

Vastaanottaja  
**Terrafame Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**26.3.2019**

# **TERRAFAME OY**

## **TERRAFAMEN KAIVOKSEN TARKKAILU**

### **VUONNA 2018**

#### **OSA III: VESIPÄÄSTÖJEN TARKKAILU**



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

Laatija **Elina Lampinen, Ramboll Finland**  
Tarkastaja **Tero Marttila, Ramboll Finland**  
Hyväksyjä **Terrafame Oy**  
Kuvaus **Kaivoksen vesipäästötarkkailu 2018**

Ramboll  
Kirjastokatu 4  
70100 KUOPIO

P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201  
<https://fi.ramboll.com>

Viite **1510038629**

## SISÄLTÖ

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Johdanto</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Kaivosalueen vesien käsittely ja johtaminen</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1       | Prosessin ylijäämävedet sekä muut aluevedet  | 3         |
| 2.1.1     | Pohjoinen käsittelyalue (näytepiste Kärsälampi)  | 6         |
| 2.1.2     | Kaivosalueen käsittelyalue (näytepisteet Tammalampi, Kuusilampi)   | 6         |
| 2.1.3     | Kipsisakka-altaat ja Keskuspuhdistamo (näytepisteet Keskuspuhdistamo tuleva, Kipsisakka-allas lähtevä)   | 6         |
| 2.1.4     | Sekundääriliuotusalueen suojapumppausvesien käsittely (näytepisteet SEM2, Torrakkopuro)                  | 7         |
| 2.1.5     | Pohjoiseen (Oulujoen vesistöön) kaivosalueelta ulos johdettavat vedet (näytepisteet Latosuo, Purkuputki) | 7         |
| 2.1.6     | Eteläinen käsittelyalue (näytepisteet Kortelampi 1, Kortelampi 2)  | 7         |
| 2.2       | Kaivosalueen puhtaat hulevedet   | 7         |
| 2.3       | Rakentamisvaiheen aikainen kiintoainepitoisuuden tarkkailu   | 8         |
| 2.4       | Sivukivialue KL2   | 8         |
| <b>3.</b> | <b>Päästövesien tarkkailu ja lupamääräykset</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1       | Tarkkailu  | 9         |
| 3.1.1     | Vesienkäsittelyn ja juoksutusten tarkkailu   | 9         |
| 3.1.2     | Sivukivialueen tarkkailu   | 10        |
| 3.2       | Luparajat  | 12        |
| 3.2.1     | Vesien määrä   | 12        |
| 3.2.2     | Veden laatu  | 12        |
| 3.2.3     | Kuormitus  | 12        |
| <b>4.</b> | <b>Tarkkailutulokset 2018</b>  | <b>13</b> |
| 4.1       | Vesimäärät   | 13        |
| 4.2       | Veden laatu  | 15        |
| 4.2.1     | Prosessin ylijäämävedet (Lone-ylite)   | 15        |
| 4.2.2     | Keskuspuhdistamolta Latosuolle johdettavat vedet (Kipsisakka-allas lähtevä)                              | 18        |
| 4.2.3     | Purkuputken ja Latosuon kautta johdetut vedet  | 19        |
| 4.3       | Kuormitus  | 28        |
| 4.3.1     | Vanhat purkureitit ja purkuputki   | 28        |
| 4.3.2     | Kokonaiskuormitus  | 29        |
| 4.3.3     | Poikkeustilanteen aiheuttama kuormitus Kivipuroon  | 29        |
| 4.4       | Vedenkäsittely   | 30        |
| <b>5.</b> | <b>Saniteettivedet</b>   | <b>30</b> |
| 5.1       | Puhdistamon kuvaus   | 30        |
| 5.1.1     | Jätevedenpuhdistamo  | 30        |
| 5.1.2     | Kenttäpuhdistamot  | 31        |
| 5.2       | Käyttötarkkailun tulokset  | 31        |
| 5.3       | Puhdistamon teho ja kuormitus  | 32        |
| <b>6.</b> | <b>Sivukiven läjitysalueen KL2 tarkkailu</b>   | <b>34</b> |
| <b>7.</b> | <b>Epävarmuustarkastelu ja muutosehdotukset</b>  | <b>36</b> |
| 7.1       | Epävarmuustarkastelu   | 36        |
| 7.2       | Muutosehdotukset   | 36        |
| <b>8.</b> | <b>Yhteenveto</b>  | <b>36</b> |

## **LIITTEET**

### **Liite 1**

Vesien viikoittaiset juoksutukset vesistöön

### **Liite 2A**

Kaivoksen sisäiset vesienkäsittely-yksiköille tulevat ja sieltä johdettavien vesien näytetulokset (ei luontoon johdettavat vedet)

### **Liite 2B**

Käsittely-yksiköiltä ympäristöön johdettujen vesien näytetulokset

### **Liite 3**

Vesistökuormituskuvaajat

### **Liite 4**

Saniteettipuhdistamon kuormitustarkkailun tulokset 2018

### **Liite 5**

Sivukivialue KL2 rakenteiden alapuolisien vesien näytetulokset 2017 ja 2018 (Laajat analyysi)

### **Liite 6**

Sivukivialue KL2 suotovesinäytteiden tulokset 2018

## 1. JOHDANTO

Terrafamen kaivosalue sijaitsee vedenjakajalla, josta vedet valuvat luontaisesti etelään Vuoksen ja pohjoiseen Oulujoen vesistön suuntaan. Nykyisin kaivoksen purkuvesien juoksutus on painottunut Oulujoen vesistöön. Kaivosalueella muodostuu puhtaita sekä likaantuneita vesijakeita, joista puhtaat vedet on erotettu kaivoksen vesitaseesta esimerkiksi ojituksin tai pumppauksin. Päästötarkkailu keskittyy likaantuneiden vesien tarkkailuun, jotka käsitellään kaivosalueella ennen vesistöön johtamista.

Terrafamen kaivoksen päästövesitarkkailu käsittää kaivoksen alueella muodostuvien ja käsittelyä vaativien vesien, prosessin ylijäämävesien sekä saniteettipuhdistamon veden laadun, määrän ja syntyvän ympäristökuormituksen tarkkailun voimassa olevan tarkkailuohjelman (Pöyry Finland 2016, päivitetty 6.2.2017) mukaisesti.

Lisäksi tarkkailua toteutetaan 4.1.2017 Pohjois-Suomen aluehallintoviraston antamien kaivoksen keskitetyn vedenpuhdistamon (nro 3/2017/1) sekä 22.9.2017 sivukivialueen KL2:n ympäristö- ja toiminnanaloittamisluvan (nro 76/2017/1) mukaisesti.

Ympäristölupapäätösten määräykset ohjaavat kaivosalueelta pois johdettavan veden laatua, määrää, purkureittiä ja kuormitusta. Lupia ja päätöksiä on kuvattu tarkemmin raportin osassa 1 kohdassa "Tarkkailun taustatiedot".

Tässä raportissa esitetään velvoitetarkkailuohjelman mukaisesti otetut ja akkreditoitussa laboratoriossa määritetyt päästövesien vedenlaatutulokset, sekä kaivosyhtiön mittaamat ulos johdettavien vesien virtaamat sekä kuormituslaskentatulokset. Lisäksi raportissa on arvioitu jälkikäsitteily-yksiköiden puhdistustehoja eri aineiden suhteen yksiköille saapuvan ja sieltä lähtevän veden laatutulosten perusteella.

Raportissa on esitetty myös kaivoksen saniteettijätevedenpuhdistamon tarkkailutulokset.

## 2. KAIVOSALUEEN VESIEN KÄSITTELY JA JOHTAMINEN

Kaivosalueen vesitaseen muodostavat alueelle tulevat vedet, haihtuvat vedet, varastoitavat vedet sekä alueelta poistuvat vedet. Alueelle vedet tulevat joko sadantana, raakavedenottona Kolmisopesta sekä avolouhokseen kertyvinä kalliopohjavesinä. Alueelta poistuvan veden määrän tarpeen säätelee tulevan veden määrän ja alueella tapahtuvan haihdunnan erotus, kun maastoon sitoutumista ei tapahdu. Alueelta ulos johdettavia vesimääriä ohjaa ympäristöluvissa ja niistä annetuissa Vaasan hallinto-oikeuden sekä Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksissä annetut pitoisuus- sekä kuormitusrajat. Mikäli alueelle syntyy hetkellisesti juoksutus- tai puhdistuskapasiteettia enemmän vesiä, kuten yleensä kevätsulamiskaudella, voidaan ylimäärävedet varastoida alueen vesivarastoaltaisiin ennen niiden hyödyntämistä tuotannossa tai johtamista pois kaivosalueelta.

### 2.1 Prosessin ylijäämävedet sekä muut aluevedet

Terrafamen kaivosalue sijaitsee vedenjakajalla ja alueen vesiä voidaan johtaa pohjoiseen Oulujoen ja etelään Vuoksen vesistön suuntaan. Kaivosalueella muodostuu puhtaita sekä likaantuneita vesijakeita, joista puhtaat vedet on erotettu kaivoksen vesitaseesta esimerkiksi ojituksin tai

pumppauksin. Päästötarkkailu keskittyy likaantuneiden vesien tarkkailuun, jotka käsitellään kaivosalueella ennen vesistöön johtamista.

Kaivosalueella vesienkäsittelyä vaativia vesiä ovat prosessivedet eli metallien talteenoton loppuneutraloinnin ylitevesi, louhitun malmin, rikkipitoisen sivukiven tai läjitetyn jätteen kanssa kosketuksiin joutuvat sade- ja valumavedet, avolouhoksen kuivatusvedet, avolouhoksen pintamaan poistoalueilta muodostuvat kuivatusvedet, sulfaatti- ja metallipitoiset tehdasalueen hulevedet sekä primääri- ja sekundääriliuotusalueiden ympäriltä ja muilta alueilta kerättävät suoja-pumppausvedet sekä muut vastaavat likaantuneet vedet. Prosessivedet on palautettava kaivoksen liuosvesikiertoon tai puhdistettava ennen vesistöihin tai uusiin varastoaltaisiin johtamista siten, että ne täyttävät lupamääräyksissä annetut pitoisuusraja-arvot.

Vedenkäsittelyä tapahtuu Terrafamen kaivosalueella useassa eri kohteessa. Tuotantoprosessin liuos, josta metallit on poistettu (raffinaatti), käsitellään metallien talteenottolaitoksen reaktoreissa, sekä niitä seuraavissa sakeutusaltaissa jäännösmetallien sekä sulfaatin poistamiseksi. Lisäksi metallitehtaalla on käänteisosmoosilaitos prosessiveden kierrätyksen parantamiseksi.

Metallien talteenottolaitoksen prosessien ohella alueelta juoksetettavia vesiä on käsitelty erityisesti vuosina 2013-2016 ns. kenttävedenpuhdistamoilla, joissa vedet on neutraloitu kalkilla reaktoreissa ja niitä seuraavissa selkeytysaltaissa tai luonnon altaissa.

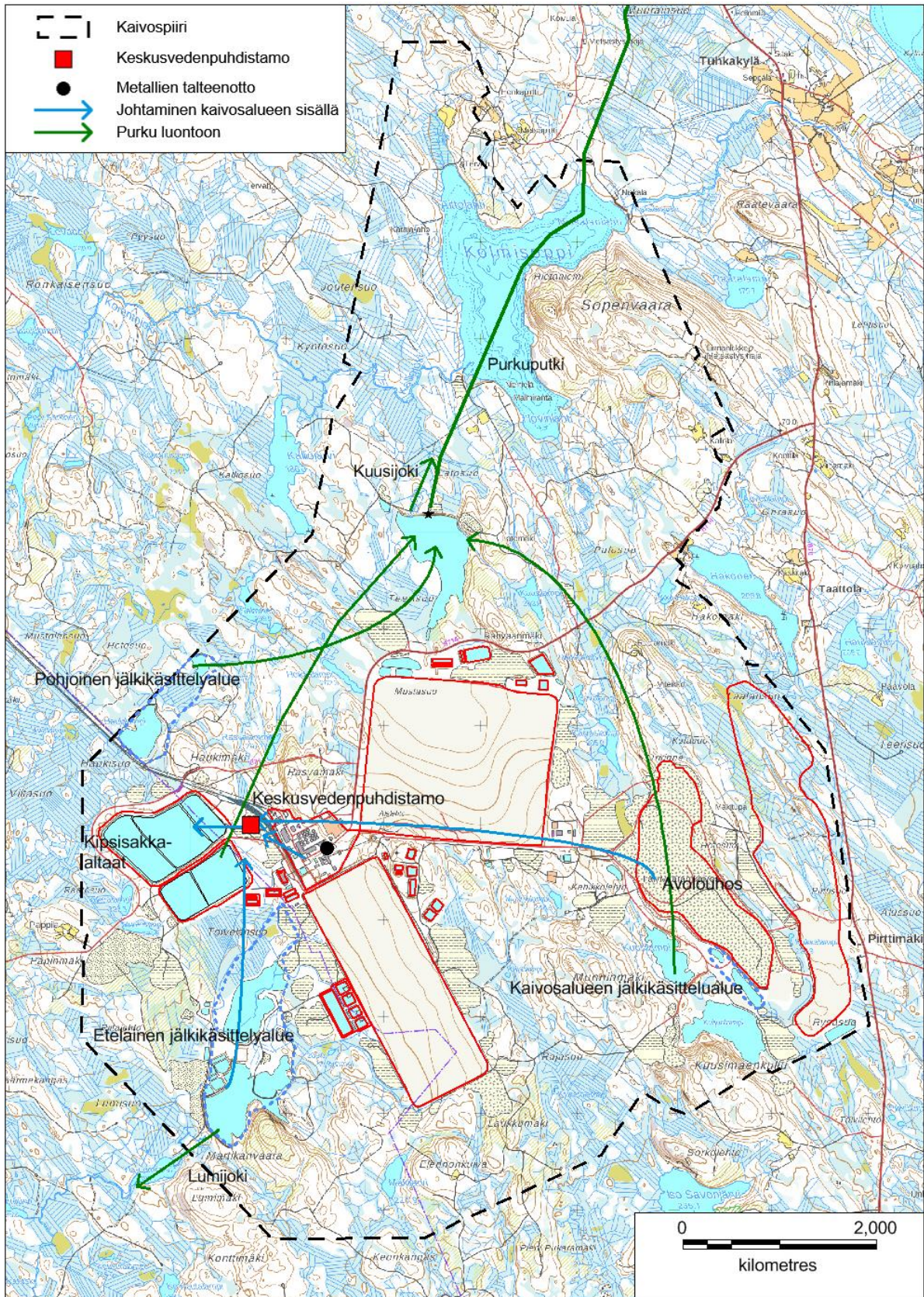
Vuodesta 2017 alkaen vesienkäsittely on keskitetty pääosin keskuspuhdistamolle, jonka ylösajo optimaalisten ajoparametrien löytämiseksi aloitettiin vuonna 2016. Keskusvedenpuhdistamo sai ympäristöluvan 4.1.2017. Keskusvedenpuhdistamo korvaa kenttäkäsittely-yksiköt niin, että aiemmin käytettyjä vedenkäsittely-yksiköiden alueita päästään tyhjentämään vedestä ja kunnostamaan niiden maaperää. Keskuspuhdistamon käyttöönoton jälkeen sakkujen synty keskittyy kipsisakka-altaille, joten puhdistamon käyttö osaltaan helpottaa tulevia alueiden kunnostustöitä, kun niille ei enää kerry uutta, käsittelyä vaativaa sakkua. Keskuspuhdistamon käyttö helpottaa vesienkäsittelyn operointia, vesienkäsittelyyn liittyvää logistiikkaa (kalkkimaidon johtaminen käsittely-yksiköille, syntyvän lietteen käsittely) ja tuo myös käyttöön liittyviä kustannussäästöjä.

Vuonna 2018 käytössä olleet vesienkäsittely-yksiköt ovat kohteittain:

- Vesien puhdistusprosessit metallien talteenotossa: raudansaostus, loppuneutralointi ja käänteisosmoosi
- Keskuspuhdistamo
- Neutralointiyksikkö Tammalammella
- Suoja-pumppaus-ten käsittely sekundääriltä (SEM2)

Alla on esitetty yleispiirteisesti kaivoksen vesienhallintaa kartalla (Kuva 2-1) kaivosalueen käsiteltyjen vesien johtamisreiteistä sekä veden laadun tarkkailupisteistä.





Kuva 2-1 Kaivosalueen vesien johtaminen ja tarkkailupisteet



### **2.1.1 Pohjoinen käsittelyalue (näytepiste Kärsälampi)**

Haukilammen ja Kärsälammen muodostamalla pohjoisella käsittelyalueella on puhdistettu kalkkineutraloinnin ja laskeutuksen avulla alueelle aiemmin johdettuja prosessin Lone-ylitevesiä ja alueen valumavesiä. Viime vuosina pohjoiselle käsittelyalueelle ei ole johdettu vettä muista kohteista tai metallientalteenottolaitokselta, vaan sinne tuleva vesi on koostunut sade- ja valumavesistä. Kärsälammen tarkkailupiste on ollut tarkkailussa vuodesta 2009 lähtien. Käsitellyt vedet johdettiin aiemmin Kärsälammelta Puhdasvesiojan kautta Salmiseen ja edelleen Kalliojärven sekä Kalliojoen kautta Kolmisoppeen. Vuonna 2018 vesiä ei johdettu Salmiseen vaan vedet on pumpattu muille altaille. Kärsälammesta ei juoksutettu vuonna 2018 vesiä ympäristöön eikä myöskään otettu velvoitetarkkailunäytteitä.

### **2.1.2 Kaivosalueen käsittelyalue (näytepisteet Tammalampi, Kuusilampi)**

Tammalammen ja Maauimalan muodostamalla kaivosalueen käsittely-yksiköllä puhdistetaan kalkkineutraloinnin ja laskeutuksen avulla avolouhokselta, kipsisakka-altaalta sekä eteläisen käsittely-yksikön altailta johdettuja vesiä, jotka johdetaan käsittelyn jälkeen edelleen varastoitavaksi Kuusilampeen. Kuusilammesta käsitellyt vedet johdetaan Härkäpuron kautta Kuusijokeen ja edelleen Kalliojoen kautta Kolmisoppeen tai vaihtoehtoisesti varastoitavaksi Latosuon patoaltaaseen, mistä ne voidaan johtaa edelleen Kuusijokeen tai purkuputken kautta Nuasjärveen. Kuusilammelta vedet voidaan johtaa myös varastoitavaksi erilliseen Kuljun patoaltaaseen.

Tammalammen ja Maauimalan muodostama kaivosalueen jälkikäsittely-yksikkö on ollut vähäisellä käytöllä keskuspuhdistamon käynnistymisen jälkeen. Ennen kaivosalueen käsittely-yksikölle johdettuja vesijakeita käsitellään nykyisin keskuspuhdistamolla. Vuonna 2018 kaivosalueen jälkikäsittely-yksikössä käsiteltiin avolouhoksen ja Mourunpuron vesiä lyhyen ajan huhtitoukokuussa. Käsitteilyyn johdettujen vesien laatua tarkkailtiin ainoastaan toukokuussa otetuilla näytteillä (Liite 2a). Vesiä ei ole juoksutettu luontoon Kuusilammen tarkkailupisteen kautta. Kuusilammelta on johdettu ajoittain sinne ja Kuljun altaaseen kertyneitä sade- ja valumavesiä Latosuon altaalle.

### **2.1.3 Kipsisakka-altaat ja Keskuspuhdistamo (näytepisteet Keskuspuhdistamo tuleva, Kipsisakka-allas lähtevä)**

Terrafamen vesienkäsittely on keskitetty pääasiassa vuonna 2017 käyttöön otetulle keskuspuhdistamolle, josta kalkkineutraloinnilla käsitelty vesi ja muodostuva liete johdetaan edelleen kipsisakka-altaalle laskeutumaan. Kipsisakka-altaalta kirkastunut vesi johdetaan Latosuon altaalle ja edelleen Latosuolta suoraan Kuusijokeen tai purkuputkea pitkin Nuasjärveen.

Keskusvedenpuhdistamolle voidaan johtaa vesiä avolouhokselta, metallientalteenottolaitokselta ja eteläiseltä käsittelyalueelta. Puhdistamolle tulevan veden laatua tarkkaillaan keskuspuhdistamolla sijaitsevasta näytepisteestä. Käytännössä vuonna 2018 vesi keskuspuhdistamolle on johdettu eteläisen vedenkäsittelyalueen altailta sekä avolouhokselta. Lisäksi puhdistamolle on johdettu käsiteltäväksi metallien talteenotossa muodostuva raudansaostuksen alite (RaSa-alite).

Kipsisakka-altaalta Latosuolle johdettavien vesien laatua tarkkaillaan näytepisteellä Kipsisakka-allas lähtevä. Mikäli altaalta poisjohdettavan veden laatu ei täytä lupamääräyksiä, vettä kierrätetään takaisin keskuspuhdistamon kautta lupaehdot täyttävän pitoisuustason. Tarkkailupisteiden vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain.



#### **2.1.4 Sekundääriliuotusalueen suojapumppausvesien käsittely (näytepisteet SEM2, Torrakkopuro)**

Sekundääriliuotusalueen suojapumppausvedet käsitellään kalkkineutraloimalla SEM2-altaalla, josta vedet johdetaan Torrakkopuron (SeP9) tarkkailupisteen kautta joko suoraan tai Latosuon altaan kautta Kuusijokeen ja edelleen Kalliojoen kautta Kolmisoppeen. Latosuolta vettä voidaan johtaa myös Nuasjärven purkutupkeen. Latosuolta on myös mahdollista kierrättää vesiä takaisin SEM2-altaan neutralointiyksikölle. Vaihtoehtoisesti suojapumppausvedet voidaan johtaa SEM2-altaan käsittelyn sijaan liuoskiertoon prosessin korvausvedeksi.

Vuonna 2018 Torrakkopuron (SeP9) kautta ei juoksutettu vesiä eikä näytteitä otettu. SEM2-käsittely-yksikölle tulevista vesistä otettiin näytteet toukokuussa (Liite 2a). Käsitellyt vedet on johdettu varastoitavaksi alueen vesivarastoaltaisiin. SEM2-altaalle tulevia suojapumppausvesiä tarkkaillaan kuukausittain neutraloinnin ollessa käynnissä.

#### **2.1.5 Pohjoiseen (Oulujoen vesistöön) kaivosalueelta ulos johdettavat vedet (näytepisteet Latosuo, Purkutupki)**

Puhdistetut, kaivosalueelta pohjoiseen Oulujoen suuntaan johdettavat vedet kootaan vuonna 2013 rakennetulle Latosuon patoaltaalle. Alue on erotettu ojituksin, mutta altaaseen tulee vettä myös sadantana ja jossain määrin ympäristön valumavesinä. Latosuon altaalta lähtevä purkutupki Nuasjärveen on Terrafamen juoksutettavien vesien pääasiallinen purkupiste. Purkutupken vedenlaatua tarkkaillaan purkutupkipumppaamalla sijaitsevalta tarkkailupisteeltä viikoittain juoksutusten ollessa käynnissä.

Latosuon altaan pohjoispäästä voidaan juoksuttaa vettä myös ns. vanhoja purkureittejä pitkin Kuusijokeen ja edelleen Kalliojoen kautta Kolmisoppeen. Lähtevästä vedestä otetaan viikoittain näytteitä juoksutusten ollessa käynnissä. Juoksutusvirtaamaa seurataan säännöllisesti käsimitarilla. Vuonna 2018 vesiä johdettiin Kuusijokeen maalisi- ja huhtikuussa.

#### **2.1.6 Eteläinen käsittelyalue (näytepisteet Kortelampi 1, Kortelampi 2)**

Eteläisellä käsittelyalueella on käsitelty alueen valumavesien lisäksi loppuneutraloinnin (Lone) ylitevesiä, joita on johdettu Lumelantien patoaltaan kautta edelleen Kortelammen ja Urkin altaalle. Vesiä on puhdistettu neutraloinnin ja laskeutuksen avulla Kortelammen patoaltaan yhteydessä sijaitsevilla Kortelampi 1 ja 2 käsittely-yksiköillä. Vettä voidaan johtaa käsiteltäväksi myös keskusvedenpuhdistamon kautta kipsisakka-altaalle.

Kortelammelta vettä voidaan juoksuttaa kahden linjan kautta etelään Lumijokeen Vuoksen vesistöön näytepisteiden Kortelampi 1 ja Kortelampi 2 kautta. Juoksutettujen vesien laatua tarkkaillaan viikoittain juoksutusten ollessa käynnissä sekä veden määrää jatkuvatoimisesti. Kortelammelle tulevista vesistä otetaan näytteitä kuukausittain. Vuonna 2018 Kortelammen käsittely-yksikkö ei ollut käytössä lainkaan. Vettä on juoksutettu Kortelammelta viimeksi toukokuussa 2016.

### **2.2 Kaivosalueen puhtaat hulevedet**

Toiminta-alueella muodostuvat puhtaat sade-, sulamis- ja valumavedet sekä muut vedet, joista ei aiheudu päästöjä tai ympäristön pilaantumisen vaaraa, erotetaan likaantuneista vesistä (lupapäätöksen 52/2013/1 lupamääräys 5). Puhtaksi todetut vedet johdetaan maastoon tai

vesistöihin. Kyseisten vesien likaantumattomuus osoitetaan tarvittaessa vedenlaatuselvityksin ja -mittauksin Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla. Kaivos on tarkkaillut kaivosalueen puhtaiden vesien laatua osana omaa käyttötarkkailuaan.

### **2.3 Rakentamisvaiheen aikainen kiintoainepitoisuuden tarkkailu**

Uusissa rakentamiskohteissa yli 10 ha:n suuruisten yhtenäisten rakentamisalueiden kiintoainesta sisältävät, mutta muuten likaantumattomat valumavedet on mahdollisuuksien mukaan johdettava pintavalutuskentän tai vähintään valuma-alueen koon mukaan mitoitettun selkeytysaltaan kautta maastoon tai vesistöön. Johdettavan veden kiintoainepitoisuuden on oltava alle 30 mg/l. Seurantaa jatketaan niin kauan kuin rakentamisalueelta johdetaan vesiä vesistöön.

### **2.4 Sivukivialue KL2**

Sivukivialueen KL2 ja altaiden DP4 ja DP5 rakentamisen aikana alueen pintavedet on johdettu työnaikaisten selkeytysaltaiden kautta ympäristöön. Rakentamistöiden aikana veden laatua on seurattu ja tarvittaessa vesiä on kerätty käsiteltäväksi tai hyödynnettäväksi prosessissa. Selkeytysaltaista ympäristöön johdettavien vesien laatua tarkkaillaan kerran ennen rakentamista, rakentamisen aikana viikoittain sekä kerran rakentamisen jälkeen.

Sivukivialue on ollut toiminnassa loppuvuodesta 2017 alkaen, jolloin ensimmäiset alueet valmistuivat ja sivukiven läjitys alkoi. Sivukivialueen vesien tarkkailu aloitettiin vuonna 2017 lokakuussa. Alueen rakentaminen jatkuu edelleen vaiheittain. Jo rakennetun alueen, jolla läjitys on ollut käynnissä, vesiä on tarkkailtu koko vuoden 2018 ajan KL2-ympäristöluvan pohjalta tehdyn suunnitelman mukaisesti. DP5-allas, joka kerää sivukivitäytöstä suotautuvan veden lohkojen 1 ja 2 alueelta, on ollut käytössä lokakuusta 2017 alkaen. DP4-allas, joka vastaavasti on tehty sivukivialueen pohjoisen osan (lohkot 2-4) suotovesien keruuta varten, valmistui lokakuussa 2018 ja sen tarkkailu aloitetaan vuonna 2019.

## **3. PÄÄSTÖVESIEN TARKKAILU JA LUPAMÄÄRÄYKSET**

Vesipäästöjen osalta kaivoksen velvoitetarkkailu sekä vesien laadulle, määrälle ja kuormitukselle annetut määräykset perustuvat pääosin seuraaviin voimassa oleviin lupapäätöksiin:

- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston lupapäätös 30.4.2014 (Nro 36/2014/1). Talvivaaran kaivoksen ympäristö- ja vesitalousluvan muuttaminen (koko kaivostoimintaa koskeva ympäristö- ja vesitalouslupa). Vaasan hallinto-oikeus on eräin osin muuttanut päätöstä 28.4.2016 (Nro 16/0088/2), joka astui voimaan KHO:n antaman päätöksen myötä 9.5.2017. Ko. lupapäätöksen määräyksessä 15 on määrätty käsiteltyjen jätevesien varastoinnissa, puhdistamisessa ja johtamisessa sekä niistä aiheutuvien vahinkojen korvaamisessa ja kompensoimisessa noudatettavaksi aluehallintoviraston 31.5.2013 antaman päätöksen numero 52/2013/1 lupamääräyksiä 5, 6, 7, 8, 8a, 9, 9a, 12, A, B, D, E, F, G, K, 96a, 100a ja 100b.
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston lupapäätös 24.4.2015 (Nro 43/2015/1) Nuasjärven purkuputken ympäristölupa (purkuputken kautta johdettavia vesipäästöjä koskeva ympäristölupa). Vaasan hallinto-oikeus on eräin osin muuttanut päätöstä 28.4.2016 (Nro 16/0088/2), joka astui voimaan KHO:n antaman päätöksen myötä 9.5.2017.
- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston lupapäätös 4.1.2017 (Nro 3/2017/1). Terrafame Oy:n kaivoksen keskitetyn vedenpuhdistamon ympäristö- ja toiminnanaloittamislupa (keskuspuhdistamon toimintaa koskeva ympäristölupa).

- Pohjois-Suomen aluehallintoviraston lupapäätös 22.9.2017 (Nro 76/2017/1). Sivukivialueen KL2:n ympäristö- ja toiminnanaloittamislupa (Kuusilammen avolouhoksen itäpuolelle rakennettavan sivukivialueen rakentamista ja toimintaa koskeva ympäristölupa)

Nuasjärven purkutupken ympäristöluvan (Nro 43/2015/1) lupamääräyksen 2 mukaiset sulfaatti- ja mangaanipitoisuuksien tiukentuneet raja-arvot tulivat voimaan 1.1.2018 alkaen. Muutoin määräykset ovat pysyneet ennallaan vuodesta 2017.

Pöyry Finland Oy on laatinut kaivokselle tarkkailuohjelman 28.11.2016. Tarkkailuohjelmaa on päivitetty 6.2.2017. Uuteen ohjelmaan on koottu voimassa olevat ja hyväksytyt tarkkailuohjelmat yhdeksi kokonaisuudeksi sisältäen Terrafamen kaivoksen käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun kokonaisuutena.

Tarkkailuohjelman lisäksi vuonna 2018 tarkkailua on tehty keskusvedenpuhdistamon ja sivukivialueen KL2 ympäristölupien mukaisesti.

### 3.1 Tarkkailu

#### 3.1.1 Vesienkäsittelyn ja juoksuusten tarkkailu

Kaivokselta **vesistöön johdettavien vesien** määrää mitataan pääosin jatkuvatoimisesti sekä vedestä otetaan vedenlaatu näytteitä viikoittain niiltä pisteiltä, joilta tapahtuu purkua vesistöön. Viikoittain tapahtuvasta näytteenotosta vastasivat kaivoksen näytteenottajat, kuukausittaisesta näytteenotosta Ramboll Finland Oy ja näytteiden analysoinnista Eurofins Environment Testing Finland Oy Lahden laboratorio.

Näytteistä tehtävät analyysit tarkkailuohjelman mukaisesti on koottu taulukkoon (Taulukko 3-1).

**Taulukko 3-1 Päästövesinäytteiden analyysit**

| Päästövesistä tehtävät analyysit |                                  |                        |  |
|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|--|
| Viikoittain                      | Kuukausittain lisäksi            | 2 x vuodessa lisäksi   | 1 x vuodessa lisäksi                     |
| Lämpötila                        |                                  | Kokonaispitoisuudet:   | Liukoiset metallit                       |
| Sähkönjohtavuus                  | Sb, As, Ba, Cd (liuk.),          | Al, As, B, Ba, Be, Ca, | Radon                                    |
| pH                               | Co, Cr, Hg (liuk.), V,           | Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, | U-234, U-238, Ra-226,                    |
| Kiintoaine                       | Pb, kok.fosfori,                 | Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, | Po-210 yhteismäärä                       |
| Sulfaatti (SO <sub>4</sub> )     | kok.typpi, COD <sub>Mn</sub> (ei | Pb, S, Sb, Se, Sn, Ti, | Ra-228, Pb-210, K-40                     |
| Cu, Ni, Zn, U, Mn,               | Lone)                            | V, Zn                  | yhteismäärä                              |
| Fe, Na, Ca, Mg, Al               |                                  | Fluoridi, kloridi      | (Uraanin tytärnuklidit ainekohtaisesti*) |

\*Määritetään, mikäli alfa- ja beeta-aktiivisten aineiden pitoisuudet ylittävät tason 0,1-0,2 Bq/l

Edellä mainittujen lisäksi Latosuolta purkutupkeen johdettavasta vedestä tehdään taulukon (Taulukko 3-2) mukaiset laajat analyysit **kerran vuodessa**.

**Taulukko 3-2 Purkupuutteen johdettavasta vedestä tehtävät määritykset**

| <b>Kerran vuodessa purkupuutteen johdettavasta vedestä</b> |                 |                 |                  |                |
|--|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| <b>Laaja alkuaineanalyysi</b>                              |                 |                 |                  |                |
| Kloridi (Cl)   | Gadolinium (Gd) | Kupari (Cu)     | Pii (Si)         | Tantaali (Ta)  |
| Fluoridi (F)   | Gallium (Ga)    | Lantaani (La)   | Platina (Pt)     | Telluuri (Te)  |
| Alumiini (Al)  | Germanium (Ge)  | Litium (Li)     | Praseodyymi (Pr) | Terbium (Tb)   |
| Antimoni (Sb)  | Hafnium (Hf)    | Lutetium (Lu)   | Rauta (Fe)       | Tina (Sn)      |
| Arseeni (As)   | Holmium (Ho)    | Lyijy (Pb)      | Renium (Re)      | Titaani (Ti)   |
| Barium (Ba)  | Hopea (Ag)      | Magnesium (Mg)  | Rikki (S)        | Torium (Th)    |
| Beryllium (Be)   | Iridium (Ir)    | Mangaani (Mn)   | Rubidium (Rb)    | Tulium (Tm)    |
| Boori (B)  | Jodi (I)        | Molybdeeni (Mo) | Rutenium (Ru)    | Uraani (U)     |
| Bromi (Br)   | Kadmium (Cd)    | Neodyymi (Nd)   | Scandium (Sc)    | Vanadiini (V)  |
| Cerium (Ce)  | Kalium (K)      | Natrium (Na)    | Samarium (Sm)    | Vismutti (Bi)  |
| Dysprosium (Dy)  | Kalsium (Ca)    | Nikkeli (Ni)    | Seleen (Se)      | Volframi (W)   |
| Elohopea (Hg)  | Koboltti (Co)   | Niobium (Nb)    | Sinkki (Zn)      | Ytterbium (Yb) |
| Erbium (Er)  | Kromi (Cr)      | Osmium (Os)     | Strontium (Sr)   | Yttrium (Y)    |
| Europium (Eu)  | Kulta (Au)      | Palladium (Pd)  | Tallium (Tl)     | Zirkonium (Zr) |
| Fosfori (P)  |                 |                 |                  |                |

**Käsittelyyn tulevista** vesistä tehdään kerran kuukaudessa samat analyysit kuin käsittely-yksiköiltä vesistöön johdettavista vesistä.

Lisäksi yhtiö seuraa omassa käyttötarkkailussaan myös puhtailta alueilta eroteltavien vesien laatua sekä käsittely-yksiköille tulevan ja altaissa olevan veden laatua. Näytteet otetaan kaivosyhtiön toimesta ja analysoidaan kaivoksen omassa akkreditoimattomassa laboratoriossa. Valtaosissa purkupisteitä on myös jatkuvatoimiset pH:n ja sähkönjohtavuuden mittaukset, kuten esimerkiksi Latosuolta purkupuutteen kautta Nuasjärveen johdettavalle vedelle. Juoksuettavista vesijakeista otetaan lisäksi vesinäytteitä päivittäin. Vedestä määritetään pH ja analysoidaan keskeiset metallit ja sulfaattipitoisuus. Yhtiön oma ympäristötarkkailu raportoidaan viranomaisille tästä raportista erillään Kainuun ELY-keskuksen kanssa sovitulla tavalla.

### 3.1.2 Sivukivialueen tarkkailu

**Sivukivialueen KL2** tarkkailu sisältää toiminnanaikaisen tarkkailun sekä rakentamisen aikaisen tarkkailun. Myös altaiden DP4 ja DP5 rakentamisen aikana selkeytysaltaista ympäristöön johdettavia tarkkailtiin. Viikoittainen tarkkailu toteutetaan käyttötarkkailuna kaivoksen laboratoriossa ja kerran kuukaudessa ulkopuolisessa laboratoriossa. Näytteistä tehdään taulukon (Taulukko 3-3) mukaiset määritykset.



### Taulukko 3-3 KL2 rakentamisen aikaiset analyysit

| KL2 rakentamisen aikaiset analyysit                |               |
|--|---------------|
| Selkeytysaltailta luontoon johdettava vesi         |               |
| Sähkönjohtavuus                                    | Alumiini (Al) |
| pH   | Nikkeli (Ni)  |
| Kiintoaine   | Sinkki (Zn)   |
| Sulfaatti (SO <sub>4</sub> )                       | Uraani (U)    |
| Natrium (Na)                                       | Kadmium (Cd)  |
| Mangaani (Mn)                                      | Rauta (Fe)    |
| Magnesium (Mg)                                     | Kalsium (Ca)  |
| <i>Metalleista liukoiset ja kokonaipitoisuudet</i> |               |

Altaat DP4 ja DP5 ovat valmistuneet, mutta samaa rakentamisen aikaista tarkkailua jatketaan myös seuraavien lohkojen rakennusvaiheessa.

Sivukivialueen KL2 toiminnanaikainen tarkkailu toteutetaan ympäristöluvan mukaisesti. KL2:n toiminnan aikainen tarkkailu käsittää sivukivialueen pohjarakenteiden alapuolisten vesien tarkkailun sekä läjitettävästä sivukivestä suotautuvat suotovedet. Suotovedet ja myös rakenteiden alapuoliset kerätään DP4 ja DP5-altaisiin, joista vedet johdetaan prosessiliuotuskiertoon tai kaivoksen vesienkäsittelyyn. Vesiä ei johdeta luontoon.

Taulukossa (Taulukko 3-4 **Error! Reference source not found.**) on esitetty KL2-alueen tarkkailun näytteistä tehtävät analyysit.

### Taulukko 3-4 KL2 päästövesistä tehtävät analyysit vuonna 2018

| KL2 päästövesistä tehtävät analyysit    |   |  |
|---|---|--|
| Pohjarakenteiden alapuoliset vedet, DP5 |   | Suotovedet, DP5  |
| 1 x kuukaudessa                         | 1 x vuodessa  | 4 x vuodessa   |
| Nikkeli                                 | Lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, sameus, kiintoaine, happipitoisuus, hapen kyllästysaste, alkaliniteetti<br>Likoiset- ja kokonaipitoisuudet:<br>Hg, Ni, Zn, U, Cd, Mn, Fe, Al<br>Sulfaatti (SO <sub>4</sub> ),<br>Na, Ca, Mg, COD <sub>Mn</sub><br>kok.fosfori, kok.typpi, fosfaattifosfori,<br>nitriitti- ja nitraattityppi,<br>ammoniumtyppi | Lämpötila, pH, sähkönjohtavuus<br>kiintoaine, Sulfaatti (SO <sub>4</sub> )<br>Cu, Ni, Zn, U, Mn,<br>Fe, Na, Ca, Mg, Al, Sb, As, Ba, Cd<br>(liuk.), Co, Cr, Hg (liuk.), V, Pb,<br>kok.fosfori, kok.typpi, COD <sub>Mn</sub> |

## 3.2 Luparajat

### 3.2.1 Vesien määrä

Ympäristöluvan 52/2013/1 (31.5.2013) lupamääräyksen 9 mukaisesti käsitellyt jätevedet on juoksutettava vesistöihin tasaisesti niiden virtaamiin suhteutettuna. Kuhunkin purkusuuntaan johdettavan jäteveden vuorokausivirtaama saa olla 10.4.-15.6. välisellä jaksolla enintään 15 % ja muina aikoina enintään 10 % johtamista edeltäneen Kalliojoen alaosan 7 vuorokauden keskivirtaamasta.

Vuoksen vesistön suunnassa käsitellyt jätevedet on johdettava Ylä-Lumijärven ohi Lumijokeen.

### 3.2.2 Veden laatu

Taulukossa (Taulukko 3-5) on esitetty Vaasan hallinto-oikeuden päätöksessään (16/0089/2) 28.4.2016 (lainvoimainen 9.5.2017 KHO:n päätöksen mukaan) antamat määräykset kaivosalueelta johdettavien vesien luparajoista kaivosalueelta vesistöön johdettaville likaantuneille vesille, jotka käsiteltyjen vesien tulee täyttää ennen vesistöön johtamista. Nämä raja-arvot koskevat sekä Nuasjärven purkupuutken että ns. vanhoille purkureiteille kohdistuvia juoksutuksia. Taulukon raja-arvot tulivat voimaan vuoden 2018 alussa. Sulfaatin raja-arvot tiukentuivat yksittäisen näytteen raja-arvosta 6 000 mg/l arvoon 4 000 mg/l, virtaamapainotteiden kuukausikeskiarvon raja tiukentui arvosta 4 000 mg/l arvoon 2 000 mg/l. Myös mangaanin virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvon raja tiukentui arvosta 6 000 µg/l arvoon 4 000 µg/l.

**Taulukko 3-5 Kaivosalueelta vesistöön alkuperäisiä purkureittejä pitkin johdettavien vesien pitoisuuksien raja-arvot 2018**

| Aine                                   | Raja-arvo         |                                   |
|--|-------------------|-----------------------------------|
|  | Yksittäinen näyte | Virtaamapainotteinen kk-keskiarvo |
| pH                                     | 5,5 - 9,0         |                                   |
| Kiintoaine (mg/l)<br>(hehkutusjäännös) |                   | < 15                              |
| Alumiini (µg/l)                        |                   | <500                              |
| Nikkeli (µg/l)                         | < 300             |                                   |
| Kupari (µg/l)                          | < 300             |                                   |
| Sinkki (µg/l)                          | < 500             |                                   |
| Rauta (µg/l)                           |                   | < 4000                            |
| Uraani (µg/l)                          | < 10              |                                   |
| Sulfaatti (mg/l)                       | < 4000            | < 2000                            |
| Mangaani (µg/l)                        |                   | < 4000                            |
| Elohopea (liuk.) (µg/l)                | <5                | <1,5                              |
| Kadmium (liuk.) (µg/l)                 | <10               | <3                                |

### 3.2.3 Kuormitus

Alkuperäisten purkupisteiden lupapäätöksen 52/2013/1 ympäristölupamääräyksen 9a mukaan kaivosalueelta Oulujoen ja Vuoksen vesistöihin johdettavien käsiteltyjen vesien yhteenlaskettu vuotuinen päästö saa olla vuodesta 2015 lähtien **alkuperäisiä purkureittejä pitkin:**

- Nikkeli 250 kg
- Kupari 150 kg
- Sinkki 300 kg
- Mangaani 2 600 kg
- Sulfaatti 1 300 t
- Natrium 650 t

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen 16/0090/2 mukaisesti lupamääräystä 9b muutettiin niin että Vuoksen vesistössä Lumijokeen johdettavat jätevedet sisältävät enintään 40 % lupamääräyksessä 9a mainittujen haitta-aineiden vuosipäästöstä ja Oulujoen vesistössä Kolmisopen yläpuolelle johdetaan enintään 60 % lupamääräyksessä 9a mainittujen haitta-aineiden vuosipäästöstä.

**Nuasjärven purkupuutken** osalta lupapäätöksen 43/2015/1 ympäristölupamääräyksen 3 sekä VHO:n 28.4.2016 antaman päätöksen 16/0091/2 mukaan Nuasjärveen johdettavien käsiteltyjen vesien aiheuttama yhteenlaskettu päästö vesiin saa olla vuodessa:

- Nikkeli 350 kg
- Kupari 100 kg
- Sinkki 525 kg
- Mangaani 20 000 kg
- Sulfaatti\* 15 000 t
- Natrium 4 000 t

*\*Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen mukaisesti vesien johtaminen purkupuutkella Nuasjärveen tulee toteuttaa niin, että jätevedet sisältävät joulu-huhtikuussa enintään 1000 t/kk ja sulan veden aikana 2000 t/kk sulfaattia.*

## 4. TARKKAILUTULOKSET 2018

Tässä osiossa tarkastellaan vuonna 2018 kaivosalueen käsittely-yksiköiltä ja puhtaan veden varastoista vesistöihin johdettujen käsiteltyjen jätevesien määrää, vedenlaatua, vesistökuormitusta sekä lupaehtojen toteutumista. Vuoden 2018 tarkkailutuloksia on verrattu myös aiempien vuosien tuloksiin.

Lisäksi vuonna 2018 tutkittiin käsittely-yksiköille johdettavien vesien laatua. Käsittely-yksikölle tulevan ja lähtevän veden laadun perusteella on arvioitu suuntaa antavasti veden puhdistustehoa käsittely-yksiköillä eri aineiden osalta.

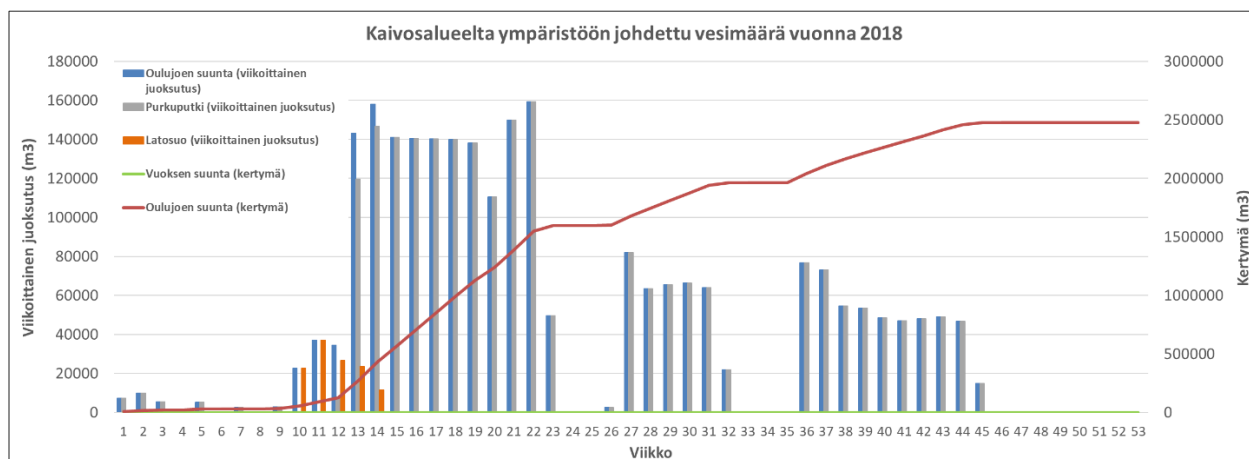
### 4.1 Vesimäärät

Vuonna 2018 kaivosalueelta johdettiin ulos vesistöihin yhteensä noin 2,48 miljoonaa kuutiota käsiteltyjä jätevesiä. Purettu jätevesimäärä johdettiin kokonaan pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Vuonna 2018 kokonaisjuoksutusvesimäärä oli noin 2,8 miljoonaa kuutiota vähemmän kuin vuonna 2017 ja noin 7,1 miljoonaa kuutiota vähemmän kuin vuonna 2016 (Taulukko 4-1).

**Taulukko 4-1 Kaivoksella vuonna 2018 vesistöön johdetut käsitellyt jätevedet**

| Juoksutukset 2018 (m3)                       |                              |         |            |            |      |                         |              |             |              |
|--|------------------------------|---------|------------|------------|------|-------------------------|--------------|-------------|--------------|
|  | Pohjoinen (Oulujoen vesistö) |         |            |            |      | Etelä (Vuoksen vesistö) |              |             |              |
|  | Purkuputki                   | Latosuo | Kärsälampi | Kuusilampi | SEM2 | Kortelampi 1            | Kortelampi 2 | Torvelansuo | LoNe etelään |
|  | 2 354 308                    | 120 975 | 0          | 0          | 0    | 0                       | 0            | 0           | 0            |
| <b>Yhteensä</b>                              | <b>2 475 283</b>             |         |            |            |      |                         |              |             |              |
| Juoksutukset yhteensä vuosina 2016-2018 (m3) |                              |         |            |            |      |                         |              |             |              |
| <b>2018</b>                                  | 2 475 283                    |         |            |            |      |                         |              |             |              |
| <b>2017</b>                                  | 5 279 377                    |         |            |            |      |                         |              |             |              |
| <b>2016</b>                                  | 9 617 642                    |         |            |            |      |                         |              |             |              |
| <b>2015</b>                                  | 6 977 745                    |         |            |            |      |                         |              |             |              |

Vuonna 2018 kaivosalueelta juoksutettiin vesiä purkuputken kautta pohjoisen suuntaan. Juoksutuksissa oli noin muutama noin viikon – kolmen viikon mittainen tauko ja juoksutukset lopetettiin marraskuussa. Juoksutukset olivat suurimmillaan huhti- ja toukokuussa. Ns. vanhoille purkureiteille vettä juoksutettiin ainoastaan maaliskuu- ja huhtikuussa Latosuolta Kuusijokeen. Etelän suuntaan Vuoksen vesistöön ei juoksutettu ollenkaan.



**Kuva 4-1 Oulujoen ja Vuoksen suuntaan johdettujen käsiteltyjen jätevesien määrä viikoittain sekä vesien kokonaiskertymä 2018**

Kuvassa (Kuva 4-1) ja liitteessä 1 (Liite 1) on esitetty vesistöihin johdetut viikoittaiset vesimäärät. Pohjoiseen Oulujoen suuntaan vesiä johdettiin Latosuon vesivarastoaltaalta vanhoja purkureittejä pitkin yhteensä 120 975 m<sup>3</sup> maaliskuu- ja huhtikuussa viikoilla 10-14. Kärsälammelta, Torrakkopurolta (SEM2) ja Kuusilammelta ei johdettu vettä luontoon vuonna 2018 lainkaan.

Kaivokselta Nuasjärveen johtava purkuputki oli käytössä lähes koko vuoden marraskuuhun asti. Viikoittaiset juoksutusmäärät vaihtelivat välillä 2 633 – 159 192 m<sup>3</sup> juoksutetun veden kokonaismäärän ollessa 2 354 308 m<sup>3</sup>. Tammi-helmikuussa juoksutusmäärät olivat pieniä. Tammikuussa purkuputken käytössä oli viikon tauko. Helmikuussa purkuputken käytössä oli kaksi viikon mittaista taukoa, joiden välissä juoksutettiin viikon ajan. . Maaliskuussa purkuputki oli kiinni 2 viikkoa, kun Latosuolta aloitettiin juoksutukset vanhoja reittejä pitkin. Viikosta 12 alkaen juoksutukset olivat voimakkaimmillaan kesäkuun alkuun saakka, jolloin purkuputki suljettiin lähes kolmeksi viikoksi. Heinäkuun alussa purkuputki käynnistettiin jälleen ja vettä juoksutettiin elokuun alkupuolelle saakka. Elokuussa purkuputki oli kiinni noin kolme viikkoa. Syyskuusta marraskuuhun purkuputki oli käytössä 8.11. asti. Loppuvuonna ei juoksutettu vettä.

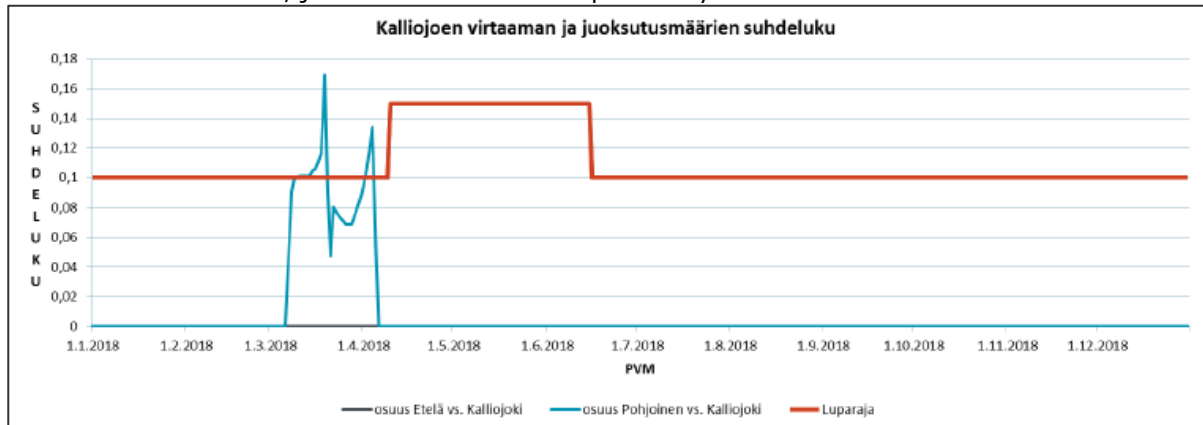
Ympäristöluvan 52/2013/1 lupamääräyksen 9 mukaisesti vesistöön vanhoja purkureittejä pitkin juoksutettavan veden määrää tulee säädellä Kalliojoen virtaamien mukaisesti. Vesistöön juoksutettavan käsitellyn jäteveden vuorokausivirtaama saa olla 15.6. asti enintään 20 % ja sen



jälkeen purkuputken käyttöönottoon asti enintään 10 % johtamista edeltäneen Kalliojoen 7 vuorokauden keskivirtaamasta.

Kalliojoen jatkuvatoimisen virtaamamittauksen on todettu toimivan talviaikaan epäluotettavasti. Jatkuvatoimisen mittauksen rinnalla virtaamia on mitattu käsimittarin (Sontek YSI FlowTracker) avulla vähintään kerran viikossa vähintään silloin, kun juoksutus lähivesistöihin on ollut käynnissä.

Kuvassa (Kuva 4-2) on esitetty Kalliojoesta mitatun virtaaman ja kaivosalueelta johdettujen vesimäärien suhdeluku, josta voidaan seurata lupamääräyksen 9 toteutumista.



Kuva 4-2 Kalliojoen virtaaman ja Etelän sekä Pohjoisen suuntaan johdettujen vesien suhdeluku vuonna 2018

## 4.2 Veden laatu

Kaivosalueelta vesistöihin johdettujen vesien laadun tarkastelussa on keskitytty kuvaamaan pitoisuusvaihteluja tarkemmin mm. graafisten esitysten avulla tarkkailun ja vaikutusten kannalta tärkeimpien ainepitoisuuksien osalta, joille on lupamäärämääräyksissä annettu raja- ja tavoitearvoja. Osiossa on tarkastelu lupaehtojen toteutumista sekä verrattu vuoden 2018 tarkkailussa mitattuja vedenlaatutietoja aiempien vuosien tarkkailuissa toteutuneisiin arvoihin.

Lisäksi käsittely-yksikölle tulevan ja lähtevän veden laadun perusteella on laskettu käsittely-yksikön puhdistustehoja eri aineiden osalta.

Vuoden 2018 käsittely-yksiköille tulevasta ja luontoon johdetuista vesistä otettujen vesinäytteiden yksittäiset analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2 (käsittelyyn tulevat vedet liite 2a, käsittely-yksiköiltä ympäristöön johdettavat vedet liite 2b).

### 4.2.1 Prosessin ylijäämävedet (Lone-ylite)

Loppuneutraloinnin ylite on johdettu pääasiassa käänteisosmoosilaitteiston (RO-laitos) syötevedeksi. Tarkkailuohjelman mukaisesti metallien talteenottolaitoksen loppuneutraloinnin (Lone) ylitevesistä otetaan näytteet vain, jos ylitettä muodostuu eli loppuneutralointiprosessi on käynnissä, ja se johdetaan käsittelyalueille tai suoraan ympäristöön. Loppuneutraloinnin vesiä ei johdettu vuonna 2018 suoraan vesistöön, joten kappaleessa 3.3.2 esitetyt ympäristöluvan mukaiset veden laatua koskevat raja- ja tavoitearvot eivät koske loppuneutraloinnin vesistä vuonna 2018 analysoituja pitoisuusarvoja. Tästä johtuen Lone-vesille ei myöskään laskettu virtaamapainotteisia kuukausikeskiarvoja. Lone-ylitteestä on otettu näytteitä ainoastaan silloin kun ylitevesiä on johdettu Lumelan altaalle. Tällöin Lone-ylitettä on voitu johtaa samaan aikaan myös RO-laitokselle.

Yleensä Lone-ylitettä on johdettu talvella pienellä virtaamalla Lumelan altaalle, jotta putkilinja on pysynyt sulana.

Lone-ylitettä johdettiin Lumelan altaalle tammi-huhtikuussa sekä marras-joulukuussa. Ylitteestä otettiin näytteet viikoittain, kun ylitettä johdettiin Lumelan altaalle.

Kuvissa (Kuva 4-3, Kuva 4-4) on esitetty graafisesti Lone-ylitevesien vedenlaatutulokset vuodesta 2010 lähtien keskeisimpien nykyisessä ympäristöluvassa painotettujen ainepitoisuuksien osalta. Lone-ylitteen laatu on pysynyt viime vuosina samalla tasolla. Huomioitava on, että Lone-vesiä ei johdettu suoraan ympäristöön, vaan ne kierrätettiin takaisin tehtaalle kiertoon tai Lumelan altaalle. Näytteitä on otettu ainoastaan silloin, kun ylite on johdettu Lumelan altaalle.

Lumelan altaalle juoksutetun ylitteen **pH-arvot** vaihtelivat vuonna 2018 välillä 8,5 – 10,3. Koko vuoden keskiarvo oli 9,4, joka on hieman vuoden 2017 keskiarvoa 9,6 matalampi. Vuonna 2016 pH:n keskiarvo oli 10,1.

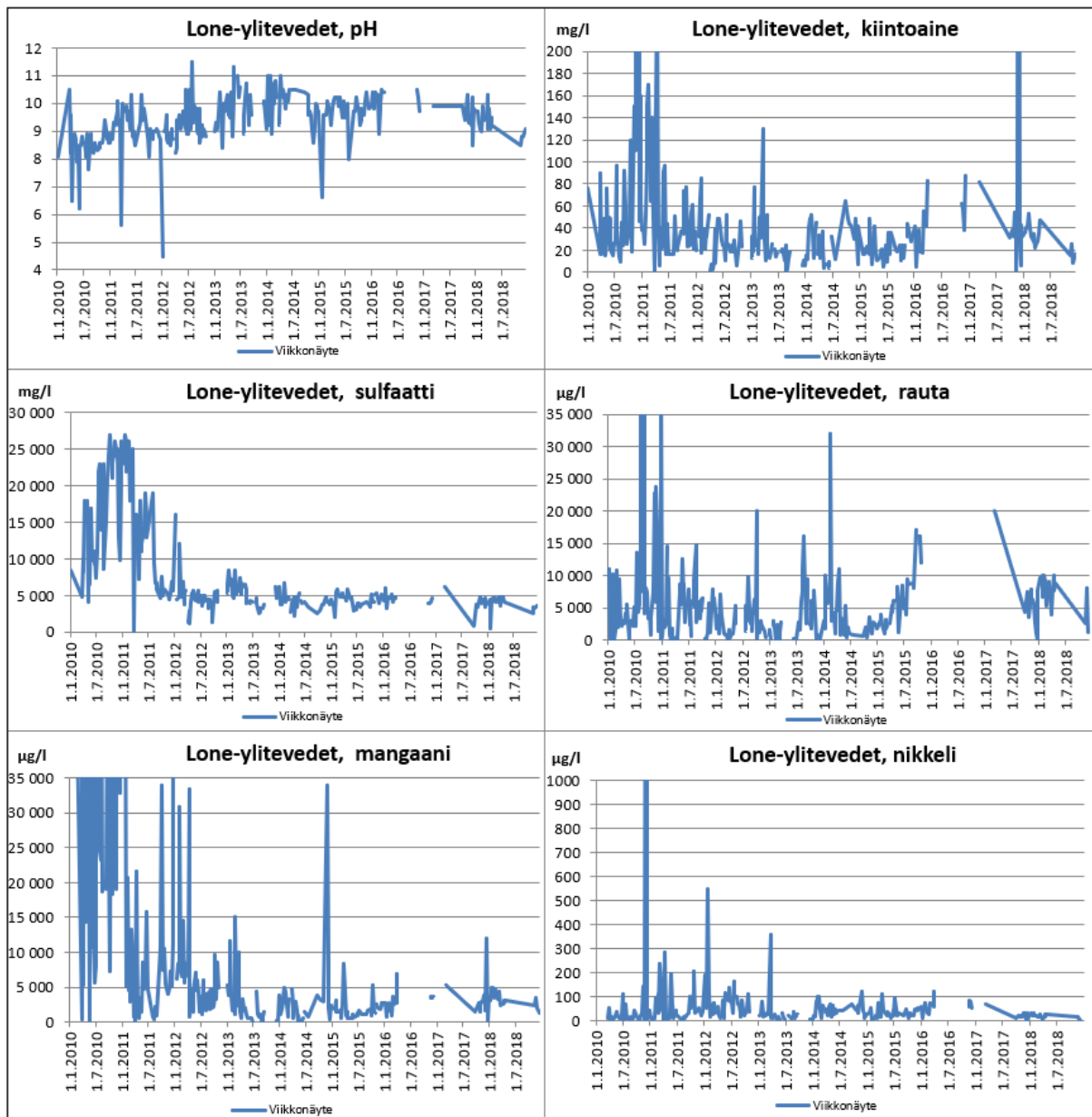
**Kiintoainepitoisuudet** vaihtelivat välillä 8,2 – 53 mg/l keskiarvon ollessa 31,7 mg/l. Kiintoainepitoisuudet olivat matalammat kuin vuonna 2017, jolloin etenkin marraskuun yksittäisen näytteen korkea pitoisuus (29.11.2017, 810 mg/l) korotti keskiarvoa (96 mg/l). Ilman poikkeavaa arvoa vuoden 2017 kiintoainepitoisuuden keskiarvo oli 36 mg/l.

**Sulfaattipitoisuudet** ovat laskeneet viime vuosina. Vuonna 2018 pitoisuudet vaihtelivat välillä 440 – 4 800 mg/l, keskiarvon ollessa 3 927 mg/l. Vuonna 2017 sulfaatin keskipitoisuus oli 4 008 mg/l.

**Rautapitoisuudet** vaihtelivat 1 300 – 10 000 µg/l välillä. Vuoden keskiarvo oli 7 140 µg/l, joka on korkeampi kuin vuoden 2017 keskiarvo 6 542 µg/l.

**Mangaanipitoisuudet** vaihtelivat välillä 1 300 – 5 000 µg/l, keskiarvo oli 3 270 µg/l. Vuonna 2017 mangaanin keskipitoisuus oli 3 700 µg/l.

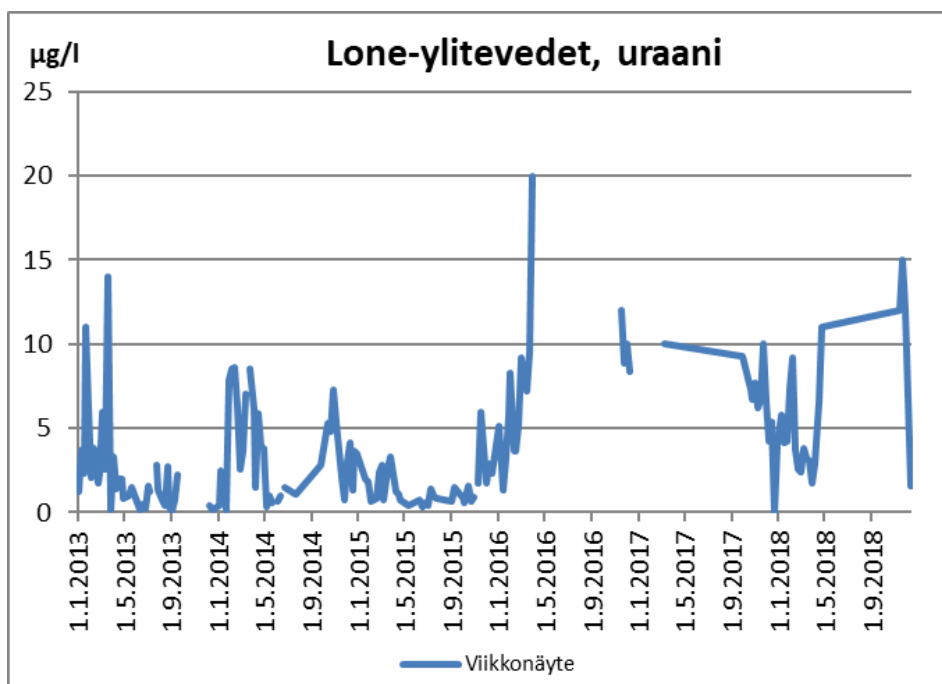
**Nikkelipitoisuudet** olivat alhaisia vaihdellen välillä 5,4 – 30 µg/l, keskiarvon ollessa 19,8 µg/l, joka alittaa vuoden 2017 keskiarvon 25 µg/l.



Kuva 4-3 Prosessin ylijäämävesien (Lone-ylite) yksittäisten viikkonäytteiden pH-, kiintoaine-, sulfaatti- ja rauta-, mangaani- ja nikkelpitoisuudet vuosina 2010 – 2018

**Sinkin** ja **kuparin** pitoisuudet vuonna 2018 olivat pieniä. Kupari-pitoisuudet olivat jokaisella näyttekerralla analyyseissä käytetyn määrittämissärajien <2 µg/l alapuolella. Sinkkipitoisuudet olivat korkeimmillaan 28 µg/l. Suurimmassa osassa näytteistä myös sinkin pitoisuus alitti sinkin määrittämissärajien <5 µg/l.

Lone-vesistä analysoidut **uraanipitoisuudet** vaihtelivat välillä 1,5 - 15 µg/l keskiarvon ollessa 5,9 µg/l. Vuonna 2017 keskiarvo oli 7,0 µg/l (Kuva 4-4).



Kuva 4-4 Prosessin ylijäämävesien (Lone-ylite) yksittäisten viikkonäytteiden uraanipitoisuudet vuosina 2013 – 2018

#### 4.2.2 Keskuspuhdistamolta Latosuolle johdettavat vedet (Kipsisakka-allas lähtevä)

Vuodesta 2017 alkaen vesienkäsittely on keskitetty pääasiassa keskuspuhdistamolle. Keskuspuhdistamolla veden sisältämät metallit saostetaan kalkkineutraloinnilla reaktoreissa, jonka jälkeen muodostunut liete johdetaan kipsisakka-altaalle laskeutumaan. Kipsisakka-altailla puhdistamolla muodostunut kiintoaine laskeutuu ja jää altaisiin, ja kirkas ylitevesi johdetaan Latosuon patoaltaalle.

Kipsisakka-altaalta lähtevästä vedestä otetaan näytteet kuukausittain, mikäli vesi johdetaan Latosuolle. Mikäli altaalta poisjohdettavan veden laatu ei täytä lupamääräyksiä vettä kierrätetään takaisin keskuspuhdistamon kautta lupaehdot täyttävän pitoisuustason saavuttamiseksi.

Vuonna 2018 kipsisakka-altaalta johdettiin vettä Latosuolle lähes koko vuoden ajan. Touko-kesäkuussa vettä ei johdettu Latosuolle korkeiden alumiini – ja mangaanipitoisuuksien takia. Näytteitä otettiin tammi-toukokuussa sekä heinä-lokakuussa. Marras-joulukuussa vettä johdettiin kipsisakka-altaalta Latosuolle vain vähäinen määrä sulanapitovirtauksena tai kierrätettiin takaisin kipsisakka-altaalle. Marras-joulukuussa kipsisakka-altaalta lähtevän veden laatua on tarkkailtu kaivoksen omassa käyttötarkkailussa.

Kipsisakka-altaalta lähtevien vesien pitoisuudet ovat yksittäisten näytteiden pitoisuuksia. Pitoisuuksia verrataan virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvon raja-arvoon, mikäli aineelle ei ole annettu yksittäisen näytteen raja-arvoa. pH-arvoille annettu yläraja-arvo ylittyi tammikuussa. Alumiinille annetut pitoisuudet ylittyivät alkuvuonna tammi-toukokuussa. Helmikuussa alumiinin pitoisuuden lisäksi ylittyi kiintoaine- ja rautapitoisuudet. Maaliskuussa ylittyi alumiinipitoisuuden lisäksi kiintoaine-, rauta-, mangaani- ja uraanipitoisuus. Kipsisakka-altaalta lähtevän veden yksittäisen näytteen sulfaattipitoisuus ylitti virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvon pitoisuuden tammi-syyskuussa, mutta yksittäisten näytteiden pitoisuusraja ei ylittynyt. (Taulukko 4-2).



**Taulukko 4-2 Kipsisakka-altaalta lähtevistä vesistä otettujen näytteiden vedenlaatutulokset vuonna 2018 niiden aineiden osalta, joille määritetty luparajat**

| Kipsisakka-allas lähtevä 2018<br>yksittäisten näytteiden pitoisuudet |           |   |                  |                    |                 |                  |                    |                   |                  |                     |
|--|-----------|---|------------------|--------------------|-----------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|
|  | pH        | Kiintoaine<br>(hehkutusjäännös)<br>(mg/l) | Uraani<br>(µg/l) | Alumiini<br>(µg/l) | Rauta<br>(µg/l) | Kupari<br>(µg/l) | Mangaani<br>(µg/l) | Nikkeli<br>(µg/l) | Sinkki<br>(µg/l) | Sulfaatti<br>(mg/l) |
| Raja-arvo*   |           | < 15                                      |                  | <500               | < 4000          |                  | < 4000             |                   |                  | < 2000              |
| Raja-arvo**  | 5,5 - 9,0 |   | < 10             |                    |                 | < 300            |                    | < 300             | < 500            | < 4000              |
| 9.1.2018   | 9,1       | 5,3                                       | 1,0              | 1500               | 970             | <2,0             | 740                | <3,0              | <5,0             | 3100                |
| 15.2.2018  | 8,9       | 38  | 7,2              | 2000               | 6200            | <2,0             | 5600               | 16,0              | <5,0             | 3900                |
| 8.3.2018   | 8,3       | 2200                                      | 150              | 55000              | 67000           | 2,5              | 27000              | 1300              | 90               | 3800                |
| 17.4.2018  | 8,8       | 2,2                                       | 8,1              | 1600               | 260             | <2,0             | 1800               | 4,2               | 12               | 3200                |
| 8.5.2018   | 8,1       | 3,8                                       | 8,5              | 1300               | 480             | <2,0             | 1800               | 3,3               | <5,0             | 2500                |
| 11.7.2018  | 7,9       | 10,0                                      | 0,7              | 240                | 130             | <2,0             | 990                | 21,0              | 47               | 3100                |
| 8.8.2018   | 8,8       | 5,8                                       | 1,3              | 39                 | <20             | <2,0             | 100                | 7                 | 6                | 2600                |
| 20.9.2018  | 8,5       | <2,0                                      | 3,0              | 160                | 200             | <3,0             | 740                | 26                | 23               | 2800                |
| 9.10.2018  | 8,0       | 7,9                                       | 3,4              | 160                | 460             | <3,0             | 2800               | 140               | 230              | 1900                |

\* virtaamapainotteinen kk-keskiarvo \*\* yksittäinen näyte

#### 4.2.3 Purkupuikun ja Latosuon kautta johdetut vedet

Nuasjärveen johtava purkupuikku on otettu tuotannolliseen käyttöön 2.11.2015. Vesistöihin johdettavien vesien vedenlaatua tarkkailtiin vuonna 2018 viikoittain otettavien näytteiden tarkkailusuunnitelman mukaisesti purkupisteiltä (purkupuikku, Latosuo) lähtevästä vedestä, mikäli vettä juoksettiin vesistöön. Purkupisteiltä vesistöön johdettavien vesien vedenlaatuparametreille on annettu ympäristöluvassa sekä yksittäisille näytteille että näytteistä lasketuille virtaamapainotteisille kuukausikeskiarvoille raja-arvot.

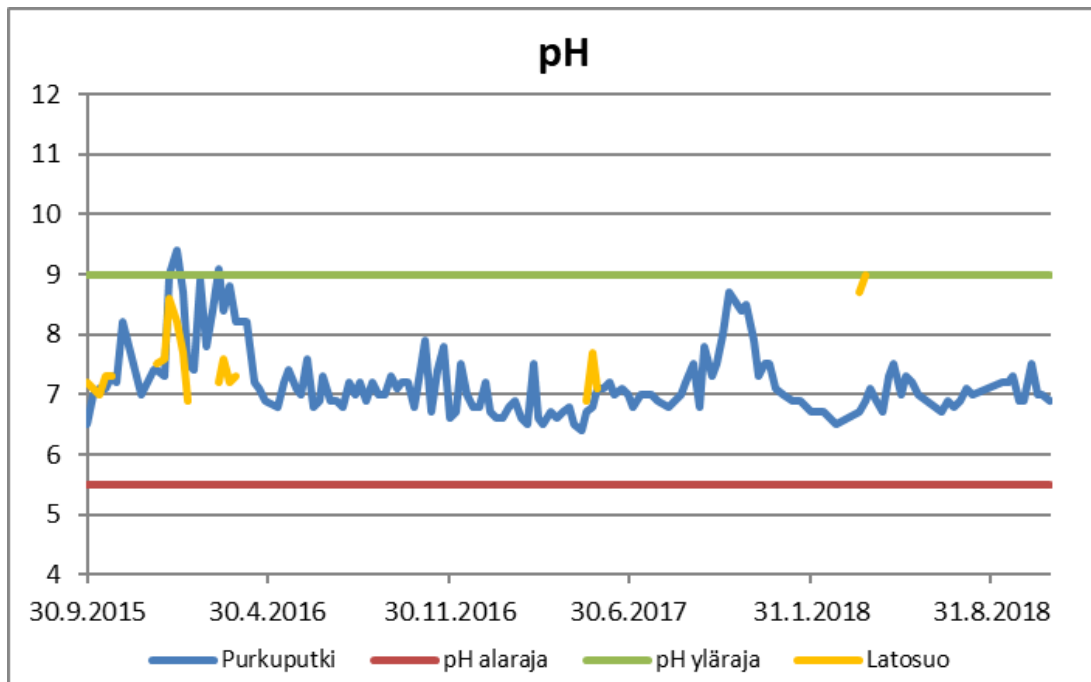
Kuvissa (Kuva 4.5 – Kuva 4.11) on esitetty graafisesti vesien purkupisteiltä vesistöihin johdettujen vesien vedenlaatutulokset ympäristöluvan keskeisimpien parametrien osalta, joille on määrätty raja- tai tavoitearvot. Taulukossa (Taulukko 4-3) on esitetty näytetuloksista lasketut ainepitoisuuksien virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot sekä verrattu pitoisuuksia luparajoihin. Luparajat tiukentuivat vuoden 2018 alussa mangaanin ja sulfaatin osalta. Tammi-, helmi- ja maaliskuussa sulfaatin virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot ylittivät uuden luparajan 2000 mg/l purkupuikun päästöpuisteessä. Tällöin juoksetetun veden määrät olivat pienehköjä ja purkupuikkea käytettiin etenkin tammi-helmikuussa vain hetkittäin linjan sulana pitämiseksi.

Taulukko 4-3 Virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot juoksutettujen vesien osalta vuonna 2018

| Virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot vuonna 2018 |                              |                |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
|---|------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|----------------|
|   | Juoksutetun veden määrä (m3) | pH             | Kiintoaine (hehkutusjäännös) (mg/l) | Uraani (µg/l) | Alumiini (µg/l) | Rauta (µg/l) | Kupari (µg/l) | Mangaani (µg/l) | Nikkeli (µg/l) | Sinkki (µg/l) | Sulfaatti (mg/l) | Natrium (mg/l) |
| Raja-arvo*  |                              |                | < 15                                |               | < 500           | < 4000       |               | < 4000          |                |               | < 2000           |                |
| Raja-arvo**   |                              | 5,5 - 9,0      |                                     | < 10          |                 |              | < 300         |                 | < 300          | < 500         | < 4000           |                |
| <b>Kortelampi 1</b>                                 |                              | ei juoksutusta |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| <b>Kortelampi 2</b>                                 |                              | ei juoksutusta |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| <b>Torvelansuo</b>                                  |                              | ei juoksutusta |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| <b>Kuusilampi</b>                                   |                              | ei juoksutusta |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| <b>Kärsälampi</b>                                   |                              | ei juoksutusta |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| <b>Latosuo</b>                                      |                              |                |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| maaliskuu   | 106275                       | 7,7            | 1,0                                 | 0,6           | 61              | 169          | 1,0           | 1073            | 26             | 35            | 1450             | 272,0          |
| huhtikuu  | 14700                        | 8,9            | 1,0                                 | 0,6           | 63              | 215          | 1,0           | 1100            | 24             | 23            | 1446             | 295,4          |
| <b>SEM2</b>   |                              | ei juoksutusta |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| <b>LoNe</b>   |                              | ei juoksutusta |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| <b>Purkuputki</b>                                   |                              |                |                                     |               |                 |              |               |                 |                |               |                  |                |
| tammikuu  | 25146                        | 6,9            | 2,5                                 | 1,1           | 192             | 372          | 1,0           | 2784            | 14             | 17            | 3026             | 695,7          |
| helmikuu  | 8125                         | 6,6            | 3,9                                 | 1,1           | 157             | 1138         | 1,0           | 2705            | 20             | 22            | 2766             | 659,9          |
| maaliskuu   | 105856                       | 6,7            | 4,8                                 | 0,9           | 130             | 1600         | 1,0           | 2200            | 25             | 31            | 2100             | 400,0          |
| huhtikuu  | 609937                       | 6,9            | 3,5                                 | 1,4           | 132             | 1071         | 1,3           | 1778            | 48             | 76            | 1475             | 323,7          |
| toukokuu  | 608305                       | 7,3            | 3,9                                 | 1,6           | 243             | 293          | 1,8           | 616             | 39             | 66            | 946              | 162,0          |
| kesäkuu   | 118977                       | 7,1            | 1,0                                 | 0,8           | 100             | 155          | 1,0           | 75              | 14             | 9             | 718              | 120            |
| heinäkuu  | 298297                       | 6,8            | 2,7                                 | 0,5           | 52              | 294          | 1,0           | 251             | 14             | 15            | 1688             | 261            |
| elokuu  | 67352                        | 7,1            | 1,0                                 | 0,3           | 14              | 318          | 1,0           | 100             | 9              | 7             | 1400             | 220            |
| syyskuu   | 257712                       | 7,2            | 1,0                                 | 0,3           | 25              | 377          | 1,5           | 54              | 9              | 5             | 1621             | 240            |
| lokakuu   | 214186                       | 7,1            | 1,0                                 | 1,0           | 25              | 365          | 1,5           | 297             | 18             | 20            | 1432             | 221            |
| marraskuu   | 40415                        | 7,0            | 1,5                                 | 0,9           | 25              | 753          | 1,5           | 536             | 25             | 31            | 1352             | 208            |

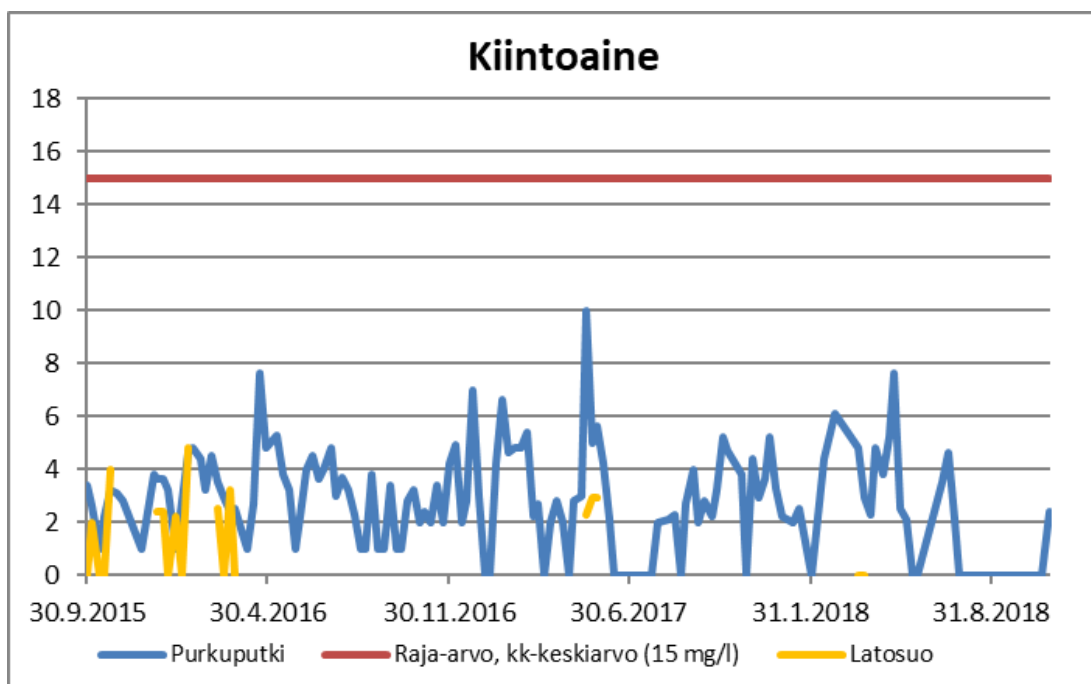
\*virtaama-painotteinen kk-keskiarvo \*\*yksittäinen näyte

Vesistöihin johdettavan veden **pH-arvo** täytyy olla ympäristölupapäätöksen mukaisesti yksittäisessä näytteessä välillä 5,5 – 9. Vuonna 2018 purkuputken kautta johdettujen vesien pH-arvot vaihtelivat välillä 6,5-7,5. Purkuputkesta johdettavan veden pH-taso on ollut koholla vuosien 2015-2016 vaihteessa sekä 2017 syksyllä, mutta muutoin pH on pysynyt samalla tasolla purkuputken käyttöhistorian aikana. Latosuolta vanhoja reittejä johdettujen vesien pH-arvot olivat vuonna 2018 välillä 7,1 – 9,0. Huhtikuun alun yhden näytteen pH-arvo 9 sivusi luparajaa mutta ei ylittänyt sitä.



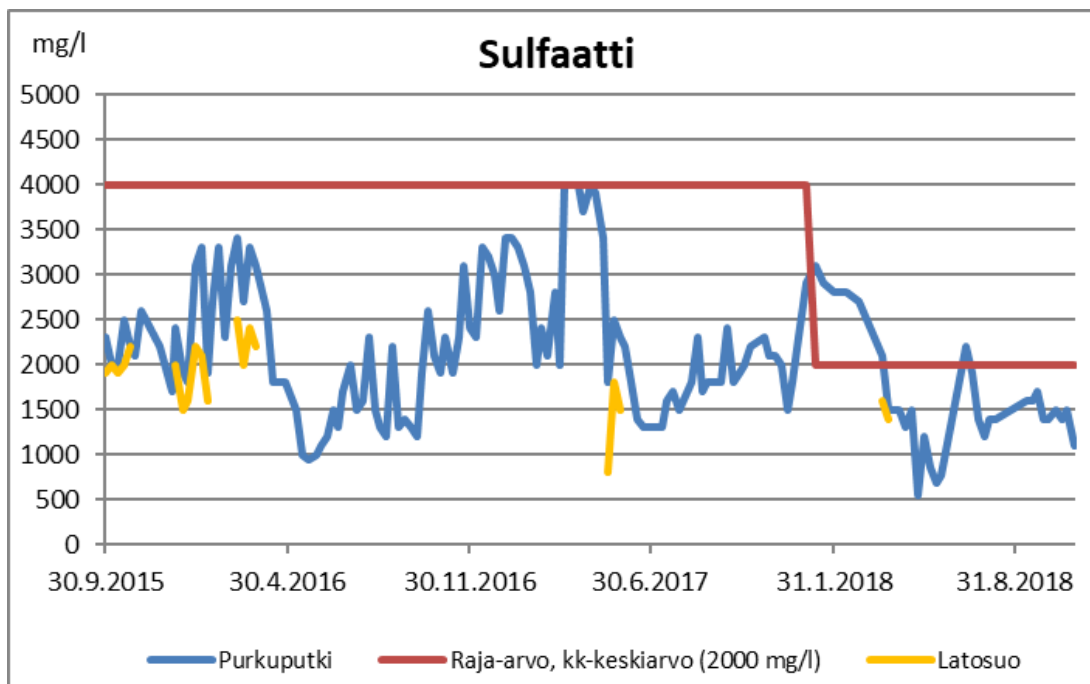
Kuva 4-5 Purkuputken ja Latosuon yksittäisten näytteiden pH-arvot ja ympäristöluvassa yksittäisille näytteille asetetut raja-arvot

**Kiintoainepitoisuuden** raja-arvo lupapäätöksessä on <math><15\text{ mg/l}</math> virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona laskettuna. Vuonna 2018 purkuputken kautta johdettujen vesien kiintoainepitoisuus oli korkeimmillaan 7,6 mg/l, joka on alle luparajan. Lähes heinäkuun lopusta alkaen kiintoainepitoisuus on ollut alle määrittäysrajan <math><2\text{ mg/l}</math>, lukuun ottamatta viimeistä näytettä marraskuussa. Latosuon lappojen kautta juoksutetun veden kiintoainepitoisuus oli kaikissa näytteissä alle määrittäysrajan <math><2\text{ mg/l}</math>.



Kuva 4-6 Purkuputken ja Latosuon yksittäisten viikkonäytteiden kiintoainemäärät (mg/l) sekä vertailuna ympäristöluvassa virtaamapainotteiselle kuukausikeskiarvolle annettu raja-arvo

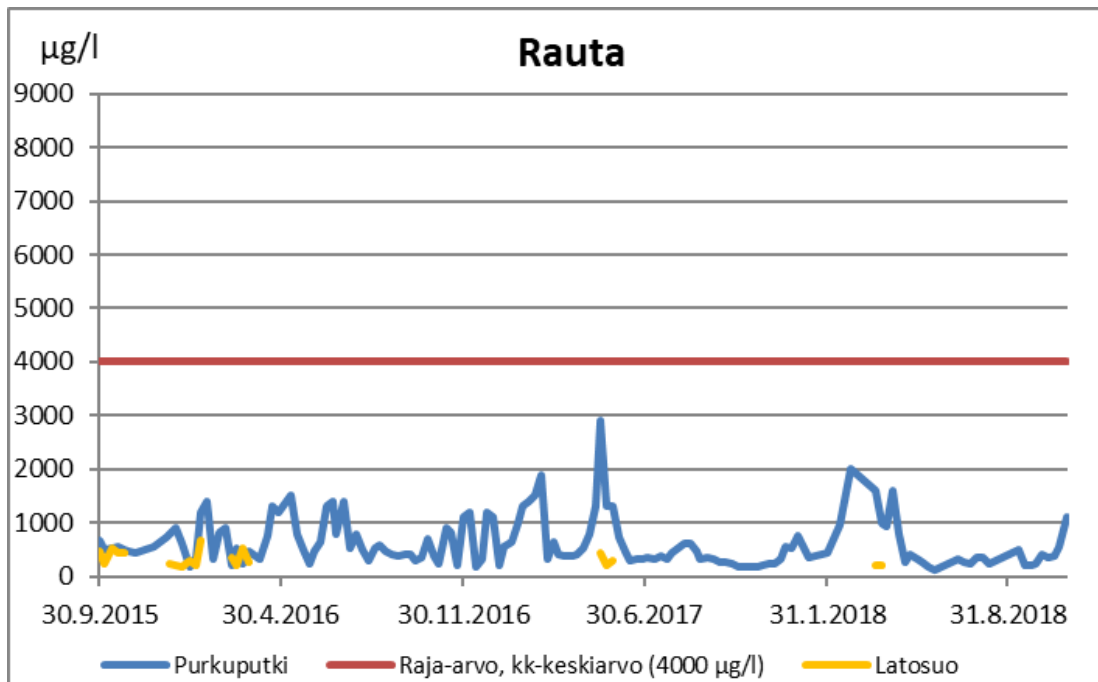
**Sulfaattipitoisuuksien** osalta lupapäätöksessä on annettu virtaamapainotteiselle kuukausikeskiarvolle raja-arvoksi <2 000 mg/l ja yksittäiselle näytteelle <4 000 mg/l vuoden 2018 alkaen. Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat purkuputken kautta johdetussa vedessä välillä 540 – 3 100 mg/l. Virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot ylittyivät tammi-maaliskuussa, jolloin yksittäisten näytteiden pitoisuudet olivat 3 100 – 2 100 mg/l. Heinäkuussa yksittäisen näytteen pitoisuus 2 200 mg/l ylitti kuukausikeskiarvon luparajan, mutta ei yksittäisen näytteen luparajaa 4 000 mg/l. Yleisesti purkuputkesta johdettavan veden sulfaattipitoisuus on hieman laskenut viime vuosiin verrattuna. Latosuolta vanhoja reittejä johdettujen vesien sulfaattipitoisuudet olivat välillä 1 000 – 1 600 mg/l.



Kuva 4-7 Purkuputken ja Latosuon yksittäisten viikkonäytteiden sulfaattipitoisuudet (mg/l) sekä vertailuna ympäristöluvassa virtaamapainotteiselle kuukausikeskiarvolle annettu raja-arvo

**Raudan** pitoisuudelle on annettu virtaamapainotteiseksi kuukausikeskiarvon rajaksi <4 mg/l eli <4 000 µg/l. Purkuputken ja Latosuon lappojen kautta johdetun veden rautapitoisuus on pysynyt samalla matalalla tasolla kesästä 2017 alkaen. Talvella rautapitoisuus on hieman noussut, mutta pysynyt selvästi luparajan alapuolella.

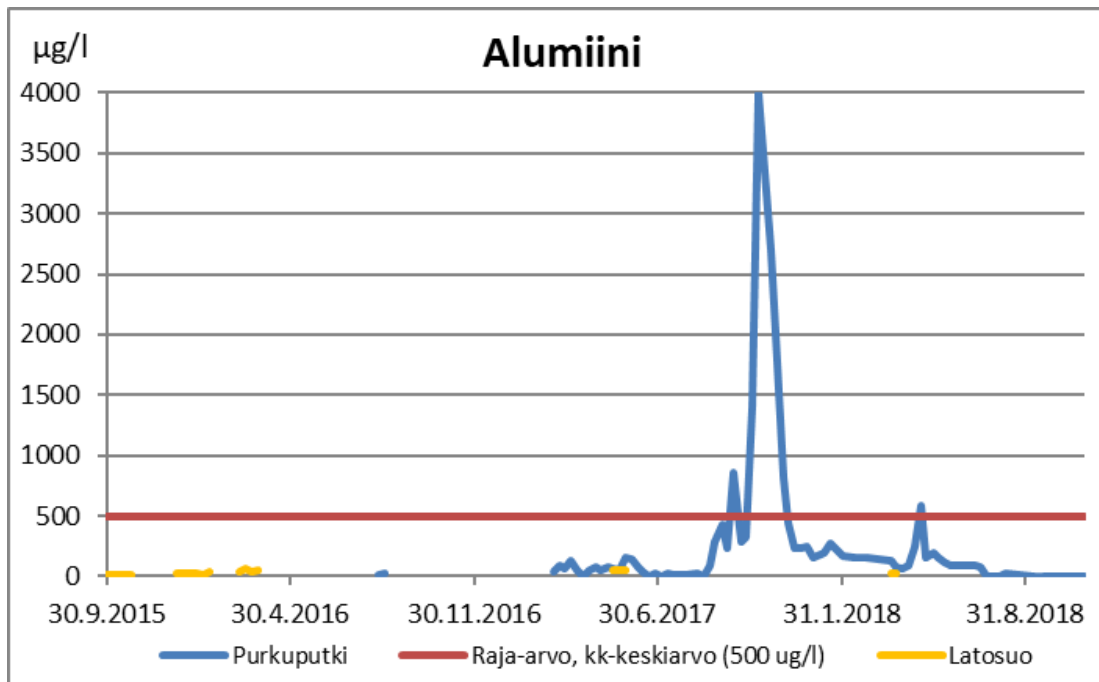




Kuva 4-8 Purkuputken ja Latosuon yksittäisten viikkonäytteiden rautapitoisuudet (µg/l) sekä vertailuna ympäristöluvassa virtaamapainotteiselle kuukausikeskiarvolle annettu raja-arvo

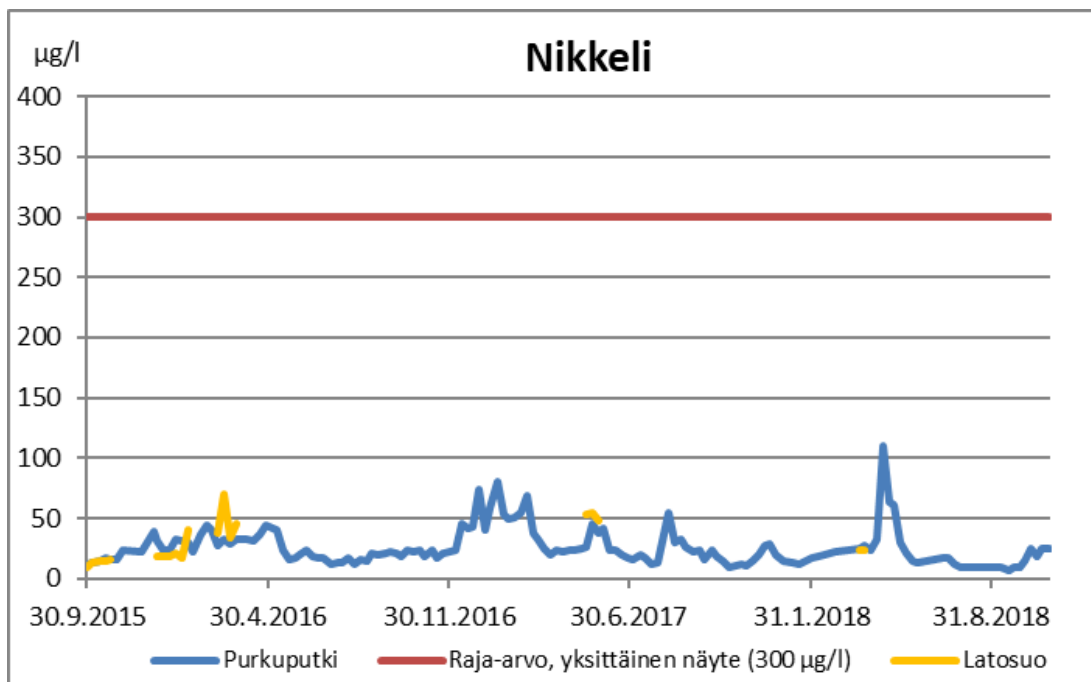
**Alumiinin** pitoisuudelle on annettu virtaamapainotteiseksi kuukausikeskiarvon rajaksi <500 µg/l. Alumiinipitoisuus on vaihdellut alkuvuonna tasolla 60 – 250 µg/l ja heinäkuusta 2018 alkaen alumiinipitoisuus on ollut suurimmaksi osaksi alle määritysrajan <50 µg/l. Yksittäisen näytteen pitoisuus 590 µg/l toukokuussa ei aiheuttanut virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvon luparajan ylitystä.

Latosuon näytteiden pitoisuudet olivat ylimmillään 77 µg/l ja yksi näyte alitti analyyseissä käytetyn määritysrajan <50 µg/l.



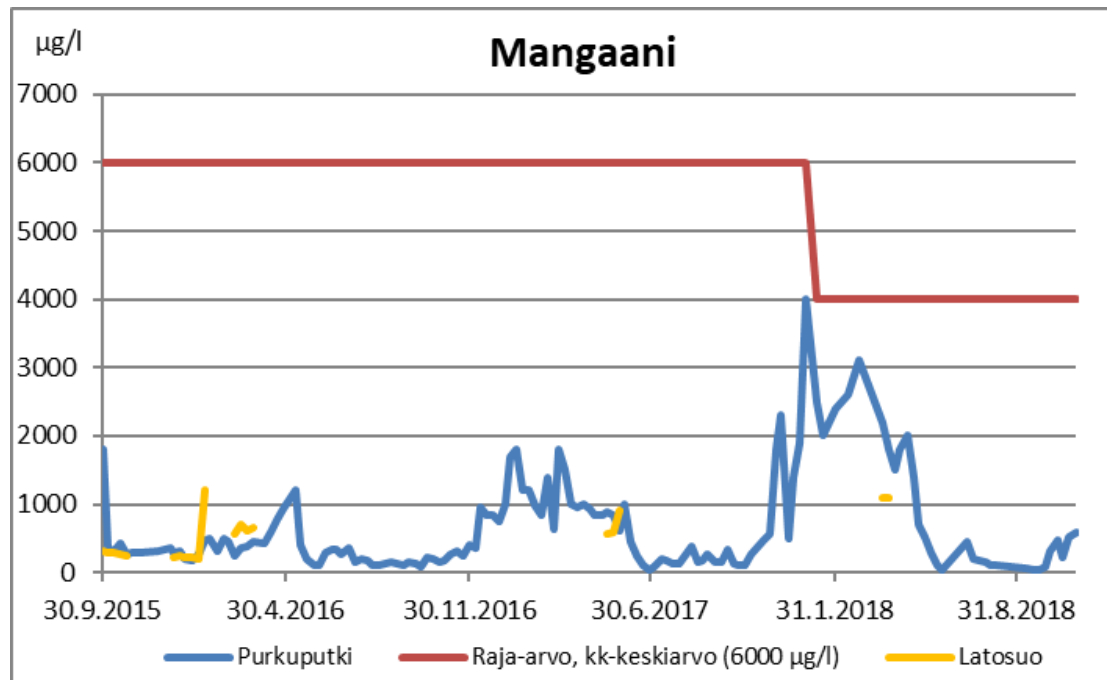
Kuva 4-9 Purkuputken yksittäisten viikkonäytteiden alumiinipitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ) sekä vertailuna ympäristöluvassa virtaamapainotteiselle kuukausikeskiarvolle annettu raja-arvo

**Nikkelin** pitoisuuden raja-arvo on yksittäiselle näytteelle  $<300 \mu\text{g/l}$ . Nikkelipitoisuudet purkuputken johdetussa vedessä vaihtelivat välillä  $7,3 - 110 \mu\text{g/l}$ . Ilman yksittäistä  $110 \mu\text{g/l}$  pitoisuuden näytettä vuoden keskiarvo nikkelpitoisuudelle purkuputkessa olisi  $20,5 \mu\text{g/l}$ . Latosuolta vanhoja reittejä pitkin johdetun veden nikkelpitoisuus vaihteli välillä  $24 - 27 \mu\text{g/l}$ .



Kuva 4-10 Purkuputken ja Latosuon yksittäisten viikkonäytteiden nikkelpitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ) sekä vertailuna ympäristöluvassa annettu yksittäisen näytteen pitoisuusraja-arvo nikkelille

**Mangaanin** pitoisuudelle on annettu virtaamapainotteiseksi kuukausikeskiarvon rajaksi <4 mg/l eli <4 000 µg/l vuoden 2018 alusta alkaen. Purkuputkesta johdetun veden mangaanipitoisuus on ollut koholla vuoden 2017-2018 vaihteessa, mutta pysynyt luparajan alla. Myös aiempina talvina mangaanipitoisuus on noussut kesään verraten. Kesällä 2018 mangaanitaso on laskenut samalle tasolle aiempien vuosien kanssa. Vuoden 2018 aikana mangaanipitoisuus purkuputkessa vaihteli välillä 31 – 3 100 µg/l. Latosuon lapoilta johdetun veden mangaanipitoisuus oli 990 – 1 100 µg/l.



Kuva 4-11 Purkuputken ja Latosuon yksittäisten viikkonäytteiden mangaanipitoisuudet (µg/l) sekä vertailuna ympäristöluvassa virtaamapainotteiselle kuukausikeskiarvolle annettu raja-arvo

**Kuparin** osalta pitoisuudet olivat erittäin pieniä purkuputkella (<2 – 3,8 µg/l) pitoisuuksien ollessa useimmiten analyseissä käytettyjen määrittämissä rajojen alapuolella. Latosuon lappojen vuoden 2018 kaikkien näytteiden pitoisuudet alittivat määrittämissä rajan <2 µg/l. Ympäristöluvassa kuparin pitoisuudelle on annettu yksittäisen näytteen raja-arvoksi <300 µg/l.

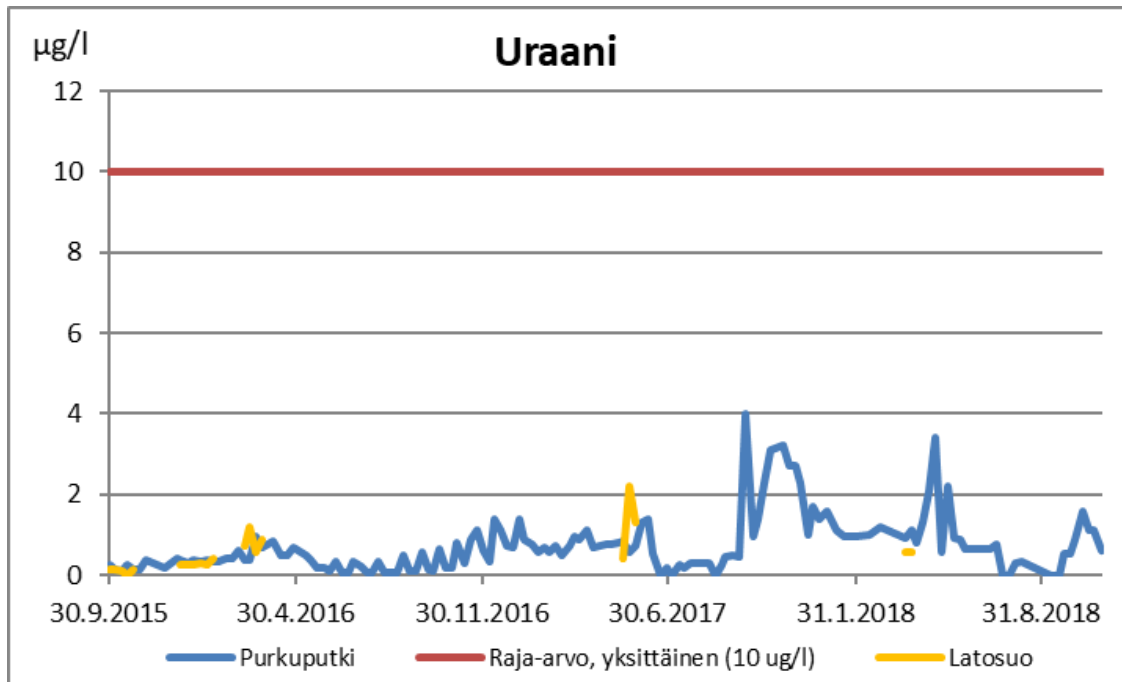
**Sinkkipitoisuuksien** vaihteluväli oli purkuputkella <5 - 220 µg/l ja Latosuolla 22 - 39 µg/l. Ympäristöluvassa sinkkipitoisuudelle on annettu yksittäisen näytteen raja-arvoksi <500 µg/l.

Liukoisien **elohopean** pitoisuudet alittivat purkuputkella laboratorioanalyysien määrittämissä rajat (<0,020 µg/l ja <0,10 µg/l) jokaisessa analysoidussa näytteessä. Luparaja-arvo kk-keskiarvolle on 1,5 µg/l ja yksittäiselle näytteelle 5 µg/l. Latosuon kautta johdetuista vesistä liukoinen elohopea määritettiin vuonna 2018 kerran ja pitoisuus oli alle määrittämissä rajan <0,020 µg/l.

Liukoisien **kadmiumin** pitoisuudet purkuputkelta johdetuissa vesissä olivat vuonna 2018 välillä <0,030-0,25 µg/l. Luparaja-arvo kk-keskiarvolle on 3,0 µg/l ja yksittäiselle näytteelle 10 µg/l. Latosuon kautta johdetuista vesistä liukoinen kadmium määritettiin kerran ja pitoisuus oli 0,15µg/l.

**Uraanin** pitoisuudet vuonna 2018 vaihtelivat purkuputkelta johdetuissa vesissä välillä 0,3 – 3,4 µg/l. Osassa näytteistä pitoisuus oli alle käytetyn määrittämissä rajan <0,50 µg/l. Latosuolla

uraanipitoisuus vaihteli välillä 0,56 – 0,67 µg/l. Ympäristöluvassa yksittäisen näytteen uraanipitoisuudelle on annettu raja-arvoksi 10 µg/l. Raja-arvo alittui kaikissa näytteissä.



Kuva 4-12 Purkuputken ja Latosuon yksittäisten viikkonäytteiden uraanipitoisuudet (µg/l) sekä vertailuna ympäristöluvassa yksittäiselle näytteelle annettu raja-arvo

Vuonna 2018 radioaktiivisuusmääritykset jäivät tekemättä inhimillisen erehdyksen vuoksi. Säteilyturvakeskus (STUK) teki määritykset edellisen kerran vuonna 2017.

Purkuputken tarkkailuohjelman mukaisen laajan analyysipaketin määritykset jäivät tekemättä vuonna 2018 inhimillisen erehdyksen takia. Vuosien 2015-2017 tulokset on esitetty taulukossa (Taulukko 4-4).

Taulukko 4-4 Nuasjärven purkupuhten tarkkailuohjelman laajan analyysipaketin mukaisten määritysten tulokset vuosina 2015-2017.

| Vedenlaatu parametri         | Yksikkö | Pitoisuus |         |         | Vedenlaatu parametri  | Yksikkö | Pitoisuus |         |         |
|------------------------------|---------|-----------|---------|---------|-----------------------|---------|-----------|---------|---------|
|                              |         | 2015      | 2016    | 2017    |                       |         | 2015      | 2016    | 2017    |
| Kloridi (Cl)                 | mg/l    | 7,8       | 6,3     | 6,9     | Magnesium (Mg)        | mg/l    | 30        | 43      | 36      |
| Fluoridi (F)                 | mg/l    | 0,25      | 0,2     | 0,46    | Magnesium (Mg) liuk.  | mg/l    | 27        | 42      | 36      |
| Sulfaatti (SO <sub>4</sub> ) | mg/l    | 2200      | 1700    | 1800    | Mangaani (Mn)         | µg/l    | 320       | 870     | 390     |
| Typpi (N) kok.               | mg/l    | 2,9       | 1,1     | 0,67    | Mangaani (Mn) liuk.   | µg/l    | 280       | 840     | 380     |
| Fosfori (P) kok.             | µg/l    | 15        | 20      | 14      | Molybdeeni (Mo)       | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    |
| Alumiini (Al)                | µg/l    | 35        | 56      | 31      | Molybdeeni (Mo) liuk. | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    |
| Alumiini (Al) liuk.          | µg/l    | 12        | 15      | 14      | Neodyymi (Nd)         | µg/l    | 0,056     | 0,1     | 0,057   |
| Antimoni (Sb)                | µg/l    | <0,50     | <0,50   | <0,50   | Natrium (Na)          | mg/l    | 440       | 350     | 400     |
| Antimoni (Sb) liuk.          | µg/l    | <0,50     | <0,50   | <0,50   | Natrium (Na) liuk.    | mg/l    | 380       | 330     | 370     |
| Arseeni (As)                 | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    | Nikkeli (Ni)          | µg/l    | 22        | 43      | 55      |
| Arseeni (As) liuk.           | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    | Nikkeli (Ni) liuk.    | µg/l    | 16        | 41      | 53      |
| Barium (Ba)                  | µg/l    | 28        | 26      | 32      | Niobium (Nb)          | µg/l    | 0,074     | 0,16    | <0,050  |
| Barium (Ba) liuk.            | µg/l    | 26        | 22      | 32      | Osmium (Os)           | µg/l    | <0,010    | 0,011   | <0,050  |
| Beryllium (Be)               | µg/l    | <0,20     | <0,20   | <0,20   | Palladium (Pd)        | µg/l    | <0,010    | <0,020  | <0,050  |
| Beryllium (Be) liuk.         | µg/l    | <0,20     | <0,20   | <0,20   | Pii (Si)              | µg/l    | 1400      | 1800    | 910     |
| Boori (B)                    | µg/l    | <50       | <50     | <50     | Platina (Pt)          | µg/l    | <0,050    | <0,050  | <0,010  |
| Boori (B) liuk.              | µg/l    | <20       | <20     | <20     | Praseodyymi (Pr)      | µg/l    | 0,016     | 0,031   | 0,019   |
| Bromi (Br)                   | µg/l    | 28        | 53      | 68      | Rauta (Fe)            | µg/l    | 550       | 1100    | 620     |
| Cerium (Ce)                  | µg/l    | 0,13      | 0,35    | 0,15    | Rauta (Fe) liuk.      | µg/l    | 100       | 670     | 84      |
| Dysprosium (Dy)              | µg/l    | 0,0072    | <0,010  | 0,0063  | Renium (Re)           | µg/l    | 0,094     | 0,061   | 0,048   |
| Elohopea (Hg)                | µg/l    | <0,10     | <0,10   | <0,10   | Rikki (S)             | mg/l    | 720       | 730     | 620     |
| Elohopea (Hg) liuk.          | µg/l    | <0,020    | <0,020  | <0,020  | Rikki (S) liuk.       | mg/l    | 750       | 730     | 620     |
| Erbium (Er)                  | µg/l    | <0,0050   | <0,010  | <0,0050 | Rubidium (Rb)         | µg/l    | 30        | 33      | 51      |
| Europium (Eu)                | µg/l    | <0,050    | <0,050  | <0,010  | Rutenium (Ru)         | µg/l    | <0,020    | <0,020  | <0,0050 |
| Fosfori (P)                  | µg/l    | <20       | 25      | <20     | Scandium (Sc)         | µg/l    | <0,020    | <0,050  | <0,50   |
| Fosfori (P) liuk.            | µg/l    | 5,6       | 9,8     | 7,0     | Samarium (Sm)         | µg/l    | <0,020    | <0,020  | <0,0050 |
| Gadolinium (Gd)              | µg/l    | 0,01      | 0,013   | 0,013   | Seleeni (Se)          | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    |
| Gallium (Ga)                 | µg/l    | <0,020    | <0,050  | <0,050  | Seleeni (Se) liuk.    | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    |
| Germanium (Ge)               | µg/l    | <0,050    | <0,050  | <0,050  | Sinkki (Zn)           | µg/l    | 20        | 73      | 120     |
| Hafnium (Hf)                 | µg/l    | <0,050    | <0,050  | 0,79    | Sinkki (Zn) liuk.     | µg/l    | 19        | 59      | 95      |
| Holmium (Ho)                 | µg/l    | <0,0050   | <0,0050 | <0,0050 | Strontium (Sr)        | µg/l    | 640       | 590     | 700     |
| Hopea (Ag)                   | µg/l    | <0,50     | <0,50   | <0,50   | Tallium (Tl)          | µg/l    | <0,50     | <0,50   | <0,50   |
| Iridium (Ir)                 | µg/l    | <0,050    | 2       | <0,010  | Tantaali (Ta)         | µg/l    | <0,0050   | 0,053   | <0,0050 |
| Jodi (I)                     | µg/l    | <20       | 14      | 10      | Telluuri (Te)         | µg/l    | <0,050    | <0,10   | <0,050  |
| Kadmium (Cd)                 | µg/l    | <0,10     | 0,15    | 0,21    | Terbium (Tb)          | µg/l    | <0,0050   | <0,0050 | <0,0050 |
| Kadmium (Cd) liuk.           | µg/l    | 0,033     | 0,053   | 0,11    | Tina (Sn)             | µg/l    | <0,50     | <0,50   | <1,0    |
| Kalium (K)                   | mg/l    | 6,9       | 7,8     | 12      | Tina (Sn) liuk.       | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    |
| Kalium (K) liuk.             | mg/l    | 6,7       | 7,4     | 12      | Titaani (Ti)          | µg/l    | <2,0      | <2,0    | <2,0    |
| Kalsium (Ca)                 | mg/l    | 470       | 520     | 380     | Torium (Th)           | µg/l    | <0,020    | <0,020  | 0,019   |
| Kalsium (Ca) liuk.           | mg/l    | 480       | 500     | 350     | Tulium (Tm)           | µg/l    | <0,020    | <0,020  | <0,010  |
| Koboltti (Co)                | µg/l    | 1         | 2,6     | 2,1     | Uraani (U)            | µg/l    | 0,18      | 0,71    | 0,3     |
| Koboltti (Co) liuk.          | µg/l    | 0,87      | 2,5     | 2,1     | Uraani (U) liuk.      | µg/l    | 0,18      | 0,64    | 0,26    |
| Kromi (Cr)                   | µg/l    | <3,0      | <3,0    | <3,0    | Vanadiini (V)         | µg/l    | <2,0      | <2,0    | <2,0    |
| Kromi (Cr) liuk.             | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    | Vanadiini (V) liuk.   | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    |
| Kulta (Au)                   | µg/l    | <0,050    | <0,050  | <0,050  | Vismutti (Bi)         | µg/l    | <0,020    | <0,20   | <0,20   |
| Kupari (Cu)                  | µg/l    | <2,0      | <2,0    | <2,0    | Volframi (W)          | µg/l    | 0,019     | 1,9     | <0,50   |
| Kupari (Cu) liuk.            | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    | Ytterbium (Yb)        | µg/l    | <0,0050   | <0,010  | <0,0050 |
| Lantaani (La)                | µg/l    | 0,12      | 0,36    | 0,14    | Yttrium (Y)           | µg/l    | 0,058     | 0,08    | 0,046   |
| Litium (Li)                  | µg/l    | 110       | 97      | 72      | Zirkonium (Zr)        | µg/l    | 0,029     | <0,020  | 0,089   |
| Lutetium (Lu)                | µg/l    | <0,0050   | <0,0050 | <0,0050 |                       |         |           |         |         |
| Lyijy (Pb)                   | µg/l    | <1,0      | <1,0    | <1,0    |                       |         |           |         |         |
| Lyijy (Pb) liuk.             | µg/l    | <0,50     | <0,50   | <0,50   |                       |         |           |         |         |

### 4.3 Kuormitus

Vesistöön johdettu kuormitus on verrannollinen johdettuun vesimäärään ja veden laatuun nähden. Vuonna 2018 kuormituksen laskennassa on käytetty vain velvoitetarkkailun tuloksia. Vesimäärät perustuvat purkupisteiltä mitattuihin arvoihin. Kuormitukset on laskettu nikkelille, kuparille, sinkille, mangaanille, sulfaatile ja natriumille. Kuormitusmääriä on verrattu ympäristölupapäätösten Nro 52/2013/1 sekä Nro 43/2015/1 luparajoihin.

Liitteessä 3 on esitetty virtaamat ja kuormitukset alkuperäisiä purkureittejä pitkin sekä purkupuutken kautta Nuasjärveen johdettu kuormitus.

#### 4.3.1 Vanhat purkureitit ja purkupuutken

Vuonna 2018 vanhoja purkureittejä pitkin juoksetettiin vettä ainoastaan maaliskuuhuhtikuussa Latosuolta. Latosuolta vanhoja purkureittejä pitkin johdettiin vettä yhteensä 120 975 m<sup>3</sup> joka on noin 5 % koko vuoden juoksetusmäärästä. Purkupuutken kautta johdettiin 95 % juoksetusmäärästä, 2 475 283 m<sup>3</sup>. Juoksetusten kokonaismäärä on alle puolet vuoden 2017 määrästä ja vain noin neljäsosan vuoden 2016 määrästä.

Taulukossa (Taulukko 4-5) on esitetty vuoden 2018 kokonaiskuormitukset alkuperäisten purkureittien ja purkureittien osalta ja tehty vertailu voimassa oleviin luparajoihin.

**Taulukko 4-5 Alkuperäisten purkureittien ja purkupuutken kautta johdettu vesi ja kuormituslaskelmat sekä vertailu päätöksen 52/2013/1 sekä 43/2015/1 luparajoihin**

|   | Juoksetettu vesimäärä [m <sup>3</sup> ] | Cu [kg]    | Mn [kg]       | Ni [kg]    | Zn [kg]    | SO <sub>4</sub> [t] | Na [t]       |
|---|---|------------|---------------|------------|------------|---------------------|--------------|
| <b>Luparaja (52/2013/1)(alkuperäiset purkureitti)</b> |   | <b>150</b> | <b>2600</b>   | <b>250</b> | <b>300</b> | <b>1300</b>         | <b>650</b>   |
| Latosuo   | 120 975                                 | 0,1        | 130           | 3          | 4          | 175                 | 33           |
| - (osuus %)   | 5 %                                     | 4 %        | 6 %           | 4 %        | 4 %        | 5 %                 | 5 %          |
| <b>Luparaja (43/2015/1)(purkupuutken)</b>             |   | <b>100</b> | <b>20 000</b> | <b>350</b> | <b>525</b> | <b>15 000</b>       | <b>4 000</b> |
| Purkupuutken  | 2 354 308                               | 3          | 1 973         | 70         | 103        | 3 259               | 586          |
| - (osuus %)   | 95 %                                    | 96 %       | 94 %          | 96 %       | 96 %       | 95 %                | 95 %         |
| <b>Yhteensä</b>                                       | <b>2 475 283</b>                        | <b>3</b>   | <b>2104</b>   | <b>73</b>  | <b>107</b> | <b>3434</b>         | <b>619</b>   |

**Nikkelin** kokonaiskuormitus 73 kg on selvästi alle luparajan. Kuormituksesta 96 % johdettiin purkupuutken kautta ja loput 4 % Latosuolta vanhoja reittejä pitkin Oulujoen suuntaan.

**Kuparin** kokonaiskuormitus oli noin 3 kg, joka on myös selvästi alle luparajan. Kuormituksesta 96 % johdettiin purkupuutken kautta ja loput 4 % Latosuolta vanhoja reittejä pitkin Oulujoen suuntaan.

**Sinkin** kokonaiskuormitus oli noin 107 kg, joka on selvästi alle luparajan. Kuormituksesta 96 % johdettiin purkupuutken kautta ja 4 % vanhoja reittejä pitkin Latosuolta.

**Mangaanin** kokonaiskuormitus 2 104 kg pysyi myös luparajan alapuolella. Kuormituksesta 94 % johdettiin purkupuutken kautta ja loput 6 % Latosuolta vanhoja reittejä pitkin Oulujoen suuntaan.

**Sulfaatin** kokonaiskuormitus 3 434 t on myös alle luparajan. Kuormituksesta 95 % johdettiin purkupuutken ja 5 % Latosuolta vanhoja reittejä pitkin Oulujoen suuntaan.

**Natriumin** kokonaiskuormitus 619 t on alle luparajan. Kuormituksesta 95 % johdettiin purkupuutken ja 5 % Latosuolta vanhoja reittejä pitkin Oulujoen suuntaan.

Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen mukaisesti jätevesien johtaminen purkupuutkella Nuasjärveen tulee toteuttaa niin, että jätevedet sisältävät joulukuuhuhtikuussa enintään 1000 t/kk ja sulan veden aikana 2000 t/kk sulfaattia. Pitoisuustasot olivat korkeat tammi-maaliskuussa, mutta vesimäärät olivat alkutalvesta niin pienet, että virtaamapainotteisten kuukausikeskiarvojen perusteella lasketut kuormitukset eivät ylittäneet kuormituksen luparajoja (Taulukko 4-6). Joulukuussa vettä ei juoksetettu ollenkaan.



**Taulukko 4-6 Purkuputken virtaamapainotteisten kuukausikeskiarvopitoisuuksien ja kuukausittaisten juoksumäärien perusteella laskettu SO<sub>4</sub>-kuormitus vuonna 2018**

| Kuukausi  | Juoksumäärä (m <sup>3</sup> ) | Pitoisuustaso* (mg/l) | Kuormitus (t) | Luparaja (t/kk) |
|-----------|-------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|
| Tammikuu  | 25146                         | 3026                  | 76            | 1000            |
| Helmikuu  | 8125                          | 2766                  | 22            | 1000            |
| Maaliskuu | 105856                        | 2100                  | 222           | 1000            |
| Huhtikuu  | 609937                        | 1475                  | 900           | 1000            |
| Toukokuu  | 608305                        | 946                   | 576           | 2000            |
| Kesäkuu   | 118977                        | 718                   | 85            | 2000            |
| Heinäkuu  | 298297                        | 1688                  | 504           | 2000            |
| Elokuu    | 67352                         | 1400                  | 94            | 2000            |
| Syyskuu   | 257712                        | 1621                  | 418           | 2000            |
| Lokakuu   | 214186                        | 1432                  | 307           | 2000            |
| Marraskuu | 40415                         | 1352                  | 55            | 2000            |

\*Virtaamapainotteinen kuukausikeskiarvo

### 4.3.2 Kokonaiskuormitus

Taulukossa (Taulukko 4-7) on esitetty purkuputken kautta ja alkuperäisiä reittejä pitkin johdetut vesimäärät ja niistä aiheutunut kokonaiskuormitus. Vertailuna on esitetty vuosien 2015-2017 kokonaiskuormitus.

**Taulukko 4-7 Kaivosalueelta etelään Vuoksen suuntaan, pohjoiseen Oulujoen vesistön suuntaan sekä kaivokselta ympäristöön johdettu kokonaisvesistökuormitus vuonna 2018**

|                             | Juoksettu vesimäärä [m <sup>3</sup> ] | Cu [kg]  | Mn [kg]     | Ni [kg]   | Zn [kg]    | SO <sub>4</sub> [t] | Na [t]     |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------|-------------|-----------|------------|---------------------|------------|
| <b>Etelään</b>              | 0                                     | 0        | 0           | 0         | 0          | 0                   | 0          |
| - (osuus %)                 | -                                     | -        | -           | -         | -          | -                   | -          |
| <b>Pohjoiseen (Latosuo)</b> | 120 975                               | 0,1      | 130         | 3         | 4          | 175                 | 33         |
| - (osuus %)                 | 5 %                                   | 4 %      | 6 %         | 4 %       | 4 %        | 5 %                 | 5 %        |
| <b>Purkuputki</b>           | 2 354 308                             | 3        | 1 973       | 70        | 103        | 3 259               | 586        |
| - (osuus %)                 | 95 %                                  | 96 %     | 94 %        | 96 %      | 96 %       | 95 %                | 95 %       |
| <b>Yhteensä 2018</b>        | <b>2 475 283</b>                      | <b>3</b> | <b>2104</b> | <b>73</b> | <b>107</b> | <b>3434</b>         | <b>619</b> |
| Vuosi 2017                  | 5 279 377                             | 6        | 3233        | 160       | 208        | 10468               | 2150       |
| Vuosi 2016                  | 9 617 642                             | 16       | 4109        | 296       | 396        | 17547               | 3703       |
| Vuosi 2015                  | 8 414 908                             | 18       | 7 024       | 223       | 368        | 14 812              | 3 048      |

Kaikki vedet johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Etelään Vuoksen vesistöön ei johdettu lainkaan vettä vuosina 2017 ja 2018. Kuormitus on pienentynyt huomattavasti edellisistä vuosista. Vuoden 2017 tasoon nähden kuormitus on vähentynyt lähes kaikkien aineiden osalta noin puoleen tai sen alle. Mangaanin kuormitus on vähentynyt noin kolmasosan. Vuoden 2018 kuormitukset ovat lähes kaikkien aineiden osalta vähentyneet noin neljäsosaan tai vähempään vuoden 2016 tasosta. Vuoden 2016 kuormitukseen verrattuna mangaanin kuormitus on puolittunut vuonna 2018.

### 4.3.3 Poikkeustilanteen aiheuttama kuormitus Kivipuroon

Kivipuroon on johdettu KL2 sivukivialueen rakentamisen aikana rakennettavan alueen salaojien vettä. Vesi on johdettu selkeytysaltaiden kautta kiintoaineen laskeuttamiseksi. Heinä-syyskuussa 2018 Kivipurossa havaittiin kohonneita metallipitoisuuksia. Kyseisenä aikana alueella on rakennettu kalvon ala- ja yläpuolisia suojarakenteita sekä kalvotusta. Todennäköisenä syynä pitoisuusnousuun on mustaliuskeeseen louhitut uomat, joiden kautta tuleva vesi on kontaminoitunut. Veden virtaus on ollut vähäistä kuivana kesänä, joka edesauttaa veden kontaminoitumista mustaliuskealueella vähäisen vedenvaihtuvuuden takia. Salaojavedet on syyskuun alusta alkaen johdettu keruukaivon kautta DP4-altaaseen.

Mustaliuskeesta kontaminoituneen veden aiheuttamaa kokonaiskuormitusta on vaikea arvioida sillä Kivipurossa ei ole säännöllistä virtaamamittausta. Rambollin laatiman selvityksen mukaan nikkelin kokonaiskuormitus heinä-elokuussa on 2,6 kg ja sinkin 7,4 kg.

Terrafame teki poikkeustilanteista ilmoitukset valvovalle viranomaiselle ja lähikunnille sekä vesialueen omistajia edustavalle osakaskunnalle ja lähinaapureille.

#### 4.4 Vedenkäsittely

Vuonna 2018 vesienkäsittely keskittyi keskusvedenpuhdistamolle. Keskusvedenpuhdistamolle tulevasta vedestä on otettu näytteet kuukausittain. Lisäksi Tammalammelta ja SEM2 otettiin yhdet näytteet toukokuun alussa. Käsittely-yksiköille tulevien vesien yksittäiset näytteenottotulokset on esitetty liitteessä 2a.

Keskuspuhdistamon puhdistustehoa seurataan osana keskuspuhdistamon käyttötarkkailua. Suuntaa antavat keskimääräiset puhdistustehot sulfaatille, alumiinille, kadmiumille, kuparille, raudalle, mangaanille, nikkelle, sinkille ja natriumille lasketaan keskuspuhdistamolle tulevan veden ja kipsisakka-altaalta lähtevän veden avulla kuukausittain. Kuukausikeskiarvoista lasketut vuosikeskiarvot sulfaatille ja metalleille on esitetty taulukossa (Taulukko 4-8).

Taulukko 4-8 Keskuspuhdistamon puhdistusteho vuonna 2018

| Keskuspuhdistamon puhdistusteho % |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SO <sub>4</sub>                   | Al   | Cd   | Cu   | Fe   | Mn   | Ni   | Zn   | Na   |
| 77,2                              | 75,3 | 99,2 | 98,1 | 99,4 | 99,1 | 99,0 | 99,4 | 27,2 |

## 5. SANITEETTIVEDET

### 5.1 Puhdistamon kuvaus

Terrafamen tehdasalueella, toimistorakennuksessa ja muissa tiloissa muodostuvat saniteettivedet käsitellään vuonna 2008 rakennetulla jätevedenpuhdistamolla. Lisäksi kaivoksella on kaksi kenttäpuhdistamo, Kaivosvarikolla (WehoPuts 90) ja Terrakylässä (WehoPuts 70). Näiden kenttäpuhdistamoiden tarkkailu on aloitettu osana käyttötarkkailua vuonna 2018.

#### 5.1.1 Jätevedenpuhdistamo

Metallien talteenottolaitoksen läheisyydessä sijaitsevan jätevedenpuhdistamon puhdistetut jätevedet johdetaan vesivarastoaltaaseen. Puhdistamon prosessi on bioroottorilla varustettu biologis-kemiallinen jälkisaostus. Lupamääräyksien mukaisesti puhdistamon tehon on oltava vuosikeskiarvona BOD<sub>7</sub>:n osalta 90 % ja kokonaisfosforin osalta 85 %. Jätevesikuormituksen mitoitussarvot 400 työntekijän mukaan laskettuina ovat:

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| Q <sub>kesk</sub> | 80 m <sup>3</sup> /d |
| q <sub>mit</sub>  | 9 m <sup>3</sup> /h  |
| BOD <sub>7</sub>  | 40 kg/d              |
| Kok.P             | 1,6 kg/d             |

Mekaaninen käsittely käsittää välppäyksen ja hiekanerotuksen esiselkeytyksen. Laitos on varustettu ilmastetulla hiekanerotuksella, jossa on myös rasvanerotus.

Bioroottorille tuleva BOD-kuormitus saa olla mitoitusköormitustilanteessa enintään 10 g/m<sup>2</sup>. Huippuköormitustilanteessa on sallittu lyhytaikaisesti kaksinkertainen köormitus.

Kemiallinen saostusosa sijaitsee bioroottorin jälkeen ja se sisältää kemikaalin varastoinnin, annostuksen ja sekoituksen sekä selkeytyksen. Saostuskemikaalina on käytössä alumiinipohjainen PAX ja neutralointikemikaalina lipeä.

Esi- ja jälkiselkeytyksestä eroteltu liete johdetaan sakeuttamoon. Sakeuttamo on varustettu jatkuvatoimisella hämmenninkoneistolla. Rejektivesi palautetaan puhdistusprosessiin. Sakeutin on mitoitettu maksimikuiva-aineköormalle 30 kg TS/m<sup>2</sup> d.

Liete sakeutetaan puhdistamalla noin 5 %, jonka jälkeen se kuljetetaan jätevedenpuhdistamolle kuivattavaksi ja kompostoitavaksi. Vuonna 2018 liete kuljetettiin Sotkamon jätevedenpuhdistamolle.

### **5.1.2 Kenttäpuhdistamot**

Hajautettua saniteettijätevedenkäsittelyä tehdään kahdella kenttäpuhdistamalla kaivoksen läheisyydessä. Kaivosvarikolla on vuonna 2008 käyttöön otettu kenttäpuhdistamo WehoPuts 90, jolle ohjataan Kaivosvarikon tilojen saniteettivedet. Urakoitsijoiden parakkitoimistojen, sosiaalitylojen sekä hallien eli Terrakylän saniteettivedet johdetaan Terrakylän kenttäpuhdistamolle, WehoPuts 70, joka otettiin käyttöön toukokuussa 2018.

### **5.2 Käyttötarkkailun tulokset**

Taulukossa (Taulukko 5-1) on esitetty jätevedenpuhdistamon käyttötarkkailutulokset vuodelta 2018. Jätevedenpuhdistamalla käsitelty kokonaisvesimäärä oli yhteensä 7 484 m<sup>3</sup>, keskimäärin 21 m<sup>3</sup>/d. Jätevesimäärä oli 1 558 m<sup>3</sup> vähemmän kuin vuonna 2017. Ohijuoksutuksia ei jouduttu suorittamaan vuonna 2018.

Taulukko 5-1 Kaivoksen saniteettijätevedenpuhdistamon käyttötarkkailun yhteenveto vuodelta 2018

|                                | Q                  | MQ                | HQ                | NQ                | PAX          |                  | LIPEÄ      |                  |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|------------|------------------|
|                                | m <sup>3</sup> /kk | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | kg/kk        | g/m <sup>3</sup> | kg/kk      | g/m <sup>3</sup> |
| Tammikuu                       | 660                | 22                | 34                | 10                | 396          | 600              | 0          | 0                |
| Helmikuu                       | 662                | 24                | 33                | 11                | 397          | 600              | 0          | 0                |
| Maaliskuu                      | 779                | 25                | 38                | 15                | 442          | 568              | 0          | 0                |
| Huhtikuu                       | 553                | 19                | 38                | 1                 | 277          | 500              | 0          | 0                |
| Toukokuu                       | 782                | 26                | 53                | 14                | 391          | 500              | 0          | 0                |
| Kesäkuu                        | 589                | 20                | 35                | 1                 | 316          | 537              | 18         | 30               |
| Heinäkuu                       | 311                | 13                | 27                | 3                 | 124          | 400              | 16         | 53               |
| Elokuu                         | 670                | 22                | 29                | 11                | 268          | 400              | 57         | 58               |
| Syyskuu                        | 626                | 21                | 32                | 11                | 250          | 400              | 50         | 80               |
| Lokakuu                        | 624                | 20                | 29                | 10                | 250          | 400              | 3          | 5                |
| Marraskuu                      | 757                | 26                | 42                | 11                | 303          | 400              | 0          | 0                |
| Joulukuu                       | 471                | 16                | 31                | 1                 | 188          | 400              | 0          | 0                |
| <b>Yhteensä vuonna 2018</b>    | <b>7 484</b>       |                   |                   |                   | <b>3 602</b> |                  | <b>144</b> |                  |
| <b>Keskimäärin vuonna 2018</b> | <b>624</b>         | <b>21</b>         |                   |                   | <b>300</b>   | <b>475</b>       | <b>12</b>  | <b>19</b>        |
| 2017                           | 9 042              | 26                |                   |                   | 5 425        | 600              |            |                  |
| 2016                           | 7 589              | 21                |                   |                   | 4 384        | 583              |            |                  |
| 2015                           | 6 061              | 17                |                   |                   | 2 358        | 393              |            |                  |
| 2014                           | 8 133              | 23                |                   |                   | 2 456        | 308              |            |                  |
| 2013                           | 7 423              | 20                |                   |                   | 1 363        | 184              |            |                  |
| 2012                           | 9 072              | 25                |                   |                   | 1 681        | 185              |            |                  |
| 2011                           | 9 622              | 26                |                   |                   | 3 483        | 362              |            |                  |
| 2010                           | 14 446             | 40                |                   |                   | 7 056        | 496              |            |                  |
| 2009                           | 10 694             | 29                |                   |                   | 4 019        | 370              |            |                  |

Jätevesimäärien suurin kuukausikeskiarvo oli marraskuussa 26 m<sup>3</sup>/d ja pienin heinäkuussa 13 m<sup>3</sup>/d. Suurin vuorokausivirtaama mitattiin toukokuussa 53 m<sup>3</sup>/d huhti-, kesä- ja joulukuussa 1 m<sup>3</sup>/d. Puhdistamon mitoitusvirtaama 80 m<sup>3</sup>/d ei ylittynyt vuonna 2018.

Saostuskemikaalina on käytetty polyalumiinikloridia (PAX) yhteensä 3 602 kg, keskimäärin 475 grammaa jätevesikuutiota kohden. Puhdistamolla käytettiin myös lipeää 144 kg vuoden aikana. Lipeää käytettiin kesä-lokakuussa, keskimäärin 19 g/ m<sup>3</sup>.

Puhdistamolla syntyvä liete kuljetetaan märkälietteenä jätevedenpuhdistamolle. Vuonna 2018 lietettä syntyi 346 m<sup>3</sup>, joka kuljetettiin käsiteltäväksi Sotkamon jätevedenpuhdistamolle.

### 5.3 Puhdistamon teho ja kuormitus

Puhdistamon toimintaa tarkkailtiin vuonna 2018 ottamalla näytteet kaikille puhdistamoille tulevasta ja lähtevästä vedestä kaksi kertaa vuodessa kesäkuussa ja joulukuussa. Lisäksi maaliskuussa otettiin ylimääräiset näytteet tulevasta ja lähtevästä vedestä.

Jätevedenpuhdistamon keskimääräinen teho ja kuormitus vuosina 2009 - 2018 on esitetty taulukossa (Taulukko 5-2). Yksittäiset tarkkailutulokset on esitetty liitteessä 4.

**Taulukko 5-2 Kaivoksen saniteettijätevedenpuhdistamon kuormitus ja puhdistusteho vuosina 2009 – 2018**

| Vuosi | BOD <sub>7</sub> |     |         |     |           | Kok.P  |     |         |     |           |
|-------|------------------|-----|---------|-----|-----------|--------|-----|---------|-----|-----------|
|       | Tuleva           |     | Lähtevä |     | Teho<br>% | Tuleva |     | Lähtevä |     | Teho<br>% |
|       | kg/d             | avl | kg/d    | avl |           | kg/d   | avl | kg/d    | avl |           |
| 2009  | 8,2              | 117 | 0,17    | 2   | 98        | 0,6    | 150 | 0,01    | 3   | 99        |
| 2010  | 3,4              | 49  | 0,68    | 10  | 80        | 0,24   | 60  | 0,07    | 18  | 70        |
| 2011  | 6,0              | 86  | 0,60    | 9   | 90        | 0,32   | 80  | 0,04    | 10  | 88        |
| 2012  | 7,4              | 106 | 0,09    | 1   | 99        | 0,26   | 65  | 0,01    | 3   | 97        |
| 2013  | 4,1              | 59  | 0,07    | 1   | 98        | 0,32   | 80  | 0,08    | 20  | 75        |
| 2014  | 4,8              | 68  | 0,19    | 3   | 96        | 0,25   | 63  | 0,006   | 2   | 98        |
| 2015  | 4,8              | 69  | 0,19    | 3   | 91        | 0,19   | 47  | 0,009   | 2   | 93        |
| 2016  | 4,5              | 64  | 0,43    | 6   | 89        | 0,23   | 56  | 0,003   | 1   | 99        |
| 2017  | 8,3              | 119 | 0,88    | 13  | 90        | 0,33   | 82  | 0,006   | 2   | 98        |
| 2018  | 6,9              | 99  | 0,07    | 1   | 100       | 0,30   | 85  | 0,010   | 3   | 95        |

| Vuosi | Kok.N  |     |         |     |           | Kiintoaine |     |         |     |           |
|-------|--------|-----|---------|-----|-----------|------------|-----|---------|-----|-----------|
|       | Tuleva |     | Lähtevä |     | Teho<br>% | Tuleva     |     | Lähtevä |     | Teho<br>% |
|       | kg/d   | avl | kg/d    | avl |           | kg/d       | avl | kg/d    | avl |           |
| 2009  | 2,7    | 180 | 0,7     | 47  | 76        | 68         | 648 | 1,1     | 10  | 98        |
| 2010  | 2,1    | 140 | 1,4     | 93  | 33        | 54         | 514 | 18      | 171 | 67        |
| 2011  | 2,3    | 153 | 1,6     | 107 | 29        | 44         | 419 | 11      | 105 | 75        |
| 2012  | 2,2    | 147 | 1,4     | 93  | 38        | 4,7        | 45  | 0,20    | 2   | 95        |
| 2013  | 2,6    | 173 | 1,5     | 99  | 44        | 2,8        | 27  | 0,26    | 2   | 91        |
| 2014  | 2,2    | 147 | 1,5     | 102 | 28        | 2,2        | 21  | 0,12    | 1   | 95        |
| 2015  | 2,0    | 131 | 1,7     | 115 |           | 2,4        | 23  | 0,19    | 2   | 81        |
| 2016  | 2,3    | 150 | 1,4     | 94  | 34        | 1,9        | 18  | 0,31    | 3   | 84        |
| 2017  | 3,5    | 235 | 1,7     | 116 | 52        | 3,4        | 33  | 0,63    | 6   | 80        |
| 2018  | 2,8    | 175 | 1,5     | 102 | 55        | 3,2        | 34  | 0,17    | 2   | 97        |

Jätevedenpuhdistamolle on asetettu puhdistustehon luparajat BOD<sub>7</sub>:lle >90 % ja kokonaisfosforille >85 %, joita tarkastellaan vuosikeskiarvoina. Lisäksi valtioneuvoston asetuksessa 888/2006 on annettu vähimmäisvaatimukset kemialliselle hapenkulutukselle (COD<sub>Cr</sub> <125 mg/l tai teho 75 %), kiintoainepitoisuudelle (<35 mg/l tai teho > 90 %), orgaaniselle hapenkulutukselle (BOD<sub>7</sub> <30 mg/l tai teho >70 %) ja fosforille (<3 mg/l tai teho >80 %), jotka tulee saavuttaa vuosikeskiarvona. Kokonaistypen puhdistustehon vähimmäisvaatimus on voimassa ainoastaan puhdistamoilla, joiden ympäristölupa erikseen niin velvoittaa.

Kaivoksen jätevedenpuhdistamo täytti sille asetetut puhdistustehot BOD<sub>7</sub>:n (100 %) kuin kokonaisfosforin (95 %) osalta. Myös muut vaatimukset täyttyivät. (Taulukko 5-3).

**Taulukko 5-3 Lähtevän veden pitoisuudet ja puhdistustehot vuosikeskiarvoina. Vertailuna lupaehtot ja valtioneuvoston asetuksen vähimmäisvaatimukset biologiselle käsittelylle**

|                     | Yksikkö | BOD <sub>7</sub> /ATU | Kok.P            | Kok.N | NH <sub>4</sub> -N | Kiintoaine | COD <sub>Cr</sub> |
|---------------------|---------|-----------------------|------------------|-------|--------------------|------------|-------------------|
| <b>Lupaehto*</b>    | %       | <b>&gt; 90 %</b>      | <b>&gt; 85 %</b> |       |                    |            |                   |
| VNA 888/2006**      | mg/l    | ≤ 30 mg/l             | ≤ 3 mg/l         |       |                    | ≤ 35 mg/l  | ≤ 125 mg/l        |
| VNA 888/2006**      | %       | ≥ 70 %                | ≥ 80 %           |       |                    | ≥ 90 %     | ≥ 75 %            |
| Pitoisuus (lähtevä) | mg/l    | 3                     | 1                | 72    | 34                 | 7          | 33                |
| Puhdistusteho       | %       | 100                   | 95               | 55    | 85                 | 97         | 96                |

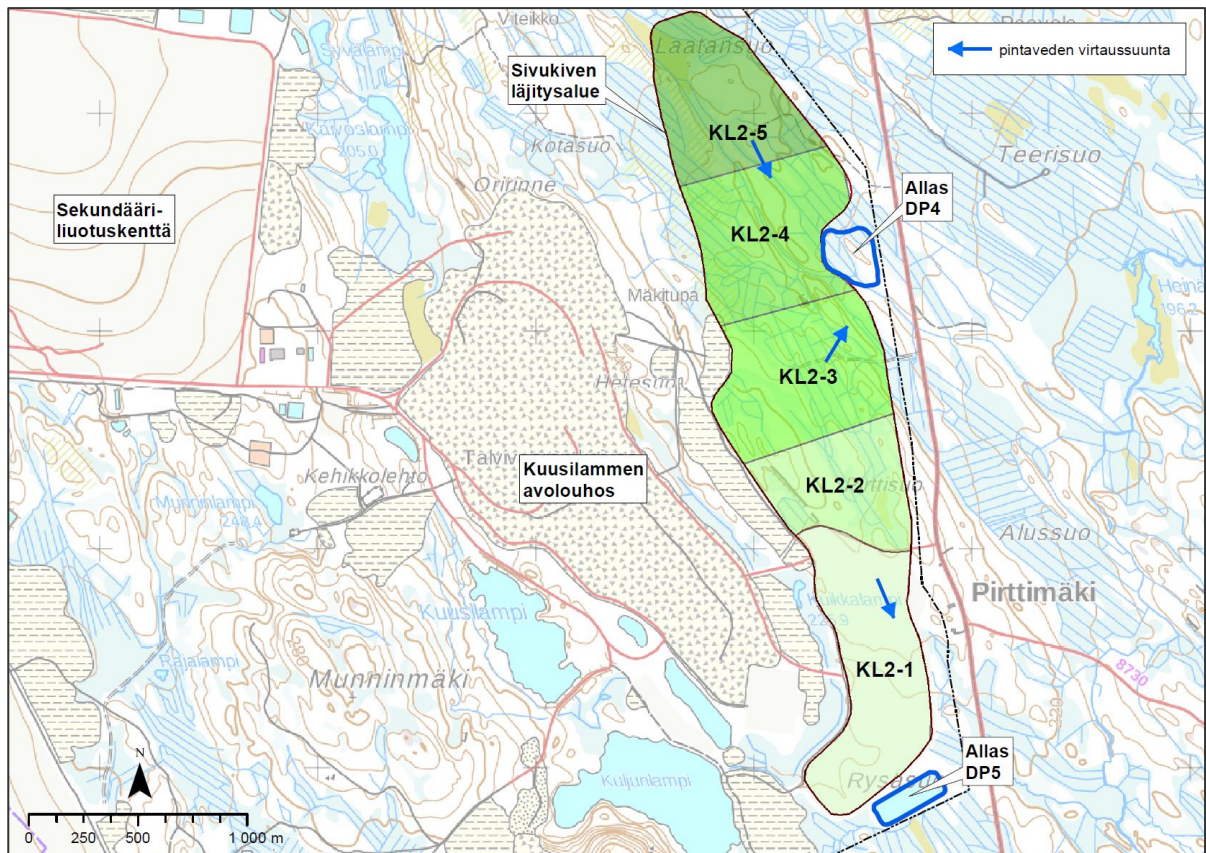
\* Lupaehtojen mukaiset raja-arvot tarkastellaan vuosikeskiarvoina

\*\* Valtioneuvoston asetuksen (VNA 888/2006) biologisen käsittelyn vähimmäisvaatimukset

Bioroottorilaitoksen lietteen laatua tutkitaan joka toinen vuosi. Lietteiden laatua on tutkittu vuonna 2016, jolloin näytteet otettiin 2017 tammikuussa. Vuoden 2018 näytteet on otettu vuoden 2019 alussa ja ne raportoidaan myöhemmin erikseen.

## 6. SIVUKIVEN LÄJITYSALUEEN KL2 TARKKAILU

Sivukivialue KL2:n tarkkailussa tarkkaillaan rakenteiden alapuolisia vesiä sekä sivukivitäytöstä suotautuvaa vettä. Sivukivialueen sivukivitäytöstä suotautuvat vedet ja rakenteiden alapuoliset kerätään DP4 ja DP5-altaisiin, joista vedet johdetaan prosessiliuotuskiertoon tai kaivoksen vesienkäsittelyyn. Vesiä ei johdeta luontoon. Kuvassa (Kuva 6-1) on esitetty sivukivialueen sijainti, altaiden sijainti ja veden päävirtaussuunnat. Sivukivialueen keskivaiheilla Pirttikallion alueella sijaitsee luonnollinen vedenjakaja, jonka eteläpuolella vedet virtaavat Pirttipuroon ja pohjoispuolella Kivipuroon.

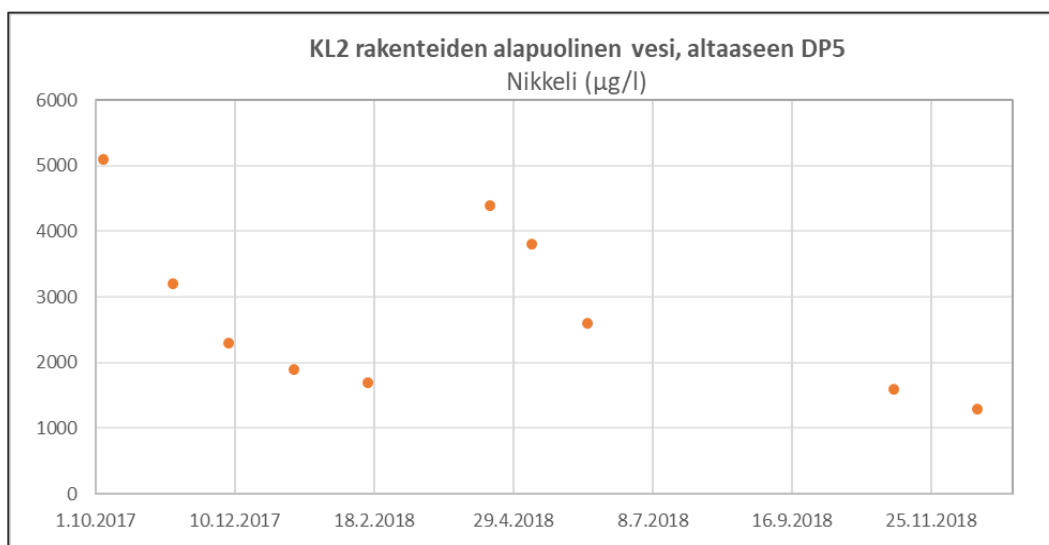


Kuva 6-1 Sivukivialue KL2 lohkojako, DP4 ja DP5 -altaiden sijainnit ja pintaveden päävirtaussuunnat alueella.

**Rakenteiden alapuolisista vesistä** tutkitaan nikkelpitoisuus kuukausittain. Tarkkailu aloitettiin vuoden 2017 lokakuussa. Lisäksi näytteestä tehdään laajat analyysit kerran vuodessa. Laajat analyysit tehtiin vuoden 2017 joulukuussa ja 2018 marraskuussa.

Kuvassa (Kuva 6-2) on esitetty nikkelpitoisuuden vaihtelu vuoden 2017 lokakuusta alkaen. Nikkelpitoisuus on vaihdellut 2017-2018 välillä 1 300 – 5 100 µg/l. Keskiarvo oli 2 790 µg/l. Maaliskuussa 2018 ei ole otettu näytettä, sillä näytteenottoputki oli jäässä. Heinä-lokakuussa näytteitä ei myöskään otettu, sillä näytteenottokaivo oli kuiva. Rakenteiden alapuoliset vedet kerätään keruukaivoon, josta ne pumpataan DP5-altaaseen ja sieltä edelleen käytettäväksi tuotannossa tai vedenkäsittelyyn.



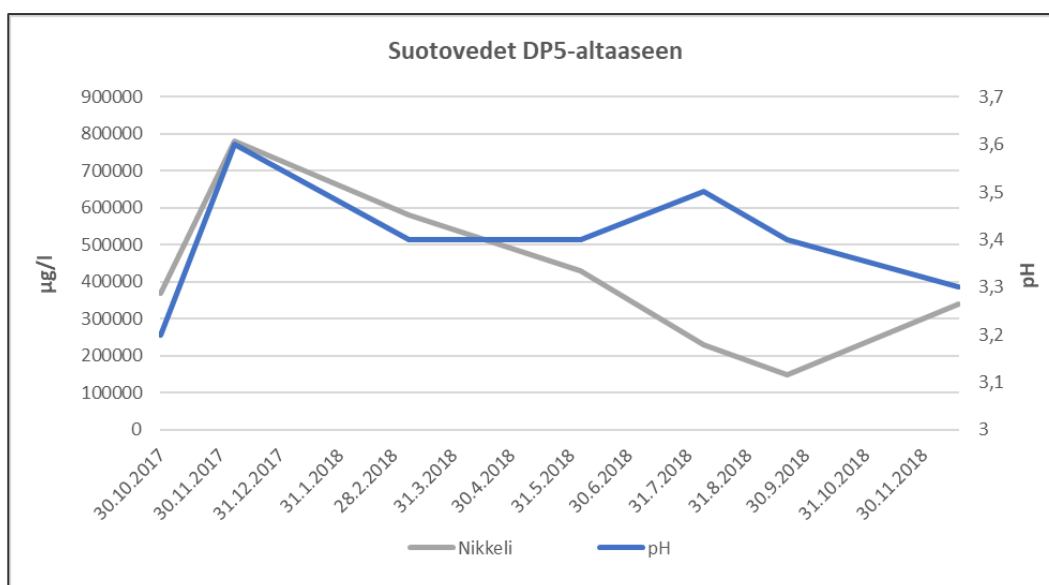


Kuva 6-2 KL2 rakenteiden alapuolisten vesien nikkelpitoisuudet 2017-2018

Kerran vuodessa tehtävien laajojen analyysien tulokset on esitetty liitteessä 5.

**Suotovesistä**, eli sivukivikasan läpi suotautuvasta vedestä otetaan näytteet neljä kertaa vuodessa, maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa. Näyte otetaan kanaalista, joka laskee sivukivikalta altaaseen. Kanaaleja on kaksi ja tarkkailun alkaessa lokakuussa 2017 näytteet otettiin molemmista kanaaleista. Kanaalien välillä ei ollut merkittäviä eroja veden laadussa. Joulukuussa 2017 otettiin myös näyte, jolloin näyte otettiin vain toisesta kanaalista, josta näytteet jatkossa otetaan. Vuonna 2018 näytteet otettiin ohjelman mukaisesti, lisäksi elokuussa otettiin näyte.

Suotovesien pH ja nikkelpitoisuuksia lokakuusta 2017 alkaen on esitetty kuvassa (Kuva 6-3). Kasasta suotautuvan vesi on hapanta ja pH vaihtelee välillä 3,2 – 3,6. Nikkelpitoisuus on vaihdellut välillä 150 000 – 780 000 µg/l. Suurimmat pitoisuudet ovat olleet joulukuussa 2017 ja maaliskuussa 2018, jolloin myös muiden metallien pitoisuudet olivat suurimmillaan. Kaikki suotovesien tulokset on esitetty liitteessä 6.



Kuva 6-3 KL2 suotovesi DP5-altaaseen 2017-2018

## 7. EPÄVARMUUSTARKASTELU JA MUUTOSEHDOTUKSET

### 7.1 Epävarmuustarkastelu

Yleisellä tasolla päästövesien tarkkailussa tarkkailutulosten kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat näytteenottopisteen kunto ja mahdolliset muutokset näytteenottokohdassa, näytteenotto-olosuhteet, näytteenottajan ammattitaito, näytteiden kuljetus ja käsittely, pitoisuuksien vaihtelu näytepisteittäin, laboratorion mittausepävarmuus sekä tulosten tulkintaan liittyvät epävarmuudet.

Kokonaisepävarmuutta näytteenoton osalta on pyritty minimoimaan käyttämällä samoja näytteenottajia näytteenottokertojen välillä. Näytteenotosta vastasivat koulutetut ja kokeneet näytteenottajat, jotka noudattavat työssään näytteenoton standardeja ja ympäristöhallinnon erikseen antamia ohjeita. Näyteastiat ja näytteenottovälineet ovat ohjeiden mukaiset. Siten näytteenoton aiheuttama epävarmuus minimoituu. Näytteenottajan muistiinpanot tallennetaan ja ne voidaan helposti palauttaa tulosten tarkastelun yhteydessä tarvittaessa. Näytteenotto, ottovälineet ja näytteenottajat ovat standardoituja ja siten kokonaisepävarmuus pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi.

Raportissa esitetyt tulokset perustuvat viikoittain tai kuukausittain otettuihin yksittäisiin näytteisiin, joiden avulla on arvioitu yleistä pitoisuustasoa pidemmällä ajanjaksolla. Mitä pidempää ajanjakso tällainen yksittäinen näyte edustaa, sitä suuremmat epävarmuudet tulosten tulkintaan liittyvät. Tuloksissa esiintyvä vaihtelu johtuu todennäköisesti yksittäisten näytteenottokertojen välisestä vaihtelusta päästövesien laadussa. Muiden tekijöiden (näytteenotto-olosuhteet, näytteenottajan ammattitaito, näytteiden kuljetus ja käsittely, pitoisuuksien vaihtelu näytepisteittäin, laboratorion mittausepävarmuus) vaikutukset arvioidaan vähäisemmiksi.

### 7.2 Muutosehdotukset

Päästövesien tarkkailu toteutettiin viranomaisten hyväksymän uuden tarkkailusuunnitelman mukaisesti tarkkailun ollessa nykyisellään riittävää.

## 8. YHTEENVETO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Jätevedenpuhdistamolla käsitellyn jäteveden määrä oli hieman edellisvuotta pienempi. Jätevedenpuhdistamo täytti sille asetetut puhdistustehot BOD<sub>7</sub>:n (90 %) kuin kokonaisfosforin (98 %) osalta. Valtioneuvoston asetuksen vaatimukset täyttyivät kaikilta osin.

**LIITE 1**  
**VESIEN VIIKOITTAISET JUOKSUTUKSET VESISTÖÖN**



**LIITE 2A**  
**KAIVOKSEN SISÄISET VESIENKÄSITTELY-YKSIKÖILLE TULEVAT JA**  
**SIELTÄ JOHDETTAVIEN VESIEN NÄYTETULOKSET (EI LUONTOON**  
**JOHDETTAVAT VEDET)**

LIITE 2a. Kaivoksen sisäiset käsitelly-yksiköiden vesinäytteen analyysitulokset (ei ympäristöön johdettavat vedet)

| Näytteenpiste/<br>Ottopäivä  | Lämpö<br>tila<br>°C | pH   | Sähkön<br>johtavuus<br>mS/m | Kiinto<br>aine<br>mg/l | COD <sub>Mn</sub><br>mg/l | Sulfaatti<br>(SO <sub>4</sub> )<br>mg/l | Typpi (N)<br>kokonais-<br>mg/l | Fosfori (P)<br>kokonais-<br>µg/l | Alumiini<br>(Al)<br>µg/l | Antimoni<br>(Sb)<br>µg/l | Arseeni<br>(As)<br>µg/l | Barium<br>(Ba)<br>µg/l | Elohopea<br>(Hg), liuk.<br>µg/l | Kadmium<br>(Cd), liuk.<br>µg/l | Kalsium<br>(Ca)<br>mg/l | Koboltti<br>(Co)<br>µg/l | Kromi<br>(Cr)<br>µg/l | Kupari<br>(Cu)<br>µg/l | Lyijy<br>(Pb)<br>µg/l | Magnesium<br>(Mg)<br>mg/l | Mangaani<br>(Mn)<br>µg/l | Natrium<br>(Na)<br>mg/l | Nikkeli<br>(Ni)<br>µg/l | Rauta<br>(Fe)<br>µg/l | Sinkki<br>(Zn)<br>µg/l | Uraani<br>(U)<br>µg/l | Vanadiini<br>(V)<br>µg/l |
|------------------------------|---------------------|------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Lone                         |                     |      |                             |                        |                           |   |                                |                                  |                          |                          |                         |                        |                                 |                                |                         |                          |                       |                        |                       |                           |                          |                         |                         |                       |                        |                       |                          |
| 9.1.2018                     | 18                  | 9,7  | 680                         | 36                     |                           | 4100                                    |                                |                                  | 890                      | <0,50                    | <1,0                    | 83                     | <0,020                          | <0,030                         | 490                     | 0,7                      | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 58                        | 3200                     | 1500                    | 30                      | 9700                  | <5,0                   | 5,8                   | <2,0                     |
| 17.1.2018                    | 17,8                | 9,7  | 710                         | 40                     |                           | 4500                                    |                                |                                  | 150                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 480                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 120                       | 4900                     | 1400                    | 23                      | 9300                  | <5,0                   | 4,1                   |                          |
| 24.1.2018                    | 19,6                | 9,3  | 700                         | 41                     |                           | 440                                     |                                |                                  | 170                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 460                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 120                       | 5000                     | 1400                    | 30                      | 10000                 | <5,0                   | 4,2                   |                          |
| 31.1.2018                    | 14,9                | 9,1  | 630                         | 41                     |                           | 4200                                    |                                |                                  | 2300                     |                          |                         |                        |                                 |                                | 460                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 130                       | 3400                     | 1300                    | 24                      | 6700                  | <5,0                   | 7,4                   |                          |
| 7.2.2018                     | 19,2                | 9    | 730                         | 53                     |                           | 4600                                    |                                |                                  | 2200                     |                          |                         |                        |                                 |                                | 460                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 94                        | 3700                     | 1500                    | 24                      | 10000                 | <5,0                   | 9,2                   |                          |
| 15.2.2018                    | 19,1                | 9,7  | 710                         | 40                     |                           | 4600                                    |                                |                                  | 210                      | <0,50                    | <1,0                    | 84                     |                                 | <0,030                         | 440                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 110                       | 4800                     | 1600                    | 24                      | 9200                  | <5,0                   | 3,7                   | <2,0                     |
| 21.2.2018                    | 14                  | 9,9  | 670                         | 32                     |                           | 4100                                    |                                |                                  | 100                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 410                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 120                       | 3600                     | 1200                    | 15                      | 5300                  | <5,0                   | 2,6                   |                          |
| 28.2.2018                    | 11,9                | 9,4  | 710                         | 30                     |                           | 4600                                    |                                |                                  | 270                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 460                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 130                       | 3300                     | 1600                    | 16                      | 6700                  | <5,0                   | 2,4                   |                          |
| 8.3.2018                     | 14,3                | 9,5  | 720                         | 28                     |                           | 4500                                    |                                |                                  | 440                      | <0,50                    | <1,0                    | 64                     | <0,020                          | 0,21                           | 410                     | 0,59                     | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 97                        | 3700                     | 1500                    | 25                      | 9100                  | <5,0                   | 3,8                   | <2,0                     |
| 14.3.2018                    | 16                  | 9,4  | 690                         | 35                     |                           | 4200                                    |                                |                                  | 210                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 440                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 130                       | 4300                     | 1500                    | 17                      | 8600                  | 5,2                    | 3,2                   |                          |
| 21.3.2018                    | 21,6                | 10,3 | 780                         | 22                     |                           | 4800                                    |                                |                                  | 160                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 400                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 57                        | 2300                     | 1500                    | 15                      | 6800                  | <5,0                   | 3,1                   |                          |
| 28.3.2018                    | 15,9                | 9,1  | 720                         | 26                     |                           | 3600                                    |                                |                                  | 360                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 430                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 110                       | 2500                     | 1400                    | 8,2                     | 3900                  | <5,0                   | 1,7                   |                          |
| 4.4.2018                     | 21                  | 9,8  | 700                         | 28                     |                           | 3700                                    |                                |                                  | 110                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 440                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 84                        | 2600                     | 1600                    | 18                      | 7800                  | <5,0                   | 2,9                   |                          |
| 11.4.2018                    | 23,2                | 9,1  | 790                         | 35                     |                           | 4800                                    |                                |                                  | 430                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 560                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 110                       | 3100                     | 2300                    | 26                      | 10000                 | <5,0                   | 5,4                   |                          |
| 17.4.2018                    | 24,5                | 9,5  | 830                         | 35                     |                           | 4800                                    |                                |                                  | 580                      | <0,50                    | <1,0                    | 78                     | <0,020                          | <0,030                         | 430                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 89                        | 2800                     | 1700                    | 18                      | 7700                  | 5,3                    | 6,5                   | 1,7                      |
| 25.4.2018                    | 21,7                | 9,2  | 660                         | 47                     |                           | 4100                                    |                                |                                  | 1600                     |                          |                         |                        |                                 |                                | 510                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 91                        | 3200                     | 1300                    | 27                      | 8800                  | 28                     | 11                    |                          |
| 14.11.2018                   | 6,2                 | 8,5  | 430                         | 15                     |                           | 2600                                    |                                |                                  | 1800                     | <1,0                     | <1,0                    | 35                     | <0,10                           | <0,20                          | 530                     | <0,50                    | <3,0                  | <3,0                   | <1,0                  | 73                        | 2300                     | 550                     | 17                      | 2500                  | 24                     | 12                    | 8,2                      |
| 21.11.2018                   | 11,4                | 8,8  | 590                         | 26                     |                           | 3500                                    |                                |                                  | 1100                     |                          |                         |                        |                                 |                                | 540                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 66                        | 3400                     | 1000                    | 14                      | 8000                  | <5,0                   | 15                    |                          |
| 28.11.2018                   | 4,3                 | 8,8  | 340                         | 8,2                    |                           | 3200                                    |                                |                                  | 0,7                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 470                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 69                        | 2000                     | 590                     | 5,4                     | 1300                  | <5,0                   | 12                    |                          |
| 13.12.2018                   | 7,5                 | 9,1  | 550                         | 16                     |                           | 3600                                    |                                |                                  | 1900                     |                          |                         |                        |                                 |                                | 470                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 60                        | 1300                     | 960                     | <3,0                    | 1400                  | <5,0                   | 1,6                   |                          |
| Min.                         | 4,3                 | 8,5  | 340                         | <2,0                   |                           | 440                                     |                                |                                  | 1                        | <0,50                    | <1,0                    | 35                     | <0,020                          | <0,030                         | 400                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 57                        | 1300                     | 550                     | <3                      | 1300                  | <5,0                   | 1,6                   | <2,0                     |
| Maks.                        | 25                  | 10   | 830                         | 53                     |                           | 4800                                    |                                |                                  | 2300                     | <1,0                     | <1,0                    | 84                     | <0,10                           | 0,21                           | 560                     | 0,7                      | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 130                       | 5000                     | 2300                    | 30                      | 10000                 | 28                     | 15                    | 8,2                      |
| Ka.                          | 16                  | 9    | 667                         | 29                     |                           | 3927                                    |                                |                                  | 749                      | <0,50                    | <1,0                    | 69                     | <0,020                          |                                | 465                     |                          | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 96                        | 3270                     | 1370                    | 20                      | 7140                  | <5                     | 5,9                   | 3,6                      |
| Keskusvedenpuhdistamo tuleva |                     |      |                             |                        |                           |   |                                |                                  |                          |                          |                         |                        |                                 |                                |                         |                          |                       |                        |                       |                           |                          |                         |                         |                       |                        |                       |                          |
| 7.12.2017                    | 2,9                 | 4,4  | 720                         | 74                     | 43                        | 6200                                    | 9,4                            | 2,0                              | 31000                    | 1,2                      | 10                      | 21                     | <0,020                          | 25                             | 340                     | 570                      | 8,3                   | 71                     | 8,0                   | 590                       | 410000                   | 390                     | 25000                   | 650000                | 61000                  | 310                   | 47                       |
| 9.1.2018                     | 1,7                 | 4,6  | 360                         | 9,3                    | 6,8                       | 3100                                    | 13                             | 2                                | 5200                     | 0,7                      | <1,0                    | 19                     | <0,020                          | 22                             | 380                     | 320                      | <3,0                  | 54                     | 2,7                   | 190                       | 110000                   | 270                     | 12000                   | 70000                 | 33000                  | 43                    | <2,0                     |
| 15.2.2018                    | 1,5                 | 5,4  | 450                         | 7,7                    | 1,3                       | 2900                                    | 3,4                            | 39                               | 3400                     | <0,50                    | <1,0                    | 26                     | <0,020                          | 6,8                            | 380                     | 56                       | <3,0                  | 41                     | <1,0                  | 170                       | 24000                    | 700                     | 1400                    | 5300                  | 3000                   | 8,8                   | <2,0                     |
| 8.3.2018                     | 9,8                 | 5    | 410                         | 8,3                    | 1,5                       | 2700                                    | 3,2                            | 11                               | 3900                     | <0,50                    | <1,0                    | 20                     | <0,020                          | 8,2                            | 360                     | 58                       | <3,0                  | 38                     | <1,0                  | 150                       | 26000                    | 510                     | 1400                    | 3500                  | 3100                   | 10                    | 2,4                      |
| 17.4.2018                    | 3,8                 | 5,8  | 270                         | 25                     | 7,9                       | 1600                                    | 22                             | 15                               | 1900                     | <0,050                   | <1,0                    | 17                     | <0,020                          | 92                             | 290                     | 480                      | <3,0                  | 80                     | <1,0                  | 98                        | 94000                    | 120                     | 18000                   | 22000                 | 51000                  | 24                    | 1,7                      |
| 8.5.2018                     | 7,5                 | 4,3  | 270                         | 13                     | 5,5                       | 2000                                    | 7,5                            | 3                                | 9600                     | <1,0                     | <1,0                    | 16                     | <0,020                          | 34                             | 270                     | 340                      | <3,0                  | 140                    | <1,0                  | 110                       | 83000                    | 140                     | 13000                   | 29000                 | 33000                  | 35                    | <1,0                     |
| 5.6.2018                     | 10,8                | 5,3  | 350                         | 6,8                    | 1,5                       | 2100                                    | 1,9                            |                                  | 2900                     | <1,0                     | <1,0                    | 21                     | <0,020                          | 7,9                            | 360                     | 49                       | <3,0                  | 36                     | <1,0                  | 130                       | 16000                    | 410                     | 1400                    | 2800                  | 3100                   | 9,4                   | <1,0                     |
| 11.7.2018                    | 18,3                | 3,5  | 380                         | 17                     | 6                         | 2600                                    | 12                             | 10                               | 1800                     | <1,0                     | <1,0                    | 22                     | 0,058                           | 16                             | 370                     | 260                      | <3,0                  | 33                     | 1                     | 130                       | 51000                    | 270                     | 8900                    | 17000                 | 19000                  | 13                    | <1,0                     |
| 8.8.2018                     | 16,5                | 3,9  | 330                         | 9,2                    | 2,7                       | 2600                                    | 6,3                            | <2                               | 1100                     | <0,50                    | 1,3                     | 18                     | <0,020                          | 12                             | 340                     | 190                      | <3,0                  | 22                     | <1,0                  | 110                       | 56000                    | 220                     | 7900                    | 33000                 | 17000                  | 13                    | <1,0                     |
| 20.9.2018                    | 12,6                | 5    | 270                         | 6,4                    | 2,2                       | 1800                                    | 1,8                            | 5                                | 920                      | <1,0                     | <1,0                    | 15                     | <0,025                          | 5,9                            | 320                     | 78                       | <3,0                  | 25                     | <1,0                  | 100                       | 38000                    | 190                     | 3500                    | 13000                 | 6900                   | 6,5                   | <1,0                     |
| 9.10.2018                    | 5                   | 6,5  | 320                         | 19                     | 1,8                       | 2300                                    | 7,7                            | 2,8                              | 990                      | <1,0                     | <1,0                    | 15                     | <0,10                           | 12                             | 370                     | 260                      | <3,0                  | 27                     | <1,0                  | 100                       | 93000                    | 190                     | 14000                   | 43000                 | 30000                  | 17                    | <1,0                     |
| 6.11.2018                    | 4,4                 | 4,2  | 330                         | 24                     | 1,9                       | 2200                                    | 11                             | 3                                | 1600                     | <1,0                     | <1,0                    | 20                     | <0,020                          | 16                             | 420                     | 300                      | <3,0                  | 55                     | <1,0                  | 120                       | 100000                   | 190                     | 15000                   | 41000                 | 33000                  | 16                    | 1,6                      |
| 18.12.2018                   | 2,1                 | 6    | 400                         | 6,4                    | 0,9                       | 2400                                    | 2,5                            | <100                             | 1700                     | <1,0                     | <1,0                    | 26                     | <0,10                           | 6,2                            | 340                     | 39                       | <3,0                  | 19                     | <1,0                  | 150                       | 20000                    | 440                     | 1500                    | 1100                  | 2900                   | 6,7                   | <1,0                     |
| Min.                         | 1,5                 | 3,5  | 270                         | 6                      | 0,90                      | 1600                                    | 1,8                            | <2                               | 920                      | <0,50                    | <1,0                    | 15                     | <0,020                          | <0,030                         | 270                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 98                        | 16000                    | 120                     | 1400,0                  | 1100                  | <5,0                   | 6,5                   | <1,0                     |
| Maks.                        | 18                  | 6,5  | 720                         | 74                     | 43                        | 6200                                    | 22                             | 39                               | 31000                    | 1,2                      | 10                      | 26                     | 0,058                           | 92                             | 420                     | 480                      | 8                     | 140                    | 8,0                   | 590                       | 410000                   | 700                     | 25000                   | 650000                | 61000                  | 310                   | 47                       |
| Ka.                          | 7,5                 | 4,9  | 374                         | 17                     | 6                         | 2654                                    | 7,8                            | 9,3                              | 5078                     | <1,0                     | <1,0                    | 20                     | <0,020                          | 18                             | 349                     | 187                      | 1,5                   | 44                     | 0,6                   | 165                       | 86231                    | 311                     | 9462                    | 71592                 | 18077                  | 39                    | <1,0                     |
| Kipsisakka-allas lähtevä     |                     |      |                             |                        |                           |   |                                |                                  |                          |                          |                         |                        |                                 |                                |                         |                          |                       |                        |                       |                           |                          |                         |                         |                       |                        |                       |                          |
| 9.1.2018                     | 2,1                 | 9,1  | 500                         | 5,3                    | 1,2                       | 3100                                    | 4,1                            | 5,8                              | 1500                     | <0,50                    | <1,0                    | 36                     | <0,020                          | <0,030                         | 530                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 99                        | 740                      | 870                     | <3,0                    | 970                   | <5,0                   | 1                     | <2,0                     |
| 15.2.2018                    | 2,9                 | 8,9  | 590                         | 38                     | 1                         | 3900                                    | 3,2                            | 26                               | 2000                     | <0,50                    | <1,0                    | 32                     | <0,020                          | <0,030                         | 430                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 170                       | 5600                     | 1100                    | 16                      | 6200                  | <5,0                   | 7,2                   | 12                       |
| 8.3.2018                     | 3                   | 8,3  | 600                         | 2200                   | 2,4                       | 3800                                    |                                |                                  | 55000                    | 0,55                     | 2,3                     | 54                     | <0,020                          | 0,087                          | 1400                    | 28                       | 59                    | 2,5                    | 3,1                   | 170                       | 27000                    | 1100                    | 1300                    | 67000                 | 90                     | 150                   | 360                      |
| 17.4.2018                    | 4,9                 | 8,8  | 610                         | 2,2                    | 0,81                      | 3200                                    | 4,9                            | 9,9                              | 1600                     | <0,50                    | <1,0                    | 25                     | <0,020                          | <0,030                         | 420                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 160                       | 1800                     | 990                     | 4,2                     | 260                   | 12                     | 8,1                   | 3,3                      |
| 8.5.2018                     | 9,3                 | 8,1  | 400                         | 3,8                    | 0,87                      | 2500                                    | 4,8                            | 8,1                              | 1300                     | <1,0                     | <1,0                    | 21                     | <0,020                          | <0,030                         | 460                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 99                        | 1800                     | 470                     | 3,3                     | 480                   | <5,0                   | 8,5                   | 3,2                      |
| 11.7.2018                    | 18,3                | 7,9  | 560                         | 10                     | 2,7                       | 3100                                    | 5,2                            | 32                               | 240                      | <1,0                     | <1,0                    | 22                     | <0,020                          | <0,030                         | 550                     | 0,63                     | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 170                       | 990                      | 500                     | 21                      | 130                   | 47                     | 0,67                  | <1,0                     |
| 8.8.2018                     | 18,4                | 8,8  | 400                         | 5,8                    | -                         | 2600                                    | -                              | -                                | 39                       | -                        | -                       | -                      | -                               | -                              | 510                     | -                        | -                     | <2,0                   | -                     | 87                        | 100                      | 370                     | 7,2                     | <20                   | 5,5                    | 1,3                   | -                        |
| 20.9.2018                    | 11,5                | 8,5  | 330                         | <2,0                   | 1,3                       | 2800                                    | 3,5                            | 5,4                              | 160                      | <1,0                     | <1,0                    | 15                     | <0,020                          | <0,030                         | 540                     | <0,50                    | <3,0                  | <3,0                   | <1,0                  | 59                        | 740                      | 310                     | 26                      | 200                   | 23                     | 3                     | 1,2                      |
| 9.10.2018                    | 3,2                 | 8    | 340                         | 7,9                    | 0,81                      | 1900                                    | 4,4                            | 5,1                              | 160                      | <1,0                     | <1,0                    | 12                     | <0,10                           | <0,020                         | 510                     | 2,7                      | <3,0                  | <3,0                   | <1,0                  | 60                        | 2800                     | 280                     | 140                     | 460                   | 230                    | 3,4                   | 1,1                      |
| Min.                         | 2,1                 | 7,9  | 330,0                       | 2,2                    | 0,8                       | 1900,0                                  | 3,2                            | 5,1                              | 39,0                     | 0,6                      | 2,3                     | 12,0                   | <0,020                          | <0,020                         | 420,0                   | 0,6                      | 59,0                  | 2,5                    | 3,1                   | 59,0                      | 100,0                    | 280,0                   | 3,3                     | 130,0                 | 5,5                    | 0,7                   | 1,1                      |
| Maks.                        | 18,4                | 9,1  | 610,0                       | 2200,0                 | 2,7                       | 3900,0                                  | 5,2                            | 32,0                             | 55000,0                  | 0,6                      | 2,3                     | 54,0                   | <0,10                           | 0,087                          | 1400,0                  | 28,0                     | 59,0                  | 2,5                    | 3,1                   | 170,0                     | 27000,0                  | 1100,0                  | 1300,0                  | 67000,0               | 230,0                  | 150,0                 | 360,0                    |
| Ka.                          | 8,2                 | 8,5  | 481,1                       | 284,1                  | 1,4                       | 2988,9                                  | 4,3                            |                                  |                          |                          |                         |                        |                                 |                                |                         |                          |                       |                        |                       |                           |                          |                         |                         |                       |                        |                       |                          |



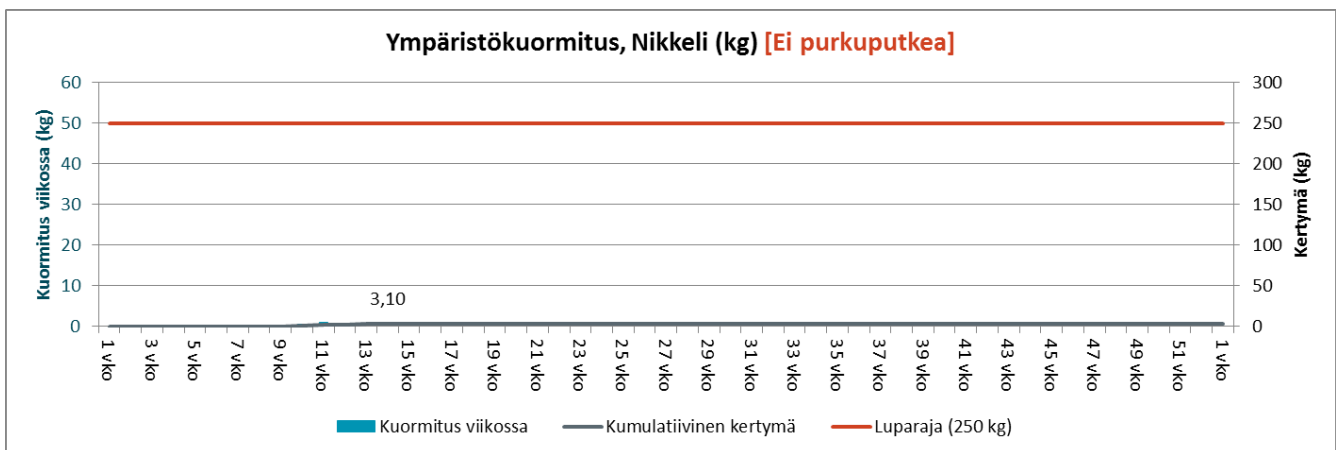
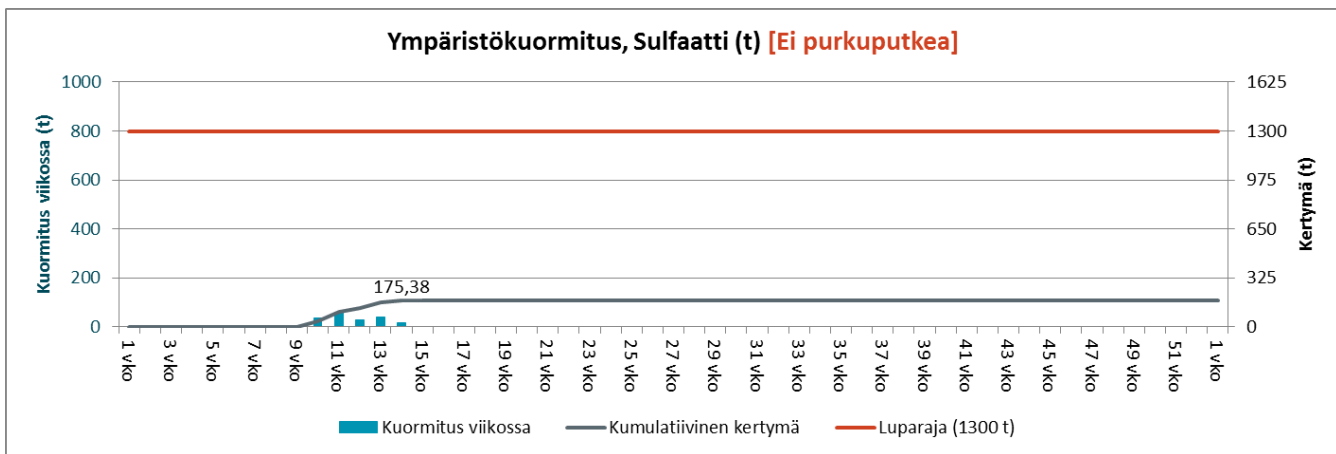
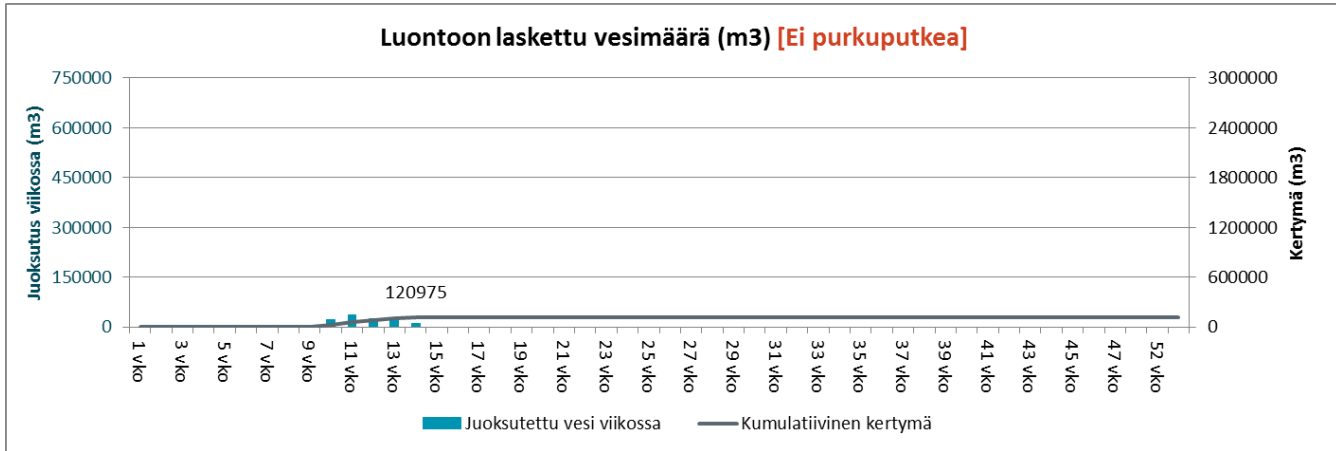
**LIITE 2B**  
**KÄSITTELY-YKSIKÖILTÄ YMPÄRISTÖÖN JOHDETTUIJEN VESIEN**  
**NÄYTETULOKSET**

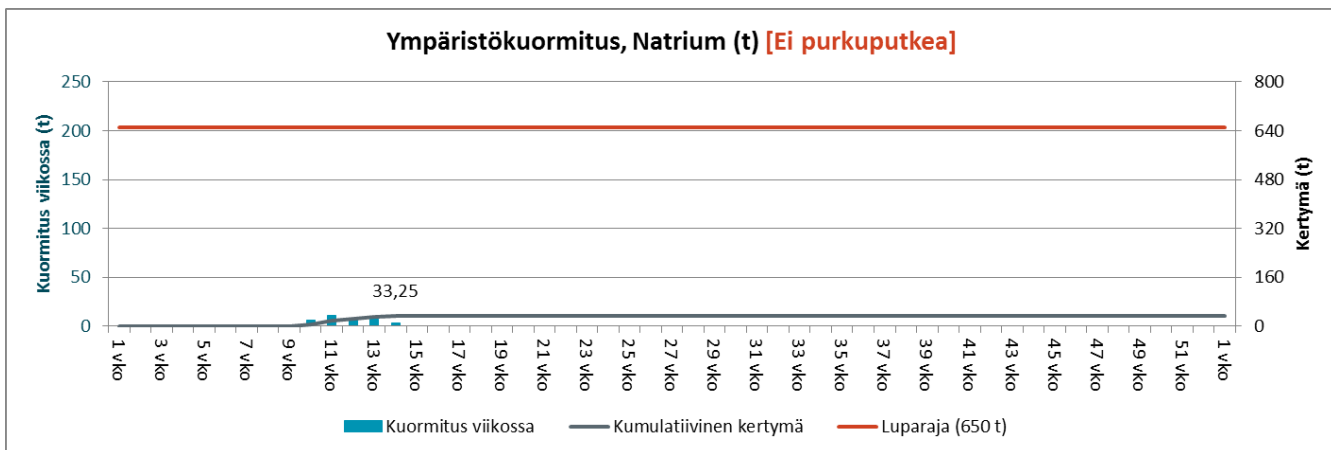
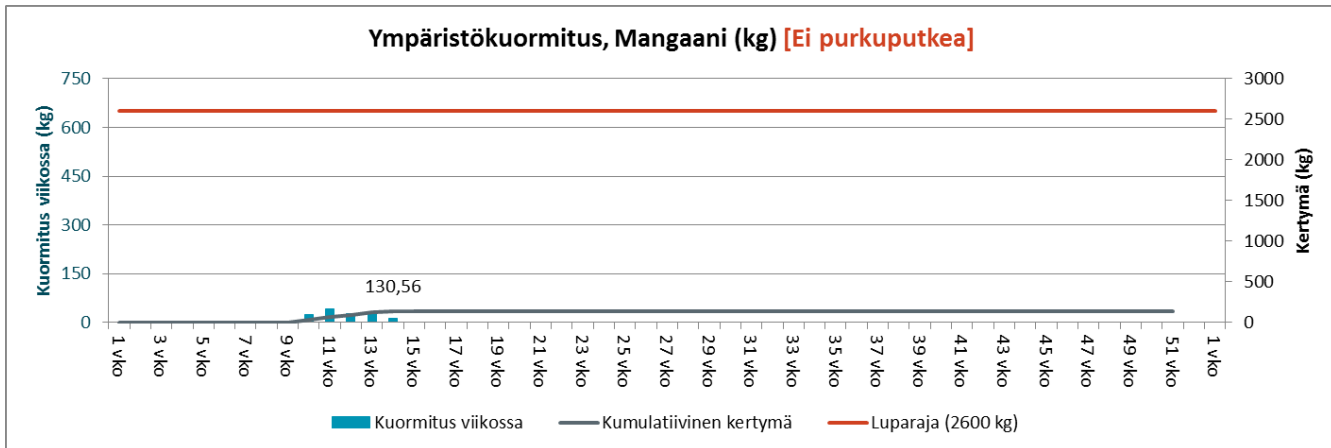
## LIITE 2b. Käsittely-yksiköiltä ympäristöön johdettujen vesien analyysitulokset

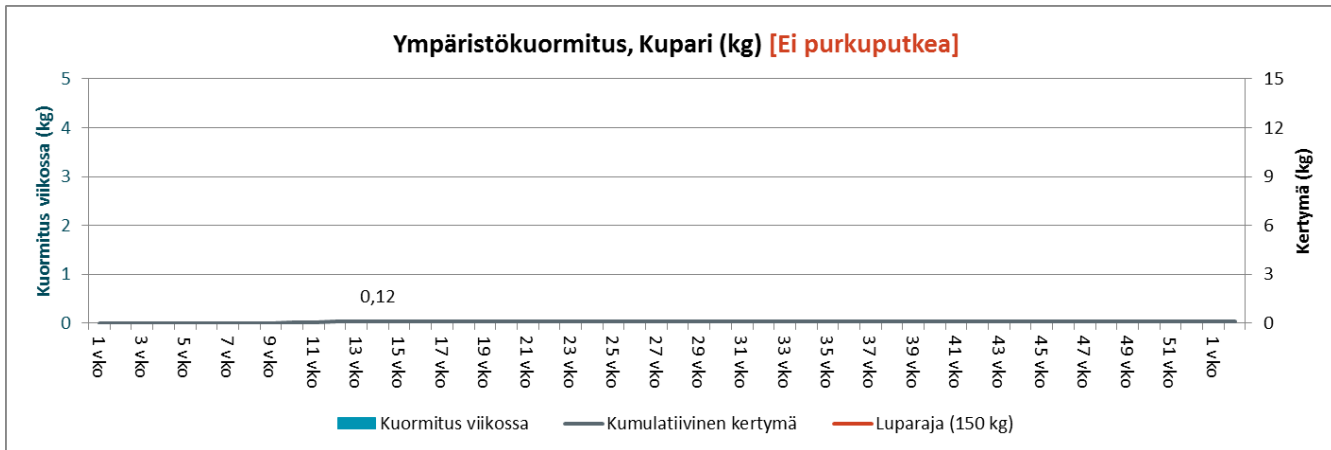
| Näytepiste/<br>Ottopäivä | pH   | Sähkön<br>johtavuus<br>mS/m | Kiinto<br>aine<br>mg/l | COD <sub>Mn</sub><br>mg/l | Kloridi<br>(Cl)<br>mg/l | Fluoridi<br>(F)<br>mg/l | Sulfaatti<br>(SO <sub>4</sub> )<br>mg/l | Typpi (N),<br>kokonais-<br>mg/l | Fosfori (P),<br>kokonais-<br>µg/l | Alumiini<br>(Al)<br>µg/l | Antimoni<br>(Sb)<br>µg/l | Arseeni<br>(As)<br>µg/l | Barium<br>(Ba)<br>µg/l | Elohopea<br>(Hg), liuk.<br>µg/l | Kadmium<br>(Cd), liuk.<br>µg/l | Kalsium<br>(Ca)<br>mg/l | Koboltti<br>(Co)<br>µg/l | Kromi<br>(Cr)<br>µg/l | Kupari<br>(Cu)<br>µg/l | Lyijy<br>(Pb)<br>µg/l | Magnesium<br>(Mg)<br>mg/l | Mangaani<br>(Mn)<br>µg/l | Natrium<br>(Na)<br>mg/l | Nikkeli<br>(Ni)<br>µg/l | Rauta<br>(Fe)<br>µg/l | Rikki<br>(S)<br>mg/l | Sinkki<br>(Zn)<br>µg/l | Uraani<br>(U)<br>µg/l | Vanadiini<br>(V)<br>µg/l |  |  |
|--------------------------|------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|--|--|
| Purkutupki               |      |                             |                        |                           |                         |                         |   |                                 |                                   |                          |                          |                         |                        |                                 |                                |                         |                          |                       |                        |                       |                           |                          |                         |                         |                       |                      |                        |                       |                          |  |  |
| 9.1.2018                 | 6,9  | 480                         | 2                      | 2,6                       |                         |                         | 3100                                    |                                 |                                   | 200                      | 0,57                     | <1,0                    | 34                     | <0,020                          | 0,035                          | 510                     | 0,73                     | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 120                       | 2500                     | 720                     | 13                      | 340                   |                      | 15                     | 1,1                   | <2,0                     |  |  |
| 17.1.2018                | 6,9  | 470                         | 2,5                    |                           |                         |                         | 2900                                    |                                 |                                   | 270                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 490                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 100                       | 2000                     | 640                     | 12                      | 380                   |                      | 15                     | 0,96                  |                          |  |  |
| 31.1.2018                | 6,7  | 450                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 2800                                    |                                 |                                   | 170                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 480                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 110                       | 2400                     | 680                     | 17                      | 430                   |                      | 21                     | 0,96                  |                          |  |  |
| 15.2.2018                | 6,7  | 440                         | 4,4                    | 2,9                       |                         |                         | 2800                                    |                                 |                                   | 150                      | <0,50                    | <1,0                    | 30                     | <0,020                          | <0,030                         | 440                     | 1,7                      | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 100                       | 2600                     | 640                     | 20                      | 950                   |                      | 21                     | 1                     | <2,0                     |  |  |
| 28.2.2018                | 6,5  | 420                         | 6,1                    |                           |                         |                         | 2700                                    |                                 |                                   | 150                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 490                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 100                       | 3100                     | 660                     | 22                      | 2000                  |                      | 24                     | 1,2                   |                          |  |  |
| 28.3.2018                | 6,7  | 350                         | 4,8                    |                           |                         |                         | 2100                                    |                                 |                                   | 130                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 360                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 62                        | 2200                     | 400                     | 25                      | 1600                  |                      | 31                     | 0,94                  |                          |  |  |
| 4.4.2018                 | 6,9  | 300                         | 2,9                    |                           |                         |                         | 1500                                    |                                 |                                   | 72                       |                          |                         |                        |                                 |                                | 380                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 53                        | 1800                     | 370                     | 27                      | 1000                  |                      | 33                     | 1,1                   |                          |  |  |
| 11.4.2018                | 7,1  | 280                         | 2,3                    |                           |                         |                         | 1500                                    |                                 |                                   | 60                       |                          |                         |                        |                                 |                                | 360                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 45                        | 1500                     | 320                     | 24                      | 920                   |                      | 22                     | 0,81                  |                          |  |  |
| 17.4.2018                | 6,9  | 290                         | 4,8                    | 5,3                       |                         |                         | 1500                                    |                                 |                                   | 85                       | <0,50                    | <1,0                    | 23                     | <0,020                          | <0,030                         | 300                     | 3,7                      | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 47                        | 1800                     | 320                     | 32                      | 1600                  |                      | 32                     | 1,3                   | <1,0                     |  |  |
| 25.4.2018                | 6,7  | 240                         | 3,8                    |                           |                         |                         | 1300                                    |                                 |                                   | 250                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 260                     |                          |                       | 2,1                    |                       | 51                        | 2000                     | 280                     | 110                     | 800                   |                      | 220                    | 2,1                   |                          |  |  |
| 2.5.2018                 | 7,3  | 260                         | 5,2                    |                           |                         |                         | 1500                                    |                                 |                                   | 590                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 310                     |                          |                       | 2                      |                       | 55                        | 1400                     | 260                     | 64                      | 270                   |                      | 110                    | 3,4                   |                          |  |  |
| 8.5.2018                 | 7,5  | 110                         | 7,6                    | 5,5                       |                         |                         | 540                                     |                                 |                                   | 160                      | <1,0                     | <1,0                    | 16                     | <0,020                          | 0,25                           | 140                     | 5                        | <3,0                  | 3,8                    | <1,0                  | 16                        | 710                      | 92                      | 61                      | 400                   |                      | 130                    | 0,58                  | <1,0                     |  |  |
| 16.5.2018                | 7    | 220                         | 2,5                    |                           |                         |                         | 1200                                    |                                 |                                   | 190                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 260                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 45                        | 520                      | 180                     | 30                      | 320                   |                      | 41                     | 2,2                   |                          |  |  |
| 23.5.2018                | 7,3  | 160                         | 2,1                    |                           |                         |                         | 850                                     |                                 |                                   | 160                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 190                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 40                        | 280                      | 160                     | 21                      | 260                   |                      | 26                     | 0,93                  |                          |  |  |
| 30.5.2018                | 7,2  | 130                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 680                                     |                                 |                                   | 110                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 140                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 26                        | 100                      | 120                     | 14                      | 180                   |                      | 9                      | 0,9                   |                          |  |  |
| 5.6.2018                 | 7    | 150                         | <2,0                   | 4,1                       |                         |                         | 770                                     |                                 |                                   | 87                       | <1,0                     | <1,0                    | 22                     | <0,10                           | <0,20                          | 190                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <0,50                 | 25                        | 41                       | 120                     | 13                      | 120                   |                      | 8,5                    | 0,65                  | <1,0                     |  |  |
| 4.7.2018                 | 6,7  | 330                         | 3,5                    |                           |                         |                         | 2200                                    |                                 |                                   | 85                       |                          |                         |                        |                                 |                                | 330                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 100                       | 450                      | 320                     | 17                      | 310                   |                      | 20                     | 0,64                  |                          |  |  |
| 11.7.2018                | 6,9  | 340                         | 4,6                    | 4,5                       |                         |                         | 1900                                    |                                 |                                   | 78                       | <1,0                     | <1,0                    | 26                     | <0,020                          | 0,043                          | 340                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 95                        | 210                      | 310                     | 17                      | 270                   |                      | 24                     | 0,78                  | <1,0                     |  |  |
| 18.7.2018                | 6,8  | 270                         | 2,1                    |                           |                         |                         | 1400                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 270                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 55                        | 180                      | 210                     | 12                      | 230                   |                      | 11                     | <0,50                 |                          |  |  |
| 25.7.2018                | 6,9  | 220                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1200                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 240                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 50                        | 150                      | 200                     | 9,5                     | 340                   |                      | 8,3                    | <0,50                 |                          |  |  |
| 1.8.2018                 | 7,1  | 230                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1400                                    |                                 |                                   | <20                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 260                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 55                        | 100                      | 220                     | 9,4                     | 360                   |                      | 6,5                    | 0,28                  |                          |  |  |
| 8.8.2018                 | 7    | 250                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1400                                    |                                 |                                   | 23                       | <0,50                    | <1,0                    | 30                     |                                 | <0,030                         | 260                     | <0,50                    | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 55                        | 100                      | 220                     | 9,1                     | 230                   |                      | 7,3                    | 0,34                  | <1,0                     |  |  |
| 12.9.2018                | 7,2  | 280                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1600                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 300                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 61                        | 67                       | 240                     | 9,2                     | 490                   |                      | 6,1                    | <0,50                 |                          |  |  |
| 20.9.2018                | 7,2  | 260                         | <2,0                   | 5,3                       |                         |                         | 1600                                    |                                 |                                   | <50                      | <1                       | <1                      | 23                     | <0,02                           | <0,030                         | 280                     | <0,50                    | <3,0                  | <3,0                   | <1,0                  | 51                        | 42                       | 220                     | 7,3                     | 220                   |                      | <5,0                   | <0,50                 | <1,0                     |  |  |
| 26.9.2018                | 7,3  | 260                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1700                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 340                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 58                        | 31                       | 260                     | 9,6                     | 220                   |                      | 5,2                    | 0,54                  |                          |  |  |
| 3.10.2018                | 6,9  | 240                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1400                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 310                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 52                        | 78                       | 240                     | 10                      | 240                   |                      | 8,4                    | 0,55                  |                          |  |  |
| 9.10.2018                | 6,9  | 240                         | <2,0                   | 6,4                       | 5,6                     | 0,94                    | 1400                                    | 1,1                             | 13                                | <50                      | <1                       | <1                      | 19                     | <0,10                           | <0,20                          | 290                     | <0,50                    | <3,0                  | <3,0                   | <1,0                  | 50                        | 320                      | 220                     | 15                      | 420                   | 430                  | 17                     | 0,88                  | <1,0                     |  |  |
| 17.10.2018               | 7,5  | 250                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1500                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 290                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 49                        | 470                      | 220                     | 25                      | 350                   |                      | 28                     | 1,6                   |                          |  |  |
| 24.10.2018               | 7,0  | 240                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1400                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 270                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 45                        | 230                      | 200                     | 19                      | 370                   |                      | 21                     | 1,1                   |                          |  |  |
| 30.10.2018               | 7,0  | 250                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1500                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 340                     |                          |                       | <3,0                   |                       | 51                        | 510                      | 230                     | 25                      | 550                   |                      | 31                     | 1,1                   |                          |  |  |
| 8.11.2018                | 6,9  | 200                         | 2,4                    | 9,4                       |                         |                         | 1100                                    | 2,4                             | 15                                | <50                      | <1,0                     | <1,0                    | 15                     | <0,02                           | <0,03                          | 250                     | 0,99                     | <3,0                  | <3,0                   | <1,0                  | 38                        | 580                      | 170                     | 25                      | 1100                  |                      | 32                     | 0,62                  | <1,0                     |  |  |
| Min.                     | 6,5  | 110                         | <2                     | 2,6                       | 5,6                     | 0,9                     | 540                                     | 1,10                            | 13,0                              | <50                      | <0,50                    | <1,0                    | 15                     | <0,20                           | 0,0                            | 140                     | <0,50                    | <3,0                  | <2                     | <1,0                  | 16                        | 31                       | 92                      | 7,3                     | 120                   | 430                  | <5                     | <0,50                 | <1,0                     |  |  |
| Maks.                    | 7,5  | 480                         | 8                      | 9,4                       | 5,6                     | 0,9                     | 3100                                    | 2,4                             | 15                                | 590                      | 0,57                     | <1,0                    | 34                     | <0,20                           | 0,3                            | 510                     | 5,0                      | <3,0                  | 3,8                    | <1,0                  | 120                       | 3100                     | 720                     | 110                     | 2000                  | 430                  | 220,0                  | 3,4                   | <2,0                     |  |  |
| Ka.                      | 7,0  | 278                         |                        | 5,1                       | 5,6                     | 0,9                     | 1627                                    | 1,8                             | 14                                |                          |                          | <1,0                    | 24                     | <0,20                           | 0,1                            | 312                     |                          | <3,0                  |                        | <1,0                  | 60                        | 918                      | 305                     | 23                      | 557                   | 430                  | 32,8                   |                       |                          |  |  |
| Latosuo                  |      |                             |                        |                           |                         |                         |   |                                 |                                   |                          |                          |                         |                        |                                 |                                |                         |                          |                       |                        |                       |                           |                          |                         |                         |                       |                      |                        |                       |                          |  |  |
| 8.3.2018                 | 7,7  | 300                         | <2,0                   | 3,6                       |                         |                         | 1600                                    |                                 |                                   | 72                       | <0,50                    | <1,0                    | 24                     | <0,020                          | 0,15                           | 320                     | 2,7                      | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 39                        | 1100                     | 280                     | 26                      | 140                   |                      | 37                     | 0,67                  | <2,0                     |  |  |
| 14.3.2018                | 7,6  | 260                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1600                                    |                                 |                                   | 77                       |                          |                         |                        |                                 |                                | 350                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 45                        | 1100                     | 300                     | 26                      | 120                   |                      | 34                     | 0,66                  |                          |  |  |
| 21.3.2018                | 7,1  | 260                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1000                                    |                                 |                                   | <50                      |                          |                         |                        |                                 |                                | 310                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 29                        | 990                      | 220                     | 27                      | 240                   |                      | 39                     | 0,59                  |                          |  |  |
| 28.3.2018                | 8,7  | 270                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1600                                    |                                 |                                   | 67                       |                          |                         |                        |                                 |                                | 330                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 42                        | 1100                     | 280                     | 24                      | 200                   |                      | 27                     | 0,58                  |                          |  |  |
| 4.4.2018                 | 9    | 260                         | <2,0                   |                           |                         |                         | 1400                                    |                                 |                                   | 62                       |                          |                         |                        |                                 |                                | 330                     |                          |                       | <2,0                   |                       | 43                        | 1100                     | 300                     | 24                      | 220                   |                      | 22                     | 0,56                  |                          |  |  |
| Min.                     | 7,1  | 260,0                       | <2,0                   | 3,6                       |                         |                         | 1000,0                                  |                                 |                                   | 62,0                     |                          |                         |                        |                                 |                                | 310,0                   |                          |                       | <2,0                   |                       | 29,0                      | 990,0                    | 220,0                   | 24,0                    | 120,0                 |                      | 22,0                   | 0,6                   |                          |  |  |
| Maks.                    | 9,0  | 300,0                       | <2,0                   | 3,6                       |                         |                         | 1600,0                                  |                                 |                                   | 77,0                     |                          |                         |                        |                                 |                                | 350,0                   |                          |                       | <2,0                   |                       | 45,0                      | 1100,0                   | 300,0                   | 27,0                    | 240,0                 |                      | 39,0                   | 0,7                   |                          |  |  |
| Ka.                      | 8,02 | 270                         | <2,0                   | 3,6                       |                         |                         | 1440                                    |                                 |                                   | 69,5                     | <0,50                    | <1,0                    | 24                     | <0,020                          | 0,15                           | 328                     | 2,7                      | <3,0                  | <2,0                   | <1,0                  | 39,6                      | 1078                     | 276                     | 25,4                    | 184                   |                      | 31,8                   | 0,612                 | <2,0                     |  |  |

**LIITE 3**  
**VESISTÖKUORMITUSKUVAAJAT**

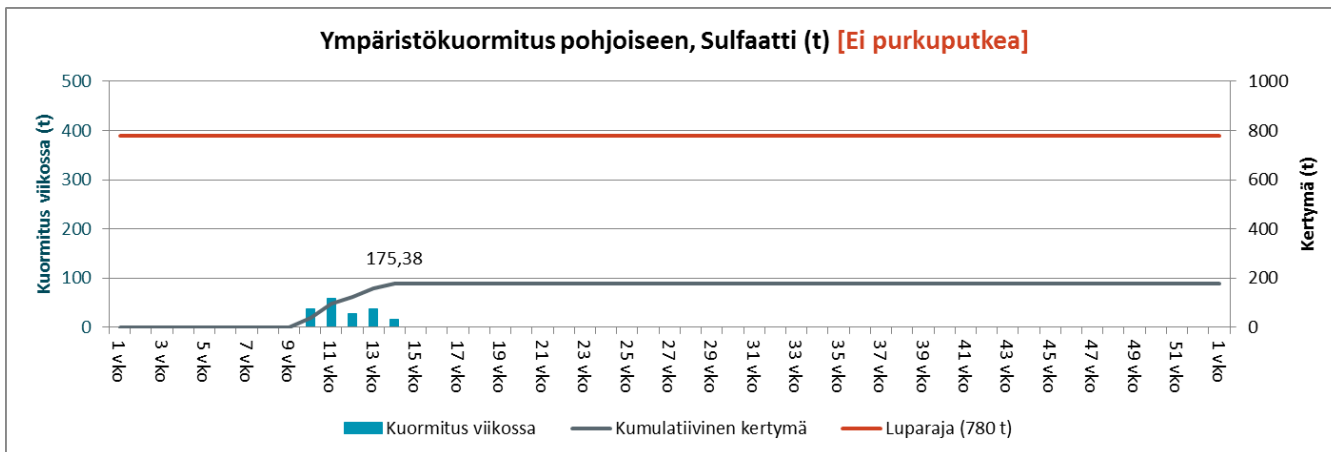
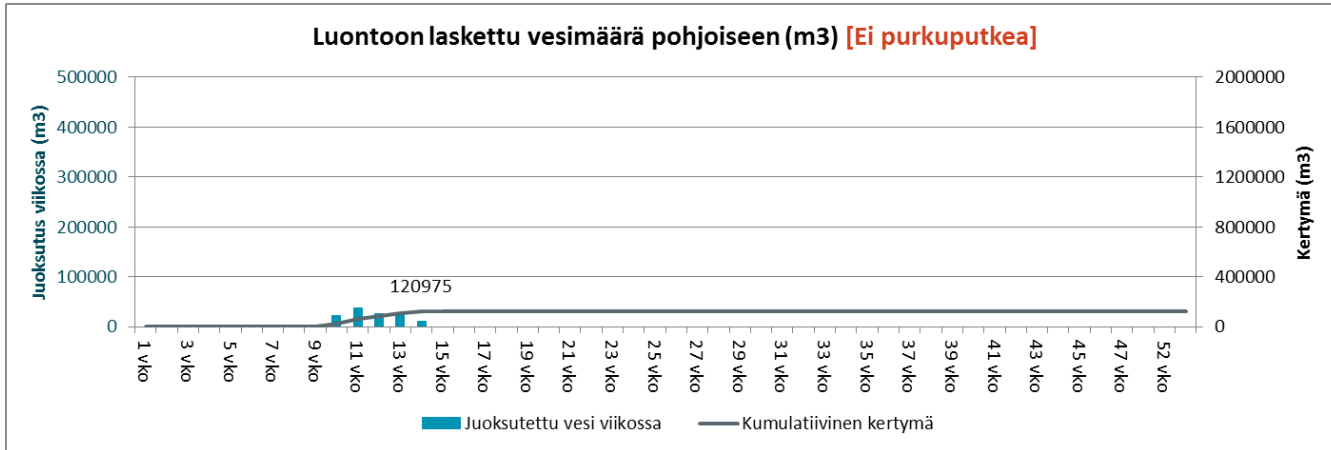
**Kokonaiskuormitus alkuperäisiä purkureittejä pitkin vuonna 2018:**

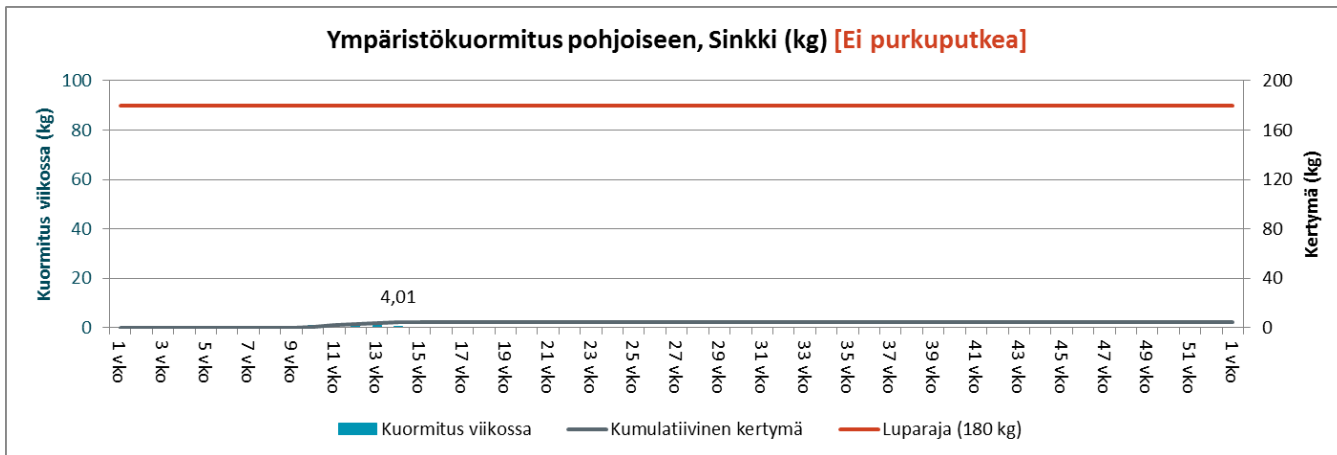
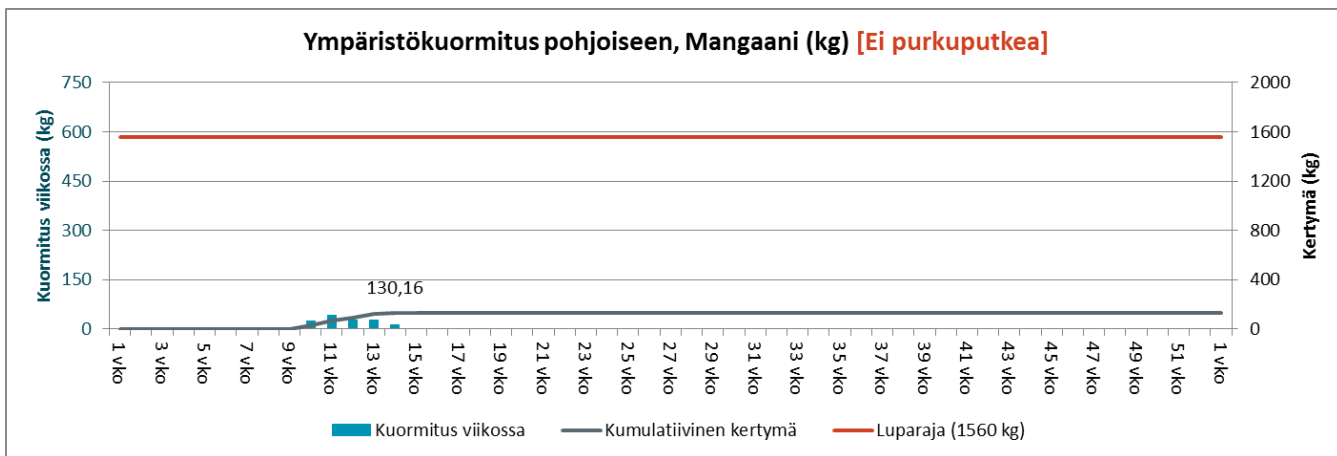
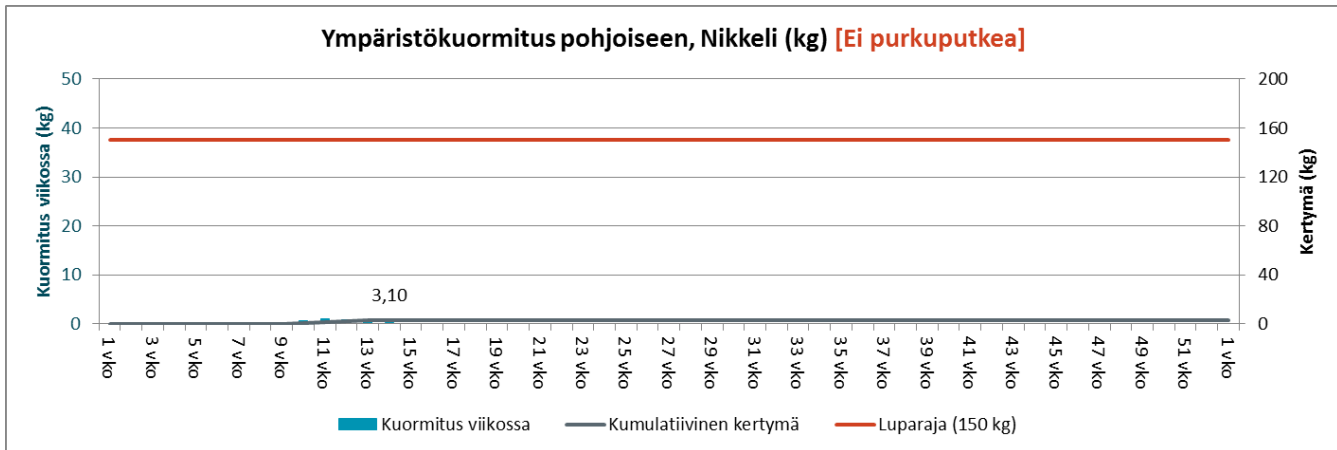




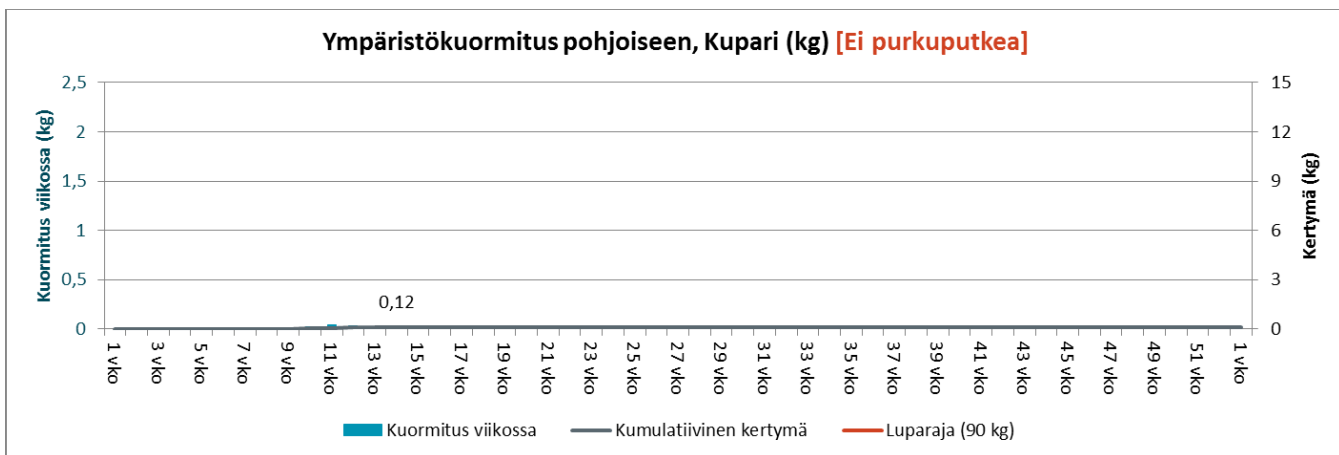
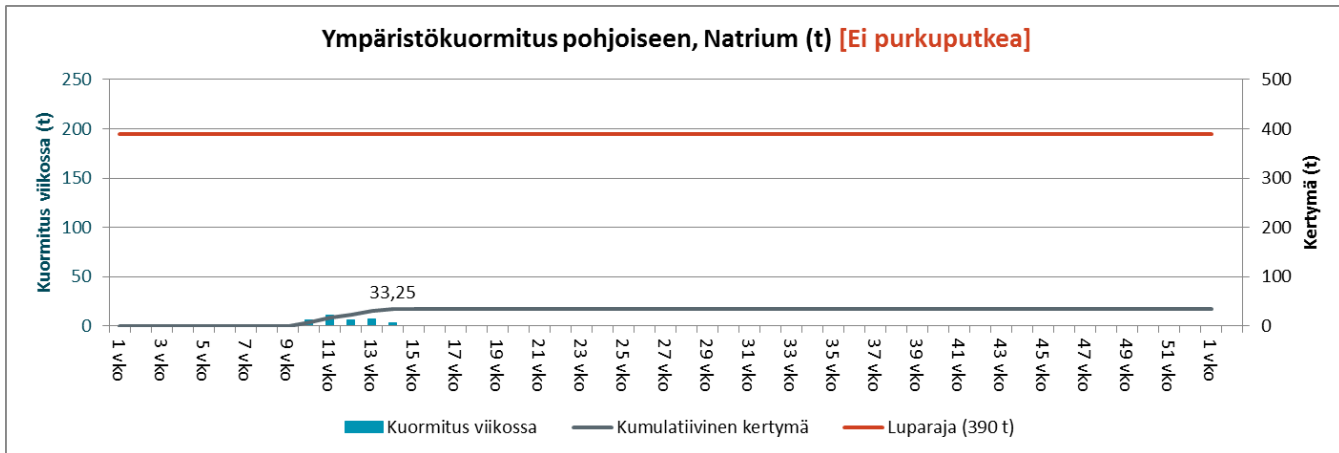


## Kokonaiskuormitus alkuperäisiä purkureittejä pitkin pohjoiseen vuonna 2018:





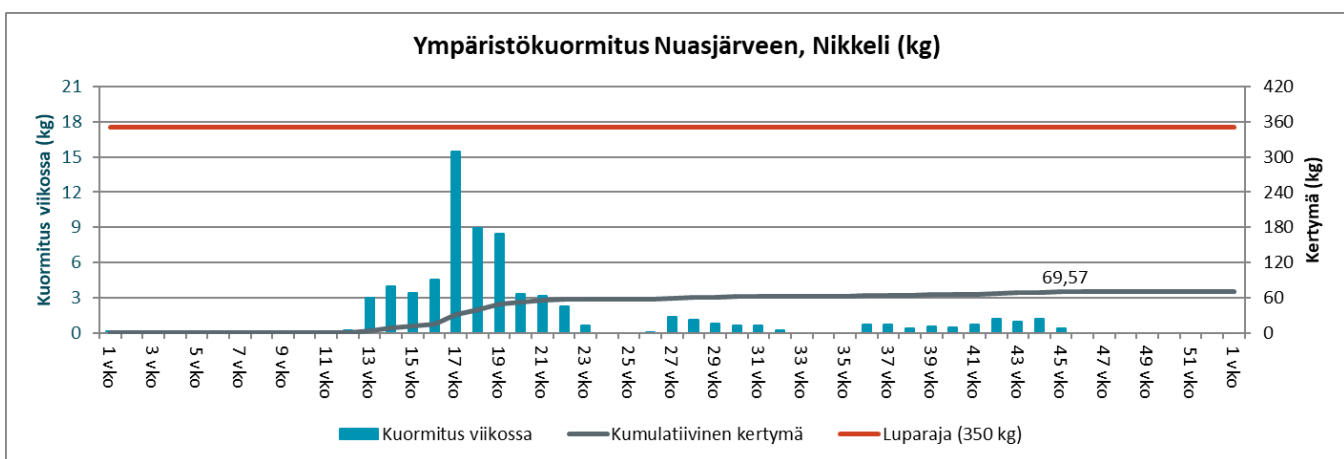
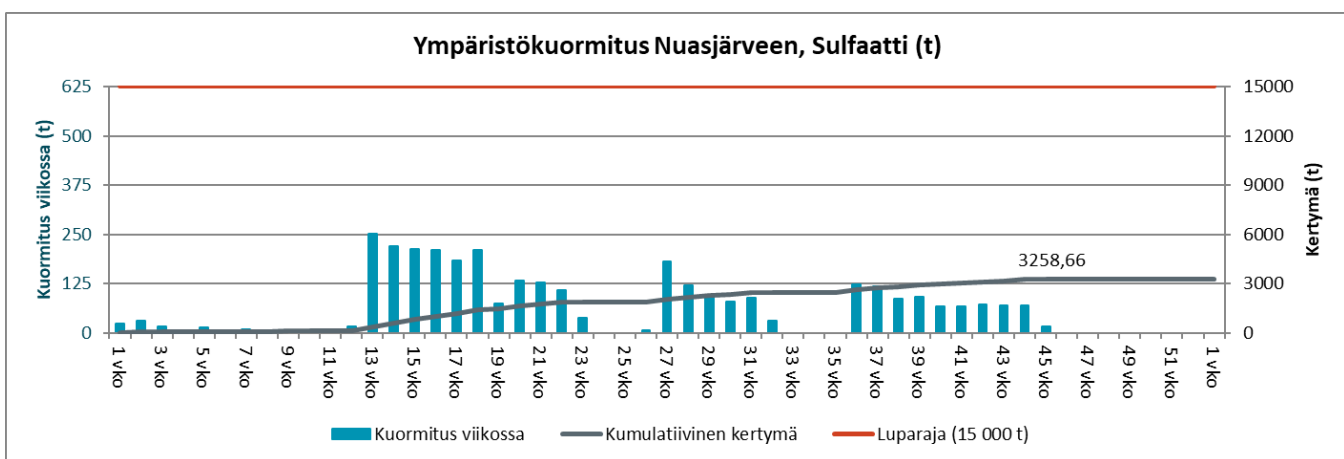
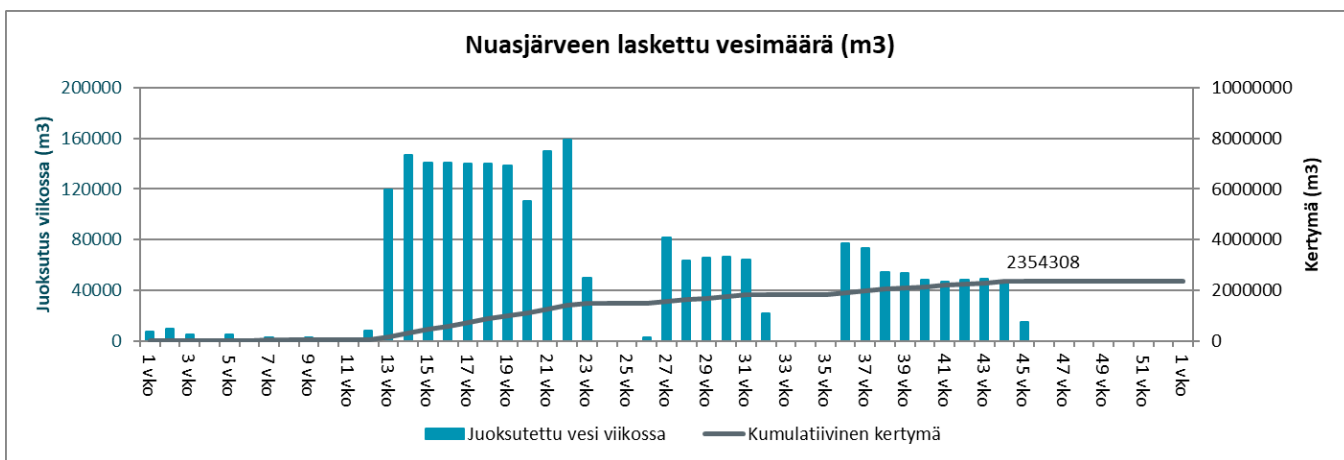


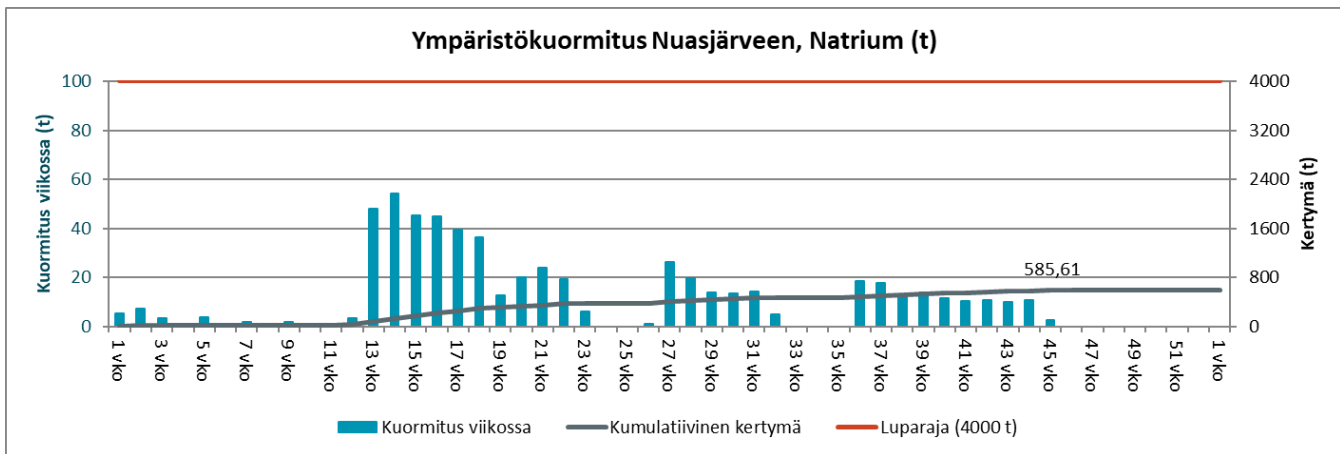
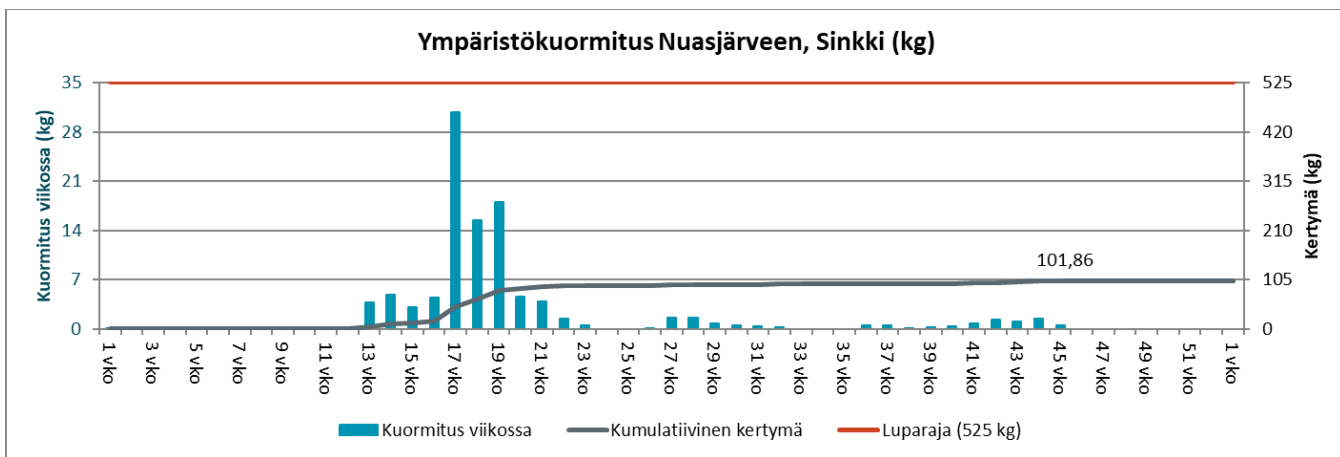
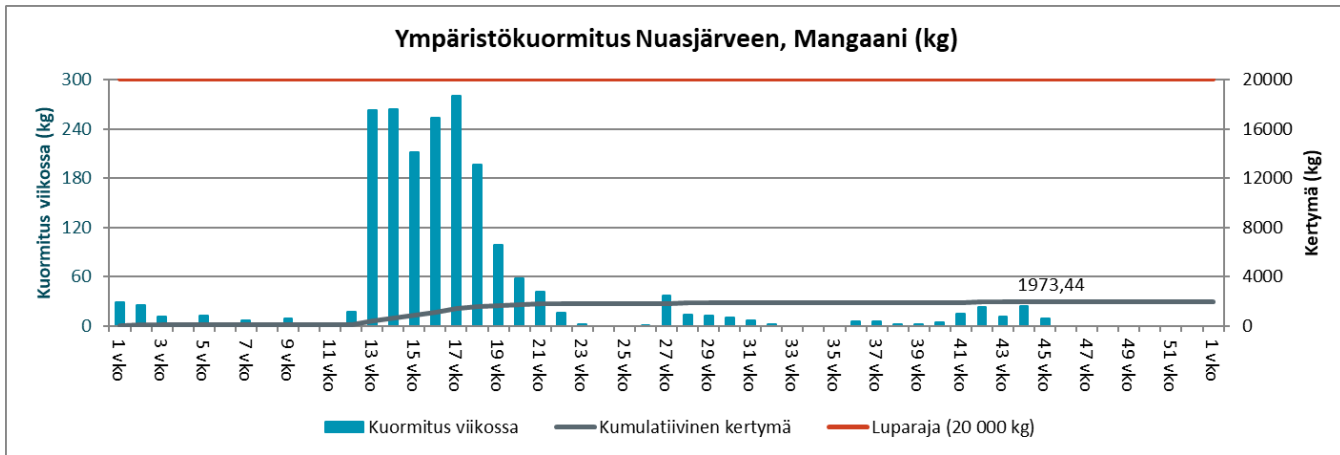


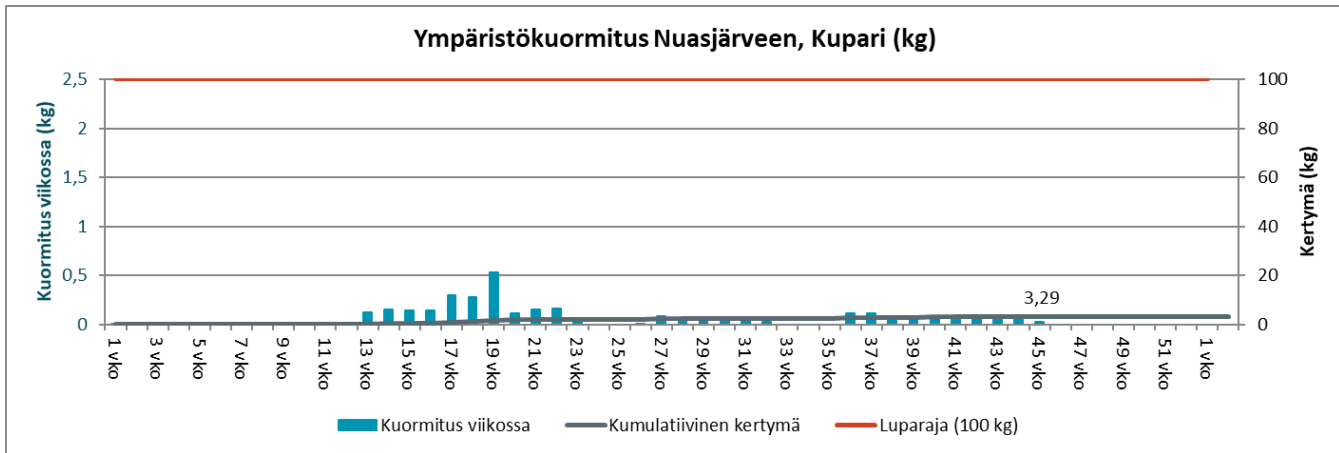
**Kokonaiskuormitus alkuperäisiä purkureittejä pitkin etelään vuonna 2018:**

**Etelään ei johdettu vesiä vuonna 2018.**

**Kuormitus purkupuutken kautta Nuasjärveen vuonna 2018:**







**LIITE 4**  
**SANITEETTIPUHDISTAMON KUORMITUSTARKKAILUN TULOKSET 2018**

**JÄTEVESITARKKAILU**  
**Terraframe Oy, saniteettijätevedet vuonna 2018**



**Ramboll Finland Oy**  
 Kirjastokatu 4, 70100 Kuopio

**1. KUORMITUS**

| pvm /<br>havaintopiste | Yksikkö           | Q  | BOD <sub>7/ATU</sub> | Kok.P    | Kok.N | NH <sub>4</sub> -N | Kiintoaine | COD <sub>Cr</sub> |
|------------------------|-------------------|----|----------------------|----------|-------|--------------------|------------|-------------------|
| Lupaehto*              | %                 |    | > 90 %               | > 85 %   |       |                    |            |                   |
| VNA 888/2006**         | mg/l              |    | ≤ 30 mg/l            | ≤ 3 mg/l |       |                    | ≤ 35 mg/l  | ≤ 125 mg/l        |
| VNA 888/2006**         | %                 |    | ≥ 70 %               | ≥ 80 %   |       |                    | ≥ 90 %     | ≥ 75 %            |
| <b>Virtaama:</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>8.3.2018</b>        |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | mg/l              | 27 |                      |          |       |                    |            |                   |
| Käsitelty              | mg/l              | 27 |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>26.6.2018</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | m <sup>3</sup> /d | 20 |                      |          |       |                    |            |                   |
| Käsitelty              | m <sup>3</sup> /d | 20 |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>18.12.2018</b>      |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | m <sup>3</sup> /d | 16 |                      |          |       |                    |            |                   |
| Käsitelty              | m <sup>3</sup> /d | 16 |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>Keskiarvo</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | m <sup>3</sup> /d | 18 |                      |          |       |                    |            |                   |
| Käsitelty              | m <sup>3</sup> /d | 18 |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>Pitoisuudet:</b>    |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>8.3.2018</b>        |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | mg/l              |    | 250                  | 9,5      | 120   |                    | 100        | 410               |
| Käsitelty              | mg/l              |    | 5,5                  | 0,43     | 87    | 57                 | 12         | 40                |
| <b>26.6.2018</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | mg/l              |    | 490                  | 22       | 150   |                    | 160        | 920               |
| Käsitelty              | mg/l              |    | 1,5                  | 0,15     | 45    | 13                 | 5          | 27                |
| <b>18.12.2018</b>      |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | mg/l              |    | 250                  | 15       | 140   |                    | 240        | 580               |
| Käsitelty              | mg/l              |    | 1,5                  | 1,40     | 83    | 31                 | 5          | 31                |
| <b>Keskiarvo</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | mg/l              |    | 330                  | 16       | 137   |                    | 167        | 637               |
| Käsitelty              | mg/l              |    | 3                    | 1        | 72    | 34                 | 7          | 33                |
| <b>Kuormitus:</b>      |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>8.3.2018</b>        |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | kg/d              |    | 6,75                 | 0,2565   | 3,24  |                    | 2,7        | 11,07             |
| Käsitelty              | kg/d              |    | 0,15                 | 0,01     | 2,35  | 1,54               | 0,32       | 1,08              |
| <b>26.6.2018</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | kg/d              |    | 9,8                  | 0,440    | 3,0   |                    | 3,2        | 18                |
| Käsitelty              | kg/d              |    | 0,03                 | 0,003    | 0,9   | 0,26               | 0,10       | 0,5               |
| <b>18.12.2018</b>      |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | kg/d              |    | 4,0                  | 0,240    | 2,2   |                    | 3,8        | 9,3               |
| Käsitelty              | kg/d              |    | 0,02                 | 0,022    | 1,3   | 0,50               | 0,08       | 0,5               |
| <b>Keskiarvo</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | kg/d              |    | 6,9                  | 0,3      | 2,8   |                    | 3,2        | 12,9              |
| Käsitelty              | kg/d              |    | 0,07                 | 0,01     | 1,53  | 0,77               | 0,17       | 0,71              |
| <b>8.3.2018</b>        |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | avl               |    | 96                   | 64       | 216   |                    | 26         |                   |
| Käsitelty              | avl               |    | 2                    | 3        | 157   |                    | 3          |                   |
| <b>26.6.2018</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | avl               |    | 140                  | 110      | 200   |                    | 30         |                   |
| Käsitelty              | avl               |    | 0                    | 1        | 60    |                    | 1          |                   |
| <b>18.12.2018</b>      |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | avl               |    | 57                   | 60       | 149   |                    | 37         |                   |
| Käsitelty              | avl               |    | 0                    | 6        | 89    |                    | 1          |                   |
| <b>Keskiarvo</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| Tuleva                 | avl               |    | 99                   | 85       | 175   |                    | 34         |                   |
| Käsitelty              | avl               |    | 1                    | 3        | 102   |                    | 2          |                   |
| <b>Puhdistusteho:</b>  |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
| <b>8.3.2018</b>        |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
|                        | %                 |    | 98                   | 95       | 28    | 53                 | 88         | 90                |
| <b>26.6.2018</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
|                        | %                 |    | 100                  | 99       | 70    | 91                 | 97         | 97                |
| <b>18.12.2018</b>      |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
|                        | %                 |    | 99                   | 91       | 41    | 78                 | 98         | 95                |
| <b>Keskiarvo</b>       |                   |    |                      |          |       |                    |            |                   |
|                        | %                 |    | 100                  | 95       | 55    | 85                 | 97         | 96                |

\*1,5 alle määritysrajan <3

\*1,5 alle määritysrajan <3

\* Lupaehdon mukaiset raja-arvot tarkastellaan vuosikeskiarvoina

\*\* Valtioneuvoston asetuksen (VNA 888/2006) biologisen käsittelyn vähimmäisvaatimukset

## 2. MUITA MITATTUJA SUUREITA

| pvm /<br>havaintopiste | Lämpö-<br>tila<br>°C | Kemikaalikulutus         |                            | Alkali<br>teetti<br>mmol/l | pH  | Johto<br>kyky<br>mS/m | NO <sub>2</sub> -N<br>mg/l | NO <sub>3</sub> -N<br>mg/l | PO <sub>4</sub> -P<br>mg/l | Al<br>µg/l | Fe<br>µg/l | Koli 44°C<br>pmy/ 100 ml | Happi<br>mg/l |
|------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|------------|--------------------------|---------------|
|                        |                      | NaOH<br>g/m <sup>3</sup> | PAX-14<br>g/m <sup>3</sup> |                            |     |                       |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| <b>8.3.2018</b>        |                      |                          |                            |                            |     |                       |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Tuleva                 | 11,7                 | 0                        | 568                        | 9,2                        | 8,2 | 130                   |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Käsitelty              | 12,2                 |                          |                            | 1,4                        | 7,1 | 120                   | 0,62                       | 29                         | 0,18                       | 1400       | 210        | 1200                     | 6,2           |
| <b>26.6.2018</b>       |                      |                          |                            |                            |     |                       |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Tuleva                 | 18                   | 30                       | 537                        | 11                         | 7,6 | 180                   |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Käsitelty              | 17,9                 |                          |                            | 0,12                       | 6,1 | 100                   | 0,2                        | 32                         | 0,049                      | 3200       | 210        | 3                        | 7,4           |
| <b>18.12.2018</b>      |                      |                          |                            |                            |     |                       |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Tuleva                 | 14,6                 | 0                        | 400                        | 9,8                        | 8,2 | 150                   |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Käsitelty              | 15,5                 |                          |                            | <0,02                      | 4,4 | 130                   | 0,56                       | 63                         | 1,1                        | 3200       | 270        | 0                        | 6,6           |
| <b>Keskiarvo</b>       |                      |                          |                            |                            |     |                       |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Tuleva                 | 14,8                 |                          |                            | 10                         | 8   | 153                   |                            |                            |                            |            |            |                          |               |
| Käsitelty              | 15,2                 |                          |                            | 0,8                        | 5,9 | 116,7                 | 0,46                       | 41,33                      | 0,44                       | 2600       | 230        | 401                      | 6,73          |

## 3. PROSESSIOSIEN KUORMITUS

| pvm /<br>havaintopiste | Pinta-<br>ala<br>m <sup>2</sup> | Tila-<br>vuus<br>m <sup>3</sup> | Q <sub>med</sub><br>m <sup>3</sup> /h | S <sub>n</sub><br>m/h | S <sub>M,SS</sub><br>m/h | S <sub>SS</sub><br>KgSS/m <sup>2</sup> h | Vlipyvä<br>h | Happi 1<br>mg/l | Happi 2<br>mg/l | Näkösyvyys 1<br>cm | Näkösyvyys 2<br>cm |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--|--------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| <b>8.3.2018</b>        |                                 |                                 |                                       |                       |                          |  |              |                 |                 |                    |                    |
| Selkeyty               |                                 |                                 | 1,13                                  |                       |                          |  |              |                 |                 | 118                |                    |
| <b>26.6.2018</b>       |                                 |                                 |                                       |                       |                          |  |              |                 |                 |                    |                    |
| Selkeyty               |                                 |                                 | 0,83                                  |                       |                          |  |              |                 |                 |                    |                    |
| <b>18.12.2018</b>      |                                 |                                 |                                       |                       |                          |  |              |                 |                 |                    |                    |
| Selkeyty               |                                 |                                 | 0,67                                  |                       |                          |  |              |                 |                 | 120                |                    |

## 4. LAUSUNTO

Puhdistamo saavutti sille asetetut luparajat sekä biologisen hapenkulutuksen että kokonaisfosforin osalta.  
Puhdistamo saavutti valtioneuvoston asetuksen (VNA 888/2006) biologisen käsittelyn vähimmäisvaatimukset.

Kuopiossa 15.2.2018  
RAMBOLL FINLAND OY  
Elina Lampinen, ympäristökonsultti



**LIITE 5**  
**SIVUKIVIALUE KL2 RAKENTEIDEN ALAPUOLISIEN VESIEN**  
**NÄYTETULOKSET 2017 JA 2018 (LAAJAT ANALYYSI)**

LIITE 5 Sivukivialue KL2 rakenteiden alapuolisen vesien näytetulokset 2017 ja 2018 (Laajat analyysit)

| Ottopäivä | Lämpötila<br>°C | pH  | Alkaliteetti<br>mmol/l | Fosfori (P)<br>kokonaispitoisuus<br>µg/l | Fosfaattifosfori<br>(PO4-P)<br>µg/l | CODMn<br>mg/l | Säikkön-<br>johjavuus 25°C<br>mS/m | Sulfaatti<br>(SO4)<br>mg/l | Sameus<br>NTU | Kiinto-<br>aine<br>mg/l | NO3-N + NO2-N<br>µg/l | Ammoniumtyppi<br>(NH4-N)<br>µg/l | Typpi<br>(N)<br>µg/l | Kokonaispitoisuudet     |                           |                         |                          |                          |                         |                         |                       |                          |                        | Liukoiset             |                          |                          |                         |                        |                          |                       |                       |                         |
|-----------|-----------------|-----|------------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
|           |                 |     |                        |  |                                     |               |                                    |                            |               |                         |                       |                                  |                      | Kalsium<br>(Ca)<br>mg/l | Magnesium<br>(Mg)<br>mg/l | Natrium<br>(Na)<br>mg/l | Elohopea<br>(Hg)<br>µg/l | Alumiini<br>(Al)<br>µg/l | Kadmium<br>(Cd)<br>µg/l | Nikkeli<br>(Ni)<br>µg/l | Rauta<br>(Fe)<br>µg/l | Mangaani<br>(Mn)<br>µg/l | Sinkki<br>(Zn)<br>µg/l | Uraani<br>(U)<br>µg/l | Alumiini<br>(Al)<br>µg/l | Mangaani<br>(Mn)<br>µg/l | Kadmium<br>(Cd)<br>µg/l | Sinkki<br>(Zn)<br>µg/l | Elohopea<br>(Hg)<br>µg/l | Rauta<br>(Fe)<br>µg/l | Uraani<br>(U)<br>µg/l | Nikkeli<br>(Ni)<br>µg/l |
| 7.12.2017 | 2,7             | 3,6 |                        | 0,053                                    |                                     | 4,5           | 110                                | 600                        |               | 200                     |                       | 5,3                              | 89                   | 44                      | 9,8                       | <0,020                  | 6000                     | 6,7                      | 1600                    | 1200000                 | 6500                  | 3700                     | 15                     | 6800                  | 7400                     | 7,7                      | 4300                    | <0,020                 | 150000                   | 6                     | 1800                  |                         |
| 6.11.2018 | 6,3             | 3,1 | <0,020                 | <2,0                                     | <2,0                                | 14            | 150                                | 730                        | 140           | 14                      | 9,9                   | 370                              | 2800                 | 68                      | 35                        | 5,9                     | <0,020                   | 6000                     | 6,7                     | 1600                    | 1200000               | 6500                     | 3700                   | 15                    | 6800                     | 7400                     | 7,7                     | 4300                   | <0,020                   | 150000                | 6                     | 1800                    |

**LIITE 6**  
**SIVUKIVIALUE KL2 SUOTOVESINÄYTTEIDEN TULOKSET 2018**

LIITE 6 Sivukivialue KL2 suotovesinäytteiden tulokset 2018

| Ottopäivä  | Lämpötila | pH  | Sähkön-<br>johtavuus 25°C | Klinto-<br>aine | CODMn | Sulfaatti<br>(SO4) | Typpi<br>(N) | Alumiini<br>(Al) | Antimoni<br>(Sb) | Arseni<br>(As) | Barium<br>(Ba) | Elohopea<br>(Hg), liuk. | Fosfori<br>(P) | Kadmium<br>(Cd), liuk. | Kalsium<br>(Ca) | Koboltti<br>(Co) | Kromi<br>(Cr) | Kupari<br>(Cu) | Lyijy<br>(Pb) | Magnesium<br>(Mg) | Mangaani<br>(Mn) | Natrium<br>(Na) | Nikkeli<br>(Ni) | Rauta<br>(Fe) | Sinkki<br>(Zn) | Uraani<br>(U) | Vanadilini<br>(V) |
|------------|-----------|-----|---------------------------|-----------------|-------|--------------------|--------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|------------------------|-----------------|------------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|
|            | °C        |     | mS/m                      | mg/l            | mg/l  | mg/l               | µg/l         | µg/l             | µg/l             | µg/l           | µg/l           | µg/l                    | µg/l           | µg/l                   | µg/l            | µg/l             | µg/l          | µg/l           | µg/l          | µg/l              | µg/l             | µg/l            | µg/l            | µg/l          | µg/l           | µg/l          | µg/l              |
| 30.10.2017 | 6         | 3,3 | 1100                      | 44              | 52    | 40000              | 3            | 550000           | 2,7              | 1,8            | 2,1            | <0,1                    | 0,047          | 2100                   | 350             | 9200             | 23            | 14000          | 5,4           | 1200              | 940000           | 38              | 290000          | 930000        | 600000         | 2600          | 100               |
| 30.10.2017 | 6,3       | 3,2 | 1100                      | 60              | 140   | 48000              | 41           | 670000           | 3                | 2,8            | 2,4            | <0,010                  | 0,095          | 2300                   | 350             | 14000            | 44            | 7800           | 12            | 1300              | 900000           | 27              | 370000          | 1400000       | 710000         | 2300          | 200               |
| 7.12.2017  | 1         | 3,6 | 2100                      | 23              | 350   | 39000              | 2,9          | 1900000          | 1,6              | 94             | 4,1            | 0,061                   | 0,19           | 6200                   | 420             | 29000            | 85            | 20000          | 28            | 3700              | 2100000          | 67              | 780000          | 3000000       | 1600000        | 6400          | 150               |
| 8.3.2018   | 0,6       | 3,4 | 1600                      | 240             | 280   | 39000              | 9            | 1000000          | <1,0             | 1,5            | 4,5            | 0,02                    | 0,22           | 5100                   | 400             | 21000            | 50            | 5500           | 28            | 2100              | 1600000          | 180             | 580000          | 2200000       | 1500000        | 4700          | 86                |
| 5.6.2018   | 9,4       | 3,4 | 1400                      | 140             | 170   | 41000              | 12           | 660000           | <1,0             | 1,7            | 4,3            | <0,020                  | 0,061          | 4900                   | 380             | 16000            | 26            | 2200           | 26            | 1100              | 1100000          | 170             | 430000          | 1700000       | 1200000        | 3800          | 40                |
| 8.8.2018   | 7,2       | 3,5 | 1100                      | 58              | 170   | 38000              | 13           | 370000           | 1,1              | 62             | 1,9            | <0,10                   |                | 2900                   | 400             | 7000             | 9,5           | 1100           | 16            | 700               | 630000           | 210             | 230000          | 1300000       | 730000         | 2700          | 24                |
| 20.9.2018  | 8,4       | 3,4 | 1000                      | 120             | 180   | 17000              | 10           | 330000           | <1,0             | 67             | 2,2            | <0,02                   | 0,079          | 2400                   | 330             | 4700             | 12            | 720            | 16            | 440               | 540000           | 170             | 150000          | 920000        | 440000         | 2000          | 14                |
| 18.12.2018 | 3,7       | 3,3 | 1300                      | 210             | 160   | 16000              | 6,8          | 500000           | <1               | 160            | 2,8            | <0,02                   | 0,2            | 3600                   | 390             | 9200             | 25            | 460            | 22            | 840               | 1200000          | 170             | 340000          | 1900000       | 1100000        | 3300          | 47                |