympäristölaatuunormit. Tuhkajoen vedenlaatu on talousveden laatuvaatimuksiin ja -suositukseen verrattunakin hyvä, sillä ainoastaan mangaanin ja raudan pitoisuudet ylittävät talousveden laatusuositukset. Mangaanin pitoisuus oli kesäkuussa 140 µg/l (talousveden laatusuositus 50 µg/l) ja raudan pitoisuus 490 µg/l (talousveden laatusuositus 200 µg/l).



**Kuva 2.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2008–2017 Kolmisopessa alus- ja päällysvedessä, lähtevässä vedessä sekä Tuhkajoessa.

### Jormasjärvi ja Jormasjoki

Kaivoksen purkuvesien vaikutus on näkynyt Jormasjärvestä erityisesti sähkönjohtavuuden, sulfaatin ja mangaanin pitoisuuksien kohoamisena vuodesta 2011 lähtien. Jormasjärven pH on noin 6,4. Korkeimmat Jormasjärvestä havaitut sulfaattipitoisuudet, 180 mg/l, on mitattu kesäkerrostuneisuuden lopulla elokuussa 2016 ja talvikerrostuneisuuskauden lopulla maaliskuussa 2017 Jormasjärven eteläosan tarkkailupisteestä. Talvikauden lopussa happipitoisuudet olivat alhaiset Jormasjärven pohjoisosan tarkkailupisteen alusvedessä. Happipitoisuuden alenemisen seurauksena mangaanipitoisuudet nousivat hetkellisesti alusvedessä, ollen korkeimmillaan 2400 µg/l. Tätä tasoa olevia mangaanipitoisuuksia on havaittu Jormasjärven syvänteen alusvedessä kuitenkin jo ennen kaivoksen toimintaa talvikerrostumiskauden lopulla vuonna 2006. Jormasjärven syvänteen ja eteläosan tarkkailupisteissä oli puolestaan kohtuullisesti happea. Kevätkierto toteutui Jormasjärvestä tehokkaasti jäiden lähdön jälkeen ja kohensi alusveden happipitoisuudet hyvälle tasolle. Yleisesti ottaen Jormasjärven vedenlaadussa ja sulfaattipitoisuuksissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia viime vuosina. Jormasjärven sulfaattipitoisuus on ollut viimeisen kahden vuoden ajan keskimäärin tasolla 80–110 mg/l. Talvikerrostuneisuuskaudella alusveden sulfaattipitoisuudet kohosivat Jormasjärven eteläosassa ja syvänteessä tasolle 160–180 mg/l, kun taas pohjoisosassa päällysv- ja alusveden pitoisuuksissa ei ollut juuri eroa. Kesäkuun alussa kevätkierron sekoitettua vettä, sulfaattipitoisuudet olivat koko järvestä tasolla 80–90 mg/l. Kesäkuun lopussa (26.6.) otettujen rantavesinäytteiden sulfaattipitoisuudet vastasivat ulapan päällysveden laatua ja vaihtelivat välillä 80–83 mg/l.

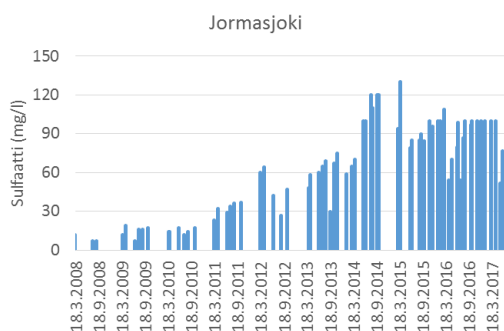
Jormasjoki laskee Jormasjärvestä Nuasjärveen. Sen kokonaispituus on 5,8 km ja keskivirtaama on noin 4 m<sup>3</sup>/s. Jormasjoen pH on 6,6. Jormasjoen metallipitoisuuksissa ei ole tapahtunut muutosta kuluneen vuoden aikana. Joen sulfaattipitoisuus on pysynyt keskimäärin 90 mg/l

tasolla syksystä 2015 saakka. Jormasjoen sulfaattipitoisuus oli talvikaudella 100 mg/l ja touko-kesäkuussa 50–80 mg/l.

Jormasjärven etelä-osan ja syvänteen alusveden sulfaattipitoisuuksia lukuunottamatta Jormasjärven sekä Jormasjoen sulfaattipitoisuudet ovat tasolla, jolla ei kansainvälisten tutkimusten perusteella ole ekologisia vaikutuksia vesikasveihin ja vesieliöihin. Jormasjärven alus- ja päällysveden sekä Jormasjoen liukoisen nikkelin pitoisuus on ollut laskusuuntainen, alle 10 µg/l, kuluneen vuoden aikana. Kesäkuun rantavesinäytteiden nikkelpitoisuudet olivat 5,6–6,3 µg/l. Liukoisen nikkelin pitoisuuksien lisäksi Jormasjärven ja Jormasjoen liukoisen kadmiumin pitoisuudet alittavat ympäristölaatunormit. Mangaanin pitoisuus oli kesäkuussa Jormasjärven rantavesinäytteissä 61–82 mg/l ja Jormasjoessa 110 µg/l. Jormasjärven ja Jormasjoen vedenlaatu on talousveden laatuvaatimuksiin ja -suosituksiin verrattunakin hyvä. Mangaanin talousveden laatusuositus on 50 µg/l. Raudan pitoisuus oli Jormasjoessa 340 µg/l talousveden laatusuosituksen ollessa 200 µg/l.



**Kuva 3.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2008–2017 Jormasjärven pohjoisosan, syvänteen ja eteläosan tarkkailupisteiden päällysvetessä ja alusvedessä.



**Kuva 4.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2008–2017 Jormasjoessa.

## Nuasjärvi

Kaivoksen purkuvesistä tulee Nuasjärveen kuormitusta sekä syksyllä 2015 käyttöönotetun purkuputken että Jormasjoen kautta Oulujoen vesistön purkureitille johdetuista vesistä. Nuasjärven vedenlaatua seurataan Terrafamen tarkkailuohjelman mukaisesti jatkuvatoimisilla vedenlaadunmittauksilla, säännöllisillä kenttämittauksilla sekä ottamalla vesinäytteitä ainepitoisuuksien seuraamiseksi. Tarkkailusta vastaavat ensisijaisesti kaivosyhtiö ja sen valitsemat konsultit. Nuasjärven vedenlaatua ja purkuvesien leviämistä on kartoitettu myös vuoden 2016 aikana Kainuun ELY-keskuksen Geologian tutkimuskeskukselta (GTK) tilaamissa kenttätutkimuksissa sekä Kainuun ELY-keskuksen, GTK:n ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tammikuussa 2017 käynnistämässä yhteisrahoitteisessa hankkeessa. Tutkimusten tulokset on julkaistu Kainuun ELY:n tiedotteissa (Kainuun ELY-keskus 2017a, 2017b).

Nuasjärveen purkuputkea pitkin kuluneen vuoden aikana johdettu päästökuorma ja niistä aiheutuneet vaikutukset Nuasjärveen ovat olleet ympäristöluvan mukaisia. Nuasjärveen tuleva kaivosvesikuormitus levisi talvikaudella aikaisempaa laajemmin idän ja kaakon suuntaan. Kuormitus oli selkeästi nähtävissä alusveden ja välikerroksen sähkönjohtavuuden ja sulfaattipitoisuuden kohoamisena kaakko-itä-suunnassa viiden kilometrin etäisyydellä ja luoteessa neljän kilometrin etäisyydellä purkuputkesta. GTK:n tutkimusten perusteella Nuasjärveen tuleva sulfaattikuormitus kulkeutuu voimakkaimmin kohti luode-itä-kaakko-sektoria kaikkina vuodenaikoina. Tutkimusten mukaan se johtuu siitä, että purkuputken lähistöllä on loiva kaakkoisuuntainen topografinen gradientti ja/tai vastapäivään kiertävä pohjavirtaus, joka kuljettaa kuormitusta pohjan painanteiden mukaisesti kaakkoon Petäjaniemen edustalle ja sieltä edelleen pohjoiseen Muuraussaaren editse. Lisäksi purkuputkesta kulkeutuu kuormitusta suoraan pohjoiseen syvänteen Nj35 suuntaan. Purkuputken itä- ja koillispuolella on syvännealue, jossa sulfaattikuormitteinen vesi sekoittuu Sotkamon reitiltä tulevaan puhtaampaan veteen.

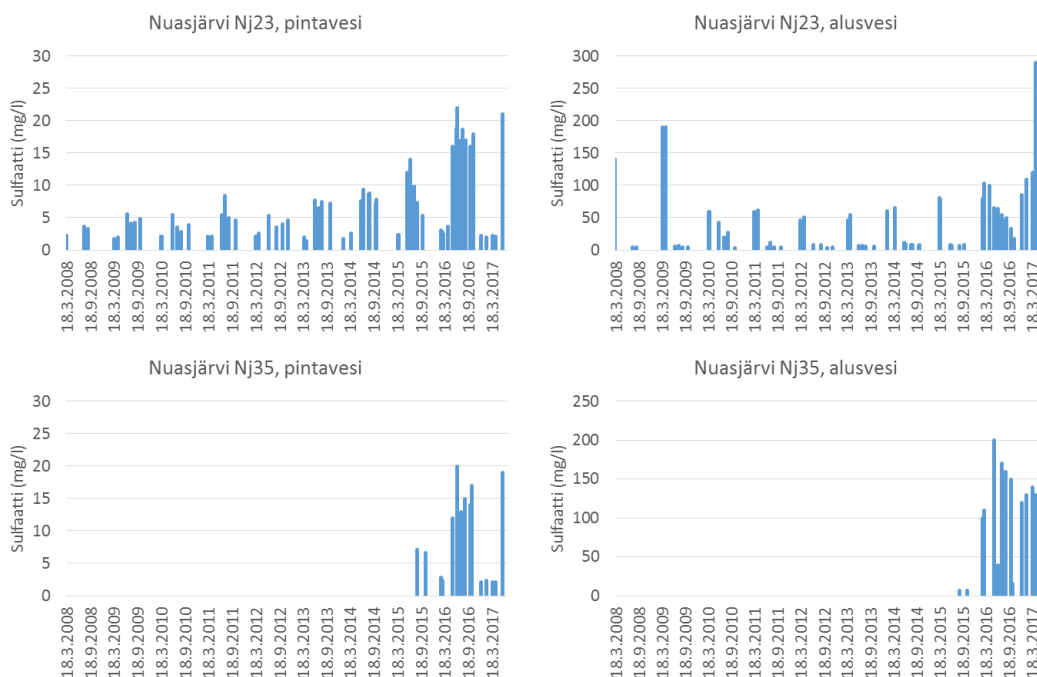
Nuasjärven pH on keskimäärin 6,6. Ympäristötarkkailun perusteella Nuasjärven keskimääräinen sulfaattikuormitus on yli kaksinkertaistunut purkuputken käyttöönoton jälkeen, mutta alusveden sulfaattipitoisuuden maksimi-arvot eivät ole kohonneet. Talvella ja keväällä 2016 alusveden sulfaattipitoisuudet vaihtelivat purkuputken läheisien syvänteen Nj23 ja Nj35 alusvedessä välillä 50–200 mg/l ja välivedessä välillä 27–100 mg/l. Pohjavirtauksista johtuen kuormitus on näkynyt viime talven aikana selkeimmin Ison Selkäsaaren ja Petäjaniemen edustalla, jossa alusveden sulfaattipitoisuudet vaihtelivat 110–210 mg/l ja välivedessä 55–120 mg/l välillä. Syvänteen Nj23 sulfaattipitoisuudeksi määritettiin huhtikuussa 2017 290 mg/l, mutta määrittystulos on todennäköisesti virheellinen, sillä se ei vastaa kentällä ja laboratorioissa tehtyjä sähkönjohtavuusmittauksia. Sähkönjohtavuuden perusteella sulfaattipitoisuuden analyysituloksen olisi kuulunut olla noin 120–140 mg/l.

Vuonna 2015 Nuasjärven eteläosan pölyveden keskimääräinen sulfaattipitoisuus oli 7 mg/l, kun se oli vuonna 2016 15 mg/l. Kesäkuussa 2017 kevätkierron jälkeen Nuasjärven sulfaattipitoisuus vaihteli pölyvedessä välillä 12–21 mg/l. Alusvedessä sulfaattipitoisuudet vaihtelivat kesäkuussa välillä 19–60 mg/l. Nj35 syvänteen alusveden sulfaattipitoisuus oli kesäkuun alussa 150 mg/l ennen kuin kevätkierto sekoitti syvänteen pohjaa myöten.

Nuasjärven rantavesien näytepisteistä (NR1-NR6) kesäkuussa 2017 otettujen näytteiden vedenlaatu vastasi muualta Nuasjärvestä tehtyjä havaintoja pölyveden laadusta lukuunottamatta Jormaslahden rantavettä (NR2), jossa sulfaattipitoisuuden havaittiin kohonneen pitoisuuteen 77 mg/l, joka vastaa Jormasjoen sulfaattipitoisuutta. Myös liukoisen nikkelin pitoisuus, 6,7 µg/l ja natriumin pitoisuus 14 mg/l olivat samaa tasoa kuin Jormasjoessa. Merkittävin osa Jormasjoen vuosivirtaamasta ajoittuu kevään lumen sulannan aikaan, mikä on todennäköisesti kohottanut Jormaslahden rantaveden ainepitoisuuksia. Muissa rantavesinäytteissä sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 18–26 mg/l. Taso on hieman korkeampi kuin heinäkuussa 2016 otetuissa rantavesinäytteissä, joiden sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 17–20 mg/l.

Sulfaatin ohella myös mangaanin ja natriumin pitoisuudet kohosivat Nuasjärvessä syvänteiden alusvedessä talvikaudella suolaisen veden kerrostuessa syvänteisiin. Mangaanipitoisuus oli korkeimmillaan alusvedessä 1400 µg/l. Tätä luokkaa olevia mangaanipitoisuuksia on havaittu aikaisemmin Rehja-Nuasjärvestä Nuasjärven syvänteestä (Nj31) talvikerrostumiskautena vuonna 1998. Rehjanselältä 41 metrin syvyydestä Reh135 syvänteestä on puolestaan havaittu ajoittain vuosien 1971–2003 aikana mangaanipitoisuuksia, jotka ovat vaihdelleet välillä 1000–8600 µg/l välillä. Nuasjärven pölyveden ja rantaveden keskimääräiset natriumin ja mangaanipitoisuudet ovat kohooneet purkupuutteen käyttöönoton jälkeen. Liukoisen nikkelin pitoisuudet ovat pysyneet kauttaaltaan pieninä, noin 1,6–7 µg/l. Liukoisen nikkelin pitoisuuden ohella myös kadmiumin pitoisuudet ylittävät ympäristölaatusuorin. Mangaanin pitoisuudet olivat kesäkuussa 2017 39–76 µg/l rantavesinäytteissä ja 110 µg/l ulapan pölyvedessä. Ainoastaan ulapan pölyveden mangaanipitoisuus ylittää lievästi talousveden laatusuosituksen. Natriumpitoisuudet olivat 4–5 mg/l tasolla rantavesissä lukuunottamatta Jormaslahden rantavettä ja ulapalla noin 4 mg/l.

Nuasjärven kaikkien syvänteiden happitilanne on hyvä. Viileä kevät ja kesäkuu ovat olleet otollisia kevätkierron toteutumiseksi. Kevätkierto sekoitti kaikkien syvänteiden vedet pohjaa myöten kesäkuun kuluessa.



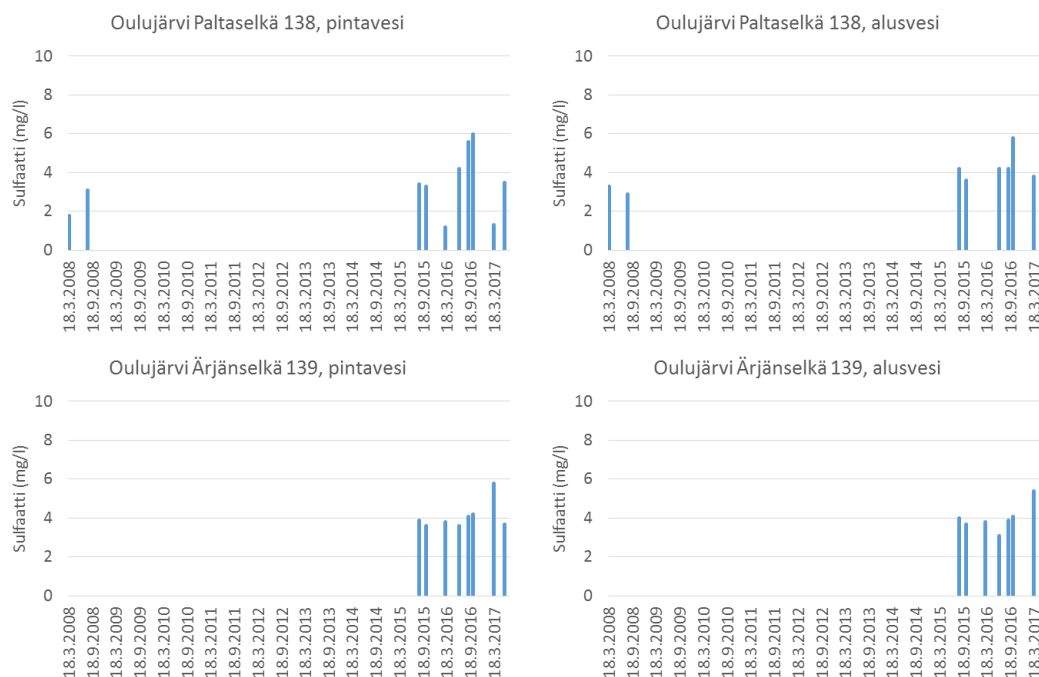
**Kuva 5.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2008–2017 Nuasjärven syvänteiden Nj23 ja Nj35 päällys- ja alusvedessä. (Syvänteen Nj23 sulfaattipitoisuus 290 mg/l on todennäköisesti virheellinen).

### Kajaaninjoki ja Oulujärvi

Nuasjärvi laskee Kajaaninjoen kautta Oulujärveen. Kajaaninjoen sulfaattipitoisuus on kohonnut purkupuutken syksyn 2015 käyttöönoton jälkeen. Kuormitus on myös havaittavissa Oulujärven tarkkailutuloksissa. Kajaaninjoen sulfaattipitoisuus oli kesäkuun lopussa (20.6.) kevätkierron jälkeen 17 mg/l, kun se vuoden 2016 kesäkuussa oli 13 mg/l ja vuoden 2015 elokuussa 7 mg/l. Myös natriumin ja mangaanin pitoisuudet ovat kohonneet viime vuosina, mutta ovat edelleen alhaisia kuten sulfaatinkin pitoisuus. Kesäkuussa mangaanin pitoisuus oli 75 µg/l, natriumin 2,5 mg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus 1,7 µg/l. Kun taas vuoden 2016 kesäkuussa mangaanin pitoisuus oli 47 µg/l, natriumin pitoisuus 3,1 mg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus 1,4 µg/l.

Oulujärven tarkkailupisteillä Paltaselässä ja Ärjänselässä on havaittavissa lievää sulfaattipitoisuuden kohoamista vuosien 2015 ja 2016 välillä. Sulfaattipitoisuus oli vuoden 2015 syksyllä Paltaselän päällysvedessä noin 3,3–3,4 mg/l ja alusvedessä noin 3,6–4,2 mg/l ja vuoden 2016 syksyllä päällysvedessä 5,6–6 mg/l ja alusvedessä 4,2–5,8 mg/l. Nyt kesäkuussa Paltaselän päällysveden sulfaattipitoisuus oli 3,5 mg/l ja alusveden 3,8 mg/l, eli alempia kuin syksyllä 2016 havaitut pitoisuudet. Kuitenkin Ärjänselässä maaliskuussa 2017 päällysveden sulfaattipitoisuus 5,8 mg/l, välikerroksen sulfaattipitoisuus 6,3 mg/l ja alusveden sulfaattipitoisuus 5,4 mg/l olivat korkeampia kuin vuosina 2015 ja 2016, jolloin sulfaattipitoisuudet olivat keskimäärin 4 mg/l. Nyt kesäkuussa 2017 Ärjänselän sulfaattipitoisuus oli päällysvedessä 3,7 mg/l ja alusvedessä 3,6 mg/l.





**Kuva 6.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2008–2017 Oulujärnessä Paltaselän ja Ärjänselän syvänteiden päällys- ja alusvedessä.

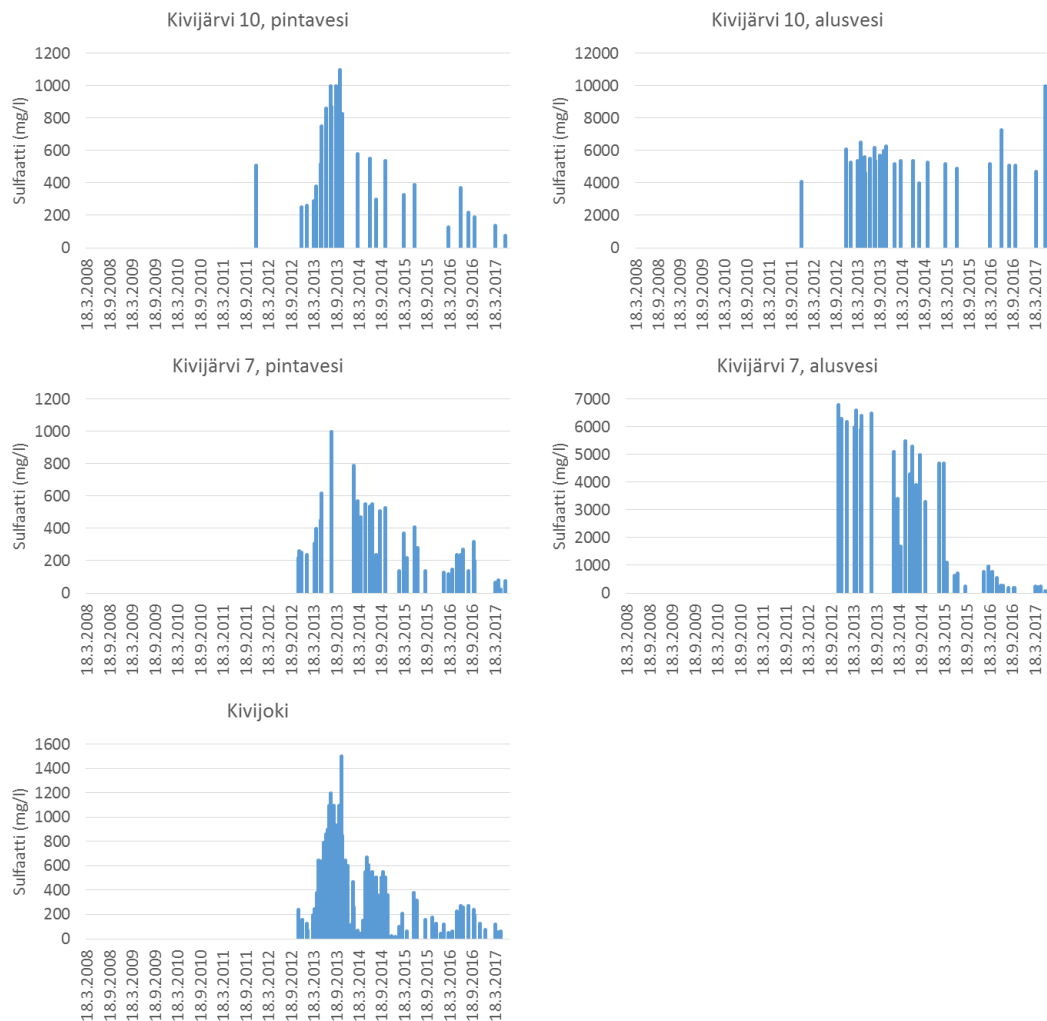
## Eteläinen purkureitti, Vuoksen vesistö

### Kivijärvi ja Kivijoki

Lumijoesta purkuvedet ohjautuvat Kivijärveen ja edelleen Kivijokeen. Kivijärvi on ollut kemiallisesti kerrostunut vuodesta 2011 saakka, mutta vedenlaatu on kohentunut huomattavasti Kivijärven eteläosassa (Kivijärvi 7) vuodesta 2015 lähtien. Kivijärven pH on noin 6,4. Kivijärven 11 metrin syvyisen syvänteen (tarkkailupiste Kivijärvi 10) välivesi ja alusvesi ovat olleet hapettomat vuodesta 2011 lähtien. Myös 5 metriä syvän tarkkailupisteen Kivijärvi 7 alusvesi oli hapeton vuoden 2015 kevääseen saakka. 8 metriä syvän Kivijärvi 2 tarkkailupisteen alusvedessä puolestaan havaittiin hieman happea maaliskuun 2017 mittauksissa, mikä viittaa siihen, että syvänteessä on tapahtunut sekoittumista pohjaa myöten vuoden 2016 syyskierron aikaan. Hapettomista/vähähappisista olosuhteista johtuen syvänteiden Kivijärvi 2 ja 10 alusvedessä on hyvin korkeat mangaani- ja fosforipitoisuudet, mikä johtuu niiden vapautumisesta järvisedimentistä hapettomissa olosuhteissa. Kivijärven päällysveden nikkelpitoisuus on pieni, alle 10 µg/l. Päällysveden sulfaattipitoisuudet ovat kuluneen vuoden aikana vaihdelleet huomattavasti 20–370 mg/l välillä, ollen alhaisimmillaan keväällä 2017. Alusveden sulfaattipitoisuudet ovat noin 2000–5000 mg/l. Kevätkierto sekoitti vedet Kivijärvi 7 pisteessä pohjaa myöten, minkä johdosta alusveden sulfaattipitoisuus laski tasoon 90 mg/l ja nousi päällysvedessä tasoon 74 mg/l. Syvänteissä Kivijärvi 2 ja Kivijärvi 10 kevätkierto ei ulottunut hapettomaan pohjaan saakka ja alusveden sulfaattipitoisuus oli kesäkuussa näissä tarkkailupisteissä 4000 mg/l ja 10000 mg/l.

Kivijärven päällysveden sulfaattipitoisuuksien aleneminen näkyi talvikaudella myös Kivijoen vedenlaadun kohenemisena. Kivijoen sulfaattipitoisuus oli toukokuussa 2017 66 mg/l, mangaanin pitoisuus 100 µg/l ja nikkelin liukoinen pitoisuus vain 1,6 µg/l. Kevätkierto sekoitti Kivijärven vettä, minkä seurauksena Kivijoen sulfaattipitoisuus nousi kesäkuussa arvoon 73 mg/l, liukoisen nikkelin pitoisuus arvoon 4,2 µg/l ja mangaanipitoisuus arvoon 490 µg/l, jotka vastaavat Kivijärven päällysveden laatua. Kivijoen sulfaattipitoisuus (73 mg/l) oli kuitenkin vain

alle kolmasosa vuodentakaisesta ja alle kymmenesosa korkeimmasta vuoden 2013 alkukesällä mitatusta pitoisuudesta.



**Kuva 7.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2008–2017 Kivijärnessä tarkkailupisteiden Kivijärvi 7 ja Kivijärvi 10 päälly- ja alusvedessä sekä vuosina 2012–2017 Kivijoessa.

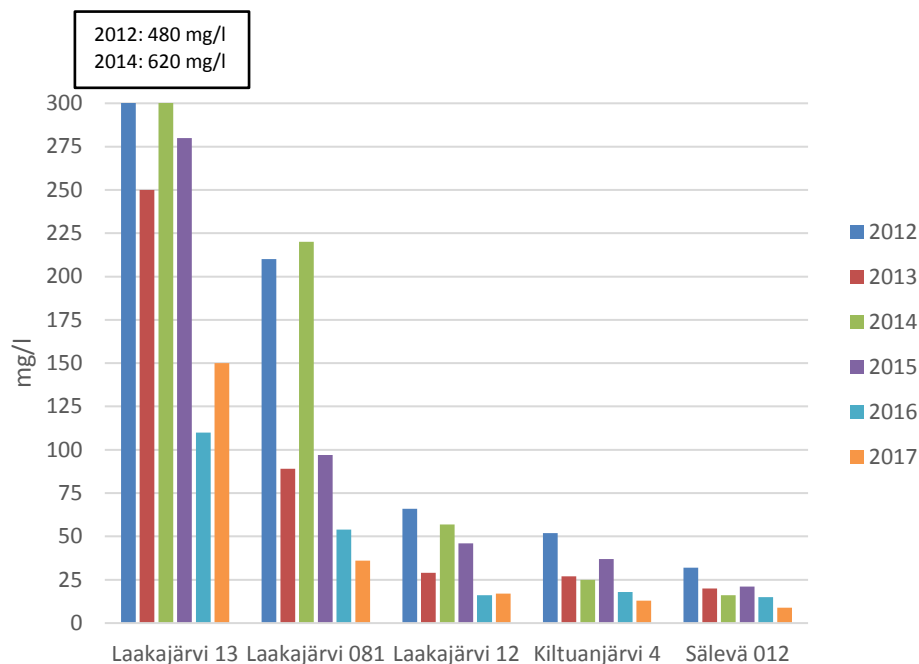
### Laakajärvi ja sen alapuoliset vesistöt

Kivijärven alapuolella kaivoksen kuormitus on näkynyt selvimmin sulfaattipitoisuuden nousuna, myös natrium- ja kalsiumpitoisuudet ovat kohonneet. Laakajärnessä on selkeä sulfaattipitoisuusgradientti, niin että pitoisuudet pienenevät pohjoisosasta eteläsuuntaan. Suolainen vesi painuu kerrostuneisuuskausina syvänteisiin, joissa suurimmat pitoisuudet on havaittu kevättalvella 2012 ja 2014. Pohjoisimmalla havaintopaikalla Laakajärvi 13 maksimipitoisuus oli 620 mg/l vuonna 2014, keskiosan syvänteellä (Laakajärvi 081) 210–220 mg/l vuosina 2012 ja 2014 ja eteläisimmällä havaintopaikalla (Laakajärvi 12) maksimipitoisuus (66 mg/l) mitattiin vuonna 2012. Tämän vuoden kevättalvella alusveden sulfaattipitoisuus oli järven pohjoispäässä 150 mg/l, keskiosassa 36 mg/l ja eteläosassa 17 mg/l.

Laakajoen alapuoliselle Nurmijoen reitille virtaavan veden laatua on seurattu myös Pohjois-Savon ELY-keskuksen toimesta joulukuusta 2011 alkaen. Sulfaattipitoisuus oli suurimmillaan seurannan alkaessa (76 mg/l), josta se aleni seuraavan vuoden aikana alle puoleen (31–34 mg/l). Kipsisakka-allasonnettomuuden jälkeen sulfaattipitoisuus alkoi vuonna 2013 kohota ja nousi kahden vuoden ajan (talviajan alhaisempia pitoisuuksia lukuunottamatta) niin, että

loppuvuonna 2014 pitoisuus oli korkeimmillaan 53 mg/l. Tämän jälkeen sulfaattipitoisuus on tasaisesti laskenut ja uusin mittaustulos huhtikuun lopulta oli 16 mg/l.

Vedenlaadussa on ollut paranevaa kehitystä Laakajärvellä neljättä ja sen alapuolisissa vesistöissä kolmatta vuotta. Suolaisuustaso on edelleen luonnontilaista korkeampi, mutta vain Laakajärven pohjoisosan syvänteen alusvedessä sulfaattipitoisuus oli tasoa, jolla voi olla haittavaikutuksia eliöstölle. Metallipitoisuudet olivat haitatonta ja pääsääntöisesti luonnontilaista tasoa. Happitilanne oli talvikaudella 2017 Laakajärven ja Kiltuanjärven syvänteissä tavallista heikompi, mikä osaksi johtui puutteellisesta syyskierrosta: vesimassa jäi jääpeitteen tullessa keskimääräistä lämpimämmäksi ja heikommin ilmastuneeksi. Jäätymisajankohta oli viime vuosia aikaisempi, mutta se vastasi pitkäaikaiskeskiarvoa eikä olennaisesti poikennut esimerkiksi vuodesta 2012. Pidempiaikaisesta happitilanteen heikentymissuuntauksesta ei kuitenkaan ole kysymys, vaan sekä Laakajärven että Kiltuanjärven syvänteessä alusveden happitilanne on viime vuosina ollut aiempaa parempi.



**Kuva 8.** Sulfaattipitoisuuden kehitys vuosina 2012–2017 Laakajärven, Kiltuanjärven ja Sälevän tarkkailupisteillä. Sulfaattipitoisuudet kuvaavat alusveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvoja kevättalvella.

Laakajärvellä kevätkierto näytti toteutuneen hyvin. Laakajärven Kivilahdessa sulfaattipitoisuus oli 22 mg/l. Sulfaattipitoisuus oli kaikissa näytteenottosyvyyksissä pohjoisessa syvänteessä 14 mg/l ja keskiosan syvänteessä 12 mg/l. Kiltuanjärvessä sulfaattipitoisuus oli kesäkuussa 11 mg/l. Kiltuanjärvessä ei ole havaittu voimakkaita suolaisen veden kerrostumia alusvedessä. Korkein mitattu pitoisuus on 52 mg/l kevättalvella 2012. Tämän vuoden talvikauden pitoisuus oli 13 mg/l. Laakajärvellä pitoisuudet olivat laskeneet lähes puoleen vuodentakaisesta ja Kiltuanjärvessä laskua oli neljänneksen verran. Laakajärven metallipitoisuudet olivat luonnontilaista tasoa.

Sälevässä alusveden ja päällysveden sulfaattipitoisuuksissa ei ole ollut juuri lainkaan eroa. Maksimipitoisuus on vuodelta 2012 (32 mg/l). Tänä vuonna sulfaattipitoisuus oli 8,9 mg/l. Kiltuanjärven alapuolisilla Nurmijoen havaintopaikoilla ja Sälevässä sulfaattipitoisuustaso oli kevättalvella noin 12 mg/l. Talvituloksia tarkasteltaessa sulfaattipitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa koko tarkkailun aikana vuodesta 2012 lukuunottamatta vuotta 2015, jolloin

kipsisakka-allasvuoto näkyi täällä. Haajaistenjärven ei edelleenkään ole havaittavissa kaivoskuormituksen vaikutusta vaan sulfaattipitoisuus oli alle 1,5 mg/l.

## Vedenkäytön ja kalojen elintarvikekäytön suositukset

Kainuun maakunta -kuntayhtymä suositteli varotoimena marraskuussa 2012 pidättäytymään kaivoksen lähivesistöjen talousvesi- ja virkistyskäytöstä (muun muassa järviveden käytöstä löylyvetenä) sekä vesistöistä pyydetyn kalan syönnistä (Kainuun ELY-keskus 2012a, 2012b). Näiden merkittävästi pilaantuneiden järvien, Salmisen, Kalliojärven, Kolmisopen ja Kivijärven vesistöjen käyttösuositukset sekä kalojen elintarvikekäytön rajoitus ovat edelleen voimassa. Korkeasta mangaanipitoisuudesta johtuen näiden järvien veden käyttöä ruoanlaitossa, pesu- tai löylyvetenä ei suositella.

Kaivoksen vaikutusalueen vesistöjen ja vertailujärvien kalojen metallipitoisuuksia on tutkittu Luken ja Eviran toimesta viimeksi touko-kesäkuussa 2015 (Evara 2015, 2016a). Jormasjärven, Laakajärven, Rehjan, Nuasjärven ja Kiantajärven kalojen metallipitoisuuksia tutkitaan vuosittain osana Terrafamen kaivoksen ja Nuasjärven purkupuutken ympäristötarkkailua (Ramboll, 2017). Kiantajärvi toimii tarkkailussa vertailujärvenä, sillä se ei sijaitse kaivoksen vaikutusalueella.

Tutkimustulosten perusteella virkistyskäytölle, kuten uimiselle, veden käytölle pesu- tai löylyvetenä tai kalastukselle ja kalojen elintarvikekäytölle ei ole estettä Jormasjärven, Rehjan, Nuasjärven ja Laakajärven (tai niiden alapuolisten vesistöjen) osalta. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 1342/2015) mukainen talousveden laatusuositus mangaanin enimmäispitoisuudelle on 50 µg/l ja sulfaatin enimmäispitoisuudelle 250 mg/l. Juomavetenä järvivettä ei sellaisenaan tule valtakunnallisten suositusten mukaan kuitenkaan käyttää.

Suurimpien petokalayksilöiden syöntiä tulisi Eviran yleisten suositusten mukaisesti rajoittaa elohopeapitoisuuksien vuoksi. Eviran Suomen kalojen yleisten syöntisuositusten (Evara 2016b) mukaan lapset, nuoret ja hedelmällisessä iässä olevat voivat syödä haukea vain 1–2 kertaa kuussa annoskoon ollessa 100 g. Raskaana oleville ja imettäville ei suositella hauen syömistä elohopean takia. Lisäksi Evara suosittelee päivittäin sisävesien kaloja syövien vähentämään hauen lisäksi myös muiden isokokoisten petokalojen käyttöä.

## Lähteet

Evara. 2015. Talvivaaran jätevesien raskasmetallivaikutukset kaloissa vähäisiä. Laadittu 14.12.2015. Muokattu 19.4.2016. Saatavissa:

<https://www.evira.fi/tietoa-evirasta/ajankohtaista/2015/talvivaaran-jatevesien-raskasmetallivaikutukset-kaloissa-vahaisia/>

Evara. 2016a. Yhteenvedo Evirassa tehdyistä Talvivaaran kaivoksen vaikutusalueen vesistöjen ja vertailujärven kalastustutkimuksista. Muokattu 19.8.2016. Saatavissa:

<https://www.evira.fi/yhteiset/vierasaineet/tutkimukset-ja-projektit/talvivaaran-kaivosalueen-jatevesien-vaikutus/>

Evara. 2016b. Kalan syöntisuositukset. Muokattu 27.9.2016. Saatavissa:

<https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikevaarat/elintarvikkeiden-kayton-rajoitukset/kalan-syontisuositukset/>

Kainuun ELY-keskus. 2012a. Tiedote: Käyttösuosituksia Talvivaaran alapuolisille vesistöalueille tarkennettu. 13.11.2012. Saatavissa:

[http://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotearkisto/-/asset\\_publisher/7ROIM7O3Zwq2/content/kayttosuosituksia-talvivaaran-alapuolisille-vesistoalueille-tarkennettu?redirect=http%3A%2F%2Fwww.ely-keskus.fi%2Fweb%2Fely%2Ftiedotearkisto%3Fp\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-8%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_advancedSearch%3Dfalse%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_keywords%3D%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_delta%3D20%26p\\_r\\_p\\_564233524\\_resetCur%3Dfalse%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_cur%3D92%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_andOperator%3Dtrue#.WWMq68sUmU](http://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotearkisto/-/asset_publisher/7ROIM7O3Zwq2/content/kayttosuosituksia-talvivaaran-alapuolisille-vesistoalueille-tarkennettu?redirect=http%3A%2F%2Fwww.ely-keskus.fi%2Fweb%2Fely%2Ftiedotearkisto%3Fp_id%3D101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-8%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_advancedSearch%3Dfalse%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_keywords%3D%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_delta%3D20%26p_r_p_564233524_resetCur%3Dfalse%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_cur%3D92%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_andOperator%3Dtrue#.WWMq68sUmU)

Kainuun ELY-keskus. 2012b. Tiedote: Talvivaaran lähivesistöjen käyttösuosituksia tarkennettu. 28.11.2012. Saatavissa:

[http://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotearkisto/-/asset\\_publisher/7ROIM7O3Zwq2/content/talvivaaran-lahivesistojen-kayttosuosituksia-tarkennettu?redirect=http%3A%2F%2Fwww.ely-keskus.fi%2Fweb%2Fely%2Ftiedotearkisto%3Fp\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-8%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_advancedSearch%3Dfalse%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_keywords%3D%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_delta%3D20%26p\\_r\\_p\\_564233524\\_resetCur%3Dfalse%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_cur%3D95%26\\_101\\_INSTANCE\\_7ROIM7O3Zwq2\\_andOperator%3Dtrue#.WWMpg8sUmU](http://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotearkisto/-/asset_publisher/7ROIM7O3Zwq2/content/talvivaaran-lahivesistojen-kayttosuosituksia-tarkennettu?redirect=http%3A%2F%2Fwww.ely-keskus.fi%2Fweb%2Fely%2Ftiedotearkisto%3Fp_id%3D101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-8%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_advancedSearch%3Dfalse%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_keywords%3D%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_delta%3D20%26p_r_p_564233524_resetCur%3Dfalse%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_cur%3D95%26_101_INSTANCE_7ROIM7O3Zwq2_andOperator%3Dtrue#.WWMpg8sUmU)

Kainuun ELY-keskus. 2017a. Tiedote: Uusia tutkimustuloksia Terrafamen purkuvesien leviämisestä Nuasjärvessä. 27.2.2017. Saatavissa:

[https://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotteet-2017/-/asset\\_publisher/gcihgimBubZ0/content/uusia-tutkimustuloksia-terrafamen-purkuvesien-leviamisesta-nuasjarvessa-kainuu-?redirect=https%3A%2F%2Fwww.ely-keskus.fi%2Fweb%2Fely%2Ftiedotteet-2017%3Fp\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_gcihgimBubZ0%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-8%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2%26\\_101\\_INSTANCE\\_gcihgimBubZ0\\_advancedSearch%3Dfalse%26\\_101\\_INSTANCE\\_gcihgimBubZ0\\_keywords%3D%26\\_101\\_INSTANCE\\_gcihgimBubZ0\\_delta%3D20%26p\\_r\\_p\\_564233524\\_resetCur%3Dfalse%26\\_101\\_INSTANCE\\_gcihgimBubZ0\\_cur%3D28%26\\_101\\_INSTANCE\\_gcihgimBubZ0\\_andOperator%3Dtrue#.WV9c6ssUID8](https://www.ely-keskus.fi/web/ely/tiedotteet-2017/-/asset_publisher/gcihgimBubZ0/content/uusia-tutkimustuloksia-terrafamen-purkuvesien-leviamisesta-nuasjarvessa-kainuu-?redirect=https%3A%2F%2Fwww.ely-keskus.fi%2Fweb%2Fely%2Ftiedotteet-2017%3Fp_id%3D101_INSTANCE_gcihgimBubZ0%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-8%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2%26_101_INSTANCE_gcihgimBubZ0_advancedSearch%3Dfalse%26_101_INSTANCE_gcihgimBubZ0_keywords%3D%26_101_INSTANCE_gcihgimBubZ0_delta%3D20%26p_r_p_564233524_resetCur%3Dfalse%26_101_INSTANCE_gcihgimBubZ0_cur%3D28%26_101_INSTANCE_gcihgimBubZ0_andOperator%3Dtrue#.WV9c6ssUID8)

Kainuun ELY-keskus. 2017b. Tiedote: Tutkimusraportteja julkaistu Terrafamen purkuvesien leviämisestä ja sulfaatin kerrostuneisuudesta Nuasjärvessä. 11.5.2017. Saatavissa:

<https://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/tutkimusraportteja-julkaistu-terrafamen-purkuvesien-leviamisesta-ja-sulfaatin-kerrostuneisuudesta-nuasjarvessa-kainuu-#.WV8rwcUID9>

Ramboll. 2017. Osa VII: Terrafamen kaivoksen kalataloudellinen tarkkailu vuonna 2016. Terrafame Oy. 25.4.2017. Saatavissa:

[https://www.terrafame.fi/media/ymparistoraportit/2016/vuosiraportti2016\\_osa7\\_kalataloustarkkailu.pdf](https://www.terrafame.fi/media/ymparistoraportit/2016/vuosiraportti2016_osa7_kalataloustarkkailu.pdf)

## Lisätietoja

Kainuun ELY-keskus  
Johtava ympäristöasiantuntija Soile Backnäs  
email: [soile.backnas@ely-keskus.fi](mailto:soile.backnas@ely-keskus.fi)  
puh. 0400159943