

Vastaanottaja  
**Terrafame Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Vuosiraportti**

Päivämäärä  
**14.2.2020**

Viite  
**1510046315-015**

# **TERRAFAME OY**

## **TERRAFAMEN KAIVOKSEN TARKKAILU**

### **VUONNA 2019**

### **PINTAVESIEN TARKKAILU**



**TERRAFAME OY**  
**PINTAVESIEN TARKKAILU**

Laatija **Hanna Kangas, Niklas Virkkala**  
Tarkastaja **Anna Hakala**  
Kuvaus **Pintavesien tarkkailu, vuosiraportti**

Viite 1510046315-015

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>PURKUVESIEN OMINAISUUDET</b>	<b>2</b>
2.1	Sulfaatti	2
2.2	Metallit	3
2.2.1	Valtioneuvoston asetuksen mukaiset ympäristölaatu­normit	3
2.2.2	Raportissa sovelletut ympäristölaatu­normit	4
2.2.3	Mangaani	6
<b>3.</b>	<b>TAUSTATIEDOT</b>	<b>6</b>
3.1	Vesien johtaminen vuonna 2019	7
3.2	Sää- ja virtaamaolosuhteet vuonna 2019	7
3.2.1	Sää	7
3.2.2	Virtaamat	9
<b>4.</b>	<b>NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIT</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>ALUEEN VESISTÖT</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>OULUJOEN SUUNNAN TARKKAILUTULOKSET</b>	<b>13</b>
6.1	Salminen	13
6.2	Salmisenpuro	14
6.3	Kalliojärvi	15
6.4	Korentojoki	16
6.5	Härkäpuro ja Kuusijoki	17
6.6	Kalliojoki	18
6.7	Aittopuro	19
6.8	Kolmisoppi	19
6.9	Tuhkajoki	21
6.10	Talvijoki	22
6.11	Jormasjärvi	23
6.11.1	Vesinäytteiden tulokset	23
6.11.1	Automaattiset mittaukset	24
6.11.2	Rantavesinäytteet	25
6.12	Jormasjoki	26
6.13	Rehja-Nuasjärvi	26
6.13.1	Vesinäytteiden tulokset	26
6.13.2	Kenttämittaukset ja jatkuvatoiminen vedenlaadun seuranta	28
6.13.3	Leviämiskartoitus	30
6.13.4	Rantavesinäytteet	32
6.14	Kajaaninjoki	32
6.15	Oulujärvi	33
6.16	Pirttipuro ja Kivipuro	33
6.17	Yhteen­veto vaikutuksista Oulujoen suuntaan	34
<b>7.</b>	<b>VUOKSEN SUUNNAN TARKKAILUTULOKSET</b>	<b>35</b>
7.1	Ylä-Lumijärvi ja Lumijärvi	35
7.2	Lumijoki	36

7.3	Kivijärvi	36
7.4	Kivijoki	39
7.5	Laakajärvi	40
7.6	Kiltuanjärvi	42
7.7	Haajaistenjärvi	43
7.8	Haapajärvi	43
7.9	Nurmijoki	43
7.10	Sälevä	44
7.11	Atrojoki	44
7.12	Syväri	44
7.13	Yhteenveto vaikutuksista Vuoksen suuntaan	45
<b>8.</b>	<b>KAIVOSPIIRIN ULKOPUOLISET JÄRVET</b>	<b>45</b>
8.1	Iso-Savonjärvi	45
8.2	Hakonen	46
8.3	Raatelampi	46
<b>9.</b>	<b>EPÄVARMUUKSIEN TARKASTELU</b>	<b>46</b>
<b>10.</b>	<b>TARKKAILUN JATKAMINEN</b>	<b>47</b>
<b>11.</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>47</b>

## LIITTEET

### Liite 1

Tarkkailupisteiden sijainti

### Liite 2

Tarkkailutulokset vuonna 2019

### Liite 3

Kenttämittaustiedot

### Liite 4

Vedenlaatukuvaajia



## 1. JOHDANTO

Terrafamen kaivos sijaitsee vedenjakajalla, josta vedet laskevat luontaisesti Vuoksen ja Oulujoen vesistöjen suuntiin. Nykyisin kaivoksen purkuvesien juoksutus suuntautuu Oulujoen vesistöön, eikä Vuoksen vesistöön ole johdettu kaivosvesiä vuoden 2016 kevään jälkeen. Joidenkin alueen vesistöjen tilaa on seurattu pitkään jo ennen kaivostoiminnan alkua alueella. Suuri osa nykyisen pintavesien tarkkailun havaintopaikoista on ollut mukana tiiviissä seurannassa vuodesta 2008 alkaen.

Vuonna 2019 Terrafame Oy:n purkuvesiä vastaanottavien ja kaivoksen lähialueella sijaitsevien vesistöjen veden laadun tarkkailua jatkettiin Kainuun ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailusuunnitelman (Pöyry, 28.11.2016, päivitetty 6.2.2017) mukaisesti. Terrafamen kaivoksen pintavesien tarkkailu perustuu pääosin pitkään käytössä olleisiin seurantapaikkoihin. Vuonna 2015 tarkkailuun lisättiin Nuasjärven purkuputkeen liittyvä tarkkailu. Vuoden 2019 alusta alkaen purkuputken tarkkailua laajennettiin kolmella lisätarkkailupisteellä (Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1), jotka on sijoitettu veden virtausreitille lähelle purkuputkea.

Vesistötarkkailua painotetaan alueille, joihin vesistövaikutukset kohdistuvat ja ovat kohdistuneet eli Oulujoen ja Vuoksen vesistöjen suuntiin. Nuasjärven purkuputken myötä vesistötarkkailua lisättiin Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Tarkkailun tavoitteena on selvittää teollisuusalueelta vesistöön johdettavien vesien vaikutusalueen laajuus sekä vesien johtamisesta aiheutuvia vesistövaikutuksia.

Kivipuron ja Pirttipuron vedenlaadun tarkkailua lisättiin vuonna 2018, millä vastataan Terrafame Oy:n Kuusilammen avolouhoksen itäpuolelle rakennettavan sivukiven varastoalueen sekä siihen liittyvien toimintojen tarkkailuvelvoitteisiin. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi sivukiven varastoalueelle sekä siihen liittyville toiminnoille ympäristöluvan (Dnro PSAVI/2827/2016) 22. syyskuuta 2017.

Vuoden 2019 vesistötarkkailun vuosiraportissa tarkastellaan vuoden aikana otettujen vesinäytteiden ja tehtyjen mittausten tuloksia sekä verrataan niitä edellisten tarkkailuvuosien tuloksiin. Soveltuvien osien tuloksia on verrattu veden laadun eri viite- ja luokitteluarvoihin. Kaivoksen puhdistettujen vesien johtamisen vaikutuksia purkuvesistöihin tarkkaillaan Oulujoen vesistössä välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistössä välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri. Vesistöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 kartoissa.

Kaivostoimintaa koskevia ympäristölupia ja päätöksiä on kuvattu tarkemmin erillisessä Yhteenvedo-raportissa.

Vuonna 2019 Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuun sisältyi pintavesien biologisen tarkkailun osalta Kivijoen ja Tuhkajoen perifytonin piilevästötutkimus. Kalataloustarkkailun osalta ympäristötarkkailuun sisältyivät kalastuskirjanpito, kaupallisille kalastajille suunnattu kalastustiedustelu, Tuhkajoen sähkökoekalastukset kahdella koealalla sekä kalojen metallipitoisuustutkimus kuudella järvellä. Näiden tarkkailujen tulokset on kuvattu erillisraporteissa. Vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta eli alueelta johdettujen vesien määrää ja laatua on käsitelty tarkemmin erillisessä päästötarkkailun raportissa.

## 2. PURKUVESIEN OMINAISUUDET

Terrafamen kaivoksen toiminta on laajamittaista teollista toimintaa, joka aiheuttaa ympäristöluvan sallimissa rajoissa kuormitusta vesistöihin ja siten myös vaikutuksia ympäristöön. Vaikutukset aiheutuvat veden otosta (Kolmisopen säännöstely) sekä juoksutuksen aiheuttamasta vesistöön kohdistuvasta kuormituksesta. Juoksutettavien vesien sisältämät haitta-aineet koostuvat pääosin malmita peräisin olevista metalleista sekä natriumin ja sulfaatin osalta jossain määrin myös kaivoksen prosesseissa käytettävistä kemikaaleista. Kaivokselta vesistöön johdettavissa puhdistetuissa vesissä ei ole orgaanisia yhdisteitä ja ravinnepitoisuudet ovat pieniä.

Purkuvesien merkittävin kuormitustekijä on natriumsulfaatti, joka ei saostu kokonaisuudessaan vesienkäsittelyprosessissa. Natriumsulfaatin natrium on peräisin metallien talteenotto-prosessissa ja hajukaasujen pesussa käytettävästä lipeästä. Sulfaatti puolestaan on peräisin sulfidimalmista ja osittain myös pH:n säätöön käytettävästä rikkihaposta.

Ympäristöön johdettavat vedet käsitellään nykyisin keskusvedenpuhdistamolla. Keskuspuhdistamon toiminta perustuu kalkkineutralointiin, joka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi kaivosvesien puhdistamisessa. Kalkkimaito ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) syötetään ja sekoitetaan käsiteltävään veteen puhdistamon reaktoreissa. Käsiteltäessä hapanta sulfaattiliuosta kalkkimaidon (sammutettu kalkki) kanssa syntyy liuoksessa oleville erilaisille metalliyhdisteille hydroksidin syntyreaktio, jonka seurauksena metallin hydroksidisuola saostuu ulos liuoksesta ja vesi puhdistuu erilaisista metalleista. Kalkkimaitosaostuksella ei saada poistettua vedessä olevaa natriumia eikä kaikkea sulfaattia. Veden ja sakan seos johdetaan keskusvedenpuhdistamolta kipsisakka-altaille esiselkeytykseen. Keskuspuhdistamolta tulevan lietteen lisäksi kipsisakka-altaille pumpataan loppuneutraloinnista tuleva sakkaa sisältävä alite. Selkeytynyt vesi eli kirkas ylitevesi pumpataan edelleen Latosuolle ja sieltä vesistöön. Vesien johtamista ja käsittelyä on esitelty tarkemmin erillisessä vesipäästöjen raportissa.

Ympäristöön johdettavien vesien pH on tyypillisesti korkea (emäksinen) johtuen kalkkikäsittelystä. Myös alkaliteetti ja kalsiumpitoisuudet ovat korkeita sekä veden kokonaiskovuus erittäin kova. Natriumsulfaattipitoisuus nostaa sähkönjohtavuutta. Suolaisuus näkyy purkuvesien ja luonnonvesien välisenä tiheyserona, jolloin kaivoksen purkuvesi voi kertyä erityisesti kerrostuneisuuskaudella järvien alusveteen. Metallien osalta erityisesti mangaani on ollut koholla vesistöissä. Sulfaatti- ja mangaanipitoisuuksia voidaankin pitää hyvinä indikaattoreina kaivoksen vesistökuormituksen aiheuttamien vaikutusten arvioinnissa. Alla on esitetty parametrikohteisesti kuvaus ympäristöön johdettavien vesien haitallisuudesta.

### 2.1 Sulfaatti

Sulfaatti voi aiheuttaa vesistöjen suolaantumista sekä vesien mahdollista kerrostumista. Sulfaatille ei ole asetettu Suomessa ympäristölaatumnormia ja muissakin maissa sille on esitetty vain vähän ohjearvoja. British Columbia on asettanut tutkimuksiin perustuen ohjearvoja sulfaatin kuukausikeskiarvolle vesien suojelemiseksi. Erittäin pehmeissä vesissä ( $\text{CaCO}_3$  0-30 mg/l) ohjearvo on 128 mg/l ja pehmeissä sekä melko pehmeissä vesissä ( $\text{CaCO}_3$  31-75 mg/l) 218 mg/l. Arvot perustuvat 30 päivän aikana kerättyihin vähintään viiteen yhtenäiseen näytteeseen<sup>1</sup>. Natriumsulfaatin biokertyvyyskertoimeksi on arvioitu 0,5, minkä perusteella sulfaatti ei ole biokertyvää. Natrium- ja sulfaatti-ionit ovat kaikille eliöille välttämättömiä<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Meays, C. & Nordin, R. (2013) Ambient Water Quality Guidelines For Sulphate. Technical Appendix. Update. Ministry of Environment. Province of British Columbia. April 2013.

<sup>2</sup> OECD SIDS (2005) Initial Assessment Report. Sodium sulfate. UNEP Publications, Paris, France,

Hapettomissa oloissa sulfaattia pelkistävät bakteerit voivat pelkistää veden liukoisen sulfaatin ( $\text{SO}_4$ ) vetysulfidiksi eli rikkivedyksi ( $\text{H}_2\text{S}$ )<sup>34</sup>. Rikkivety sitoutuu useimpien liuenneena olevien raskasmetalli-ionien ja erityisesti raudan kanssa muodostaen liukenemattomia metallikomplekseja, kuten vesi- ja pohjaekosysteemeille haitallista rautasulfidia ( $\text{FeS}$ )<sup>5</sup>. Muodostuvan rikkivedyn ja rautasulfidin määrä riippuu mm. käytettävissä olevan liukoisen sulfaatin sekä orgaanisen aineksen määrästä sekä rautasulfidin tapauksessa reaktiivisten rautamineraalien määrästä<sup>48</sup>. Niiden pitoisuuksien on myös todettu korreloivan kokonaishiilen määrän (TOC) kanssa<sup>45</sup>.

Liukenemattoman rautasulfidin muodostuminen voi lisätä sisäistä ravinnekuormitusta, kun fosforia ei enää sitoudu rautaan, vaan sitä liukenee sedimentistä veteen. Sulfaattipitoisuuden kasvu ei välttämättä johda sisäisen fosforikuormituksen kasvuun vaan sisäinen kuormitus on riippuvaista monesta muustakin tekijästä<sup>6</sup>. Terrafamen alapuolisissa vesistöissä ei ole havaittu fosforipitoisuuden kohoamista, vaikka vesistöjen sulfaattipitoisuudet ovatkin olleet koholla.

Jotkin metallisulfidit vapauttavat hapettuessaan vetyioneja, mistä syystä veden pH pienenee<sup>7</sup>. Useiden metallien liukoisuus kasvaa pH:n pienentyessä, minkä seurauksena niitä liukenee pohjasedimentistä veteen.

## 2.2 Metallit

### 2.2.1 Valtioneuvoston asetuksen mukaiset ympäristölaatu normit

Valtioneuvoston ajantasaisessa asetuksessa (23.11.2006/1022) vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista on esitetty raja-arvoja tietyille metalleille. Asetuksen tarkoituksena on suojella pintavesiä ja parantaa niiden laatua ehkäisemällä vaarallisista ja haitallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista ja sen vaaraa asettamalla mm. ympäristölaatu normeja.

Liukoisen nikkelin, kuparin, sinkin ja lyijyn ympäristölaatu normeja tarkastellaan vuosikeskiarvojen osalta biosaatavana pitoisuutena, joka voidaan määrittää Bio-met -mallin avulla ([www.bio-met.net](http://www.bio-met.net)), kun tunnetaan aineen liukoinen pitoisuus, kalsiumpitoisuus, liukoisen orgaanisen aineksen määrä (DOC) ja veden pH näytteessä.

<sup>3</sup> OECD SIDS (2005) Initial Assessment Report. Sodium sulfate. UNEP Publications, Paris, France,

<sup>4</sup> Berner, R.A. (1984) Sedimentary pyrite formation: an update. *Geochim Cosmochim Acta* 48:605–615.

<sup>5</sup> Sakai, S., Masaru, N., Yoshikazu, S., Dettman, D.L., & Katsumi T. (2012) Hydrogen sulfide and organic carbon at the sediment-water interface in coastal brackish Lake Nakaumi, SW Japan. *Environ Earth Sci* (2013) 68:1999–2006.

<sup>6</sup> Smolders, A.J.P., Lamers, L.P.M., Lucassen, E.C.H.E.T., Van der Velde, G. & Roelofs, J.G.M. (2006) Internal eutrophication: How it works and what to do about it – a review. Department of Ecology, Institute for Water and Wetland Research, Radboud University Nijmegen, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen, The Netherlands. *Chemistry and Ecology*. Vol. 22, No. 2, April 2006, 93–111.

<sup>7</sup> Geological Survey of Sweden (2.1.2019) Lecture 5: Sulphide minerals and acid rock drainage. Haettu osoitteesta: <https://www.sgu.se/en/geointro/lecture-5-sulphide-minerals-and-acid-rock-drainage/>

Asetuksen mukainen liukoisen biosaatavan nikkelin ympäristölaatu­normi (AA-EQS) havaintojen vuosikeskiarvolle on 4 µg/l. Arvioitaessa seurantatuloksia suhteessa ympäristölaatu­normeihin voidaan kuitenkin ottaa huomioon metallien ja metalliyhdisteiden luonnolliset taustapitoisuudet. Taustapitoisuuden huomioiva ympäristölaatu­normi havaintojen vuosikeskiarvolle saadaan lisäämällä ympäristölaatu­normiin (AA-EQS) asetuksessa annettu ohjeellinen taustapitoisuus (Taulukko 2-1). Taustapitoisuuden huomioiva ympäristölaatu­normi biosaatavan liukoisen nikkelin havaintojen vuosikeskiarvolle on 5 µg/l. Sallittu enimmäispitoisuus (MAC-EQS) liukoiselle nikkelille on 34 µg/l.

**Taulukko 2-1. Valtioneuvoston asetuksen 23.11.2006/1022 mukaiset ympäristölaatu­normit (AA-EQS), ohjeelliset taustapitoisuudet, sekä taustapitoisuuden huomioivat ympäristölaatu­normit liukoisen kadmiumin, nikkelin ja lyijyn osalta erilaisissa järvi- ja jokiolosuhteissa. Nikkelin ja lyijyn osalta pitoisuudet ovat biosaatavia liukoisia pitoisuuksia.**

	<b>liukoinen kadmium</b>	<b>liukoinen biosaatava nikkeli</b>	<b>liukoinen biosaatava lyijy</b>
	µg/l (vesi) tausta + AA EQS (luokka 1 ja 2 <sup>8</sup> )	µg/l (vesi) tausta + AA EQS	µg/l (vesi) tausta + AA EQS
<b>Järvet</b>			
vähähumuksiset (väriluku <30 mg/l Pt)	0,02+0,08=0,1	1+4 = 5	0,1+1,2= 1,3
humuksiset (väriluku 30–90 mg/l Pt)	0,02+0,08=0,1	1+4 = 5	0,2+1,2= 1,4
runsashumuksiset (väriluku >90 mg/l Pt)	0,02+0,08=0,1	1+4 = 5	0,7+1,2= 1,9
<b>Joet</b>			
kangas- ja savimaat (väriluku <90 mg/l Pt, valuma-alueen suo-% <25)	0,02+0,08=0,1	1+4 = 5	0,3+1,2= 1,5
turvemaat (väriluku >90 mg/l Pt, valuma-alueen suo-% > 25)	0,02+0,08=0,1	1+4 = 5	0,5+1,2= 1,7

Liukoisen kadmiumin taustapitoisuuden huomioiva ympäristölaatu­normi havaintojen keskiarvolle riippuu veden kovuudesta ja on alimmillaan 0,1 µg/l. Liukoisen biosaatavan lyijyn taustapitoisuuden huomioiva ympäristölaatu­normi havaintojen keskiarvolle on veden humuspitoisuudesta riippuen 1,3–1,9 µg/l. Sallittu enimmäispitoisuus (MAC-EQS) liukoiselle nikkelille on 14 µg/l. Liukoiselle elohopealle on annettu sallittuna enimmäispitoisuutena ilmaistu ympäristölaatu­normi MAC-EQS, joka on 0,07 µg/l.

## 2.2.2 Raportissa sovelletut ympäristölaatu­normit

Metallien luontaiset taustapitoisuudet vaihtelevat suuresti riippuen mm. kallio- ja maaperän sekä valuma-alueen ominaisuuksista. Valtioneuvoston asetuksen (23.11.2006/1022) mukaisesti koh­teissa, joissa pitoisuudet ovat geologisista syistä korkeita, voidaan asiantuntija-arviolla poiketa taustapitoisuuden arvoista. Terrafamen alueen taustapitoisuudet ovat tavanomaisia tasoja korkeammilla tasoilla. Arvioitaessa vesinäytteiden seurantatuloksia voidaan asetuksen mukaiseen ympäristölaatu­normiin (EQS) lisätä arvio luontaisesta taustapitoisuudesta valtioneuvoston asetuksen vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista mukaisesti.

<sup>8</sup> luokka 1 <40 mg/l CaCO<sub>3</sub>, luokka 2: 40–50 mg/l CaCO<sub>3</sub>

Tässä raportissa ympäristönlautunormeja on tarkasteltu kadmiumin, nikkelin ja elohopean osalta liukoisina pitoisuuksina huomioiden mustaliuskealueiden korkeammat taustapitoisuudet sekä tarkkailualueelle asetetut sekoittumisvyöhykkeet. Biosaatavien liukoisten metallien ympäristönlautunormeja on tarkasteltu soveltuvin osin, kun on havaittu biosaatavan liukoisen pitoisuuden vuosikeskiarvon ylittäneen sille asetetun ympäristönlautunormin. Sovelletut ympäristönlautunormit on koottu taulukkoon 2-2 ja niistä on kirjoitettu tarkemmin alempana kappaleessa.

**Taulukko 2-2. Raportissa sovelletut liukoisten ja biosaatavien metallipitoisuuksien ympäristönlautunormit.**

	<b>Kadmium</b> µg/l (tausta+AA EQS)	<b>Nikkeli</b> µg/l (tausta+AA EQS)	<b>Elohopea</b> µg/l (MAC EQS)
<b>Biosaatava</b>		1+4 = 5	
<b>Liukoinen</b>	0,02+0,08 = 0,1		0,07
<b>Sekoittumisvyöhyke, liukoinen</b>		13+20 = 33 saa ylittyä	
<b>Mustaliuskealue, liukoinen</b>	0,2+0,08 = 0,28	(4-12)+20 = 24-32 (ka. 27,6)	

Talvivaaran mustaliuskealueilla on useissa tutkimuksissa (Gustavsson ym. 2011<sup>9</sup>, Loukola-Ruskeeniemi ym. 1990<sup>10</sup>, Mäkilä ym. 2012<sup>11</sup>, Mäkinen ja Kauppila 2006<sup>12</sup>), todettu olevan mm. turpeessa, puro- ja järvisedimenteissä, kaloissa ja purovesissä muuta aluetta korkeampia raskasmetallipitoisuuksia. Mustaliuskealueen kallio- ja maaperän suuret metallipitoisuudet heijastuvat myös alueen vesistöjen metallipitoisuuksissa.

Alueen järvi- ja jokivesistöistä kaivostoimintaa edeltävältä ajalta ennen vuotta 2007 mitatut liukoisen kadmiumin keskipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 1-1,3 µg/l. Vuoden 2007 jälkeen kadmiumin keskiarvopitoisuudet ovat olleet noin 0,5 µg/l lukuun ottamatta Pirttipuroa, jossa keskipitoisuus on ollut hieman alle 1,5 µg/l. Kadmiumin pitoisuudet vaikuttavat pienentyneet vuoden 2007 jälkeen, mikä johtuu luultavimmin analytiikan kehittymisestä. Kadmiumin määritysrajat ovat vaihdelleet välillä 0,05-2 µg/l. Pääosin määritysrajat ovat pienentyneet ajan kuluessa. Määritysrajoihin liittyvien haasteiden vuoksi tarkkaa arviota taustapitoisuudesta ei voida antaa. Kirjallisuuden ja tuoreemman aineiston perusteella kadmiumin vuosikeskiarvopitoisuus alueen vesissä voisi olla suuruusluokkaa 0,2 µg/l<sup>13</sup>.

Alueen järvi- ja jokivesistöistä kaivostoimintaa edeltävältä ajalta ennen vuotta 2007 mitatut liukoisen nikkelin keskipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 4-12 µg/l. Taustapitoisuuden vuosikeskiarvo liukoiselle nikkelille koko tarkkailualueella on 7,6 µg/l.

Taustapitoisuuden vuoksi poikkeavien pitoisuuksien biosaatavalle osuudelle ei toistaiseksi ole ympäristönlautunormeja, sillä mustaliuskealueen biosaatavia taustapitoisuuksia ei ole tiedossa.

Terrafamen kaivokselle 30.4.2014 annetussa ympäristöluvapäätöksessä on säilytetty 31.5.2013 annetussa ympäristöluvapäätöksessä asetettu ympäristönlautunormi 33 µg/l liukoisen nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvolle ns. sekoittumisvyöhykkeiden alueilla. Päätöksen mukaisesti liukoisen nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvo saa ylittää pitoisuuden 33 µg/l sekoittumisvyöhykkeellä. Sekoittumisvyöhykkeeseen kuuluvat Oulujoen vesistöalueelta Salminen, Kalliojärvi, Kalliojoki, Kuusijoki ja Kolmisoppi. Vuoksen vesistöä sekoittumisvyöhykkeeseen kuuluvat Ylä-Lumijärvi, Lumijoki ja Kivijärvi.

<sup>9</sup> Gustavsson, N., Loukola-Ruskeeniemi, K. and Tenhola, M. 2011. Evaluation of natural geochemical background levels. Geological Survey of Finland, Special Paper 49. 237-246.

<sup>10</sup> Loukola-Ruskeeniemi, K. 1990. Metalliferous black shales — a probable source of mercury in lake Kolmisoppi, Sotkamo, Finland. Bull. Geol. Soc. Finland 62, Part 2, 167–175.

<sup>11</sup> Mäkilä, M., Loukola-Ruskeeniemi, K. and Säävuori, H. 2012. High pre-mining metal concentrations and conductivity in peat around the Talvivaara nickel deposit, eastern Finland. Geological Survey of Finland. Report of Investigation 196. 38 s.

<sup>12</sup> Mäkinen, J. ja Kauppila, T. 2006. Nuasjärven, Jormasjärven ja Kolmisopen geokemialliset ja paleolimnologiset tutkimukset. Geologian tutkimuskeskus. Yksikkö S41/3433/2006/1. Kuopio 24.2.2006. 63 s.

<sup>13</sup> Takala, M. & Hakala, A. (2015) Pintavesien ja kalojen Ni, Cd ja Hg taustapitoisuusselvitys. Terrafame Oy.

Nuasjärvelle ei ole määrätty sekoittumisvyöhykettä. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto hylkäsi päätöksessään 12.11.2018 (PSAVI/2010/2017, 104/2018/1) Terrafame Oy:n hakemuksen sekoittumisvyöhykkeen määräämisestä sekä poisti 24.4.2015 antamastaan päätöksestä nro 43/2015/1 Nuasjärveen määrätyn sekoittumisvyöhykkeen.

### 2.2.3 Mangaani

Terrafamen kaivoksen prosessivesissä esiintyy mangaania, joka saadaan pääosin poistettua vesienkäsittelyssä. Teollisuusalueelta varsinkin kaivoksen toiminnan alkuvaiheessa johdetussa vedessä on kuitenkin havaittu kohonneita mangaanipitoisuuksia. Mangaani on eliöille elintärkeä alkuaine. Sen biokertyvyys alempiin trofiatasoihin voi olla vesiympäristössä huomattavaa. Kertyvyys kasvaa lämpötilan noustessa ja pienenee pH:n sekä suolaisuuden kasvaessa. Mangaanin akuutin toksisuuden on havaittu pienenevän vesiselkärangattomissa ja kaloissa veden kovuuden kasvaessa. On myös todisteita siitä, että mangaani saattaa suojella eliöitä haitallisempien metallien haittavaikutuksilta.

Kaivoksen alueella vuosina 2004–2007 tehtyjen mittausten perusteella mangaanin taustapitoisuudet vaihtelivat välillä <5–14 000 µg/l. WHO on asettanut mangaanin ohjearvoksi pehmeissä vesissä 0,2 mg/l (200 µg/l). Ohjearvon mukaisten pitoisuuksien on arvioitu antavan suojan 95 %:lle eliölajeista 50 %:n varmuudella<sup>14</sup>. Kanadassa Brittiläisen Kolumbian osavaltion ympäristöhallinnon määrittelemät ohjearvot vaihtelevat siten veden kovuuden mukaan siten, että erittäin pehmeille vesille (CaCO<sub>3</sub> 25 mg/L) maksimipitoisuuden ohjearvo on 0,8 mg/l (800 µg/l) ja pehmeille vesille 1,1 mg/l (1100 µg/l). Kroonista altistusta kuvaavan 30 vuorokauden keskiarvopitoisuuden ohjearvo on erittäin pehmeille vesille 0,7 mg/l (700 µg/l) ja pehmeille vesille 0,8 mg/l (800 µg/l)<sup>15</sup>. Alueilla, joilla metallien luontaiset taustapitoisuudet ovat korkeita, eliöt ovat tyypilliset sopeutuneet vallitseviin pitoisuuksiin ilman haittavaikutuksia.

## 3. TAUSTATIEDOT

Terrafamen teollisuusalue sijaitsee vedenjakajalla, josta vedet laskevat luontaisesti Vuoksen ja Oulujoen vesistöihin. Oulujoen suuntaan vesiä johdetaan pääasiassa Latosuon altaalta lähtevän purkupuutken kautta Nuasjärveen sekä Latosuon vesivarastoaltaalta Kuusijokeen ja edelleen Kalliojokeen. Nuasjärven purkupuutke otettiin käyttöön marraskuussa 2015.

Oulujoen suuntaan vettä voidaan johtaa myös teollisuusalueen pohjoiselta vedenkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta Salmiseen sekä kaivoksen sekundääriliuotusalueen suojapumppausvesiä ja muita hulevesiä käsiteltyinä SEM2-altaan vedenkäsittely-yksiköltä Kuusijoen kautta Kalliojokeen (Liite 1.1.). Vesiä voidaan johtaa myös Kuusilammen vesivarastoaltaalta Härkäpuron ja Kuusijoen kautta. Kärsälammelta ja Kuusilammelta vesiä on purettu vesistöön viimeksi vuonna 2016. SEM2-altaan kautta vesiä ei ole purettu vuosiin.

Vuoksen suuntaan vettä voidaan johtaa eteläisen Kortelammen alueelta Kortelampi 1 ja Kortelampi 2 -purkupisteiltä Ylä-Lumijärven ohittavan ojan kautta Kivijärveen laskevaan Lumijokeen (Liite 1.2). Lisäksi aiempina vuosina Torvelansuon purkupisteeltä on juoksutettu käsiteltyjä vesiä Ylä-Lumijärven ohittavaan ojaan mutta tätä purkupistettä ei ole käytetty kevään 2014 jälkeen. Vuoksen vesistöön kaivoksen vesiä ei ole purettu vuoden 2016 kevään jälkeen.

<sup>14</sup> Howe, P.D., MalcomIm, H.M. & Dobson, S. (2004) Manganese and its compounds: Environmental aspects. Concise International Chemical Assessment Document 63. World Health Organization.

<sup>15</sup> Reimer, P.S. (2001) Ambient water quality guidelines for manganese. Overview report. University of British Columbia.

### 3.1 Vesien johtaminen vuonna 2019

Vuonna 2019 teollisuusalueelta johdettiin vesistöihin yhteensä noin 4,5 miljoonaa kuutiota käsiteltyjä jätevesiä. Kaikki vedet johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön (Taulukko 3-1). Vedestä suurin osa, noin 4 milj. m<sup>3</sup> johdettiin purkuputkea pitkin Nuasjärveen. Lisäksi maaliskuusta kesäkuuhun purettiin noin 0,5 milj. m<sup>3</sup> vettä Latosuon kautta pohjoiseen suuntautuvalla purkureitillä.

**Taulukko 3-1. Terrafamen juoksutusmäärät purkupaikoittain (m<sup>3</sup>/kk).**

	Pohjoinen					Etelä	
	Purkuputki	Latosuo	Kärsälampi	Kuusilampi	SEM2	Kortelampi 1	Kortelampi 2
Tammikuu	0	0	0	0	0	0	0
Helmikuu	0	0	0	0	0	0	0
Maaliskuu	0	11 200	0	0	0	0	0
Huhtikuu	452 251	160 860	0	0	0	0	0
Toukokuu	596 747	186 000	0	0	0	0	0
Kesäkuu	527 458	102 000	0	0	0	0	0
Heinäkuu	230 885	0	0	0	0	0	0
Elokuu	114 394	0	0	0	0	0	0
Syyskuu	494 300	0	0	0	0	0	0
Lokakuu	526 833	0	0	0	0	0	0
Marraskuu	587 262	0	0	0	0	0	0
Joulukuu	524 579	0	0	0	0	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>4 054 708</b>	<b>460 060</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

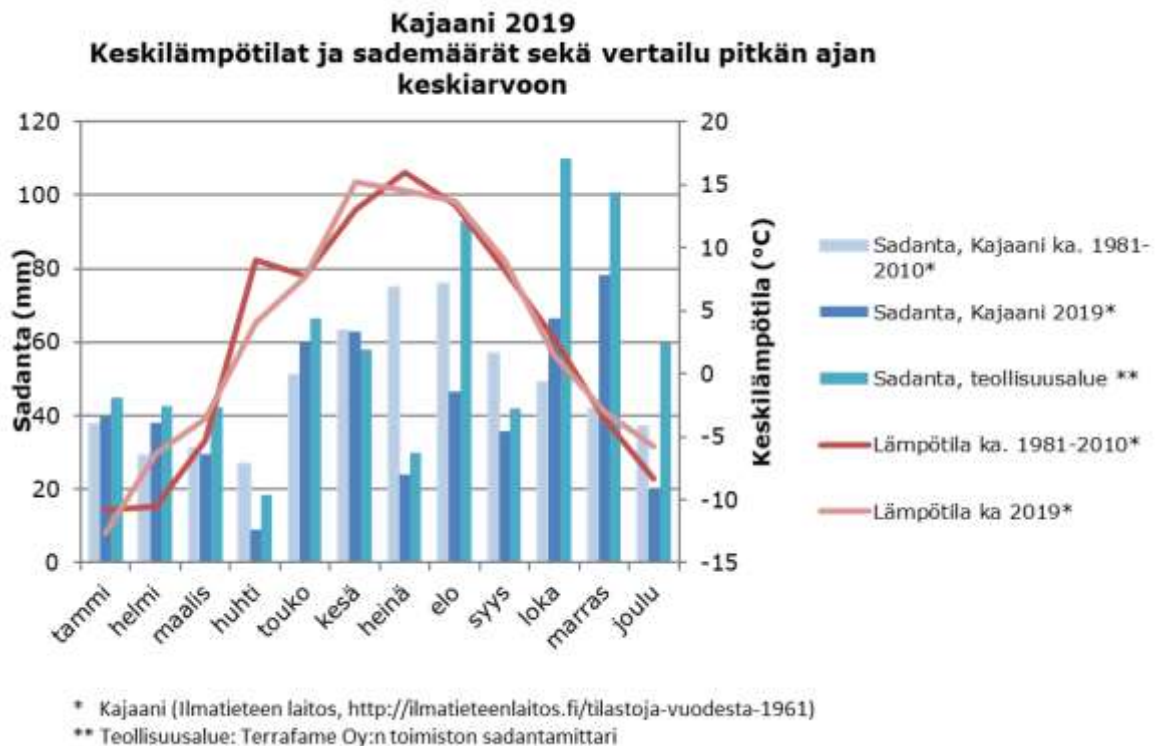
Vuonna 2019 teollisuusalueelta vesistöihin juoksutettu kokonaisvesimäärä oli hieman pienempi kuin vuosina 2014-2017 (4,8-9,6 milj. m<sup>3</sup>), mutta huomattavasti suurempi kuin vuonna 2018 (2,5 milj. m<sup>3</sup>). Vesien johtamisesta ja käsittelystä on kirjoitettu tarkemmin erillisessä vesipäästöjen raportissa.

### 3.2 Sää- ja virtaamaolosuhteet vuonna 2019

#### 3.2.1 Sää

Lämpötila- ja sadantamittaustiedot on esitetty Ilmatieteen laitoksen Kajaanin Petäisenniskan havaintoaseman mittaustietojen perusteella. Sadannan osalta on esitetty myös kaivoksella mitatut sadannat. Vertailujakson 1981-2010 tiedot ovat Kajaanin Paltaniemen aseman tietoja.

Kajaanin keskilämpötila vuonna 2019 oli 3,1 °C, joka oli 1,3 °C lämpöisempi kuin vertailujaksolla 1981-2010<sup>16</sup>. Kuukausitasolla tammi-, huhti-, heinä- ja lokakuu olivat tavanomaista kylmempinä ja helmi-, maaliskuu-, kesä- ja joulukuu tavanomaista lämpimämpiä (Kuva 3-1). Huhtikuu oli jopa 4,9 astetta tavanomaista kylmempi ja helmikuu 4,2 astetta lämpimämpi. Muiden kuukausien keskilämpötilat olivat tavanomaisia.



**Kuva 3-1. Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2019 sekä vertailu pitkän ajan (1981-2010) keskiarvoihin.**

Sademäärältään vuosi 2019 oli tavanomaista vähäsateisempi. Ilmatieteen laitoksen mittaama vuoden 2019 sademäärä Kajaanissa oli 535 mm, joka oli 89 % vertailujakson 1981-2010 keskiarvosta<sup>17</sup>. Huhtikuu, loppukesä ja alkusyksy heinäkuusta syyskuuhun sekä joulukuu olivat keskimääräistä vähäsateisempia. Vähäsateisimpänä kuukautena heinäkuussa sademäärä jäi 31 %:iin vertailujakson keskiarvosta. Tavanomaista sateisempia kuukausia olivat helmikuu, toukokuu ja lokamarraskuu. Sateisimpänä kuukautena marraskuussa sademäärä oli 166 % vertailujakson keskiarvosta. Muiden kuukausien osalta vuosi 2019 sademäärältään tavanomainen.

Teollisuusalueella mitattu koko vuoden sadanta oli vertailujaksoa sekä Kajaanin sadantaa suurempi. Etenkin elo-, loka-, marras- ja joulukuut olivat keskimääräistä sateisempia. Heinäkuu oli vertailujaksoa kuivempi.

<sup>16</sup> Ilmatieteen laitos (2020) Lämpötila- ja sadetilastoja vuodesta 1961. Kajaani. Haettu osoitteesta: <https://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>.

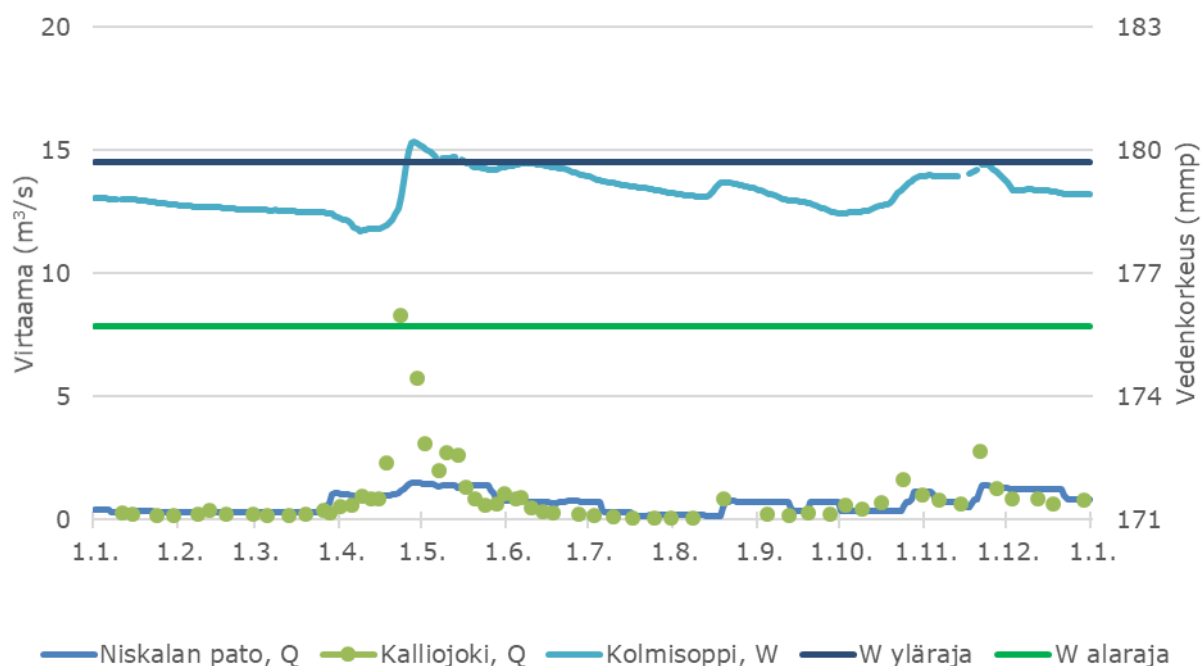
<sup>17</sup> Ilmatieteen laitos (2.1.2019) Lämpötila- ja sadetilastoja vuodesta 1961. Kajaani. Haettu osoitteesta: <https://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>.



### 3.2.2 Virtaamat

Kaivoksen toimesta tarkkaillaan Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamia sekä Kolmisopen vedenkorkeutta. Kalliojoen mittauspiste on noin 300–400 m ennen Kolmisopen laskukohtaa. Niskalan padolla puolestaan säädellään Kolmisopen vedenkorkeutta ja Tuhkajoen virtaamaa.

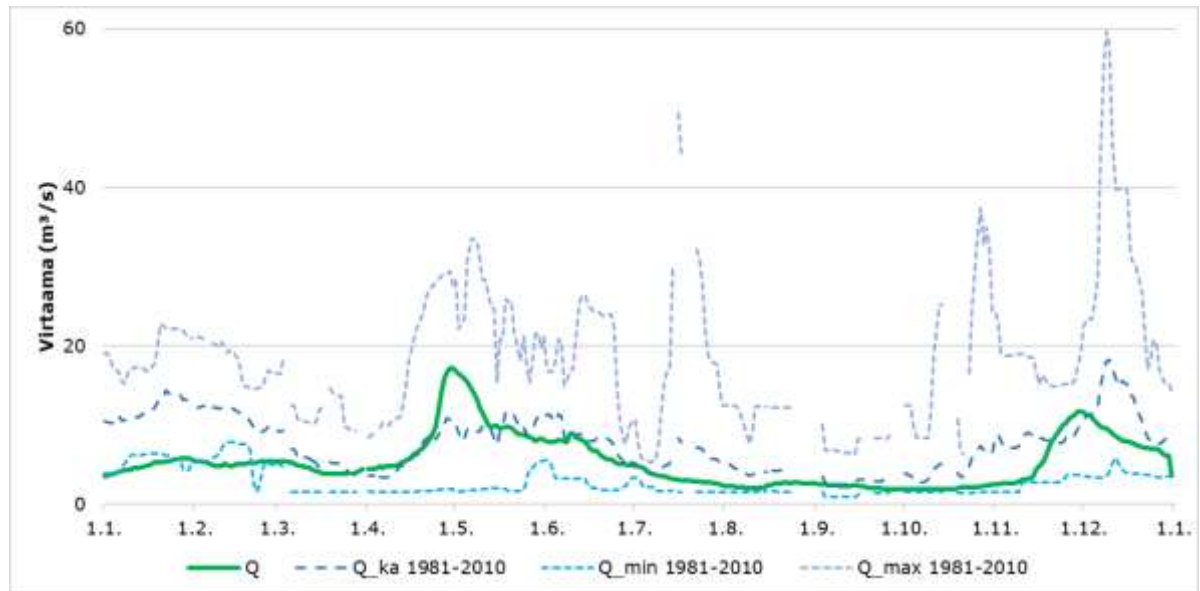
Kolmisopen veden pinnankorkeus vaihteli vuoden aikana välillä 178,0–180,2 mmp. Huhtikuussa lumien sulaessa pinnankorkeus nousi nopeasti ja ylitti vedenkorkeudelle asetetun ylärajan 26.4.-15.5 (Kuva 3-2). Tämän jälkeen pinnankorkeus laski hitaasti lokakuuhun asti, jonka jälkeen syysateiden myötä se jälleen hieman nousi.



**Kuva 3-2.** Vuonna 2019 mitattu virtaama (Q, m<sup>3</sup>/s) Niskalan padon ja Kalliojoen mittauspisteellä sekä Kolmisopen pinnankorkeus (W, mmp) ja vesitalousluvan mukainen pinnankorkeuden säännöstelyn ylä- ja alaraja.

Vuoksen puolella purkuvesistöissä ei ole kaivoksen omaa virtaamamittausta, vaan virtaamatiedot saadaan ympäristöhallinnon ylläpitämästä Avoimien ympäristötietojärjestelmien palvelusta. Kiltuanjärven Jyrkän virtaamahavaintopiste sijaitsee Kiltuanjärven ja Haapajärven välisessä salmessä.

Havaintopisteellä virtaamahuiput ajoittuivat vuonna 2019 kevään lumensulamiskaudelle huhti-toukokuun vaihteeseen sekä sateisen syksyn loppuun marras-joulukuun vaihteeseen (Kuva 3-3). Vuoden alussa tammi-helmikuussa sekä heinäkuusta vuoden loppuun saakka mitatut virtaamat olivat pääosin pienempiä kuin vertailujaksolla 1981-2010. Tammikuussa ja helmikuussa virtaamat olivat suurelta osin jopa pienempiä kuin vertailujaksolla mitatut pienimmät virtaamat. Maaliskuusta toukokuuhun mitatut virtaamat olivat lähellä vertailujakson keskivirtaamia.



**Kuva 3-3. Kiltuanjärven (04.643) Jyrkän havaintopisteen virtaamat vuonna 2019 ja pitkän aikavälin keski- ja ääriarvot (Pintavesien tila/Lähde: SYKE).**

## 4. NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIT

Terrafamen kaivoksen purkuvesien vaikutuksia tarkkailtiin Oulujoen vesistön suunnalta välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistön suunnalta välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri. Vesinäytteiden, 1 metrin syvyyvälein toteutettujen kenttämittausten ja jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan havaintopaikat ja kenttätöiden toteuma on koottu Oulujoen vesistön osalta taulukkoon 4-1 ja Vuoksen vesistön osalta taulukkoon 4-2 sivulle 12. Näytteet otettiin ja analyysit tehtiin voimassa olevien tarkkailuohjelmien ja niihin tehtyjen lisäysten mukaisesti. Tarkkailupisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 kartalla.

**Taulukko 4-1. Voimassa olevien tarkkailuohjelmien mukainen ja toteutunut näytteenotto, kenttämittaukset sekä automaattinen vedenlaadun seuranta Oulujoen purkusuunnan pintavesien näytteenottopisteillä vuonna 2019.**

Paikka	Tunnus	Q1			Q2			Q3			Q4		
		tamm	helm	maal	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
<b>Oulujoen suunta</b>													
Salminen	Sal			1			1		1		1		
Salmisenpuro	Salpu1			1			1*		1		1		
Kalliojärvi	Kal1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Härkäpuro	Härp1			2*			1		1		1		
Kuusijoki	Kuujo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Korentojoki	Kor			1					1		1		
Kalliojokisuu	Kal su	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aittopuro	Ait			1					1		1		
Kolmisoppi	Kol1			1	1		1	1	1		1		
Kolmisoppi lähtevä	Kol läh			1	1		1	1	1		1		
Tuhkajoki	Tuh1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Talvijoki	Talvijoki1			1					1		1		
Jormasjärvi etelä	Jor5			1	1		1		1		1		
Jormasjärvi syv	Jor3 (J4)			1	1		1	1	1		1		
Jormasjärvi pohjoinen				1	1		1		1		1		
Jormasjärvi rantavesi	J1,J2,J3,J4						1						
Jormasjärvi	FM8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nuasjärvi, Jormaslahti	FM6			1			1		1		1		
Nuasjärvi 23	FM12, Nj23	1		1 L			1 L	1	1 L		1 L		
Nuasjärvi 34	Nj34 (J1)	1		1 L			1 L	1	1 L		1 L		
Nuasjärvi 35	Nj35	1		1 L			1 L	1	1 L		1 L		
Nuasjärvi 37, Rimpilänsalmi	Nj37	1		1 L			1 L	1	1 L		1 L		
Nuasjärvi 24	Nj24			1 L			1 L		1 L		1 L		
Nuasjärvi 46	Nj46, Nj30, NjL5 (J2)	1		1 L			1 L	1	1 L		1 L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL1			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL2			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL3			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL4			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL6			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL7			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL8			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL9			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL10			L			L		L		L		
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL11			L			L		L		L		
Nuasjärvi rantavesi	NR1-NR6						1						
Nuasjärvi - Rehja	Rehja itä (J3)	1		1 L			1 L	1	1 L		1 L		
Nuasjärvi - Rehja	Reh135	1		1 L			1 L	1	1 L		1 L		
Kajaaninjoki	VP12100			1*			1 L		1 L		1 L		
Oulujärvi	Ouj16			1 L			1 L		1 L		1 L		
Oulujärvi	Ouj139			1 L			1 L		1 L		1 L		
<b>KL2-sivukivialueen tarkkailu</b>													
Kivipuro				1			1	1	1		1		
Pirttipuro				1			1	1	1		1		
<b>Nuasjärven purkupuutken vaikutusten lisätarkkailu</b>													
Nj23-1		1		1			1	1	1		1		
Nj34-1		1		1			1	1	1		1		
Nj35-1		1		1			1	1	1		1		

vesinäytteiden lukumäärä 1

leviämiskartoitus L

poikkeama tarkkailuohjelmasta \*

jatkuvatoiminen vedenlaadun seuranta

kenttämittaukset 1 m syvyyvälein

**Taulukko 4-2. Voimassa olevan tarkkailuohjelman mukainen ja toteutunut näytteenotto sekä kenttämittaukset Vuoksen purkusunnan pintavesien näytteenottopisteillä vuonna 2019.**

Paikka	Tunnus	Q1			Q2			Q3			Q4		
		tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
<b>Vuoksen suunta</b>													
Ylä-Lumijärvi	Ylu			1					1		1		
Lumijärvi	Lujä			1					1		1		
Lumijoki 1, silta	Lum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kivijärvi 2	Kiv2			1		*	1*	1*	1*		*		
Kivijärvi 7	Kiv7		1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Kivijärvi 10	Kiv10			1		*	1	*	1*		1*		
Kivijoki 4	Kivj4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Laakajärvi 9	Laa9			1	1	1	1		1		1		
Laakajärvi 13	Laa13			1	1		1		1		1		
Laakajärvi 081	Laa081			1	1		1	1	1		1		
Laakajärvi 12	Laa12			1					1				
Kiltuanjärvi	Kil4			1			1	1	1		1		
Haajaistenjärvi							1						
Haapajärvi	Haa070			1			1		1		1		
Nurmijoki, Koirakoski	Koirak7			1			1		1		1		
Sälevä 012				1			1		1		1		
Nurmijoki Itäkoski 09				1			1		1		1		
Atrojoki, Koivukoski				1			1		1		1		
Syväri 21				1					1				
<b>Kaivospiirin ulkopuoliset järvet</b>													
Iso-Savonjärvi	IsoS			1					1				
Hakonen	Hako1			1					1				
Raatelampi	Raa			1					1				

vesinäytteiden lukumäärä 1

kenttämittaukset 1 m syvyyvälein

poikkeama tarkkailuohjelmasta \*

## 5. ALUEEN VESISTÖT

Alueen vesistöt ovat luontaisesti happamia ja alkaliteetti eli puskurointikyky happamoitumista vastaan on ollut ennen kaivostoiminnan alkua tyydyttävällä tai välttävällä tasolla. Alueen vesistöille on tyypillistä myös ruskeavetisyys, mikä johtuu suuresta humusaineiden määrästä. Humusleimaisille pintavesille on tyypillistä matalahko pH, korkeat väriarvot (>50 mg Pt/l), värittömiä vesiä suurempi kemiallisen hapenkulutuksen (COD<sub>Mn</sub>) arvo (>10 mg O<sub>2</sub>/l) sekä kirkkaita vesiä korkeamat kokonaistypen (>400 µg/l) ja raudan (>400 µg/l) pitoisuudet. Myös mangaania on humusvesissä yleensä enemmän kuin vähähumuksisissa. Kiintoainepitoisuudet ja sameus ovat ennen kaivostoiminnan alkua olleet alhaisella tasolla.

Sulfaatin pitoisuus on alueella ollut luontaisestikin lievästi koholla, johtuen mustaliuskeen esiintymisestä alueella (Pöyry 2009). Metallit esiintyvät alueen mustaliuskeessa sulfidimineraaleina. Alueen järvien rehevyystasossa on luontaista vaihtelua. Rehevimpiä ovat Salminen ja Kalliojärvi.

Luontainen kesän ja talven kerrostuneisuus aiheuttaa alusveteen kerrostuneisuuskauden kuluessa heikkenevän happitilanteen, joka kuitenkin luonnontilaisissa vesissä helpottuu lämpötilakerrostuneisuuden purkautuessa keväisin ja syksyisin. Lämpötilakerrostuneisuus ja sen vaihtelut ovat seurausta lämpötilavaihteluista vuoden aikana ja lämpötilan muutoksen seurauksena muuttuvasta veden tiheydestä.

## 6. OULUJOEN SUUNNAN TARKKAILUTULOKSET

Tässä luvussa on käsitelty Oulujoen vesistön purkureitin tarkkailupisteiden tulokset väliltä Salmisenpuro–Oulujärvi. Vedenlaadun analyysitulokset on esitetty liitteessä 2 ja vedenlaatutuloksista tehtyjä kuvaajia on esitetty liitteessä 4. Tulosten tarkastelussa pitoisuuksien vuosikeskiarvot on laskettu käyttäen määrittämissä rajan alittavien tulosten osalta määrittämissä rajan puolikasta vastaavaa pitoisuutta.

### 6.1 Salminen

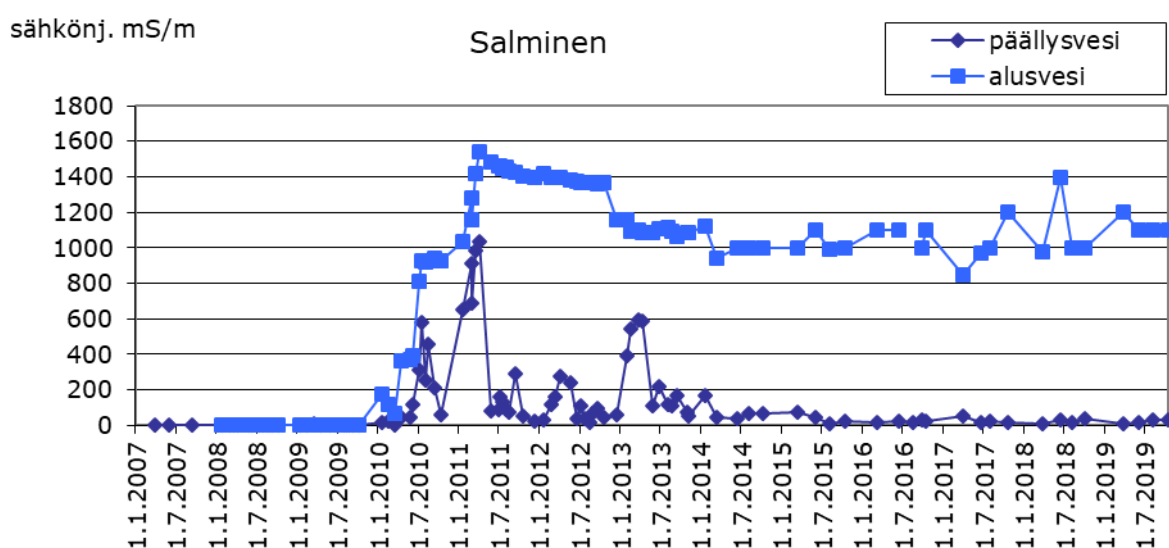
Salminen on kooltaan noin 5,7 ha suuruinen järvi, jonne voidaan johtaa vesiä alueen pohjoiselta vedenkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta. Edellisen kerran järveen juoksetettiin vesiä toukokuussa vuonna 2016. Salmisesta on otettu vesinäytteitä vuodesta 2007 lähtien vuosittain. Vuonna 2019 näytteitä otettiin maaliskuussa, kesäkuussa, elokuussa ja lokakuussa.

Salminen on ollut vuodesta 2010 lähtien luonnontilaisesta poiketen voimakkaasti kerrostunut, mikä aiheutuu suolaisen veden kertymisestä alusveeteen. Pysyvän kerrostumisen syntyminen on estänyt veden syvyysuuntaisen sekoittumisen ja heikentänyt alusveden laatua.

Sekä päällys- että alusveden sähkönjohtavuus on pienentynyt vuosien 2011-2012 tasosta. Alusveden sähkönjohtavuus on edelleen huomattavan suuri ja päällysvedenkin suurempi kuin ennen kaivostoimintaa.

Vuonna 2019 vesi oli aiempaan tapaan hapanta (päällysveden pH 4,4-6,6, alusveden 4-4,2) ja voimakkaasti kerrostunutta. Tarkkailuvuosina 2012-2016 alusvesinäytteet olivat hapettomia, mutta vuosina 2017-2019 happea on toisinaan todettu pieni määrä vesinäytteestä (2-6 % O<sub>2</sub>).

Salmisessa alusveden sähkönjohtavuus laski vuoden 2011 suurimmista arvoista (v. 2011 keskim. 1 404 mS/m) vuoteen 2014 saakka, jonka jälkeen se on pysynyt noin tasolla 1000-1100 mS/m (Kuva 6-1). Pintaveden sähkönjohtavuus on pysynyt vuodesta 2015 eteenpäin, pääosin tasolla 10-30 mS/m.



Kuva 6-1. Sähkönjohtavuus Salmisen alus- ja päällysvedessä.

Päällysvedessä sulfaatin pitoisuus on pienentynyt vuodesta 2013 vuoteen 2019 huomattavasti (2013 240-4000 mg/l, 2019 39-140 mg/l). Myös alusveden sulfaattipitoisuus on pienentynyt vuodesta 2013 (9200-12000 mg/l), mutta sulfaattipitoisuus on edelleen suuri (2019 8800-9300 mg/l).

Metallipitoisuudet ovat Salmisessa edelleen suuria, mutta pääosin pienentyneet vuoden 2013 jälkeisenä aikana. Päälyysvesinäytteistä havaitut liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat pieniä ( $<0,03$ - $0,039$   $\mu\text{g/l}$ ). Alusveden liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä  $1$ - $1,6$   $\mu\text{g/l}$ . Keskipitoisuus ( $1,3$   $\mu\text{g/l}$ ) ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristölaatunormin ( $0,28$   $\mu\text{g/l}$ ).

Liukoisen nikkelin pitoisuus päälyysvedessä oli  $3,3$ - $42$   $\mu\text{g/l}$  ja alusvedessä  $4200$ - $4700$   $\mu\text{g/l}$ . Keskipitoisuus ( $23$   $\mu\text{g/l}$ ) päälyysvedessä ei ylittänyt sekoittumisvyöhykkeelle annettua ympäristölaatunormia ( $33$   $\mu\text{g/l}$ ), mutta alusvedessä ympäristölaatunormi ylittyi huomattavasti ( $4475$   $\mu\text{g/l}$ ). Biosaatava osuus liukoisen nikkelin pitoisuudesta laskettiin Bio-met -mallilla käyttäen DOC-pitoisuuden puuttuessa TOC:a. Tämä muunnos mahdollistaa mallin käytön, mutta heikentää tulosten luotettavuutta antamalla todellista pienemmän biosaatavan pitoisuuden arvon. Biosaatavan liukoisen nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli päälyysvedessä  $3,8$   $\mu\text{g/l}$  ja alusvedessä  $728$   $\mu\text{g/l}$ . Taus- tapitoisuuksiltaan poikkeaville biosaataville pitoisuuksille, kuten mustaliuskealueen biosaataville pitoisuuksille, ei ole toistaiseksi asetettu ympäristölaatunormeja.

Liukoisen uraanin pitoisuus päälyysvedessä oli  $0,2$ - $0,4$   $\mu\text{g/l}$  ja alusvedessä  $100$ - $180$   $\mu\text{g/l}$ . Liukoisen uraanin pitoisuus on pienentynyt huomattavasti tarkkailujaksolla 2013-2019 (v. 2013 päälyysvesi keskim.  $1,0$   $\mu\text{g/l}$ , alusvesi  $441$   $\mu\text{g/l}$ ). Suomessa ei ole käytössä ohjearvoa luonnonvesien uraanipitoisuudelle.

Mangaanin pitoisuus vaihteli päälyysvedessä välillä  $360$ - $3300$   $\mu\text{g/l}$  ja alusvedessä  $360000$ - $370000$   $\mu\text{g/l}$ . Sekä päälyys- että alusveden mangaanipitoisuus on pienentynyt huippuvuosista (päälyysvedessä v. 2010 keskim.  $6\,723$   $\mu\text{g/l}$ , alusvedessä v. 2014 keskim.  $462\,000$   $\mu\text{g/l}$ ), mutta pitoisuudet ovat edelleen suuria. Natriumin pitoisuus vaihteli päälyysvedessä välillä  $9$ - $27$   $\text{mg/l}$  ja alusvedessä  $1200$ - $1300$   $\text{mg/l}$ . Myös natriumpitoisuus on pienentynyt huippuvuoden 2011 pitoisuuksista (päälyysvedessä keskim.  $704$   $\mu\text{g/l}$ , alusvedessä keskim.  $3\,470$   $\mu\text{g/l}$ ), mutta pitoisuudet ovat edelleen suuria.

## 6.2 Salmisenpuro

Salmisesta vedet virtaavat noin  $850$  m pitkää Salmisenpuroa pitkin Kalliojärven eteläpäähän. Salmisenpuron vedenlaatua on seurattu vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2019 sieltä otettiin näytteitä maaliskuussa, kesäkuussa, elokuussa ja lokakuussa. Kesäkuun happinäyte jäi ottamatta 6.6., mistä syystä se otettiin muita näytteitä myöhemmin 19.6. Vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna.

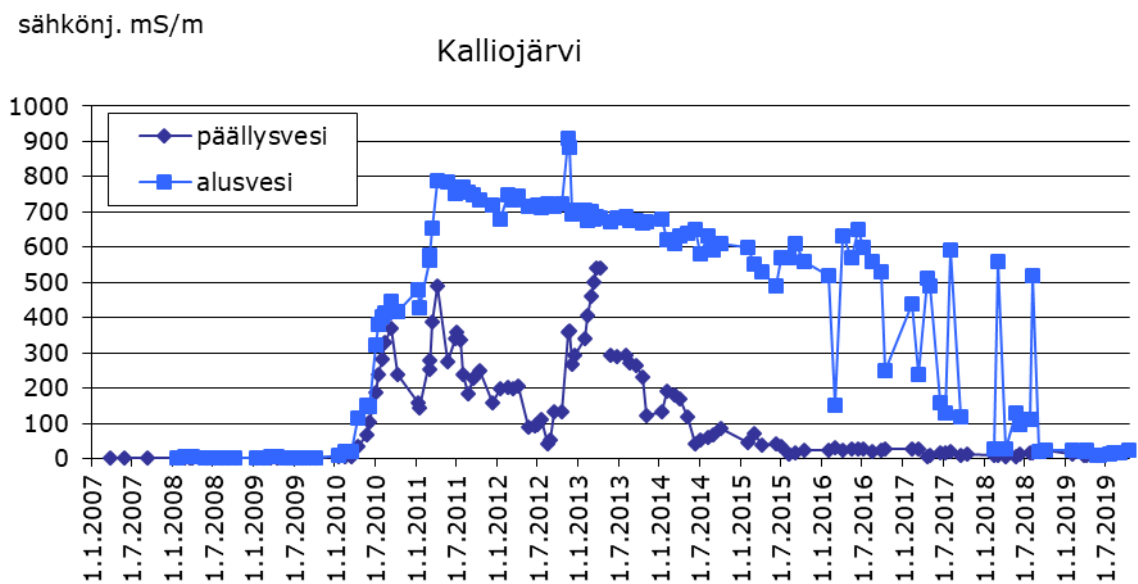
Salmisenpuron sähkönjohtavuus vaihteli vuoden 2019 näytteenottokierroksilla välillä  $14$ - $33$   $\text{mS/m}$  ja sulfaattipitoisuus välillä  $44$ - $100$   $\text{mg/l}$ . Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus olivat samalla tasolla kuin Salmisen päälyysvedessä. Suurimmat sähkönjohtavuuden ja sulfaattipitoisuuden arvot on mitattu ensimmäisinä tarkkailuvuosina.

Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat alle määräysrajan ( $<0,03$   $\mu\text{g/l}$ ). Liukoisen nikkelin pitoisuudet ( $4$ - $15$   $\mu\text{g/l}$ ) olivat samalla tasolla tai hieman pienempiä kuin Salmisen päälyysvedessä. Biosaatavan osuuden laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa lähtötiedoissa TOC:a. Biosaatavan liukoisen nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli  $1,6$   $\mu\text{g/l}$ . Liukoisen uraanin pitoisuus on pienentynyt tarkkailuvuosien aikana. Vuonna 2019 pitoisuus oli  $0,3$   $\mu\text{g/l}$ . Suurimmillaan pitoisuus oli vuonna 2012 (keskim.  $16,2$   $\mu\text{g/l}$ ). Mangaanipitoisuus vaihteli välillä  $300$ - $1200$   $\mu\text{g/l}$  ja natriumpitoisuus välillä  $10$ - $20$   $\text{mg/l}$ . Niidenkin pitoisuudet olivat suurimmillaan ensimmäisinä tarkkailuvuosina.

### 6.3 Kalliojärvi

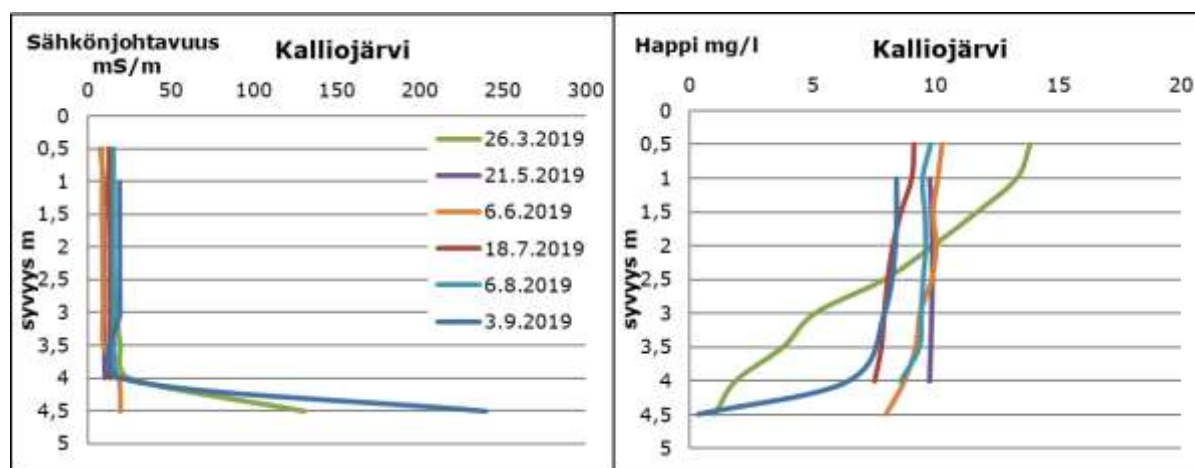
Kalliojärvi sijaitsee Tuhkajoen valuma-alueella (59.885) heti teollisuusalueen rajan ulkopuolella. Sen pinta-ala on 26,6 ha ja suurin syvyys noin 5 metriä. Kalliojärvi laskee Kalliojokea pitkin Kolmisoppiin ja edelleen Tuhkajokea pitkin Jormasjärven Talvilahteen (59.882). Kalliojärvi on humuspitoinen ja pieni erämaajärvi. Järvestä on otettu näytteitä vuodesta 2005 alkaen vuosittain. Vuonna 2019 näytteitä otettiin helmikuusta lokakuuhun kuukausittain.

Järvi on ollut Salmisen tapaan voimakkaasti kerrostunut, mutta viime vuosien aikana sekä päällysettä alusveden vedenlaadussa on ollut havaittavissa suuntaus parempaan. Vuoden 2019 vesinäytteistä mitattujen sähkönjohtavuuksien perusteella vedessä ei ole ollut havaittavissa aiemman kaltaista kerrostuneisuutta (Kuva 6-2), eikä alusvedessä ollut havaittavissa hapettomuutta (19-86 % O<sub>2</sub>). Vuonna 2019 sähkönjohtavuus vaihteli päällysvedessä välillä 8-22 mS/m ja alusvedessä 8-23 mS/m.



Kuva 6-2. Sähkönjohtavuus Kalliojärvässä.

Kenttämittaustietojen mukaan järvi oli maaliskuussa ja syyskuussa sähkönjohtavuuden sekä syyskuussa myös happipitoisuuden suhteen kerrostunut. Harppauskerros oli hyvin jyrkkä ja sijaitsi pohjan tuntumassa, joten todennäköisesti alusveden vesinäyte on kyseisillä näytteenotto-kerroilla otettu harppauskerroksen yläpuolelta (Kuva 6-3). Veden lämpötilassa ei ollut havaittavissa harppauskerrosta pohjan tuntumassa, minkä perusteella kerrostuneisuus ei johtunut luonnollisesta vuodenaikaisesta lämpötilakerrostuneisuudesta. Toukokuusta elokuuhun vedessä ei ollut havaittavissa kerrostuneisuutta. Kerrostuneen alusveden tilavuus on pienentynyt tarkkailuvuosien aikana ja nykyisin vesi on ympäri vuoden sekoittunutta pinnasta pohjaan tai miltei pohjaan saakka.



Kuva 6-3. Sähkönjohtavuus ja happipitoisuus Kalliojärven kenttämittauksissa vuonna 2019.

Kalliojärven suurimmat alusveden sulfaattipitoisuudet on mitattu vuosina 2011-2014 (pinta ka. 1200 mg/l, pohja ka. 4089 mg/l), jolloin Kalliojärvi oli voimakkaasti kerrostunut ja alusveden tilavuus nykyistä suurempi. Vuonna 2019 sulfaattipitoisuus vaihteli päänlyksvedessä välillä 24-89 mg/l ja pohjan lähellä välillä 28-90 mg/l. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat pieniä (<0,03-0,04 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus päänlyksvedessä vaihteli välillä 3,4-9,5 µg/l ja pohjan lähellä välillä 4,5-11 µg/l, eivätkä keskipitoisuudet ylittäneet sekoittumisvyöhykkeelle annettua ympäristönlääntunormia (33 µg/l). Biosaatavan osuuden laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa lähtötiedoissa TOC:a. Nikkelin biosaatavan pitoisuuden vuosikeskiarvo oli päänlyksvedessä 0,8 µg/l ja pohjan lähellä 1,1 µg/l. Liukoisen uraanin pitoisuus päänlyksvedessä oli 0,2-0,3 µg/l ja pohjan lähellä 0,2-0,5 µg/l. Mangaanipitoisuus vaihteli päänlyksvedessä välillä 240-520 µg/l ja pohjan lähellä välillä 240-890 µg/l. Natriumpitoisuus vaihteli päänlyksvedessä välillä 5-11 mg/l ja pohjan lähellä välillä 7-23 mg/l. Liukoisen uraanin, mangaanin ja natriumin pitoisuudet ovat pienentyneet huomattavasti suurimmista mitatuista pitoisuuksista vuosina 2011-2013.

#### 6.4 Korentojoki

Korentojoki laskee Kalliojokeen Kalliojärven ja Kolmisopin välissä ja kerää vetensä teollisuusalueen länsipuolelta. Korentojoki ei ole varsinaisesti kaivosvesien purkureitillä eikä sinne johdeta teollisuusalueen vesiä. Korentojoki muodostaa vesimuodostuman yhdessä Tuhkajoen kanssa. Korentojoen vedenlaadun tarkkailu on aloitettu vuonna 2014. Näytteenottoa paikka täsmennettiin oikeaan paikkaan vuonna 2017. Vuonna 2016 vesinäytteistä mitattiin poikkeavan suuria pitoisuuksia, koska näytteet oli otettu liian läheltä lähelle Kalliojoen laskukohtaa. Vuonna 2019 vedenlaatua tarkkailtiin maaliskuu-, elo- ja lokakuussa.

Korentojoen vedenlaadussa ei ole havaittu huomattavia muutoksia tarkkailun aikana. Kaiken kaikkiaan vuonna 2019 pitoisuudet olivat pieniä verrattuna kaivoksen purkuvesien reitillä, Kolmisoppeen laskevissa vesistöissä, havaittuihin pitoisuuksiin. Veden pH vaihteli välillä 5-7 ja vesi oli voimakkaasti humuspitoista (COD<sub>Mn</sub> 15-41 mg/l O<sub>2</sub>). Veden sähkönjohtavuus oli maaliskuussa aiem-



paa suurempi (27 mS/m), mutta muilla näytteenottokerroilla tavanomainen (3 mS/m). Sulfaatti-pitoisuus oli pieni (1,9-4,4 mg/l). Mangaanin pitoisuus vaihteli välillä 28-51 µg/l ja natriumin välillä 1-2 mg/l. Liukoisen kadmiumin ja uraanin pitoisuudet olivat alle määritysrajan ja liukoisen nikkelin pitoisuudet pieniä (0,5-3,9 µg/l).

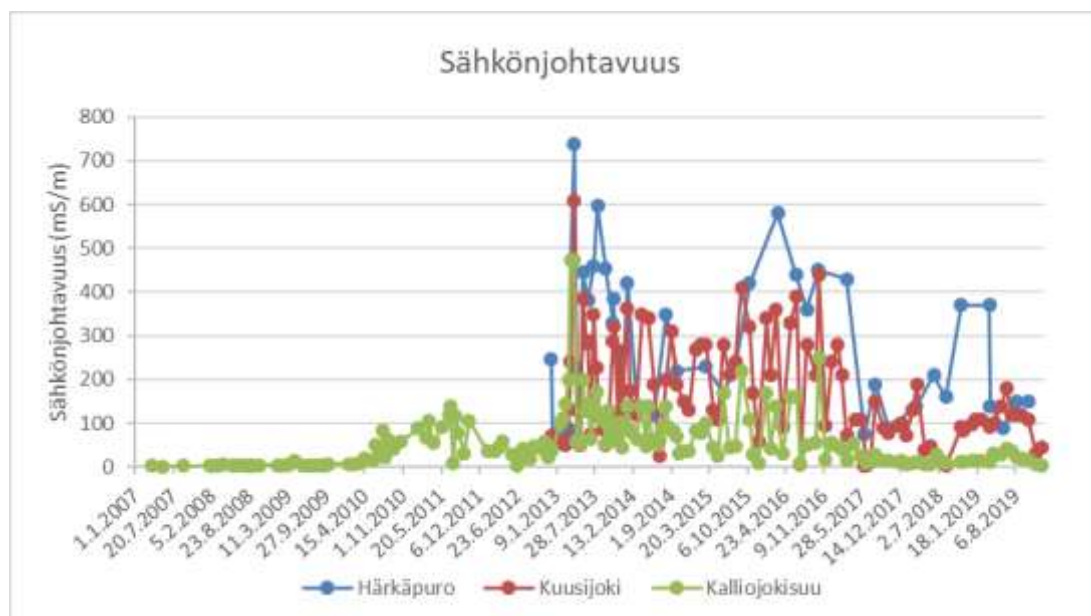
## 6.5 Härkäpuro ja Kuusijoki

Härkäpuro ja Kuusijoki sijaitsevat Terrafamen teollisuusalueella. Niiden vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2019 kaivoksen vesiä johdettiin Latosuon vesivarastoaltaalta Kuusijokeen maaliskuusta kesäkuuhun kuukausittain yhteensä 460 060 m<sup>3</sup>. Härkäpuron vedenlaatua tarkkailtiin vuonna 2019 maaliskuu-, kesä-, elo- ja lokakuussa. Maaliskuussa näytteitä otettiin erähdyksessä kahtena näytteenottokertana. Kuusijoen vedenlaatua tarkkailtiin vuonna 2019 kuukausittain.

Maalis-, elo- ja lokakuun näytteenottokerroilla Härkäpuron vedenlaatu ei poikennut aiemmin tarkkailussa havaitusta. Kesäkuun näytteenottokerralla vesinäytteistä mitattiin koholla olevia metallipitoisuuksia ja myös kiintoainepitoisuus oli keskimääräistä suurempi. Todennäköisimpänä syynä poikkeuksellisiin pitoisuuksiin voidaan pitää Härkälammen neutraloinnista Härkäpuroon kulkeutunutta sakkaa, jota on näytteenotossa sekoittunut vesinäytteeseen. Sakkaa on kertynyt Härkäpuron neutralointiasemalle, josta sitä toisinaan kulkeutuu alaspäin kohti Härkäpuron näytteenottopistettä. Neutralointipaikka sijaitsee Kuusilammelta Härkäpuroon johtavassa ojassa juuri ennen Härkäpuron alkua. Pohjasedimentin pöllähtäminen näytteenottoaikalla sekä sen sekoittuminen vesinäytteeseen ovat mahdollisia etenkin alhaisen virtaaman aikaan. Näytteenottohetkellä puroumassa oli niin vähän vettä, että näyte jouduttiin ottamaan 15 cm:n syvyydestä. Vesinäytteen kiintoainepitoisuus oli koholla, mikä saattaa johtua pohjasedimentin sekoittumisesta näytteeseen. Edellisen kerran sama tapahtui vuoden 2018 maaliskuun näytteenottokerralla.

Härkäpuron vesi oli kesäkuun näytteenottokertaa lukuun ottamatta selvästi emäksistä (pH 7-12). Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 90-370 mS/m. Liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä <0,03-9,2 µg/l ja keskipitoisuus (1,9 µg/l) ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristönlaatumnormin (0,28 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuusvaihtelu oli huomattavaa (7-720 µg/l). Vuosikeskiarvo (177 µg/l) ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristönlaatumnormin (AA EQS 24-32 µg/l, Vna 868/2010). Sekoittumisvyöhyke ei koske Härkäpuroa, vaikka kaivosvesiä johdetaan sitä kautta mm. sekoittumisvyöhykkeeseen kuuluvaan Kuusijokeen. Nikkelin biosaatavan osuuden laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa lähtötiedoissa TOC:a. Nikkelin biosaatavan pitoisuuden vuosikeskiarvo oli 39,6 µg/l. Liukoisen uraanin pitoisuus vaihteli välillä <0,5-0,8 µg/l.

Kuusijoen kautta johdettujen kaivosvesien määrän pieneneminen Nuasjärven purkutupken käyttöönoton jälkeen voidaan havaita niin Härkäpuron kuin sen alapuolisten Kuusijoen ja Kalliojoki-suunkin vedenlaadussa. Sähkönjohtavuus on pienentynyt tarkkailuvuosien 2013–2019 aikana niin Härkäpuron kuin sen alapuolisten Kuusijoen ja Kalliojokisuun näytteenottopisteilläkin (Kuva 6-4). Sähkönjohtavuudessa on ollut kaikilla pisteillä suurta näytteenottokertojen välistä vaihtelua, mutta Kalliojokisuun pisteellä vaihtelu on viime vuosina ollut melko vähäistä.



Kuva 6-4. Sähkönjohtavuus Härkäpurossa, Kuusijoessa sekä Kalliojokisuussa.

Kuusijoen veden pH vaihteli happamasta neutraaliin (6,2-7,3). Sulfaattipitoisuus (v. 2019 110-970 mg/l), natriumpitoisuus (v. 2019 8-91 mg/l) ja liukoisen uraanin pitoisuus (v. 2019 <0,1-0,26 µg/l) ovat olleet vuosina 2017-2019 pienempiä kuin vuosina 2013-2016 (2013-2019 SO<sub>4</sub> 19-4500 mg/l, Na 4-620 mg/l, U liuk. 0,1-1,5 µg/l).

Liukoisen kadmiumin pitoisuudet Kuusijoen vesinäytteissä vaihtelivat välillä 0,2-0,5 µg/l. Liukoisen kadmiumin keskipitoisuus (0,4 µg/l) oli hieman aiempaa (maks. 0,3 µg/l) suurempi, mutta suurimmat yksittäiset pitoisuudet on mitattu vuosina 2013 ja 2014 (1,9 ja 1,2 µg/l). Keskipitoisuus ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristölaatunormin (0,28 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 15-58 µg/l ja keskipitoisuus (38 µg/l) ylitti sekoittumisvyöhykkeelle annetun ympäristölaatunormin (33 µg/l). Suurimmat yksittäiset liukoisen nikkelin pitoisuudet on mitattu vuosina 2013 ja 2014 (160 µg/l ja 150 µg/l). Biosaatavan osuuden laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa lähtötiedoissa TOC:a. Nikkelin biosaatavan pitoisuuden vuosikeskiarvo oli 7,6 µg/l.

## 6.6 Kalliojoki

Kalliojoki laskee suovaltaisten alueiden läpi Kalliojärvestä Kolmisoppiin. Kalliojoen pituus on yhteensä noin 3,1 km ja siihen laskee matkalla noin 900 m Kalliojärven luusuasta isohko Korentojoki ja hieman näytepisteen yläpuolella Kuusijoki. Kalliojoki on osa Tuhkajoen-Korentojoen vesimuodostumaa. Kalliojokisuun havaintopaikka sijaitsee kohdassa, jossa Kalliojoki laskee Kolmisoppiin. Näytteenottopisteeltä on otettu vesinäytteitä vuodesta 2007 asti. Vuonna 2019 näytteitä otettiin kuukausittain.

Kalliojoessa on havaittu alhaisempia pitoisuuksia niinä aikoina, kun Kalliojoen yläpuolisiin vesistöihin ei ole juoksettu vesiä. Vuonna 2019 juoksetusten vaikutus veden laatuun oli pieni todennäköisesti aiempia vuosia pienempien juoksetusmäärien ansiosta.

Vuonna 2019 vesi oli hapanta (pH 5,7-6,7). Veden laadun vaihtelu näytteenottokertojen välillä oli vuosien 2017 ja 2018 tapaan vähäisempää ja pitoisuudet pääosin pienempiä kuin tarkkailuvuosina 2011-2016. Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 5-41 mS/m, sulfaattipitoisuus välillä 13-180 mg/l, mangaanipitoisuus välillä 120-340 µg/l ja natriumpitoisuus välillä 2-19 mg/l. Liukoisen kadmiumin havaitut pitoisuudet (<0,03-0,14 µg/l) olivat pieniä mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioon ottaen ympäristölaatonormiin (0,28 µg/l) verrattaessa. Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 3-16 µg/l ja liukoisen uraanin välillä <0,10-0,16 µg/l. Biosaatavan liukoisen nikkelin osuuden laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa lähtötiedoissa TOC:a. Vuosikeskiarvo oli pieni 0,8 µg/l.

## 6.7 Aittopuro

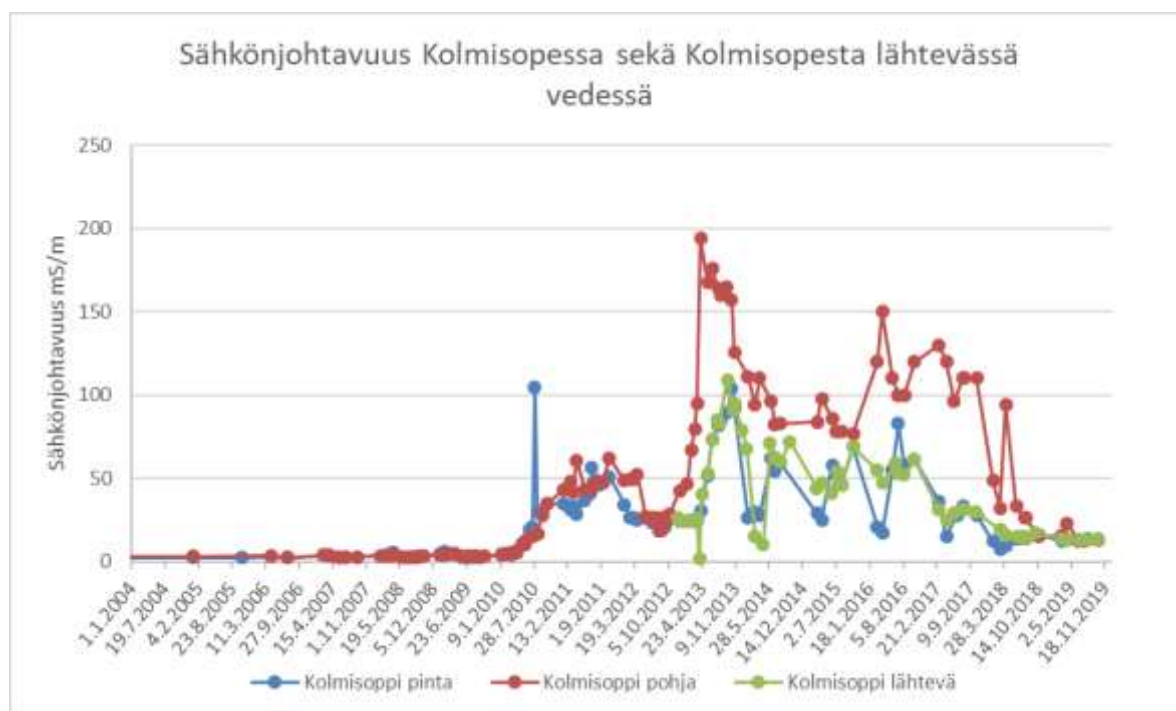
Aittopuro laskee Kolmisoppiin pohjoisesta eikä ole kaivoksen vaikutusalueella. Aittopuron vedenlaatu tarkkaillaan kolmen vuoden välein. Vuonna 2019 näytteitä otettiin maaliskuussa, elokuussa ja lokakuussa.

Aittopuron vedenlaadussa ei havaittu muutoksia aiempiin tarkkailutuloksiin verrattuna. Pitoisuudet olivat pieniä verrattuna kaivoksen purkuvesien reitillä Kolmisoppeen laskevissa vesistöissä havaittuihin pitoisuuksiin. Sähkönjohtavuus oli 3 mS/m, sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 3,6-5,2 mg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus oli 1 µg/l. Liukoisen kadmiumin ja liukoisen uraanin pitoisuudet olivat alle määräysrajan (<0,03 ja <0,1 µg/l). Mangaanin pitoisuus vaihteli välillä 60-83 µg/l ja natriumin 1,3-1,7 mg/l.

## 6.8 Kolmisoppi

Kolmisoppi sijaitsee kaivospiirin sisällä. Sen pinta-ala on 201,5 ha, keskisyvyys 5,55 m ja suurin syvyys 14,15 m. Kolmisoppi on tyypitelty runsashumukseksi järveksi. Järvi on luokiteltu ekologiselta tilaltaan välttäväksi ja kemialliselta tilaltaan hyvää huonommaksi (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Kolmisopesta on otettu näytteitä vuodesta 2005 lähtien vuosittain ja Kolmisopesta lähtevästä vedestä vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2019 kummaltakin pisteeltä otettiin näytteitä kuutena näytteenottokertana. Kolmisopen kenttämittaukset tehtiin maaliskuussa, kesäkuussa, heinäkuussa ja elokuussa.

Kolmisopen päänlyys- ja alusveden sekä Kolmisopesta lähtevän veden vesinäytteistä mitatut sähköjohtavuudet ovat pienentyneet huomattavasti vuonna 2013 mitatuista sähköjohtavuuden arvoista (Kuva 6-5). Vuonna 2019 Kolmisopen alusvedestä mitattu sähköjohtavuus oli ensimmäistä kertaa vuoden 2011 jälkeen pääosin samalla tasolla kuin päänlyysvedestä mitattu sähköjohtavuus. Ainoastaan huhtikuun näytteenotokerralla alusvedestä mitattu sähköjohtavuus oli suurempi kuin päänlyysvedestä mitattu. Kolmisopesta lähtevästä vedestä mitattu sähköjohtavuus oli samalla tasolla kuin Kolmisopen päänlyys- ja alusvedessä. Sähköjohtavuus vaihteli päänlyysvedessä välillä 12-14 mS/m, päänlyysvedessä välillä 12-24 mS/m ja alusvedessä välillä 13-14 mS/m.



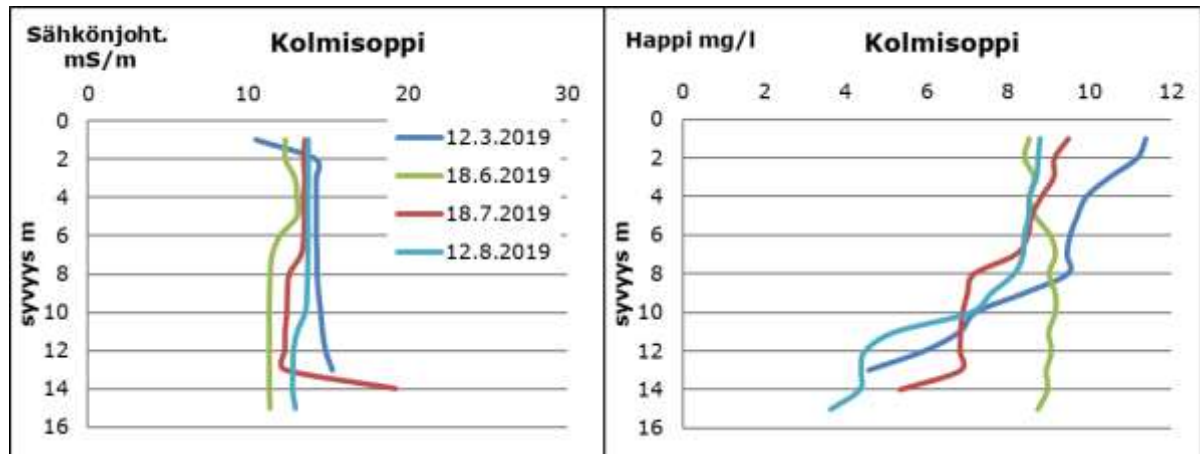
Kuva 6-5. Kolmisopen ja Kolmisopesta lähtevän veden sähköjohtavuus.

Sulfaattipitoisuus vaihteli päänlyysvedessä välillä 41-55 mg/l, alusvedessä välillä 44-90 mg/l ja lähtevässä vedessä välillä 44-55 mg/l. Sulfaattipitoisuudet ovat pienentyneet samaan tapaan kuin sähköjohtavuus, mutta ne ovat edelleen suurempia kuin ennen kaivostoimintaa.

Liukoisen kadmiumin pitoisuudet eri näytteenotopisteillä (<0,03-0,09 µg/l) olivat pieniä. Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli näytteenotopisteillä välillä 3,9-7,4 µg/l. Liukoisen nikkelin pitoisuus ei ylittänyt sekoittumisvyöhykkeelle annettua ympäristölaatunormia (33 µg/l). Biosaatavan osuuden laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa lähtötiedoissa TOC:a. Biosaatavan liukoisen nikkelin keskipitoisuudet näytteenotopisteillä olivat pieniä (0,8-0,9 µg/l). Kolmisopen nikkelpitoisuudet ennen kaivostoimintaa ovat olleet huomattavasti suurempia kuin nykyisin (keskipitoisuus v. 2007-2008 55 µg/l). Liukoisen uraanin pitoisuudet olivat alle määräysrajan tai sen tuntumassa (<0,1-0,1 µg/l). Päänlyysveden mangaanipitoisuus vaihteli päänlyysvedessä välillä 37-150 µg/l ja alusvedessä välillä 72-520 µg/l. Natriumpitoisuus vaihteli päänlyysvedessä välillä 5,4-7,9 mg/l ja alusvedessä välillä 5,1-15,0 mg/l.

Kolmisopen vedenlaatutarkkailussa suurimmat mitatut pitoisuudet on pääosin mitattu vuosina 2011-2013. Vuonna 2019 järvestä lähtevästä vedestä mitatut pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin järven päänlyysvedessä. Suurimmat pitoisuudet mitattiin alusvedestä.

Kenttämittaustietojen perusteella Kolmisopen alusveden vedenlaatu on kohentunut vuosien 2018 ja 2019 aikana. Vuonna 2019 vesi oli Kolmisopessa sähkönjohtavuuden suhteen kerrostunut ainoastaan heinäkuussa, jolloin harppauskerros sijaitti pohjan tuntumassa (Kuva 6-6). Myös happipitoisuus pieneni lähellä pohjaa. Järvessä ei ollut havaittavissa heinäkuussa lämpötilakerrostuneisuutta. Pohjan tuntumasta mitatut suurimmat sähkönjohtavuuden arvot olivat huomattavasti pienempiä kuin viime vuosina.

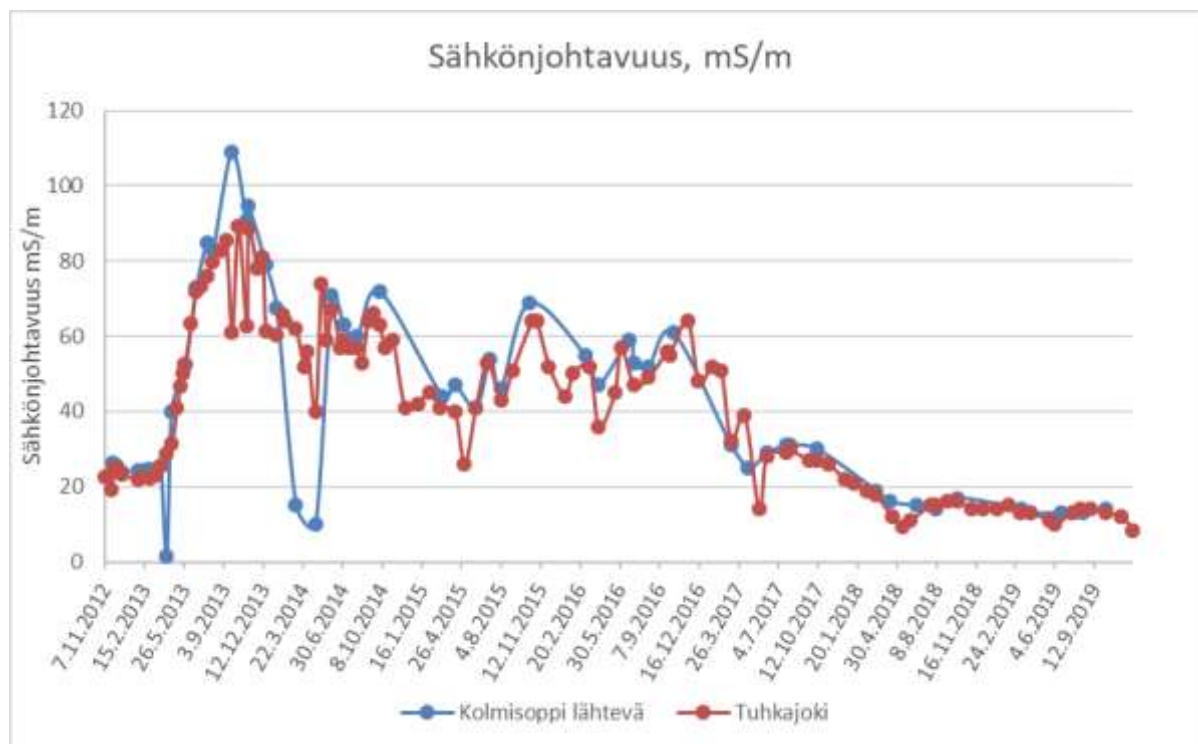


Kuva 6-6. Sähkönjohtavuus ja happipitoisuus Kolmisopin kenttämittauksissa vuonna 2019.

## 6.9 Tuhkajoki

Tuhkajoki laskee teollisuusalueelta Kolmisopista Jormasjärveen. Yhdessä Korentojen kanssa se muodostaa 15,4 km mittaisen keskisuureksi turvemaiden joeksi tyypitellyn vesimuodostuman, jonka valuma-alue on kooltaan 123,5 km<sup>2</sup>. Tuhkajoen-Korentojen vesimuodostuman ekologinen tila on luokiteltu tyydyttäväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Ensimmäiset vedenlaatutulokset ovat vuodelta 2012. Vuonna 2019 Tuhkajoen vedenlaatua seurattiin kuukausittain.

Tuhkajoen vesi on laadultaan samaa tasoa kuin Kolmisopesta lähtevä vesi. Aiempien vuosien tapaan vesi oli lievästi hapanta (pH 6-6,8). Sähkönjohtavuus (9-15 mS/m) oli aiempaa pienempi (Kuva 6-7). Sulfaattipitoisuus (27-50 mg/l) on pienentynyt huomattavasti vuodesta 2013 (keskim. 280 mg/l).



Kuva 6-7. Kolmisopen lähtevän veden ja Tuhkajoen sähkönjohtavuus.

Metallien pitoisuudet Tuhkajoessa ovat pienentyneet vuodesta 2014 lähtien. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet (<0,03-0,07 µg/l) olivat pieniä. Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 4,2-7,1 µg/l ja siitä laskettu biosaatava pitoisuuden keskiarvo (1,1 µg/l) oli pieni. Biosaatavan osuuden laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa lähtötiedoissa TOC:a. Liukoisen uraanin pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan tai sen tuntumassa (<0,1-0,13 µg/l). Mangaanipitoisuus vaihteli välillä 76-160 µg/l ja natriumin välillä 4,5-8,2 mg/l.

## 6.10 Talvijoki

Talvijoki laskee Jormasjärven Talvilahteen etelästä. Kaivoksen vesiä ei juokseteta Talvijoen suuntaan. Talvijoen vedenlaatua on seurattu vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2019 näytteitä otettiin maaliskuu-, elokuu- ja lokakuussa.

Vuonna 2019 Talvijoen vedenlaatu ei poikennut aiempien tarkkailuvuosien aikana havaitusta. Vesi oli aiempaan tapaan runsashumuksista (COD<sub>Mn</sub> 24-46 mg/l), mutta ei yhtä hapanta kuin aiempina tarkkailuvuosina (v. 2019 pH 6,1-6,7, v. 2012-2018 4,4-6,6). Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 4,5-6,9 mS/m ja sulfaattipitoisuus välillä 5-14 mg/l. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,1-0,2 µg/l, eikä keskipitoisuus (0,2 µg/l) ylittänyt mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivaa ympäristölaatunormia (0,28 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 12-24 µg/l, eikä keskipitoisuus (19 µg/l) ylittänyt mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivaa ympäristölaatunormia (AA EQS 24-32 µg/l, Vna 868/2010). Liukoisen nikkelin biosaatava osuus laskettiin käyttäen DOC:in tilalla TOC:ia. Biosaatavan pitoisuuden vuosikeskiarvo oli (1,5 µg/l) pieni. Liukoisen uraanin pitoisuudet olivat pieniä (<0,10-0,15 µg/l). Mangaanipitoisuudet (73-130 µg/l) olivat aiempiin tarkkailuvuosien verrattuna pieniä ja natriumpitoisuudet (1,8-3,2 µg/l) aiempien tarkkailuvuosien tasolla.

## 6.11 Jormasjärvi

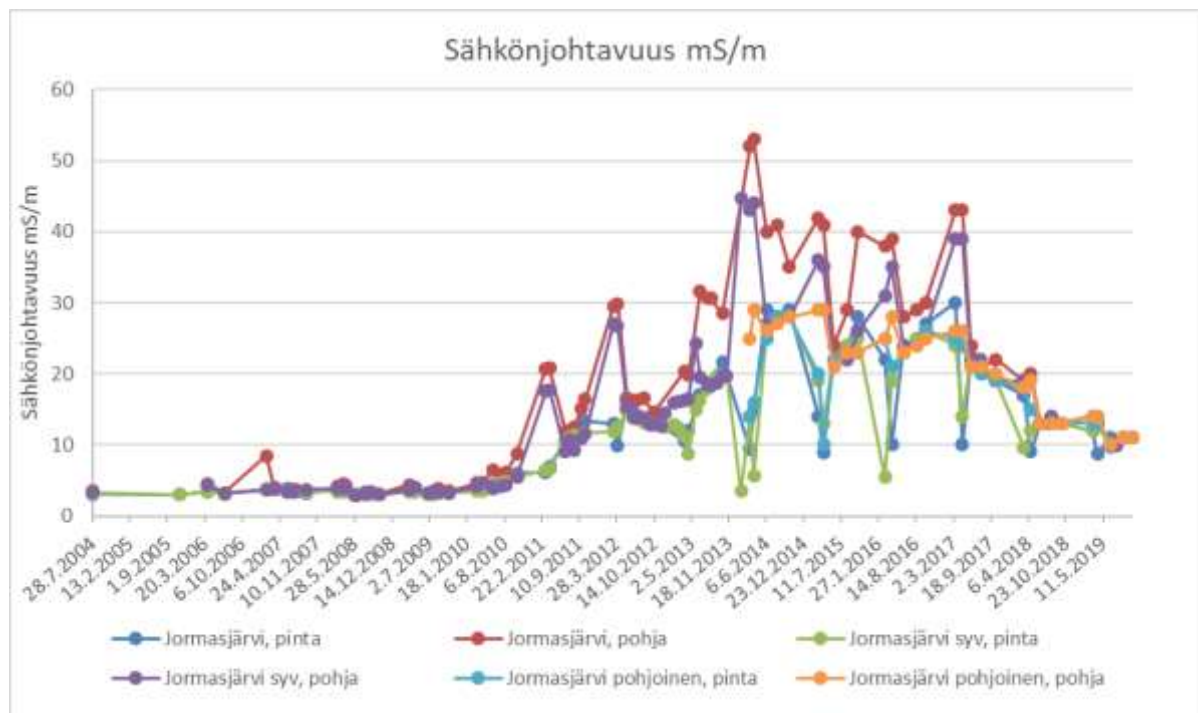
Jormasjärvi (59.882.1.001) on tyypiltään keskikokoinen humusjärvi ja sen ala on 2063 ha. Suurin syvyys on 28 m ja keskisyyvyys 5,8 m. Jormasjärven on arvioitu olevan hyvässä ekologisessa tilassa. Kemiallinen tila on luokiteltu hyvää huonommaksi, sillä kadmiumpitoisuus on aiemmin ylittänyt sille asetetun ympäristölaatunormin (Pintavesien tila/Lähde: SYKE), joka ei huomioi mustaliuskealueen suurempia liukoisen kadmiumin taustapitoisuuksia. Jormasjärven eteläisen pisteen (Jormasjärvi Jor5, n. 18 m) sekä keskellä järveä sijaitsevan syvänpisteen (Jormasjärvi syv. Jor3, 27 m) vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2004 alkaen vuosittain. Pohjoiselta näytteenottopisteeltä (Jormasjärvi pohjoinen, 11 m) on vedenlaatutietoja vuodesta 2014 alkaen.

Vuonna 2019 vesinäytteitä otettiin järven kaikista kolmesta syvänehavaintopisteestä maalisi-, huhti-, kesä-, elo- ja lokakuussa. Syvänpisteeltä otettiin lisäksi näytteitä heinäkuussa. Jormasjärven syvänpisteellä on käytössä myös automaattinen vedenlaadun havaintoasema. Jormasjärven rantavesitarkkailun neljältä näytteenottopisteeltä otettiin vesinäytteitä kesäkuussa. Ensimmäiset vedenlaatuhavainnot rantavesipisteiltä ovat vuodelta 2015.

### 6.11.1 Vesinäytteiden tulokset

Vuonna 2019 Jormasjärven päällysveden happitilanne oli hyvä (81-95 % O<sub>2</sub>) kaikkina näytteenotokertoina. Alusveden happitilanne oli kaikilla näytteenottopisteillä ensimmäisellä näytteenotokerralla maaliskuussa huono (6-32 % O<sub>2</sub>) ja viimeisellä näytteenotokerralla lokakuussa hyvä (84-88 % O<sub>2</sub>). Muina näytteenotokertoina happitilanne vaihteli huonosta hyvään (14-84 % O<sub>2</sub>). Happikatoa ei havaittu. Veden pH vaihteli näytteissä happamasta neutraaliin (pH 6-7).

Sähkönjohtavuus Jormasjärven näytteenottopisteillä on pienentynyt vuodesta 2015 alkaen (Kuva 6-8). Samaan aikaan ero eri näytteenottopisteiltä ja näytteenottosyvyyksistä mitattujen sähkönjohtavuuksien välillä on pienentynyt. Sähkönjohtavuus on edelleen suurempi kuin ennen kaivos-toimintaa. Vuonna 2019 päällysveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 9-13 mS/m ja alusveden välillä 10-15 mS/m.



Kuva 6-8. Jormasjärven näytteenottopisteiden alus- ja päällysvedestä mitattu sähkönjohtavuus vuosina 2004-2019.

Sulfaattipitoisuus vaihteli pölyvedessä välillä 26-48 mg/l ja oli sähkönjohtavuuden tapaan alusvedessä miltei samalla tasolla (34-48 mg/l). Avovesikauden klorofyllipitoisuudet (2-5 µg/l) kuvasivat eri näytteenottokerroilla ja näytteenottopisteillä karuja tai lievästi reheviä oloja.

Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat pieniä (<0,03-0,1 µg/l). Suurin yksittäinen pitoisuus mitattiin Jormasjärven pölyvesinäytteestä huhtikuussa. Tarkkailun suurimmat liukoisen kadmiumin pitoisuudet on aiemminkin mitattu kyseiseltä näytteenottopisteeltä. Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli näytteenottopisteillä pölyvedessä välillä 3-10 µg/l (ka. 5 µg/l) ja alusvedessä välillä 3-12 µg/l (ka. 6 µg/l). Keskipitoisuudet eivät ylittäneet taustapitoisuudet huomioivaa ympäristönlaadunormia (AA EQS 24-32 µg/l, Vna 868/2010). Jormasjärven liukoisen nikkelin havaituista pitoisuuksista laskettiin Bio-met -mallilla biosaatava pitoisuus käyttäen DOC:in tilalla TOC:ia. Sekä pölyvesi- että alusveden liukoisen nikkelin pitoisuuksista lasketut biosaatavan osuuden vuosikeskiarvot (0,9-1,0 µg/l) olivat pieniä. Liukoisen uraanin pitoisuus oli kaikissa Jormasjärven näytteissä alle määrittäysrajan (<0,10 µg/l).

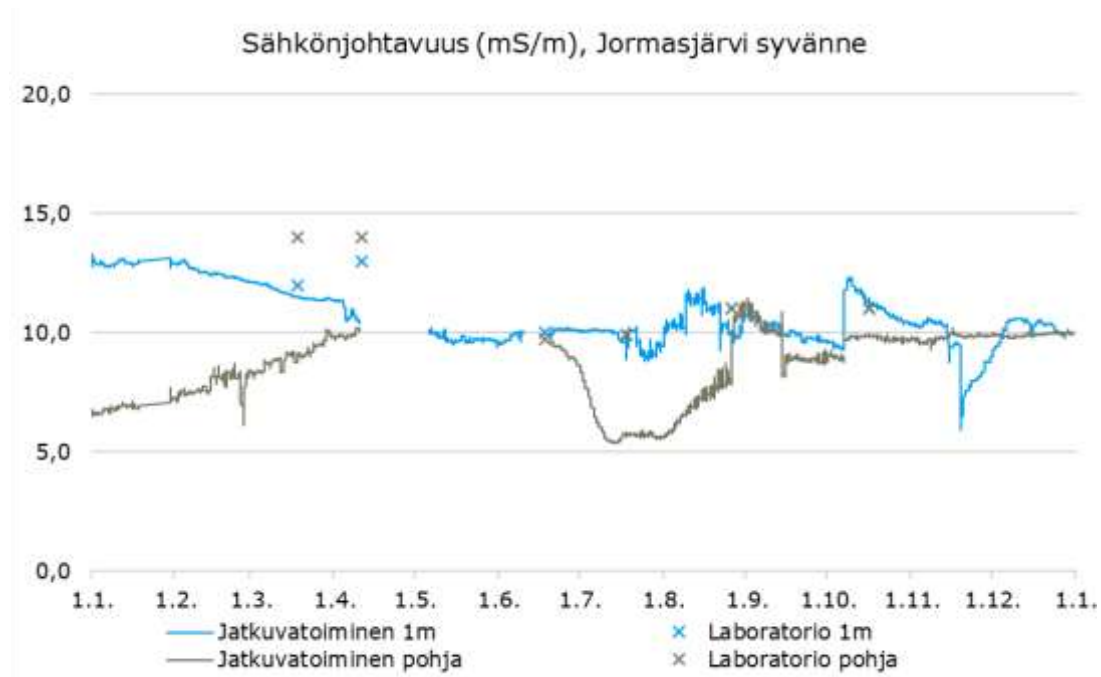
Jormasjärven syvänteellä pölyveden mangaanipitoisuus vaihteli välillä 16-110 µg/l. Alusveden näytteistä mitattiin joillain näytteenottokerroilla huomattavan suuria mangaanipitoisuuksia (17-5100 µg/l). Alusveden happitilanne oli kyseisinä näytteenottokertoina huono ja myös rautapitoisuudet olivat silloin koholla, minkä perusteella mangaania ja rautaa on liuennut vähähappisissa oloissa pohjasedimentistä veteen. Natriumpitoisuus vaihteli näytteissä välillä 5-10 mg/l, eikä pitoisuuksissa ollut eroa eri näytteenottosyvyyksien välillä.

#### 6.11.1 Automaattiset mittaukset

Osana Nuasjärven purkupuikun tarkkailua Jormasjärven syvänteellä on ollut syksystä 2015 lähtien käytössä automaattinen mittausasema, joka seuraa lämpötilaa, sähkönjohtavuutta ja pH:ta 1 metrin syvyydessä sekä pohjanläheisessä vesikerroksessa. Mittausaseman avulla voidaan seurata Jormasjärven tilaa reaaliaikaisesti yhdellä syvänteellä.



Automaattisten mittareiden perusteella sähkönjohtavuus vaihteli 1 metrin syvyydessä välillä 5,8-13,2 mS/m ja alusvedessä 5,4-11,5 mS/m (Kuva 6-9). Etenkin pohjanläheisen veden jatkuvatoimisen mittarin toiminnassa vaikutti olevan häiriöitä vuoden aikana. Mittarin antamat tulokset olivat etenkin alkuvuodesta alhaisempia kuin laboratoriossa mitatut tulokset vastaavilta ajankohdilta. Lisäksi automaattimittarien tulosten perusteella alusvedessä sähkönjohtavuus olisi ollut usein päällysveden sähkönjohtavuutta alhaisempi, mitä ei voida pitää luotettavana tuloksena.



**Kuva 6-9.** Jormasjärven syvänteen (Jor3) automaattisen mittausaseman tuottama sähkönjohtavuusaineisto sekä vedenlaatuhavainnot vuonna 2019.

### 6.11.2 Rantavesinäytteet

Vuonna 2019 Jormasjärven rantavesinäytteet otettiin vuosien 2015–2018 tapaan rantavesien näytepisteiltä JR1-JR4. Näytteet otettiin 4.6.-18.6. välisenä aikana. Rantavesipisteet on esitetty liitteen 1-6 kartalla.

Veden laatu vastasi pääosin muualta Jormasjärveltä tehtyjä havaintoja päällysveden laadusta. Veden pH oli rantavesinäytteissä tavanomainen (6,3-6,7). Sähkönjohtavuus (10 mS/m), natriumpitoisuudet (5,1-6,7 mg/l) ja sulfaattipitoisuudet (33-36 mg/l) olivat edellisvuosia pienempiä. Aiempien vuosien tapaan liukoista elohopeaa tai uraania ei näytteissä havaittu.

Liukoisien kadmiumin pitoisuudet (<0,03-0,05 µg/l) olivat edellisvuoden tasolla, eivätkä ne ylittäneet pitoisuudelle asetettua ympäristölaatu normia. Liukoisien nikkelin pitoisuudet (4,1-4,9 µg/l) olivat hieman pienempiä kuin aiempina vuosina. Jormasjärvellä luontainen nikkelpitoisuus on tavanomaista korkeampi ja vastaavia nikkelpitoisuuksia on havaittu jo ennen kaivostoiminnan aloittamista Terrafamen kaivoksen alueella.

Mangaanin pitoisuus näytteissä vaihteli välillä 54-75 µg/l. Nyt havaitut pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin aiempina vuosina. Talousveden laatusuositus mangaanin osalta on vesilaitosten jakamassa vedessä <50 µg/l ja yksityiskaivoissa <100 µg/l. Pintavesissä laatusuosituksen ylittyminen on yleistä ja mangaanipitoisuus voi vaihdella paljonkin kuukausien välillä. Jäiden sulamisen jälkeen suomalaisille järville tyypillisessä kevätkierrossa pohjan läheisten kerrosten mangaanirikkaampaa vettä pääsee sekoittumaan pintakerrokseen, mikä näkyy myös ranta-alueiden veden mangaanipitoisuudessa.

Kokonaisuutena arvioiden rantaveden laatu vastasi tutkituilla näytepisteillä Jormasjärven tavanomaista tasoa, eikä merkittäviä eroja näytteenottopisteiden vedenlaadussa havaittu. Mitattujen aineiden pitoisuudet olivat edellisten vuosien tasolla tai pienentyneet.

## 6.12 Jormasjoki

Jormasjoki laskee Jormasjärvestä Nuasjärveen. Sen kokonaispituus on 5,8 km ja valuma-alueen pinta-ala on noin 307 km<sup>2</sup>. Se on tyypitelty keskisuureksi turvemaiden joeksi. Sen ekologinen tila on luokiteltu hyväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Jormasjoen tilaa on seurattu vuodesta 2014 alkaen. Vuonna 2019 näytteitä otettiin kuukausittain. Tarkkailupiste kuuluu myös Mondo Mineralsin Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun.

Jormasjoen veden humuspitoisuudessa, sähkönjohtavuudessa sekä useiden muuttujien pitoisuuksissa (mm. SO<sub>4</sub>, Mn, Na) voidaan havaita laskeva suuntaus tarkkailuvuosien aikana. Sen sijaan pH on tarkkailuvuosien aikana kasvanut. Vuonna 2019 vesi oli melko humuspitoista (COD<sub>Mn</sub> 9-12 mg/l) ja happamuudeltaan neutraalia (pH 6,6-7,2). Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 10-15 mS/m ja sulfaattipitoisuus välillä 32-55 mg/l. Mangaanipitoisuus vaihteli välillä 15-64 µg/l ja natriumpitoisuus välillä 5-9 mg/l.

Myös liukoisien kadmiumin ja liukoisien nikkelin pitoisuudet ovat pienentyneet tarkkailuvuosien aikana. Vuonna 2019 liukoisien kadmiumin pitoisuudet olivat pieniä (<0,030-0,04 µg/l). Liukoisien nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 3-6 µg/l. Liukoisien nikkelin pitoisuuden vuosikeskiarvo (4,2 µg/l) sekä biosaatavan osuuden vuosikeskiarvo (0,9 µg/l) olivat pieniä. Laskennan taustatietoina pystyttiin käyttämään DOC:ia lukuun ottamatta yhtä näytteenotokertaa, jonka osalta käytettiin TOC:ia. Liukoisien uraanin pitoisuudet olivat aiempaan tapaan alle määrittäysrajan (<0,1 µg/l).

## 6.13 Rehja-Nuasjärvi

Rehja-Nuasjärvi (nro 59.811.1.001) on suuri (9601 ha) humusjärvi, joka on luokiteltu ekologiselta ja kemialliselta tilaltaan hyväksi. Jormasjoki laskee Jormasjärvestä Rehja-Nuasjärveen Nuasjärven puolelle ja Kajaaninjoki Rehja-Nuasjärvestä Oulujärveen Rehjan puolelta. Vuonna 2019 järven vedenlaatua tarkkailtiin 12 näytteenottopisteeltä 4-6 kertaa vuodessa vesinäyttein. Kuudelta ranta-vesipisteeltä otettiin näytteitä kesäkuussa. Kenttämittauksia tehtiin 21 näytteenottopisteellä, joista 18 kuuluu leviämiskartoituksen näytteenottopisteisiin. Tarkkailua tehtiin lisäksi kolmen jatkuvatoimisen mittausaseman avulla. Nuasjärvi kuuluu myös Mondo Mineralsin Lahnaslammen kaivoksen vaikutusalueelle ja Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Kaikki tarkkailupisteet on esitetty liitteissä 1.4 ja 1.5.

Pisteeltä Nuasjärvi 23 on vedenlaatutietoja vuodesta 2008 alkaen, mutta muut vedenlaadun havaintopisteet on otettu käyttöön vuosina 2014-2019. Leviämiskartoituksen pisteet, joilta ei oteta vesinäytteitä, ovat olleet mukana tarkkailussa vuodesta 2016 alkaen.

Vuoden 2019 alusta alkaen purkuputken tarkkailua laajennettiin kolmella lisätarkkailupisteellä. Tarkkailupiste Nj23-1 sijaitsee veden virtausreitillä purkuputkesta kohti pistettä Nj23. Pisteet Nj34-1 ja Nj35-1 sijaitsevat veden virtausreitillä purkuputkesta kohti pisteitä Nj34 ja Nj35. Uusilta pisteiltä otetaan vesinäytteitä ja kenttämittauksia tammi-, maaliskuu-, kesä-, heinä-, elokuu- ja lokakuussa.

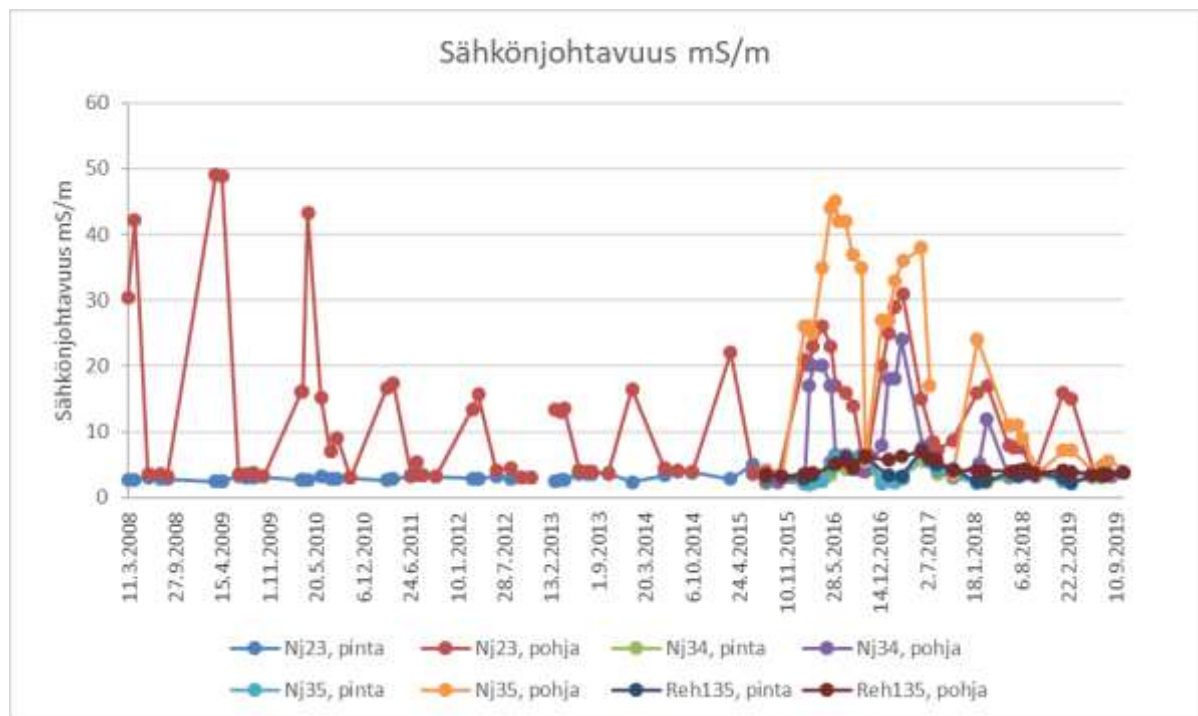
### 6.13.1 Vesinäytteiden tulokset

Rehja-Nuasjärven Nuasjärven puoleisilla näytteenottopisteillä veden pH vaihteli lievästi happamasta lievästi emäksiseen (pH 6,1-7,7) ja Rehjan puolella lievästi happamasta neutraaliin (6,1-7,2). COD<sub>Mn</sub>-pitoisuudet (10-14 mg/l) olivat humusjärvelle tyyppisiä. Klorofyllipitoisuudet (2-17

µg/l) kuvastivat näytteenottoaikasta ja näytteenottokerrasta riippuen oloja karusta rehevään. Ravinnepitoisuudet korostivat näytteenottoaikasta ja näytteenottokerrasta riippuen karuja tai lievästi reheviä oloja (kok. N 210-490 µg/l, kok. P 10-21 µg/l).

Nuasjärven purkupuutken läheisellä näytteenottpisteellä Nj23 pintaveden keskimääräinen hapen kyllästysprosentti on pysynyt vuosina 2016-2019 (84-91 %) samalla tasolla kuin ennen purkupuutkea (v. 2013-2015 82-92 %). Samoin alusvedessä (2016-2019 34-92 %, 2013-2015 38-91 %). Vuonna 2019 Rehja-Nuasjärven pienimmät hapen kyllästysasteet mitattiin purkupuutken luoteispuoleisten näytteenottpisteiden Nj35 ja Nj46 elokuun alusvesinäytteistä (22-25 %), mutta hapetomuutta ei havaittu. Kaikki välttävää tai huonoa happitilannetta kuvastavat hapen kyllästysasteet Nuasjärven ja Rehjan näytteenottpisteiltä mitattiin talven ja kesän kerrostuneisuuskaudella alusvesinäytteistä. Alusveden happipitoisuuden pieneneminen kerrostuneisuuskauden aikana on ominaista etenkin suurien ja syvien järven luontaiselle vuodenvierroille. Kerrostuneisuuskausien ulkopuolella sekä päällysvedessä happitilanne vaihteli tyydyttävästä hyvään (71-110 % O<sub>2</sub>).

Sähkönjohtavuudessa havaittiin vuonna 2016 purkupuutken käyttöönoton jälkeen etenkin alusvedessä selvä kasvu aiempiin tarkkailuvuosiin verrattuna (Kuva 6-10). Vuoden 2016 jälkeen sähkönjohtavuus on pienentynyt ja vuonna 2019 se oli samalla tasolla kuin ennen purkupuutken rakentamista. Suurimmat yksittäiset sähkönjohtavuuden arvot näytteenottpisteeltä Nj23 on mitattu ennen kaivostoimintaa vuonna 2008 sekä kaivostoiminnan ensimmäisinä vuosina. Vuonna 2019 suurimmat sähkönjohtavuuden arvot mitattiin purkupuutken luoteispuolelta pisteistä Mj23 ja Nj46 alusvesinäytteistä tammi- ja maaliskuussa (13-16 mS/m). Muilla näytteenottpisteillä ja näytteenotkertoina sähkönjohtavuus vaihteli päällysv- ja alusvedessä välillä 2,1-8,1 mS/m. Kaiken kaikkiaan havaitut sähkönjohtavuuden arvot olivat pieniä.



**Kuva 6-10.** Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteiden Nj23, Nj34, Nj35 ja Reh135 päällysv- ja alusvedessä tarkkailujaksolla 2008-2019.

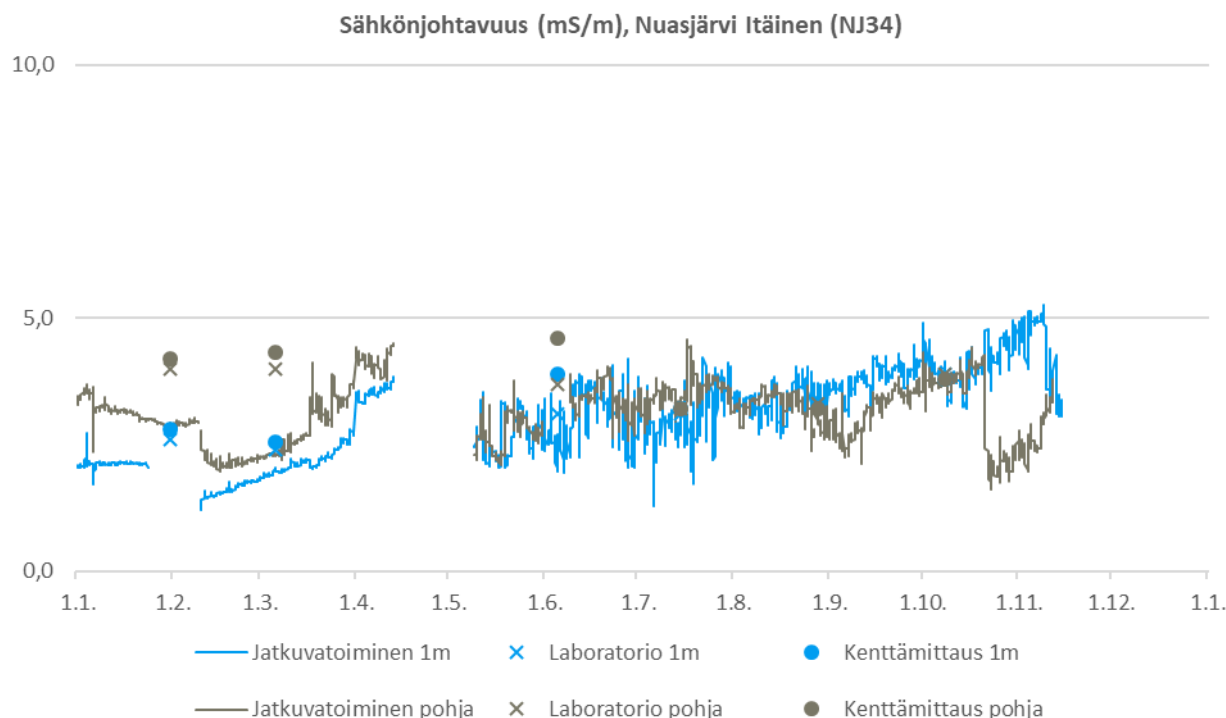
Sähkönjohtavuuden pieneneminen vuodesta 2016 vuoteen 2019 johtuu suurelta osin sulfaattipitoisuuden pienenemisestä. Vuosikeskiarvona tarkasteltuna sulfaattipitoisuus oli vuonna 2019 päällysvvedessä syvänteellä Nj23 6 mg/l. Vuonna 2016 keskimääräinen sulfaattipitoisuus oli 12 mg/l ja vuonna 2015 8 mg/l. Alusveden keskimääräinen sulfaattipitoisuus oli samalla näytteenottpisteellä vuonna 2019 33 mg/l. Vuonna 2016 se oli 63 mg/l ja vuonna 2015 26 mg/l.

Nuasjärven ja Rehjan havaintopisteillä liukoisen kadmiumin pitoisuudet (<0,030-0,07 µg/l) olivat pieniä. Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli päällyksvedessä välillä 0,6–2 µg/l ja alusvedessä välillä 0,6–6,9 µg/l. Pitoisuuden vuosikeskiarvot (päällyksvesi 1,0 µg/l, alusvesi 1,5 µg/l) olivat pieniä. Kuten edellisenä vuotena, myös vuonna 2019 alusveden suurimmat liukoisen nikkelin pitoisuudet mitattiin purkuputken läheisiltä pisteiltä Nj23 ja Nj46. Pisteeltä Nj23 suurimmat liukoisen nikkelin pitoisuudet on kuitenkin mitattu ennen kaivostoimintaa sekä toiminnan alkuvuosina (2008-2010 <2,5-33,6 µg/l). Liukoisen uraanin pitoisuudet Rehja-Nuasjärvellä olivat alle määrittäysrajan (<0,10 µg/l).

Mangaanipitoisuus päällyksvesinäytteissä välillä 14-60 µg/l ja alusvesinäytteissä 19-2000 µg/l. Nuasjärven puolella pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin Rehjassa. Suurimmat mangaanipitoisuudet mitattiin pisteiltä Nj35, Nj46 sekä Rehja itä heinä-elokuussa, kun happitilanne oli huonoimmillaan ja myös rautapitoisuudet olivat koholla. Natriumin pitoisuudet vaihtelivat välillä 1,1-6,9 mg/l. Suurimmat natriumpitoisuudet mitattiin Nuasjärven puolelta alusvesinäytteistä.

### 6.13.2 Kenttämittaukset ja jatkuvatoiminen vedenlaadun seuranta

Nuasjärven itäisellä mittauspisteellä jatkuvatoimisen vedenlaadun seurantalaitteen aineistoa, kenttämittausten tuloksia ja vedenlaatutuloksia verrattiin toisiinsa. Päällyksveden anturin havaitsema sähkönjohtavuus vaihteli välillä 1,2–5,3 mS/m ja alusvedessä arvot vaihtelivat välillä 1,6–4,6 mS/m (Kuva 6-11). Päällyksveden ja alusveden sähkönjohtavuudet olivat hyvin lähellä toisiaan, eikä anturien tulosten perusteella havaittu kesäkerrostuneisuutta lainkaan. Keväällä 14.4-8.5. mittauksia ei tehty jäidenlähdon aikana. Marraskuun alussa jäät siirsivät sekä vaurioittivat mittauspoijua, eikä 5.11. jälkeen saatu enää luotettavia tuloksia. Pisteellä NJ34 jatkuvatoimisilla mittareilla mitattu sähkönjohtavuus oli pienempää kuin edellisenä vuosina. Alkuvuodesta laboratorio- ja kenttämittauksin saadut alusveden sähkönjohtavuuden arvot olivat hieman korkeampia kuin automaattimittauksen lukemat. Muuten mittaukset vastasivat toisiaan hyvin.



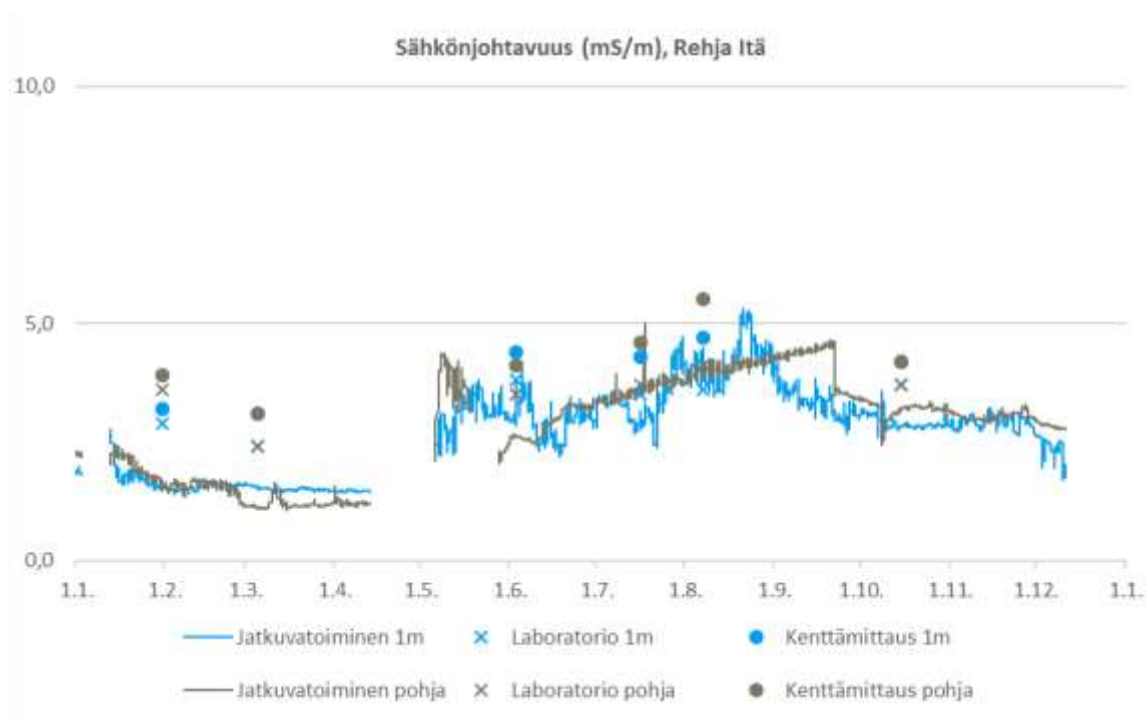
**Kuva 6-11.** Nuasjärven itäisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj34) tuottama sähkönjohtavuusaineisto, kenttämittausten tiedot sekä vedenlaatuhavainnot vuonna 2019.

Nuasjärven läntisellä mittauspaikalla havaittiin jatkuvatoimisten mittareiden aineiston perusteella sähkönjohtavuuden mukaan kerrostumista alku- ja loppuvuodesta (Kuva 6-12). Pinnanläheisessä vedessä sähkönjohtavuus vaihteli välillä 1,9-5,6 mS/m. Alusvedessä sähkönjohtavuus vaihteli välillä 1,7-16,5 mS/m. Toukokuusta marraskuuhun sähkönjohtavuuden kerrostuneisuutta ei havaittu. Jäidenlähdön aikaan 14.4-9.5. mittarit eivät olleet toiminnassa. Jatkuvatoimiset mittarit antoivat pääosin hyvin laboratorio- ja kenttämittauksia vastaavia tuloksia.



**Kuva 6-12.** Nuasjärven läntisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj46) tuottama sähkönjohtavuusaineisto sekä kenttämittausten mittaustiedot vuonna 2019.

Rehjan itäisellä pisteellä sähkönjohtavuus oli koko vuoden pieni. Jatkuvatoimisten mittarien perusteella se vaihteli alusvedessä välillä 1,1-5,0 mS/m ja päällysvedessä välillä 1,4-5,3 mS/m. Kerrostuneisuutta sähkönjohtavuuden mukaan ei havaittu (Kuva 6-13). Jatkuvatoimiset mittarit antoivat hieman laboratorio- ja kenttämittauksia alhaisempia sähkönjohtavuuden tuloksia. Jäidenlähdon aikaan 14.4.-5.5. mittarit eivät olleet käytössä. 11.12. alkaen tuloksia ei saatu lumi- ja jääolosuhteista johtuen.



**Kuva 6-13. Rehjan jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Rehja Itä) tuottama sähkönjohtavuusaineisto sekä kenttämittausten mittaustiedot vuonna 2019.**

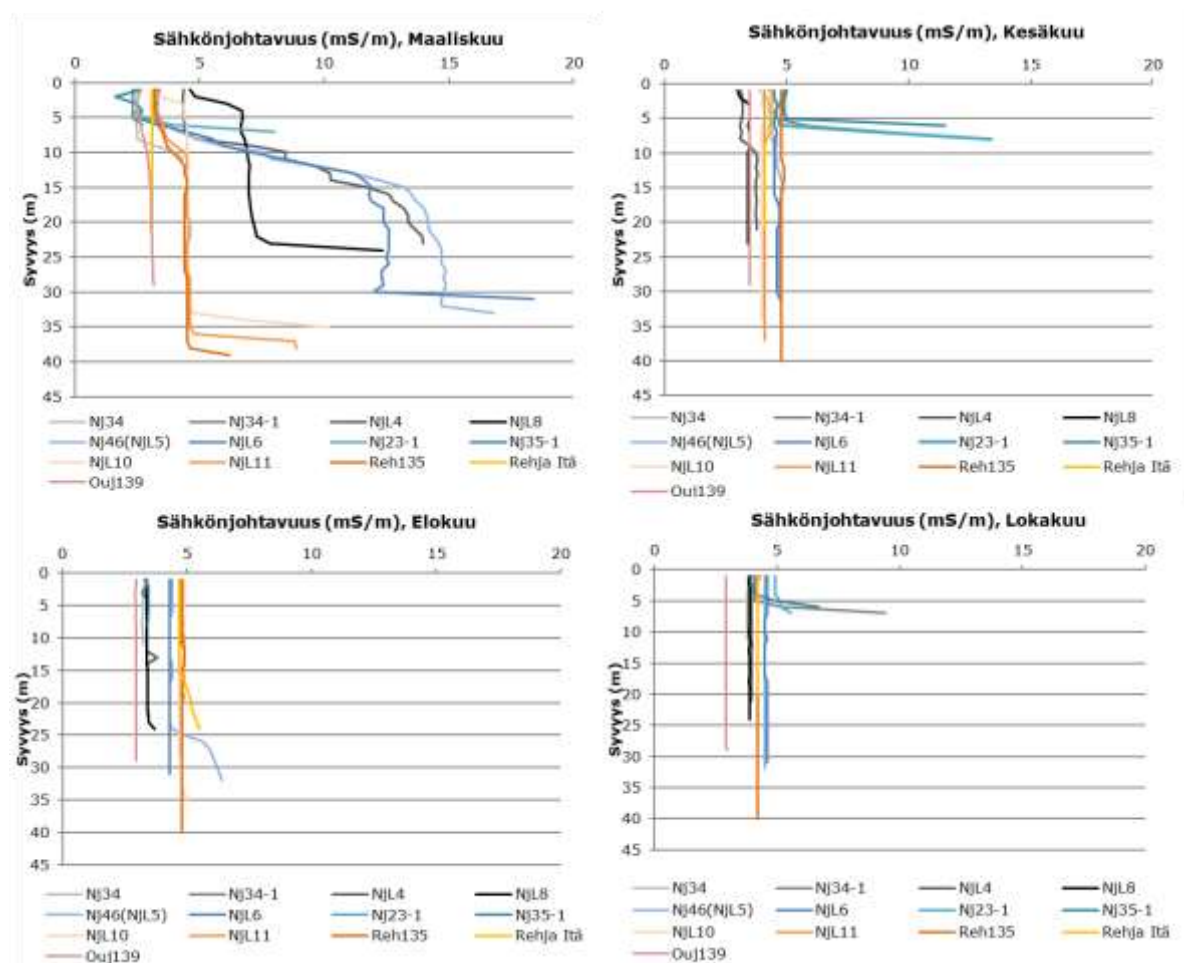
### 6.13.3 Leviämiskartoitus

Rehja-Nuasjärvellä sekä Oulujärvellä toteutettiin kenttämittausten avulla purkuputken vesien leviämiskartoitus kenttämittauksin maaliskuussa, kesäkuussa, elokuussa ja lokakuussa. Nuasjärven puolelta mukana oli 14 tarkkailupistettä ja Rehjan puolelta 4. Lisäksi leviämiskartoituksessa oli mukana kaksi Oulujärven tarkkailupistettä sekä yksi virtavesipiste Kajaaninjoessa. Kajaaninjoen tarkkailutulokset on esitetty seuraavassa kappaleessa. Tässä kappaleessa on esitetty myös uusien tarkkailupisteiden Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1 kenttämittausten tulokset, vaikka ne eivät kuulukaan leviämiskartoituksen tarkkailupisteisiin. Leviämiskartoituksen näytteenottopisteet on esitetty kartalla liitteessä 1.5.

Tämän kappaleen kuvaajissa on esitetty maaliskuussa, kesäkuussa, elokuussa ja lokakuussa mitatut sähkönjohtavuuden arvot eri syvyyksissä 13 tarkkailupisteellä. Nuasjärven itäosassa sijaitsevat purkuputken lähimmät tarkkailupisteet on esitetty kuvaajissa harmaan eri sävyillä. Nuasjärven länsiosassa sijaitsevat lähimmät tarkkailupisteet on esitetty kuvaajissa sinisen eri sävyillä. Purkuputkesta kauimmaisesta pisteestä on esitetty oranssin ja punaisen eri sävyillä.

Vuonna 2019 mitatut sähkönjohtavuuden arvot olivat samalla tasolla ja osin pienempiä kuin vuotta aiemmin.

Talvikerrostuneisuuskauden lopussa maaliskuussa purkuputken lähimmillä pisteillä järven itä- ja länsiosassa oli havaittavissa luontaisesta lämpötilakerrostuneisuudesta johtuvaa kerrostuneisuutta sähkönjohtavuudessa. Pintakerros oli noin 5 metrin syvyydelle asti sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut, mutta sen alapuolella sähkönjohtavuus kasvoi melko tasaisesti pohjaan saakka (Kuva 6-14). Syvimmillä pisteillä harppauskerroksen alapuolella oli sekoittunut vyöhyke ja kahdella syvimmällä sähkönjohtavuuden harppauskerros vielä pohjan tuntumassa. Pohjoisimmalla pisteellä NjL8 sähkönjohtavuuden muutos eri syvyyksissä poikkesi muilla pisteillä havaitusta, mutta sekin selittyi lämpötilaeroilla. Purkupisteestä kauimmilla pisteillä ei ollut havaittavissa samankaltaista sähkönjohtavuuden kasvua pohjaa kohti kuin purkupistettä lähemmällä pisteillä Nuasjärvellä. Pääosin sähkönjohtavuus vaihteli välillä 3-5 mS/m. Syvimmillä pisteillä sähkönjohtavuus kasvoi pinnan ja pohjan tuntumassa ja niiden välillä vesi oli sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut. Sama voitiin havaita lämpötilassa.



**Kuva 6-14.** Leviämiskartoituksen kenttämittaukset vuonna 2019. Nuasjärven itäosassa sijaitsevat purkuputken lähimmät tarkkailupisteet on esitetty kuvaajissa harmaan eri sävyillä. Nuasjärven länsiosassa sijaitsevat lähimmät tarkkailupisteet on esitetty kuvaajissa sinisen eri sävyillä. Purkuputkesta kauimmaisista pisteistä on esitetty oranssin ja punaisen eri sävyillä.

Kesäkuussa Nuasjärven uusia tarkkailupisteitä lukuun ottamatta tarkkailupisteillä vallitsi kevättäyskierto, jolloin vesi oli sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunutta pinnasta pohjaan. Uusilla tarkkailupisteillä Nj23-1, Nj35-1 ja Nj34-1 oli havaittavissa lämpötilasta riippumaton sähkönjohtavuuden harppauskerros pohjan tuntumassa. Todennäköisesti kohonneet sähkönjohtavuusarvot johtuivat kaivoksen purkuvesistä. Uudet tarkkailupisteet sijaitsevat lähimpänä purkupaikkaa.

Elokuussa ainoastaan purkuputken luoteispuolen syvänehavaintopaikoilla Nj35 ja Nj46 sekä Rehjan havaintopaikalla Rehja itä oli havaittavissa lievää kerrostuneisuutta sähkönjohtavuuden

suhteen, joka selittyi havaintopaikkojen vedessä vallinneella lämpötilakerrostuneisuudella. Muilla näytteenottopisteillä vedessä vallitsi jo syystäyskierto.

Nuasjärven uusia tarkkailupisteitä lukuun ottamatta tarkkailupisteillä vallitsi lokakuussa syystäyskierto, jolloin vesi oli sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunutta pinnasta pohjaan. Uusilla tarkkailupisteillä Nj23-1, Nj35-1 ja Nj34-1 oli havaittavissa lämpötilasta riippumaton sähkönjohtavuuden harppauskerros pohjan tuntumassa. Todennäköisesti kohonneet sähkönjohtavuusarvot johtuivat kaivoksen purkuvesistä.

#### 6.13.4 Rantavesinäytteet

Vuonna 2019 näytteet otettiin vuosien 2015–2018 tapaan rantavesien näytepisteiltä NR1–NR6. Näytteet otettiin 4.6.–19.6. välisenä aikana. Rantavesipisteet on esitetty liitteen 1-7 kartalla.

Veden laatu vastasi pääosin muualta Nuasjärveltä tehtyjä havaintoja päällysveden laadusta. Veden pH oli rantavesinäytteissä normaali 6,6–6,8. Sähkönjohtavuus oli tasolla 3,2–8,5 mS/m. Sulfaattipitoisuus oli pisteellä NR2 30 mg/l ja muilla pisteillä välillä 6–9 mg/l. Nuasjärven sulfaattipitoisuudet ovat pienempiä kuin Jormasjärnessä tai Jormasjoessa. Kaikilla edellä mainituilla vesialueilla on viime vuosien aikana ollut havaittavissa sulfaattipitoisuuksien pienenemistä.

Liukoisen kadmiumin ja uraanin pitoisuudet olivat kaikilla näytteenottopisteillä alle määräysrajan (Cd <0,03 µg/l ja U <0,1 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,8–4,8 µg/l. Pitoisuudet vastaavat Nuasjärveltä havaittua tavanomaista tasoa.

Mangaanin pitoisuus näytteissä vaihteli välillä 27–31 µg/l ja pitoisuudet olivat hieman pienempiä kuin edellisvuonna. Talousveden laatusuositus mangaanin osalta on vesilaitosten jakamassa vedessä <50 µg/l ja yksityiskaivoissa <100 µg/l. Havaittuja pitoisuuksia ei voida pitää haitallisina.

Kokonaisuutena arvioiden rantaveden laatu vastasi tutkituilla näytteenottopisteillä Nuasjärven ulappa-alueelta havaittua tasoa. Pisteellä NR2 sulfaattipitoisuus oli suurempi kuin muilla rantapisteillä, mutta muuten minkään rantavesipisteen vedenlaatu ei erottunut muista. Mitattujen liukoisten aineiden pitoisuudet olivat edellisten vuosien tasolla tai pienempiä.

#### 6.14 Kajaaninjoki

Kajaaninjoki laskee Rehjasta Oulujärveen Kajaanin keskusta-alueen läpi. Kajaaninjoen-Ontojoen jokimuodostuma on tyyppitelty suureksi kangasmaiden joeksi. Jokimuodostuman pituus on 23,6 km ja valuma-alueen pinta-ala 7542 km<sup>2</sup>. Kajaaninjoen ekologinen ja kemiallinen tila on arvioitu hyväksi (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Jokipisteen tarkkailu liitettiin osaksi Terrafamen tarkkailua Nuasjärven purkuputken myötä elokuussa 2015. Vuonna 2019 näytteitä otettiin neljä kertaa. Kajaaninjoen näytteenottopiste on ainoa leviämistarkkailun virtavesipiste.

Kajaaninjoen havaintopisteellä (VP12100) veden pH (6,7–6,9) on noussut tarkkailuvuosien aikana lähemmäs neutraalia. Sähkönjohtavuus (2,5–3,7 mS/m), sulfaattipitoisuus (2,6–7,2 mg/l), natriumpitoisuus (1,2–1,9 mg/l) sekä liukoisen nikkelin pitoisuus (1,0–1,3 µg/l) ovat pienentyneet. Kadmiumin liukoinen pitoisuus jäi alle määräysrajan (<0,030 µg/l) ja liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat pieniä. Mangaanipitoisuudetkin (18–60 µg/l) olivat aiemmin havaitulla tasolla. Kenttämitausten mukaiset sähkönjohtavuuden arvot (3,6–4,8 mS/m) olivat hieman suurempia kuin vesinäytteistä mitatut ja melko samalla tasolla kuin Rehjan ja Oulujärven näytteenottopisteillä päällysvedessä.



## 6.15 Oulujärvi

Oulujärvi (59.311.1.001) on pinta-alaltaan erittäin suuri (90199 ha) järvi, joka on tyypitelty suureksi humusjärveksi. Oulujärven ekologinen ja kemiallinen tila on arvioitu hyväksi (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Oulujärven tarkkailu liitettiin osaksi Terrafamen tarkkailua Nuasjärven purkupuutken myötä elokuussa 2015. Vuonna 2019 näytteitä otettiin maaliskuu-, kesä-, elokuu- ja lokakuussa tarkkailupisteiltä Ouj16 ja Ouj139.

Vuonna 2019 Oulujärven vedenlaatu oli vesinäytteiden analyysitulosten perusteella pinnasta pohjaan melko tasalaatuista. Vedenlaatu ei poikennut aiempina tarkkailuvuosina havaitusta eikä kaivoksen Oulujoen vesistöön johdettujen vesien vaikutusta järven vedenlaatuun ollut tarkkailutulosten perusteella havaittavissa. Veden pH vaihteli välillä 6,7-7,2, sähkönjohtavuus välillä 2,5-3,1 mS/m ja sulfaattipitoisuus välillä 2,3-3,8 mg/l. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle määrittämissä (<0,03 µg/l) ja liukoisen nikkelin pitoisuudet (0,5-0,9 µg/l) pieniä. Mangaanipitoisuus vaihteli välillä 13-74 µg/l ja natriumpitoisuus välillä 1,2-1,6 mg/l.

Oulujärven vedenlaadun seuranta-alueilta tehdyistä havainnoista poimittiin vuonna 2018 ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta vertailuaineisto Paltaselän alueen seuranta-alueilta (5 paikkaa), joissa vuosina 2000–2018 oli sähkönjohtavuus mitattu yhteensä 553 kertaa. Sähkönjohtavuus oli laajassa aineistossa keskimäärin 3,1 mS/m (pinta 3,0 mS/m, pohja 3,2 mS/m), joka on hieman suurempi kuin Terrafamen tarkkailupisteillä vuonna 2019 (ka. kaikki 2,9 mS/m, pinta 2,8 mS/m, pohja 2,9 mS/m).

Sulfaattipitoisuutta ei ole määritetty Oulujärven Paltaselän alueen laajassa aineistossa kertaakaan 2000-luvulla. Se on määritetty pisteiltä Paltaselkä 18, 138 ja 11 yhteensä 13 kertaa vuosina 1976-1977. Tuolloin havaitut pitoisuudet vaihtelivat päänäytteenä välillä 2-2,5 mg/l ja syvemmillä pääosin välillä 3,3-5,4 mg/l (yksittäinen havainto on 19 mg/l). Vuonna 2019 pitoisuudet olivat päänäytteenä hieman suurempia (2,6-3,8 mS/m) ja alusvedessä osin pienempiä (2,5-3,6 mS/m) kuin 70-luvun aineistossa.

## 6.16 Pirttipuro ja Kivipuro

Pirttipuron ja Kivipuron vedenlaatua on seurattu osana kaivoksen velvoitetarkkailua ja kaivoksen omaa ympäristötarkkailua säännöllisesti. Pirttipuroilta ensimmäiset vedenlaadun tulokset ovat vuodelta 2005 ja Kivipurolta vuodelta 2007. Nykyisellä tarkkailulla seurataan erityisesti maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen mahdollisia vaikutuksia ko. puroihin. Sivukivialueen KL2 rakentaminen on aloitettu talvella 2016-2017 ja sen ensimmäinen osa otettiin tuotannolliseen käyttöön loppuvuonna 2017. Rakentaminen alueella jatkuu edelleen. Kivi- ja Pirttipuro laskevat Talvijokeen, josta vedet laskevat edelleen Jormasjärveen. Vuonna 2019 vesinäytteitä otettiin maaliskuussa, toukokuusta elokuuhun kuukausittain sekä lokakuussa.

**Kivipuron** vedestä vuonna 2019 havaitut pitoisuudet olivat pienentyneet vuoden 2018 tuloksiin verrattuna, mutta esimerkiksi nikkelin ja sinkin pitoisuudet ylittivät virallisia purkureittejä pitkin johdettavan veden luparajoja vastaavat pitoisuudet. Vesiä ei päästetä sivukivialueelta KL2 ympäristöön vaan kaikki vedet johdetaan sivukivialueen käsittelyalaksiin (DP4 ja DP5) ja sieltä liuotukseen tai käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle. Kivipuron vedenlaadussa on edelleen havaittavissa vuoden 2018 heinä-lokakuun ja vuoden 2019 tammi- ja kesäkuussa tapahtuneet poikkeustilanteet. Osittain huonoa vedenlaatua selittää Kivipurossa vallitseva pieni virtaama, joka on näytteenottajien mukaan näytteenottopisteellä usein hädän tuskin silmin havaittava. Kivipuron kautta Talvijokeen kohdistuva kuormitus on mahdollista, mutta Kivipurosta Talvijokeen virtaavan veden määrä on hyvin pieni suhteessa Talvijokeen virtaavan veden määrään, eikä Talvijokeen havaittu vuonna 2019 poikkeavia metallipitoisuuksia.

Kivipuron vesi on veloitetarkkailun tulosten perusteella ollut hapanta ja vähähappista kaivostointia edeltävältä ajalta lähtien (2007-2017 pH 3,8-5,8, 22-69 % O<sub>2</sub>). Vuonna 2019 veden pH vaihteli välillä 3,5-4,2 ja hapen kyllästysaste välillä 9-44 %. Sähkönjohtavuus (21-68 mS/m), sulfaattipitoisuus (74-270 mg/l) ja kokonaistypen pitoisuus (890-2800 µg/l) olivat pienempiä kuin vuoden 2018 heinä-, elo- ja lokakuussa (sähkö. 82-150 mS/m, SO<sub>4</sub> 350-3700 µg/l ja kok. N 3400-18000 µg/l). Myös metallipitoisuudet olivat suurelta osin pienempiä. Liukoisen kadmiumin (2,7-7,5 µg/l) ja liukoisen nikkeliinkin (290-1400 µg/l) pitoisuudet olivat pienempiä kuin vuoden 2018 heinä-, elo- ja lokakuussa (liuk. Cd 18-180 µg/l, liuk. Ni 1800-6600 µg/l), mutta edelleen suuria. Liukoisen nikkelin keskipitoisuus oli 625 µg/l ja liukoisen kadmiumin 4,8 µg/l.

**Pirttipuron** vedenlaatu oli tarkkailutulosten perusteella vuonna 2019 parempi kuin Kivipuron. Myös Pirttipuron virtaamat ovat pieniä, mutta kuitenkin yleensä silmin nähden havaittavia. Puron vedenlaatu on kohentunut alueella tehtyjen vedenhallintajärjestelyjen ansiosta mm. sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin, mangaanin ja liukoisen nikkelin pitoisuuden osalta.

Pirttipuron vesi on ollut Kivipuron tapaan tarkkailun alusta alkaen hapanta (v. 2019 pH 4,4-6,4) ja vähähappista (2019 72-100 %). Sähkönjohtavuus (5,7-8,6 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (16-31 mg/l) olivat aiemmin havaitulla tasolla. Liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä 0,1-0,7 µg/l ja pitoisuuden vuosikeskiarvo (0,4 µg/l) ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristönlaatumormin (0,28 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuudet vaihtelivat välillä 14-32 µg/l ja pitoisuuden vuosikeskiarvo (19 µg/l) oli mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioiden pieni (AA EQS 24-32 µg/l, Vna 868/2010). Liukoisen uraanin pitoisuudet olivat pieniä (<0,1-0,1 µg/l).

### 6.17 Yhteenveto vaikutuksista Oulujoen suuntaan

Vuonna 2019 teollisuusalueelta johdettiin vesistöihin yhteensä noin 4,5 milj. m<sup>3</sup> käsiteltyjä jätevesiä. Kaikki vedet johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Purkutupkea pitkin Nuasjärveen juoksetettiin 4 milj. m<sup>3</sup> vettä ja loput 0,5 milj. m<sup>3</sup> vettä Latosuon altaan kautta pohjoiseen suuntautuvalla purkureitille. Vuonna 2019 teollisuusalueelta vesistöihin juoksetettu kokonaisvesimäärä oli hieman pienempi kuin vuosina 2014-2017 (4,8-9,6 milj. m<sup>3</sup>), mutta huomattavasti suurempi kuin vuonna 2018 (2,5 milj. m<sup>3</sup>).

Oulujoen purkusuunnan järvissä kaivostoiminnan vaikutukset ovat havaittavissa voimakkaimmin Salmisessa ja Kalliojärvessä. Salminen ja Kalliojärvi ovat pysyneet kerrostuneina vuodesta 2010, mutta Kalliojärvessä kerrostuneisuus purkautui vuonna 2019. Kalliojärvessä havaittiin kerrostuneisuutta sähkönjohtavuuden suhteen ainoastaan maaliskuun ja syyskuun tarkkailukerroilla, jolloin kerrostuneisuus ei ollut luonnollisesta lämpötilakerrostuneisuudesta johtuvaa. Salmisen ja Kalliojärven päällysvedessä sähkönjohtavuus ja haitta-aineiden pitoisuudet ovat pienentyneet viime vuosien aikana huomattavasti. Myös alusvedessä pitoisuudet ovat pienentyneet, mutta Salmisessa pitoisuudet ovat edelleen huomattavan suuria (esim. SO<sub>4</sub>, Ni, Mn, Na). Salmisen ja Kalliojärven purkureitille on juoksetettu vesiä edellisen kerran Kärsälammelta toukokuussa 2016.

Kolmisopen ja Jormasjärven vedenlaatu on Salmisen ja Kalliojärven tapaan parantunut viime vuosien aikana huomattavasti. Vedenlaadussa voidaan edelleen havaita kaivostoiminnan vaikutus esimerkiksi kaivostointia edeltävää aikaa suurempina sähkönjohtavuuden arvoina ja sulfaattipitoisuuksina. Vuonna 2019 järvien alus- ja päällysveden vedenlaadussa havaitut erot olivat pieniä, eikä järvissä ollut havaittavissa pysyvää kerrostuneisuutta. Kolmisopen vedenlaatatarkkailussa suurimmat mitatut pitoisuudet on pääosin mitattu vuosina 2011-2013. Muutos Kolmisopen vedenlaadussa voidaan havaita myös Tuhkajoen vedenlaadussa. Vuonna 2019 vesi oli sähkönjohtavuuden suhteen kerrostunutta ainoastaan heinäkuun tarkkailukerralla, jolloin vedessä ei ollut havaittavissa lämpötilakerrostuneisuutta.

Rehja-Nuasjärvellä kaivoksen vaikutus vedenlaatuun oli vuonna 2019 havaittavissa ainoastaan purkutupkea lähimmillä uusilla tarkkailupisteillä Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1. Kyseisillä pisteillä oli

toisinaan havaittavissa luonnollisesta lämpötilakerrostuneisuudesta johtumatonta kerrostuneisuutta sähkönjohtavuudessa. Rantaveden laatu vastasi kokonaisuutena arvioiden tutkituilla näytepisteillä ulappa-alueelta havaittua tasoa, eikä pitoisuuksissa ollut merkittävää eroa näytteenottopisteiden välillä. Rantavesipisteiden vedenlaadussa ei ollut havaittavissa purkupuutken kautta kaivokselta johdettujen vesien vaikutusta. Myöskään Oulujärven vedenlaadussa ei ollut havaittavissa kaivostoiminnan vaikutuksia.

Kaivostoiminnan vaikutus oli havaittavissa myös sivukiven läjitysalueen rakennustyömaan vaikutusalueella Kivipurossa, vaikka puron vedenlaatu onkin kohentunut viime vuonna heinä-, elo- ja lokakuussa havaitusta. Kaivostoiminnan vaikutusten todentaminen puron vedenlaadussa on hankalaa, sillä virtaama purossa on usein hyvin vähäistä ja vesi lähes seisovaa. Pirttipuron vedenlaadussa ei havaittu kaivostoiminnasta aiheutuneita vaikutuksia.

Liukoisen nikkelin pitoisuuksien vuosikeskiarvo ylitti sekoittumisvyöhykkeelle annetun ympäristölaatunormin (AA EQS 33 µg/l) Salmisen alusvedessä (4475 µg/l) ja Kuusijoen (38 µg/l). Sekoittumisvyöhykkeen ulkopuolisissa vesistöissä liukoisen nikkelin pitoisuuksien vuosikeskiarvo ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristölaatunormin (AA EQS 24-32 µg/l, ka. 27,6 µg/l, Vna 868/2010) Härkäpurossa (177 µg/l) ja Kivipurossa (625 µg/l). Sekoittumisvyöhyke ei koske Härkäpuroa, vaikka kaivosvesiä johdetaan sitä kautta mm. sekoittumisvyöhykkeeseen kuuluvaan Kuusijokeen.

Liukoisen kadmiumin pitoisuuksien vuosikeskiarvo ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivan ympäristölaatunormin (AA EQS 0,28 µg/l) Salmisessa (1,3 µg/l), Härkäpurossa (1,9 µg/l), Kivipurossa (4,8 µg/l) ja Pirttipurossa (0,4 µg/l).

## 7. VUOKSEN SUUNNAN TARKKAILUTULOKSET

Tässä luvussa on käsitelty Vuoksen vesistön purkureitin tarkkailupisteiden tulokset Ylä-Lumijärveltä Syväriin saakka. Vuoksen suuntaan ei ole johdettu vesiä toukokuun 2016 jälkeen. Vuoksen suunnan tarkkailupisteiden sijainnit on esitetty liitteiden 1.2 ja 1.3 kartoilla. Vedenlaadun analyysitulokset on esitetty liitteessä 2, kenttämittaustiedot liitteessä 3 ja vedenlaatukuvaajat liitteessä 4. Tulosten tarkastelussa pitoisuuksien vuosikeskiarvot on laskettu käyttäen määrittämissä alittavien tulosten osalta määrittämissä puolikasta vastaavaa pitoisuutta.

### 7.1 Ylä-Lumijärvi ja Lumijärvi

Ylä-Lumijärvi on kooltaan 6,75 ha ja hyvin matala (n. 1 m) humusjärvi. Se sijaitsee välittömästi kaivospiirin lounaispuolella. Mikäli Kortelammelta juoksetetaan vesiä, vedet ohjataan Ylä-Lumijärven ohi Lumijokeen ja edelleen Kivijärveen. Tarkkailupisteeltä on otettu näytteitä vuosittain vuodesta 2006 alkaen. Vuonna 2019 Ylä-Lumijärvestä otettiin näytteitä maaliskuussa, elokuussa ja lokakuussa.

Lumijärvi on pieni, kooltaan 6,02 ha, ja humuspitoinen sekä hyvin matala järvi. Suurin syvyys on alle 2 metriä. Lumijärvi laskee Lumijokeen alueella, jolla korkeuserot ovat hyvin pienet. Lumijärveen ei tule suoraa kuormitusta kaivosalueelta. Lumijärvi on ollut mukana tarkkailussa vuodesta 2012 lähtien. Vuonna 2019 järvestä otettiin näytteitä maaliskuussa, elokuussa ja lokakuussa.

**Ylä-Lumijärven** vedenlaatu on kohentunut huomattavasti viime vuosina. Suurimmat pitoisuudet on mitattu vuosina 2012 ja 2013. Kaivostoiminnan vaikutus on edelleen havaittavissa muun muassa veden kaivostoimintaa edeltävää aikaa suurempana sähkönjohtavuutena (2019 14-50 mS/m, 2006-2007 2-5 mS/m), sulfaattipitoisuutena (2019 52-76 mg/l, 2006-2007 1 mg/l), mangaanipitoisuutena (2019 360-2900 µg/l, 2006-2007 90-350 µg/l) ja liukoisen nikkelin pitoisuutena (2019 5,1-8,9 µg/l, 2006-2007 2,5-2,6 µg/l). Samaan aikaan järvi on muuttunut vedenlaatutulosten perusteella rehevästä karuksi. Vuonna 2019 kokonaistypen pitoisuus vaihteli välillä 310-570 µg/l, kokonaisfosforin pitoisuus välillä 12-14 µg/l ja klorofyllipitoisuus oli alle määrittämissä (<1,0 µg/l).

Vuosina 2006-2007 kokonaistypen pitoisuus vaihteli välillä 590-2700 µg/l, kokonaisfosforin pitoisuus välillä 21-130 µg/l ja klorofyllipitoisuus oli 17 µg/l.

Vuonna 2019 happitilanne oli kaikissa näytteissä vähintään tyydyttävä ja hapen kyllästysaste vaihteli välillä 68-84 %. Veden happamuus vaihteli happamasta lievästi happamaan (pH 4,9-6,9). Liukoisen nikkelin vuosikeskiarvo oli 7,1 µg/l ja siitä lasketun biosaatavan osuuden vuosikeskiarvo (1,1 µg/l) oli myös pieni. Lähtötiedoissa käytettiin DOC:in puuttuessa TOC:ia. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat alle määritysrajan (<0,030 µg/l) ja liukoisen uraanin pitoisuudet vaihtelivat välillä <0,10-0,2 µg/l. Mangaanipitoisuus vaihteli välillä 360-2900 µg/l ja natriumpitoisuus välillä 6-8 µg/l.

**Lumijärven** kemiallinen tila huonontui vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon seurauksena, mutta tila on parantunut vuosien 2014-2019 aikana.

Lumijärveltä ei ole tarkkailutuloksia kaivostoimintaa edeltävältä ajalta. Lumijärven sähkönjohtavuus (2019 4-9 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (2019 2-11 mg/l) ovat nykyisin hieman suurempia kuin Ylä-Lumijärvessä vuosina 2006-2007.

Lumijärven mangaanipitoisuus vaihteli vuonna 2019 välillä 55-180 µg/l ja vuosina 2014-2018 välillä 68-8400 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 1,0-4,3 µg/l ja vuosikeskiarvo (2,9 µg/l) oli pieni. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle määritysrajan (<0,030 µg/l) ja liukoisen uraanin pitoisuus 0,1-0,3 µg/l.

## 7.2 Lumijoki

Lumijoki saa alkunsa kaivospiirin lounaispuolelta Ylä-Lumijärvestä. Se virtaa voimakkaasti meanderoiden turvemaiden halki ja laskee Kivijärveen. Jokuoman pituus on noin 6,5 km. Joen vedenlaatua on seurattu tarkkailupisteeltä vuodesta 2007 alkaen. Vuonna 2019 vedenlaatua seurattiin kuukausittain.

Juoksutusten vaikutus Lumijoen veden laatuun on näkynyt aiempina vuosina selvästi. Juoksutukset Lumijoen kautta ovat vähentyneet ja sen seurauksena myös pitoisuustasot ovat laskeneet ja pitoisuusvaihtelut pienentyneet. Vuosina 2017–2019 ei ole ollut lainkaan juoksutuksia Vuoksen suuntaan.

Vuonna 2019 Lumijoen sähkönjohtavuus vaihteli välillä 3,7-9,2 mS/m (2017–2018 4–26 mS/m) ja sulfaattipitoisuus välillä 5-22 mg/l (2017–2018 7-100 mg/l). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat pieniä (<0,030–0,03 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuudet vaihtelivat välillä 4–8 µg/l (2017-2018 2-10 µg/l). Liukoisen nikkelin biosaatava osuus laskettiin Bio-met-mallilla ja vuosikeskiarvo 0,5 µg/l oli pieni. Lähtötiedoissa käytettiin DOC:n puuttuessa TOC:a. Liukoisen uraanin pitoisuus vaihteli välillä 0,1–0,4 µg/l (2017-2018 0,2-0,4 µg/l). Mangaanin pitoisuudet vaihtelivat välillä 150-1600 µg/l ja natriumin välillä 1,5-3,7 mg/l.

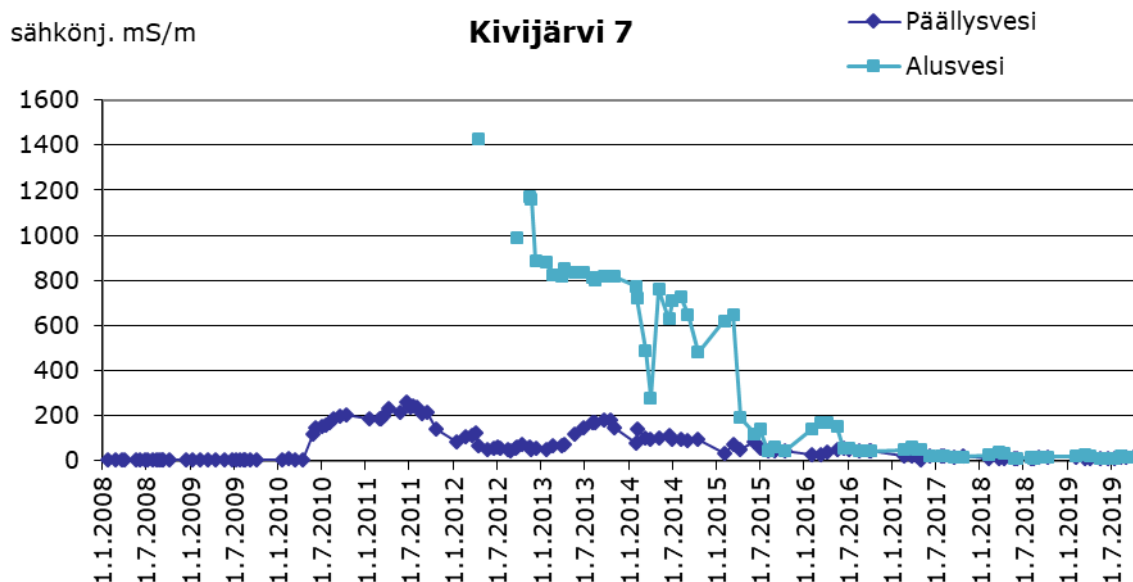
## 7.3 Kivijärvi

Kivijärvi sijaitsee Kivijoen valuma-alueella (04.645). Järvi on runsashumuksinen saarten ja karikkojen täplittämä erämainen järvi, jonka pinta-ala on 187,6 ha, suurin syvyys 10,4 m ja keskisyvyys 3,2 m. Kivijärven rannat ovat lähes kauttaaltaan kuivaa tai kuivahkoa kangasta ja järven pohja hyvin kivikkoista. Rannat syvenevät jyrkästi. Kivijärven ekologinen tila on luokiteltu huonoksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi. Ekologista ja kemiallista tilaa heikensivät nikkelin, sinkin ja mangaanin suuret pitoisuudet, alusveden kadmiumin ja alumiinin suuret pitoisuudet, syvänteiden hapettomuus, happamuus ja kerrostuneisuus (Pintavesien tila/Lähde: SYKE).

Kivijärvellä vedenlaatua seurataan kolmelta pisteeltä. Pohjoiselta syvännepisteeltä (Kivijärvi 2) on vuosittaisia vedenlaatutietoja vuodesta 2005 alkaen. Eteläosan syvänteen piste Kivijärvi 10 sijaitsee lähellä Lumijoen laskukohtaa ja se on ollut mukana tarkkailussa vuodesta 2012 lähtien. Järven luusuan läheinen piste Kivijärvi 7 on ollut mukana tarkkailussa vuodesta 2008 alkaen. Vuonna 2019 vesinäytteitä otettiin pisteiltä Kivijärvi 2 ja Kivijärvi 10 maaliskuussa, kesä-, heinä- ja elokuussa. Pisteeltä Kivijärvi 7 näytteitä otettiin helmikuusta lokakuuhun kuukausittain. Kenttämittauksia tehtiin pisteellä Kivijärvi 7 maaliskuussa sekä toukokuusta lokakuuhun kuukausittain. Edellisenä vuonna tapahtuneen sekaannuksen johdosta Kivijärven kahdella muulla tarkkailupisteellä tehtiin ylimääräisiä kenttämittauksia lisäksi toukokuussa, heinä- ja elokuussa sekä lokakuussa.

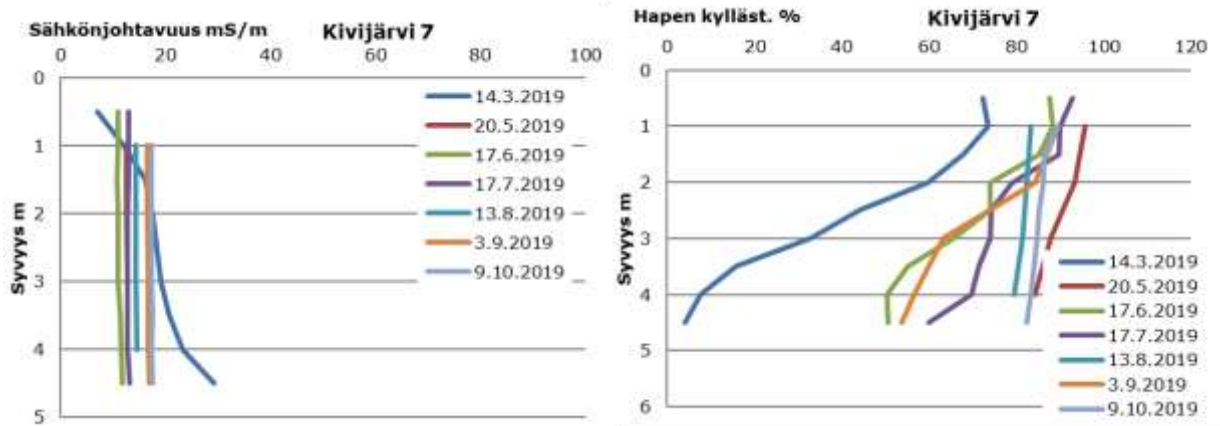
Vuonna 2019 Kivijärven veden happamuus vaihteli lievästi happamasta neutraaliin (5,8-6,9) ja vesi oli runsashumuksista ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$  19-67 mg/l). Kivijärven vesi on ollut vuodesta 2011 saakka suurimpien syvänteiden kohdalla voimakkaasti ympärivuotisesti kerrostunutta ja alusvesi hapetonta sekä suolaantunutta. Vuosina 2018 ja 2019 tilanne on ollut hieman edellisvuosia parempi. Matalimmalla pisteellä Kivijärvi 7 alusveden hapen kyllästysaste vaihteli huonosta hyvään (8-81 %  $\text{O}_2$ ). Syvimmällä pisteellä alusveden hapen kyllästysaste oli kaikkina näytteenottokertoina huono (<2-26 %  $\text{O}_2$ ), mutta hapettomuutta havaittiin ainoastaan syvimmän pisteen Kivijärvi 10 elokuun näytteessä.

Kivijärven pisteillä Kivijärvi 7 ja Kivijärvi 2 päällys- ja alusveden sähkönjohtavuudessa on ollut usean vuoden ajan laskeva suuntaus. Sähkönjohtavuus on edelleen suurempi kuin ennen kaivos-toimintaa ja alusvedestä mitatut sähkönjohtavuuden arvot ovat suurempia kuin päällysvädestä mitatut. Pisteellä Kivijärvi 7 ero on nykyisin hyvin pieni (Kuva 7-1). Pisteellä Kivijärvi 7 vesinäytteistä mitatut sähkönjohtavuuden arvot vaihtelivat päällysvädessä vuonna 2019 välillä 10-19 mS/m ja alusvädessä välillä 11-26 mS/m. Myös syvimmällä pisteellä Kivijärvi 10 päällysväden sähkönjohtavuus on pienentynyt tarkkailuvuosien aikana huomattavasti, mutta alusveden sähkönjohtavuudessa ei ole havaittavissa samanlaista kehitystä kuin kahdella muulla pisteellä.



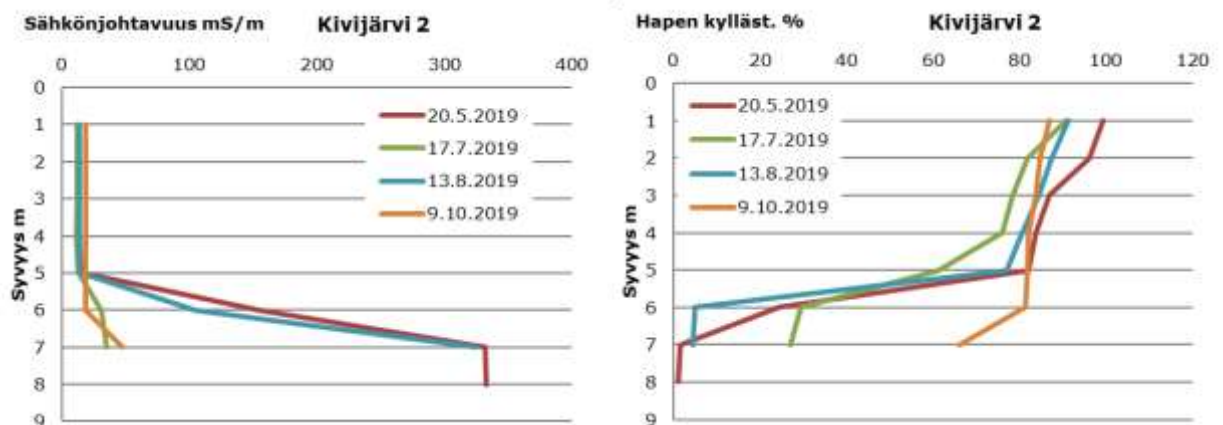
Kuva 7-1. Sähkönjohtavuus pisteellä Kivijärvi 7.

Kenttämittaustietojen perusteella näytepisteellä Kivijärvi 7 oli havaittavissa heikkoa kerrostuneisuutta ainoastaan maaliskuussa kerrostuneisuuskaudella, jolloin sähkönjohtavuus kasvoi pinnasta pohjaan ja samalla mittauskerralla pohja oli lähes hapeton (4,2 % O<sub>2</sub>) (Kuva 7-2). Sähkönjohtavuus vaihteli pisteellä kenttämittauksissa välillä 7-29 mS/m.



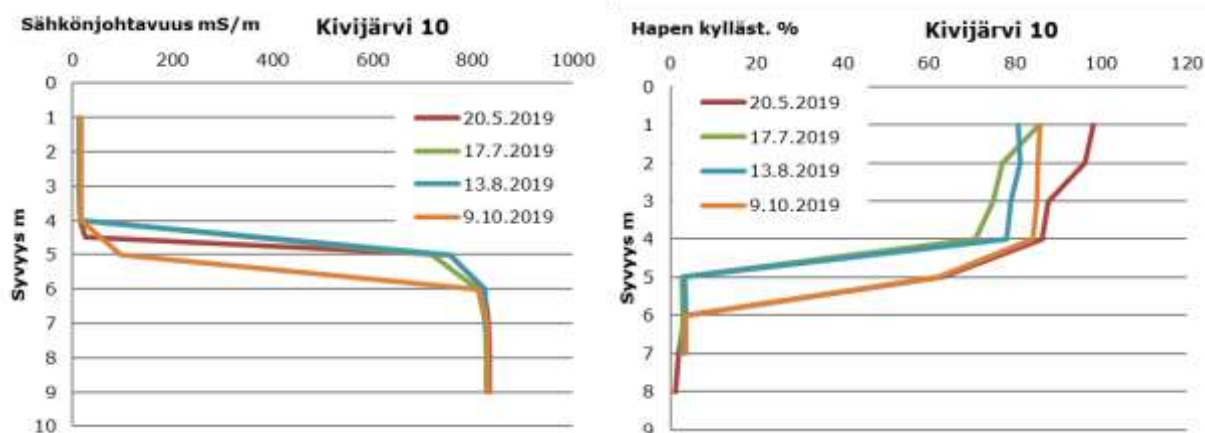
Kuva 7-2. Kenttämittausten sähkönjohtavuuden ja hapen kyllästysasteen tulokset Kivijärven pisteellä Kivijärvi 7 vuonna 2019. Huomioi sähkönjohtavuuskuvan eri asteikko verrattuna pisteisiin Kivijärvi 2 ja Kivijärvi 10.

Pisteellä Kivijärvi 2 oli kenttämittaustietojen perusteella havaittavissa kerrostuneisuutta kaikkina mittauskertoina (Kuva 7-3). Sähkönjohtavuus vaihteli mittauksissa välillä 14-333 mS/m. Heinä- ja lokakuussa kerrostuneisuus oli kenttämittausten perusteella heikko (12-48 mS/m). Heinäkuussa alusveden vesinäytteestä mitattu sähkönjohtavuuden arvo oli huomattavasti suurempi kuin kenttämittarilla mitattu (270 mS/m). Lokakuussa pisteeltä ei otettu vesinäytteitä. Talven ja kesän kerrostuneisuuskausien lopussa toukokuussa sekä elokuussa pohja oli lähes hapeton (1,3-4,6 % O<sub>2</sub>).



Kuva 7-3. Kenttämittausten sähkönjohtavuuden ja hapen kyllästysasteen tulokset Kivijärven pisteellä Kivijärvi 2 vuonna 2019. Huomioi sähkönjohtavuuskuvan eri asteikko verrattuna pisteisiin Kivijärvi 7 ja Kivijärvi 10.

Pisteellä Kivijärvi 10 vallitsi edelleen pysyvä kerrostuneisuus ympäri vuoden ja happitilanne pohjan tuntumassa oli huono (0,9-3,4 % O<sub>2</sub>) (Kuva 7-4). Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 18-832 mS/m.



**Kuva 7-4. Kenttämittausten sähkönjohtavuus- ja happipitoisuuden tulokset Kivijärven pisteellä Kivijärvi 10 vuonna 2019. Huomioi sähkönjohtavuuskuvan eri asteikko verrattuna pisteisiin Kivijärvi 2 ja Kivijärvi 7.**

Veden sulfaattipitoisuudessa on Kivijärven näytteenottopisteillä havaittavissa samankaltainen kehitys kuin sähkönjohtavuudessa. Päälysvesinäytteistä mitatut sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 27-75 mg/l ja näytteenottopisteiden väliset erot olivat pieniä. Alusveden sulfaattipitoisuus pisteellä Kivijärvi 7 välillä 36-98 mg/l, pisteellä Kivijärvi 2 välillä 1400-1600 mg/l ja pisteellä Kivijärvi 10 välillä 4600-5200 mg/l.

Liukoisen kadmiumin pitoisuudet Kivijärven tarkkailupisteillä olivat alle määräysrajan (<0,030 µg/l) lukuun ottamatta yhtä näytettä, mutta siinäkin pitoisuus oli pieni (0,04 µg/l). Kivijärven päälysvedessä liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 2,8-4,1 µg/l ja pitoisuuden vuosikeskiarvo (3,6 µg/l) oli pieni. Toisin kuin sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus, suurimmat liukoisen nikkelin pitoisuudet mitattiin pisteen Kivijärvi 7 alusvesinäytteestä. Kivijärven alusvesinäytteiden liukoisen nikkelin pitoisuuksista laskettu biosaatava osuus (0,8 µg/l) oli kuitenkin pieni. Laskennassa käytettiin DOC-pitoisuuden puuttuessa TOC-pitoisuutta. Liukoisen uraanin pitoisuus vaihteli päälysvedessä välillä 0,1-0,2 µg/l ja alusvedessä välillä 0,1-2,3 µg/l. Suurimmat pitoisuudet mitattiin pisteen Kivijärvi 10 alusvedestä. Liukoisen uraanin pitoisuudessa ei ole havaittavissa laskevaa suuntausta.

Mangaanin pitoisuus vaihteli päälysvedessä välillä 55–360 µg/l ja natriumin välillä 4-26 mg/l. Alusvedestä havaitut mangaani- ja natriumpitoisuudet olivat selvästi pienempiä pisteellä Kivijärvi 7 (Mn 63-2800 µg/l, Na 10-27 mg/l) ja suurimpia pisteellä Kivijärvi 10 (Mn 40000-43000 µg/l, Na 1600-1800 mg/l). Mangaani- ja natriumpitoisuudet ovat pääosin pienentyneet tarkkailuvuosien aikana.

#### 7.4 Kivijoki

Kivijoki laskee Kivijärvestä Laakajärveen. Jokioman pituus on kaksi kilometriä ja sen valuma-alue on kooltaan 54 km<sup>2</sup>. Kivijoki on tyypiltään pieni turvemaiden joki. Joen ekologinen tila on arvioitu tyydyttäväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Joki on ollut mukana tarkkailussa vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2019 Kivijoesta otettiin vesinäytteitä kuukausittain.

Kivijoen vedenlaatu on parantunut ja muuttujien arvoissa havaittu vaihtelu on pienentynyt tarkkailuvuosien aikana. Pääosin suurimmat pitoisuudet on mitattu ensimmäisten tarkkailuvuosien 2012-2013 aikana. Vuonna 2019 Kivijoen vedenlaatu vastasi suurelta osin vuonna 2018 havaittua vedenlaatua.

Vuonna 2019 veden pH vaihteli happamasta lievästi happamaan (5,9-6,8) ja vesi oli runsashumukista ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$  19-30 mg/l). Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 9-18 mS/m (v. 2012-2017 6-219 mS/m). Sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 22-66 mg/l (v. 2019 18-1500 mg/l).

Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle määritysrajan ( $<0,030 \mu\text{g/l}$ ). Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli välillä 2,9-4,5  $\mu\text{g/l}$  ja pitoisuuksien vuosikeskiarvo (3,6  $\mu\text{g/l}$ ) oli pieni. Liukoisen uraanin pitoisuus vaihteli välillä 0,1-0,2  $\mu\text{g/l}$ , mangaanin pitoisuus välillä 96-360  $\mu\text{g/l}$  ja natriumin pitoisuus välillä 5-22 mg/l. Niiden pitoisuudet ovat muutaman viime vuoden ajan pysyneet samalla tasolla, mutta ensimmäisinä näytteenottovuosina pitoisuudet olivat huomattavasti suurempia.

## 7.5 Laakajärvi

Laakajärvi kuuluu Laakajärven vesistöalueeseen (04.644). Se on varsin suuri, pinta-alaltaan 3478 ha. Laakajärven suurin syvyys on 25,9 m ja keskisyyvyys 3,8 m. Laakajärvi on pintavesityyppiltään runsashumuksinen järvi. Sen ekologinen tila on arvioitu hyväksi ja kemiallinen tila hyvää huonomaksi. Kemiallista tilaa huononsivat kohonneet sulfaatti- ja mangaanipitoisuudet etenkin alusvedessä (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Morfologialtaan Laakajärveä luonnehtivat laajat selkääalueet ja se sekoittuukin helposti mm. tuulen vaikutuksesta.

Laakajärven vedenlaatua seurataan neljältä näytepisteeltä, joista pisimpään mukana tarkkailussa on ollut tarkkailupiste Laakajärvi 9, jolta näytteitä on otettu vuosittain vuodesta 2006 alkaen. Tarkkailupisteiltä Laakajärvi 13 ja Laakajärvi 081 on otettu vuosittain näytteitä vuodesta 2011 alkaen ja tarkkailupisteeltä Laakajärvi 12 vuodesta 2014 alkaen. Pisteet Laakajärvi 9 ja Laakajärvi 13 sijaitsevat järven pohjoisosassa lähellä Kivijoen ja Sopenjoen laskukohtaa. Piste Laakajärvi 081 sijaitsee syvänteessä lähellä luusuaa, josta järven vedet laskevat Kiltuanjärveen. Havaintopiste Laakajärvi 12 sijaitsee järven eteläosassa.

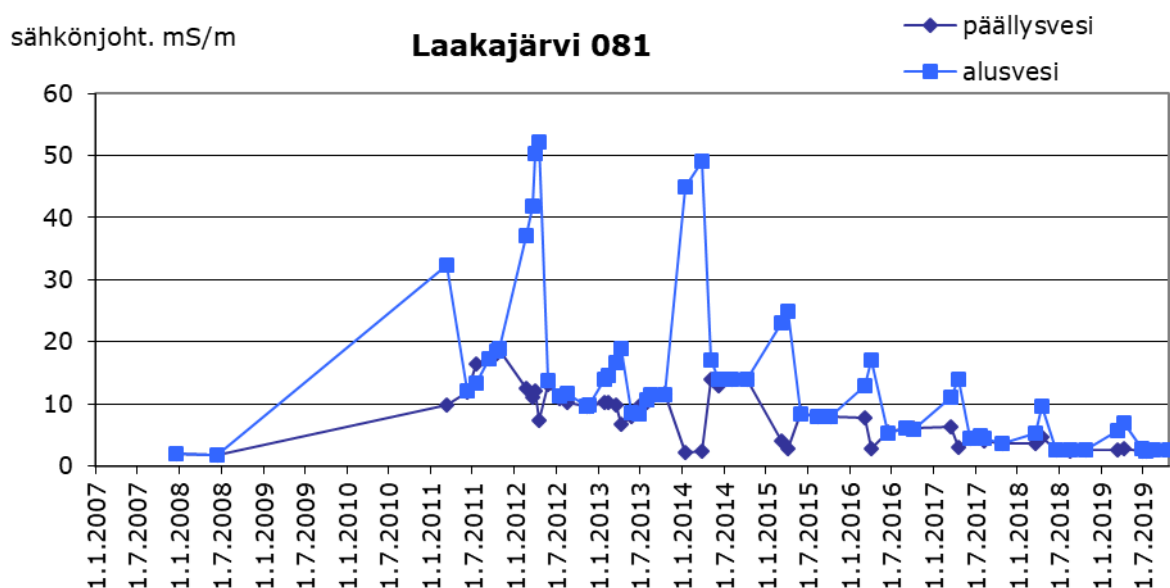
Vuonna 2019 Laakajärven pisteiltä Laakajärvi 9 ja Laakajärvi 081 otettiin vesinäytteitä kuutena tarkkailukertana. Pisteeltä Laakajärvi 13 otettiin näytteitä viitenä tarkkailukertana ja pisteeltä Laakajärvi 12 kahtena tarkkailukertana. Kenttämittaukset pisteellä Laakajärvi 081 tehtiin maaliskesi-, ja elokuussa.

Vuonna 2019 veden pH vaihteli happamasta neutraaliin (pH 5,7-7,0) ja vesi oli runsashumuksista ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$  14-26 mg/l). Havaitut erot pH:ssa ja humuspitoisuudessa näytteenottopisteiden ja näytteenottosyvyyksien välillä olivat pieniä.

Päällysveden happitilanne oli kaikilla näytteenottopisteillä kaikkina näytteenottokertoina vähintään tyydyttävä (73-100 %  $\text{O}_2$ ). Alusvedessäkin happitilanne oli pääosin vähintään tyydyttävä (75-98 %  $\text{O}_2$ ). Ainoastaan syvimmillä näytteenottopisteillä Laakajärvi 081 ja Laakajärvi 13 alusveden happitilanne vaihteli talvikerrostuneisuuskaudella maaliskesi- ja huhtikuussa välttävää huonoon (10-53 %  $\text{O}_2$ ). Hapettomuutta ei havaittu.



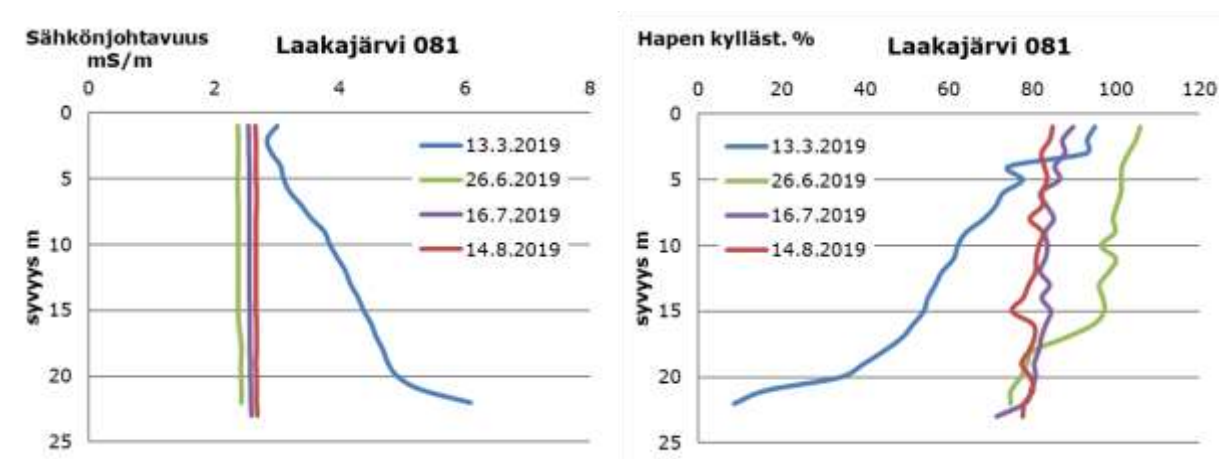
Sähkönjohtavuus on pienentynyt kaikilla tarkkailupisteillä niin päänly- kuin alusvedessäkin tarkkailuvuosien 2014-2019 aikana (Kuva 7-5, Laakajärvi 081). Vuonna 2019 mitatut sähkönjohtavuuden arvot olivat edelleen hieman suurempia kuin ennen kaivostoimintaa mitatut. Päänly- ja alusveden vesinäytteistä mitattu sähkönjohtavuus vaihteli pääosin välillä 2-4 mS/m. Ainoastaan niissä näytteissä, joissa happitilanne oli välttävä tai huono, mitatut sähkönjohtavuuden arvot vaihtelivat välillä 6-15 mS/m. Kaivostoimintaa edeltävinä vuosina 2006-2007 pisteeltä Laakajärvi 9 sekä pisteen Laakajärvi 081 päänly- ja alusvedestä mitatut sähkönjohtavuuden arvot vaihtelivat välillä 1,8-2,6 mS/m (v. 2019 2,7-6,9 mS/m).



Kuva 7-5. Sähkönjohtavuus Laakajärven syvänpisteellä Laa081.

Sulfaattipitoisuuden kehitys on ollut tarkkailupisteillä saman suuntainen kuin sähkönjohtavuuden kehitys. Vuonna 2019 sulfaattipitoisuus vaihteli näytteissä välillä 2-8 mg/l lukuun ottamatta näytteitä, joissa happipitoisuus oli välttävä tai huono (9-53 mg/l).

Kenttämittaustulosten perusteella sähkönjohtavuus kasvoi ja happipitoisuus pieneni talvikerrostu- neisuuskaudella maaliskuussa pinnasta pohjaan syvimmällä tarkkailupisteellä Laakajärvi 081 (Kuva 7-6). Pohjan tuntumassa happitilanne oli huono, mutta hapettomuutta ei havaittu. Kesä- kuusta elokuuhun vesi oli sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunutta pinnasta pohjaan ja happiti- lanne oli hyvä.



Kuva 7-6. Laakajärven kenttämittausten (Laa081) tiedot sähkönjohtavuuden ja happipitoisuuden osalta vuonna 2019.

Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat pieniä ( $<0,03-0,06 \mu\text{g/l}$ ), pääosin alle määrittäysrajan. Myös liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat pieniä  $0,9-3,7 \mu\text{g/l}$ . Liukoisen uraanin pitoisuudet vaihtelivat välillä  $<0,10-0,15 \mu\text{g/l}$ . Määrittäysrajan ylittävät pitoisuudet mitattiin edellisvuoden tapaan pisteen Laakajärvi 13 väli- ja alusvedestä.

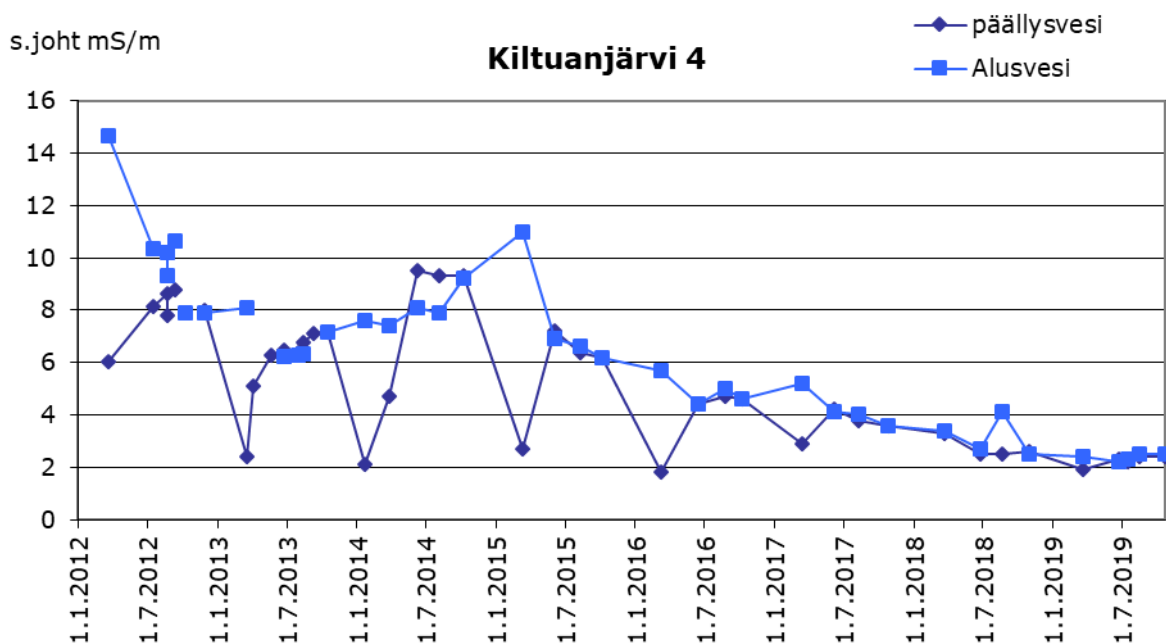
Useiden muiden muuttujien tapaan suurimmat mangaanin ja natriumin pitoisuudet mitattiin näytteistä, joissa happipitoisuus oli välttävää tai huono (suurimmat pitoisuudet Mn  $460-7900 \mu\text{g/l}$ , Na  $9-15 \text{ mg/l}$ ). Pääosin mangaanipitoisuus vaihteli välillä  $13-120 \mu\text{g/l}$  ja natriumpitoisuus välillä  $1-3 \text{ mg/l}$ .

## 7.6 Kiltuanjärvi

Laakajärvestä vedet laskevat Kiltuanjärveen. Kiltuanjärvi on pinta-alaltaan  $1012 \text{ ha}$ . Suurin syvyys on  $36,5 \text{ m}$  ja keskisyvyys  $8,2 \text{ m}$ . Kiltuanjärvi on luokiteltu pintavesityypiltään runsashumuksiseksi järveksi, jonka ekologinen tila on hyvä ja kemiallinen hyvää huonompi. Kemiallista laatua huononsivat kohonneet sulfaatti- ja natriumpitoisuudet (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Näytteenottohistorialta on vuosittaisia vedenlaatuhavaintoja vuodesta 2007 alkaen. Vuonna 2019 järven vedenlaatua seurattiin syvänteen havaintopaikasta viitenä näytteenottokertana.

Vuonna 2019 vesi oli aiempien tarkkailuvuosien tapaan hapanta (pH  $5,9-6,4$ ) ja humuspitoista ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$   $15-18 \text{ mg/l}$ ). Happikatoa ei havaittu, mutta alusveden happitilanne ( $25-87 \% \text{ O}_2$ ) oli heikentynyt talvi- ja kesäkerrostuneisuuden aikaan.

Päälly- ja alusvesinäytteistä mitatut sähkönjohtavuuden arvot olivat keskenään miltei samalla tasolla (pinta  $1,9-2,4 \text{ mS/m}$ , pohja  $2,2-2,9 \text{ mS/m}$ ), samoin sulfaattipitoisuus (pinta  $1,7-4,5 \text{ mg/l}$ , pohja  $4-4,1 \text{ mg/l}$ ). Sähkönjohtavuus (Kuva 7-7) ja sulfaattipitoisuus ovat pienentyneet tarkkailuvuosien aikana.



Kuva 7-7. Kiltuanjärven syvänteen sähkönjohtavuus tarkkailutuloksissa.

Liukoisen kadmiumin ja liukoisen uraanin pitoisuudet olivat alle määrittäysrajojen ( $<0,03 \mu\text{g/l}$  ja  $<0,1 \mu\text{g/l}$ ). Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat pieniä ( $0,5-1,4 \mu\text{g/l}$ ). Mangaanipitoisuudet vaihtelivat päälyllysvedessä välillä  $15-39 \mu\text{g/l}$  ja alusvedessä välillä  $19-760 \mu\text{g/l}$ . Suurimmat pitoisuudet mitattiin alusvedestä kerrostuneisuuskaudella, kun happitilanne oli heikentynyt. Natriumin pitoisuus vaihteli näytteissä välillä  $1,1-1,6 \text{ mg/l}$ . Pitoisuus on pienentynyt tarkkailuvuosien aikana.

## 7.7 Haajaistenjärvi

Haajaistenjärvi on Haajaistensalmen kautta yhteydessä Kiltuanjärveen. Sen pinta-ala on 449 ha, suurin syvyys 32,4 m ja keskisyvyys 7,42 m. Haajaistenjärven vedenlaatua on tarkkailtu kerran vuodessa kesäkuussa vuodesta 2014 alkaen.

Haajaistenjärven vedenlaadussa on ollut pientä vuosien välistä vaihtelua, mutta vedenlaadussa ei ole havaittavissa tiettyä kehityssuuntaa.

Kesäkuussa 2019 järven happitilanne oli hyvä (82-100 % O<sub>2</sub>). Vesi oli lievästi hapanta (pH 5,8-6). Veden sähkönjohtavuus oli aiempaan tapaan pieni (1,5-1,6 mS/m), kuten myös sulfaattipitoisuus (1,5-1,6 mg/l). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat alle määrittämissä (<0,030 µg/l) ja liukoisen nikkelin pitoisuudet hyvin pieniä (0,4-0,6 µg/l). Mangaanipitoisuus vaihteli välillä 55-70 µg/l ja natriumpitoisuus oli 0,9 mg/l.

## 7.8 Haapajärvi

Kiltuanjärven Niskalahdesta vedet laskevat Haapajärveen. Haapajärven vesiala on 529 ha, suurin syvyys 10,4 m ja keskisyvyys 2,8 m. Kiltuanjärven tapaan Haapajärvi on luokiteltu runsashumuk-siseksi järveksi, jonka ekologinen tila on hyvä ja kemiallinen tila hyvää huonompi. Kemiallista tilaa huononsi suolaisuuden kasvu. Järven vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2014 alkaen. Vuonna 2019 tarkkailupisteeltä otettiin vesinäytteitä neljänä tarkkailukertana.

Vuonna 2019 vesi oli aiempien tarkkailuvuosien tapaan hapanta (pH 6,1-6,5) ja humuspitoista (COD<sub>Mn</sub> 15 mg/l). Happikatoa ei havaittu, mutta alusveden happitilanne (8-85 % O<sub>2</sub>) oli heikentynyt talvikerrostuneisuuden aikaan.

Haapajärven vedestä mitatut sähkönjohtavuuden arvot ja sulfaattipitoisuudet ovat pienentyneet tarkkailuvuosien aikana niin alus- kuin päällysvedessäkin. Nykyisin ero päällysvettä ja alusvedestä mitattujen sähkönjohtavuusarvojen ja sulfaattipitoisuuksien välillä on pieni. Vuonna 2019 sähkönjohtavuus vaihteli päällysvedessä välillä 2,2-2,5 mS/m (v. 2014 8,8-9,7 mS/m) ja alusvedessä välillä 2,3-3,9 mS/m (v. 2014 8,6-9,1). Sulfaattipitoisuus vaihteli päällysvedessä välillä 3,5-4,7 mg/l (v. 2014 30-36 mg/l) ja alusvedessä välillä 4,1-4,7 mg/l (v. 2014 28-34 mg/l). Sulfaattipitoisuus vaikuttaa edelleen hieman pienenevän.

Liukoisen kadmiumin ja liukoisen uraanin pitoisuudet olivat alle määrittämissä (<0,03 µg/l ja <0,1 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat pieniä (0,5-1,45 µg/l). Mangaanipitoisuudet vaihtelivat päällysvedessä välillä 19-59 µg/l ja alusvedessä välillä 37-1300 µg/l. Suurin mangaanipitoisuus mitattiin alusvesinäytteestä maaliskuussa, kun happitilanne oli heikentynyt. Kaiken kaikkiaan mangaanipitoisuus vaikuttaa edelleen hieman pienenevän. Natriumin pitoisuus vaihteli näytteissä välillä 1,3-1,8 mg/l. Pitoisuus on pienentynyt tarkkailuvuosien aikana.

## 7.9 Nurmijoki

Nurmijoki on osa Nilsian reittiä ja sen kokonaispituus on 20,7 km. Jokimuodostuman valuma-alueen pinta-ala on 1037 km<sup>2</sup>. Joki on tyypitelty suureksi turvemaiden joeksi. Sen ekologinen tila on arvioitu hyväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi (Pintavesien tila/Lähde: SYKE). Nurmijoki laskee Haapajärvestä Sälevän kautta Korpinen-järveen. Sälevä sijaitsee Koirakosken ja Itäkosken näytepisteen välissä siten, että Koirakosken näytepiste sijaitsee joessa ennen laskua Sälevään ja Itäkosken näytepiste Sälevän alapuolella joen luusuassa. Pisteet ovat olleet mukana tarkkailussa vuodesta 2014 alkaen. Vuonna 2019 niistä otettiin näytteitä maaliskuu-, kesä-, elo- ja lokakuussa

Vuonna 2019 Nurmijoen Itäkosken vedenlaatu vastasi vedenlaatutarkkailun tulosten perusteella Koirakosken vedenlaatua. Veden sähkönjohtavuus (v. 2019 2,1-2,7 mS/m), sulfaattipitoisuus (v. 2019 3,1-4,4 mg/l) ja natriumpitoisuus (v. 2019 1,3-1,6 µg/l) ovat pienentyneet tarkkailuvuosien 2016-2019 aikana. Mangaanipitoisuus (v. 2019 33-82 µg/l) on vaihdellut todennäköisesti kulloinkin vallinneen happitilanteen mukaan, mutta suurimmat pitoisuudet on mitattu vuosina 2014 ja 2015 (20-500 µg/l). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat aiempaan tapaan alle määritysrajan (<0,03 µg/l) ja liukoisen nikkelin pitoisuudet pieniä (0,7-0,9 µg/l).

### 7.10 Sälevä

Sälevä on luokiteltu runsashumukseksi järveksi. Nurmijoen ylempi osa laskee Sälevän pohjois-osaan ja joen alempi osa laskee Sälevän eteläosasta Korpiseen. Sälevän vedenlaatua tarkkaillaan kolmesta syvyydestä n. 23 m syvästä syvänteestä. Ensimmäiset näytteet näytteenottopisteeltä on otettu vuonna 2014. Vuonna 2019 Sälevän vedenlaatua tarkkailtiin maaliskuussa, kesäkuussa, elokuussa ja lokakuussa.

Nurmijoen tapaan myös Sälevän päälly- ja alusvedessä sähkönjohtavuus (v. 2019 2-4,9 mS/m), sulfaattipitoisuus (v. 2019 3,3-4,5 mg/l) ja natriumpitoisuus (v. 2019 1,3-1,7 µg/l) ovat pienentyneet tarkkailuvuosien 2016-2019 aikana ja vaikuttavat edelleen hieman pienenevään. Mangaanipitoisuus on vaihdellut näytteenottokerroittain mahdollisesti happitilanteen mukaan, mutta päällyvedessä pitoisuuskehitys on ollut laskeva. Alusveden mangaanipitoisuus (38-120 µg/l) vaihteli aiemmin havaitulla tasolla lukuun ottamatta maaliskuun vähähappista näytettä, josta mitattiin Sälevän tarkkailun suurin yksittäinen alusveden mangaanipitoisuus (5200 µg/l). Samassa näytteessä happipitoisuus oli alhainen (0,8 mg/l) ja joidenkin muidenkin tutkittujen humuspitoisuuteen kytkeytyvien metallien (Al, Fe, Zn) pitoisuudet sekä orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus (TOC) olivat koholla aiempaan verrattuna.

### 7.11 Atrojoki

Atrojoki laskee Korpisesta Syväriin. Joen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2014 asti. Vuonna 2019 vesinäytteitä otettiin maaliskuu-, kesä-, elo- ja lokakuussa.

Nurmijoen tapaan Atrojoen veden sähkönjohtavuus (v. 2019 1,9-2,6 mS/m), sulfaattipitoisuus (v. 2019 3-4,1 mg/l) ja natriumpitoisuus (v. 2019 1,1-1,7 µg/l) ovat pienentyneet tarkkailuvuosien 2016-2019 aikana. Mangaanipitoisuus (v. 2019 47-150 µg/l) on vaihdellut todennäköisesti kulloinkin vallinneen happitilanteen mukaan, mutta suurimmat pitoisuudet on mitattu vuosina 2014 ja 2015 (69-250 µg/l).

### 7.12 Syväri

Syväriellä vedenlaatua tarkkaillaan järven pohjoispäädyssä n. 40 metriä syvästä syvänteestä. Vesinäytteitä on otettu pisteeltä vuodesta 2014 lähtien vuosittain maaliskuussa ja elokuussa.

Sekä päälly- että alusveden pH on noussut tarkkailuvuosien happamasta lähemmäksi neutraalia (v. 2019 pH 6,3-7). Päällyveden happitilanne oli maaliskuussa talvikerrostuneisuuskaudella tyydyttävä (75 % O<sub>2</sub>) ja elokuussa hyvä (93 % O<sub>2</sub>). Alusveden happitilanne oli sekä maaliskuussa että elokuussa välttävä (49-50 % O<sub>2</sub>). Alusveden happitilanne on ollut aiempinakin tarkkailuvuosina tarkkailukerrasta riippuen joko välttävä tai huono (33-64 % O<sub>2</sub>). Sähkönjohtavuus, sulfaattipitoisuus ja natriumpitoisuus ovat pienentyneet vuodesta 2016 alkaen. Vuonna 2019 päällyveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 2,8-2,9 mS/m ja alusveden välillä 3,3-3,5 mS/m. Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat päälly- ja alusvedessä välillä 3,7-4 mg/l ja natriumpitoisuudet välillä 1,4-1,6 mg/l. Mangaanipitoisuus vaihteli aiemmin havaitulla tasolla (v. 2019 pinta 38-46 µg/l, pohja 320-440 µg/l).

### 7.13 Yhteenveto vaikutuksista Vuoksen suuntaan

Vuoksen purkus suunnassa vesistöt ovat toipumassa vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon jälkeisestä tilanteesta, jonka jälkeen vesien tila on yleisesti ottaen huomattavasti parantunut. Vedet ovat tyypillisesti happamia ja runsashumukaisia. Vuoksen vesistöön ei ole juoksutettu teollisuusalueen vesiä vuoden 2016 kevään jälkeen.

Aiemmin pysyvästi kerrostuneessa Kivijärvestä alusveden happitilanteessa on muutamana viime vuotena ollut havaittavissa suuntaus parempaan. Kolmesta tarkkailupisteestä matalimmalla ei ollut vuonna 2019 havaittavissa pysyvää kerrostuneisuutta. Syvimmän pisteen alusvesi oli tarkkailutulosten perusteella edelleen ympärivuotisesti hapetonta, toisin kuin muilla tarkkailupisteillä. Sähköjohtavuus sekä sulfaatti-, natrium- ja mangaanipitoisuudet vesinäytteissä ovat pienentyneet huomattavasti, vaikka ne ovatkin edelleen suurempia kuin ennen kaivostoimintaa. Aiemmasta kuormituksesta toipuminen on ollut syvimmän pisteen alusvedessä hitaampaa kuin muilla tarkkailupisteillä ja päällysvedessä.

Virtaussuunnassa Kivijärven alapuolella sijaitsevilla järvillä voidaan yleisesti havaita sähköjohtavuuden, sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien pienentyneen. Alusveden mangaanipitoisuuksissa on ollut suurta vaihtelua näytteenotokertojen välillä. Vaihtelu on ollut suurelta osin linjassa happipitoisuuden vaihteluiden kanssa. Metallipitoisuuksien ympäristölaatu normien ylityksiä ei vuonna 2019 havaittu. Kaivostoiminnan vaikutus vedenlaatuun on edelleen havaittavissa Vuoksen suunnan vesistöissä vähäisessä määrin Kiltuanjärveen saakka ja hyvin vähäisessä määrin Haapajärveen saakka. Sälevässä ja Syvärissäkin saattavat sähköjohtavuus, sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuudet hieman vielä pienentyä lähivuosina, vaikka ne ovat nykyisinkin samalla tasolla ja osin jopa pienempiä kuin kaivostoiminnan vaikutuksen ulkopuolisissa järvissä.

## 8. KAIVOSPIIRIN ULKOPUOLISET JÄRVET

Tässä kappaleessa on esitetty pintavesitarkkailussa mukana olevien kaivospiirin ulkopuolisten järvien vedenlaadun tuloksia. Kaivokselta ei johdeta vesiä näiden järvien suuntaan.

### 8.1 Iso-Savonjärvi

Iso-Savonjärvi sijaitsee kaivospiirin eteläpuolella. Sen vedet laskevat alueen jokia pitkin Pieni- ja Iso-Sopin kautta Laakajärveen lähelle pistettä Laakajärvi 9. Järvi on ollut mukana tarkkailussa vuodesta 2014 asti. Vuonna 2019 vesinäytteitä otettiin maaliskuussa ja elokuussa kolmelta syvyydeltä.

Iso-Savonjärven vesi oli hapanta (pH 5,5–5,7) ja humuspitoista (COD<sub>Mn</sub> 11–15 mg/l). Päällysveden happitilanne oli maaliskuussa tyydyttävä (73 % O<sub>2</sub>) ja elokuussa hyvä (87 % O<sub>2</sub>). Alusveden happitilanne oli sekä talven että kesän kerrostuneisuuskaudella huono (26–27 % O<sub>2</sub>). Päällysveden typpipitoisuus oli 270–280 µg/l ja fosforipitoisuus 11–12 µg/l. Ravinnepitoisuuksien ja klorofylli-a:n pitoisuuden (3,8 µg/l) perusteella Iso-Savonjärvi on ravinteisuudeltaan karu tai lievästi rehevä.

Veden sähköjohtavuus vaihteli välillä 2,6–3,3 mS/m ja sulfaattipitoisuus välillä 6,7–8,6 mg/l, eikä eroa päällysveden ja pintaveden välillä havaittu. Liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä 0,03–0,07 µg/l eikä keskipitoisuus ylittänyt (0,06 µg/l) ylittänyt mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivaa ympäristölaatu normia (AA EQS 1,1–1,2 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus vaihteli päällysvedessä välillä 8–10 µg/l ja alusvedessä välillä 11–15 µg/l, eivätkä niistä lasketut vuosikeskiarvot (8,8 µg/l ja 13 µg/l) ylittäneet mustaliuskealueen taustapitoisuudet ylittävää ympäristölaatu normia (AA EQS 24–32 µg/l, Vna 868/2010). Liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat aiempiin tarkkailuvuosiiin verrattuna melko pieniä (v. 2014–2018 päällysvesi 11–24 µg/l, alusvesi 14–39 µg/l). Liukoisen nikkelin biosaatavan osuuden vuosikeskiarvot (1,1–1,8 µg/l) olivat pieniä. Laskennassa käytettiin DOC:in puuttuessa TOC:ia. Liukoisen uraanin pitoisuus oli alle määrittäysrajan (<0,10 µg/l). Liukoisen uraanin pitoisuudet olivat aiempaan tapaan alle määrittäysrajan (<0,1 µg/l).

Mangaanin pitoisuus vaihteli päänlyysvedessä välillä 54-58 µg/l ja alusvedessä heikentyneissä happioloissa välillä 110-150 µg/l. Natriumin pitoisuudet vaihtelivat näytteissä välillä 0,8-1,1 mg/l eikä niissä ollut eroa päänlyys- ja alusveden välillä.

## 8.2 Hakonen

Hakonen on pinta-alaltaan noin 39 ha ja sijaitsee teollisuusalueen itäpuolella. Lammen suurin syvyys on noin 14 metriä. Hakosesta vedet laskevat Pikku-Hakosen kautta Kolmisoppiin. Lammen vedenlaatua on seurattu säännöllisesti 2-3 kertaa vuodessa vuodesta 2008 alkaen. Vuonna 2019 näytteitä otettiin kaksi kertaa, maaliskuussa ja elokuussa.

Hakosen vesinäytteistä mitatut pH-arvot ovat olleet muutamana viime vuotena aiempaa korkeampia (v. 2019 6,4-8,3). Aiempien tarkkailuvuosien tapaan alusveden happitilanne oli talven ja kesän kerrostuneisuuskausien aikaan maaliskuussa ja elokuussa heikentynyt (18–28 % O<sub>2</sub>). Sähkönjohtavuus (5,4-7,4 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (13–18 mg/l) olivat aiemmin havaitulla tasolla. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat päänlyysvedessä alle määritysrajan ja sen tuntumassa (<0,030–0,04 µg/l). Alusvedestä mitatut liukoisen kadmiumin pitoisuudet (0,09-0,11 µg/l) olivat hieman suurempia, mutta vuosikeskiarvo (0,09 µg/l) oli pieni. Liukoisen nikkelin pitoisuus oli päänlyysvedessä 5,1-6,4 µg/l ja alusvedessä 8,5–9,6 µg/l. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot (pinta 5,8 µg/l, pohja 9,0 µg/l) eivät ylittäneet mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioivaa ympäristönlaatunormia (AA EQS 24-32 µg/l, Vna 868/2010). Liukoisen nikkelin biosaatavan osuuden vuosikeskiarvot (1,1-1,8 µg/l) olivat pieniä. Laskennassa käytettiin DOC:in puuttuessa TOC:ia. Liukoisen uraanin havaitut pitoisuudet olivat aiempaan tapaan alle määritysrajan (<0,10 µg/l). Myös mangaanin (pinta 40-61 µg/l, pohja 280-840 µg/l) ja natriumin (kaikki 1,3-1,8 mg/l) pitoisuudet olivat aiemmin havaitulla tasolla.

## 8.3 Raatelampi

Pikkuinen Raatelampi sijaitsee kaivospiirin ja Kolmisopen itäpuolella. Raatelampi laskee Tuhkajokeen. Se on ollut mukana tarkkailussa vuodesta 2010 alkaen. Vuonna 2019 Raatelammelta otettiin vesinäytteitä maaliskuussa ja elokuussa.

Raatelammen vedenlaatu vastasi aiempina tarkkailuvuosina havaittua tasoa. Veden pH vaihteli lievästi happamasta neutraaliin (pH 6,8-7,4). Pintavesikerroksesta mitatun klorofylli-a:n pitoisuuden (16 µg/l) perusteella Raatelampi luokiteltaisiin reheväksi. Ravinnepitoisuuksien (kokonaistyyppi 380-500 µg/l, kokonaisfosfori 10-19 µg/l) perusteella lampi voidaan kuinkin luokitella karuksi tai lievästi reheväksi ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD<sub>Mn</sub> 13–16 mg/l) perusteella humuspitoinen.

Sähkönjohtavuus (4-5,6 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (3,8-4,3 mg/l) olivat tavanomaisia. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat alle määritysrajan ja sen tuntumassa (<0,030-0,03 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuudet (1,8–2,7 µg/l) olivat pieniä. Liukoisen uraanin pitoisuudet olivat aiempaan tapaan alle määritysrajan (<0,10 µg/l). Mangaanin pitoisuus vaihteli päänlyysvedessä välillä 53-72 µg/l ja alusvedessä välillä 730-1300 µg/l. Natriumpitoisuudet olivat pieniä (1,7-3,7 mg/l).

# 9. EPÄVARMUUKSIEN TARKASTELU

Yleisellä tasolla pintavesien laadun tarkkailussa tarkkailutulosten kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat mahdollinen vaihtelu näytteenotokohdassa, näytteenotto-olosuhteet, näytteenottajan ammattitaito, näytteiden kuljetus ja käsittely, laboratorion mittausepävarmuus sekä tulosten tulkitaan liittyvät epävarmuudet.

Kokonaisepävarmuutta näytteenoton osalta on pyritty minimoimaan noudattamalla tarkkailuohjelmaa ja käyttämällä samoja näytteenottajia näytteenotokertojen välillä. Näytteenotosta vastasi

sertifioitu ja kokenut näytteenottaja, joka noudattaa työssään näytteenoton standardeja ja ympäristöhallinnon erikseen antamia ohjeita. Näyteasiat ja näytteenottovälineet ovat ohjeiden mukaiset. Näytteenottajan muistiinpanot tallennetaan ja ne ovat tarkasteltavissa tarvittaessa. Näytteenotto, näytteenottovälineet ja näytteenottaja ovat standardoituja, mikä vähentää kokonaispävarmuutta. Näytepisteiden koordinaatit ovat tiedossa ja oikean näytepisteen sijainti varmennetaan GPS-laitteella ennen näytteenottoa. Isojen järvipisteiden osalta sääolosuhteet, kuten voimakas tuuli, vaikeuttivat avoveden aikaan näytteen ottamista vakioiduista pisteistä ja tietyistä syvyyksistä. Mikäli näytettä ei saada koordinaattien mukaisesta pisteestä, uudet koordinaatit ja syy poikkeamaan on kirjattu ylös.

Suurimmat epävarmuudet liittyvät oletuksiin, jotka koskettavat ympäristötutkimuksia yleisesti eli, kuinka hyvin yksi kertaluonteinen näyte ja valitut parametrit kuvastavat suuremman alueen (järven, joen tai lammen) tilaa sillä hetkellä tai pidemmällä ajanjaksolla (2 viikkoa – 3 vuotta). Mitä pidempää ajanjaksoa yksittäinen näyte edustaa, sitä suurempia epävarmuuksia tulosten tulkintaan liittyy. Arvion mukaan tarkkailujakson aikana saatujen tulosten edustavuuteen ja luotettavuuteen ei kuitenkaan liity merkittävää epävarmuutta, koska vuoden aikana saatujen tulosten välillä ei esiinny ristiriitaisuuksia, tulokset ovat pääosin yhteneviä aiempien tarkkailuvuosien kanssa ja havaitut erot tuloksissa ovat selitettävissä.

Tulosten tulkintaan liittyy myös ympäristölaatuunormeja ja biosaatavia pitoisuuksia koskevaa epävarmuutta. Ympäristölaatuunormien valintaan liittyy epävarmuuksia etenkin, kun aineiden taustapitoisuuksissa on suurta vaihtelua eri alueiden välillä. Tätä epävarmuutta on pyritty vähentämään, selvittämällä taustapitoisuuksia aiempiin tutkimuksiin sekä kirjallisuuteen perustuen. Biosaatavien pitoisuuksien oikeellisuuteen liittyy epävarmuutta, kun malliin tausta-aineistoksi syötetyn pH:n tai kalsiumin arvo ei vastaa mallin validoituja arvoja. Terrafamen tarkkailuaineistossa pH-arvot ovat yleisesti pienempiä kuin Biomet -mallin validoidut arvot. Lisäksi osassa näytteitä kalsiumpitoisuus on suurempi kuin mallin validoitu suurin pitoisuus. Kun tausta-aineiston arvot poikkeavat validoiduista, lisää se mallin laskeman biosaatavan pitoisuuden epävarmuutta. Voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti suurimmasta osasta näytteenottopisteistä on vedestä analysoitu ainoastaan TOC-pitoisuus, mutta ei DOC-pitoisuutta, jota tulisi käyttää Biomet -mallin tausta-aineistona. Biosaatava osuus liukoisen nikkelin pitoisuudesta on laskettu mallilla käyttäen DOC-pitoisuuden puuttuessa TOC:a. Tämä muunnos mahdollistaa mallin käytön, mutta se antaa jonkin verran pienempiä biosaatavan pitoisuuden arvoja kuin DOC:ia käyttämällä.

## 10. TARKKAILUN JATKAMINEN

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

Jotta liukoisen nikkelin pitoisuuksia voitaisiin verrata voimassa olevan asetuksen mukaiseen biosaatavalle pitoisuudelle annettuun ympäristölaatuunormiin, ehdotetaan vesinäytteistä tehtävistä TOC-analyyseistä luopumista ja DOC-analyysien käyttöönottamista niiden sijaan.

## 11. YHTEENVETO

Terrafamen kaivoksen vesistövaikutusten tarkkailua tehdään sekä Oulujoen että Vuoksen vesistöissä. Nuasjärven purkuputken myötä vesistö tarkkailua jatkettiin vuonna 2019 laajennetusti Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Vuoden 2019 alusta al-

kaen purkuputken tarkkailua laajennettiin kolmella Nuasjärven lisätarkkailupisteellä. Lisäksi maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen KL2 vaikutuksia vesistöön seurattiin Pirrtipuron ja Kivipuron tarkkailupisteiltä. Tarkkailun tavoitteena on selvittää alueelta vesistöön johdettavien vesien sekä maanrakennustyömaan ja sivukivialueen mahdollisia vesistövaikutuksia ja niiden laajuutta.

Terrafame Oy:n vuoden 2019 vesistö tarkkailun vuosiraportissa tarkastellaan vuoden aikana otettujen vesinäytteiden ja tehtyjen mittausten tuloksia sekä verrataan niitä edellisten tarkkailuvuosien tuloksiin. Soveltuvilta osin tuloksia on verrattu veden laadun eri viite- ja luokitteluarvoihin. Terrafame Oy:n teollisuusalueelta vesistöihin johtamien puhdistettujen vesien vaikutuksia purkuvesistöissä tarkkaillaan Oulujoen vesistöissä välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistöissä välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri.

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

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

Vuonna 2019 kaikki kaivokselta vesistöön johdettavat vedet johdettiin pohjoiseen Oulujoen vesistöön. Pohjoiseen juoksetusta vedestä noin 4 milj. m<sup>3</sup> johdettiin purkuputkea pitkin Nuasjärveen ja 0,5 milj. m<sup>3</sup> Latosuon kautta pohjoiseen suuntautuvalla purkureitille. Vuonna 2019 teollisuusalueelta vesistöihin juoksetettu kokonaisvesimäärä oli hieman pienempi kuin vuosina 2014-2017, mutta huomattavasti suurempi kuin vuonna 2018. Vuoksen suuntaan on juoksetettu kaivokselta vesiä viimeksi keväällä 2016.

**Oulujoen purkusuunnan** vesistöissä voidaan havaita vedenlaadun kohentuneen viime vuosien aikana vesistöissä, joihin kohdistuva kuormitus on vähentynyt. Edelleen kaivostoiminnan vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Salmisessa ja Kalliojärvässä, joihin on aiemman kuormituksen seurauksena muodostunut pysyvä kerrostuneisuus vuonna 2010. Kalliojärvässä kerrostuneisuus purkautui vuonna 2019. Salmisen ja Kalliojärven päällysvedessä sähkönjohtavuus ja haitta-aineiden pitoisuudet ovat pienentyneet viime vuosien aikana huomattavasti. Myös alusvedessä ne ovat pääosin pienentyneet, mutta Salmisessa alusvedestä havaitut pitoisuudet ovat edelleen huomattavan suuria (esim. SO<sub>4</sub>, Ni, Mn, Na). Vuonna 2019 järviin ei kohdistunut kuormitusta kaivokselta.

Rehja-Nuasjärvellä kaivoksen vaikutus vedenlaatuun oli vuonna 2019 havaittavissa ainoastaan purkuputkea lähimmillä uusilla tarkkailupisteillä Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1. Kyseisillä pisteillä oli toisinaan havaittavissa luonnollisesta lämpötilakerrostuneisuudesta johtumatonta kerrostuneisuutta sähkönjohtavuudessa. Rantaveden laatu vastasi kokonaisuutena arvioiden tutkituilla näytepisteillä ulappa-alueelta havaittua tasoa, eikä pitoisuuksissa ollut merkittävää eroa näytteenottopisteiden välillä. Rantavesipisteiden vedenlaadussa ei ollut havaittavissa purkuputken kautta kaivokselta johdettujen vesien vaikutusta. Myöskään Oulujärven vedenlaadussa ei ollut havaittavissa kaivostoiminnan vaikutuksia.

Maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen mahdollisia vaikutuksia seurattiin vuonna 2019 Kivipuron ja Pirrtipuron näytteenottopisteiltä. Kivipuron vedenlaadussa voitiin edelleen havaita maanrakennustyömaan ja sivukivialueen vaikutus, vaikka vedenlaatu onkin kohentunut viime vuonna heinä-, elo- ja lokakuussa havaitusta. Kaivostoiminnan vaikutusten todentaminen puron vedenlaadussa on hankalaa, sillä virtaama purossa on usein hyvin vähäistä ja vesi lähes seisovaa. Pirrtipuron vedenlaadussa ei havaittu kaivostoiminnasta aiheutuneita vaikutuksia.



Liukoisen nikkelin pitoisuuksien vuosikeskiarvo ylitti sekoittumisvyöhykkeelle annetun ympäristönlaatumormin Salmisen alusvedessä ja Kuusijoen. Sekoittumisvyöhykkeen ulkopuolisissa vesistöissä liukoisen nikkelin pitoisuuksien vuosikeskiarvo ylitti mustaliuskealueen taustapitoisuudet huomioon ottaen ympäristönlaatumormin (Vna 868/2010) Härkäpurossa ja Kivipurossa. Sekoittumisvyöhyke ei koske Härkäpuroa, vaikka kaivosvesiä johdetaan sitä kautta mm. sekoittumisvyöhykkeeseen kuuluvaan Kuusijokeen.

**Vuoksen purkusuunnassa** vesistöt ovat toipumassa vuoden 2012 kipsisakka-altaan vuodon aiheuttamista haitoista. Vuoksen suuntaan ei ole johdettu vesiä kaivokselta toukokuun 2016 jälkeen ja vesistöjen tilassa on ollut havaittavissa yleisesti huomattavaa paranemista. Alueen vesistöt ovat tyypillisesti happamia ja runsashumukaisia.

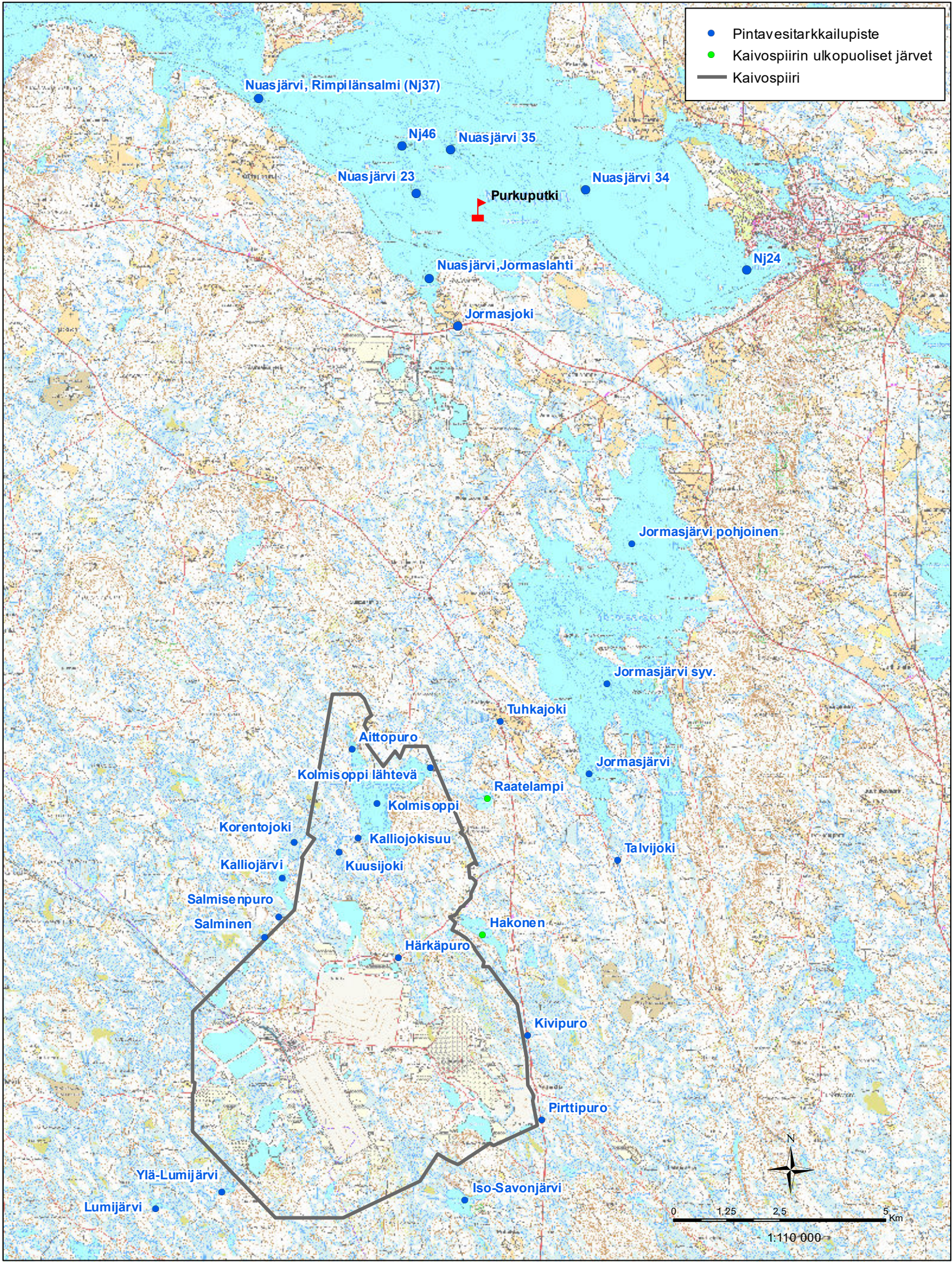
Aiemmin pysyvästi kerrostuneessa Kivijärven alusveden happitilanteessa on muutamana viime vuotena ollut havaittavissa suuntaus parempaan. Sähkönjohtavuus sekä sulfaatti-, natrium- ja mangaanipitoisuudet vesinäytteissä ovat pienentyneet huomattavasti, vaikka ne ovatkin edelleen suurempia kuin ennen kaivostoimintaa. Aiemmasta kuormituksesta toipuminen on ollut syvimmän pisteen alusvedessä hitaampaa kuin muilla tarkkailupisteillä ja päällyksivedessä.

Virtaussuunnassa Kivijärven alapuolella sijaitsevilla järvillä voidaan yleisesti havaita sähkönjohtavuuden, sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuuksien pienentyneen. Metallipitoisuuksien ympäristönlaatumormien ylityksiä ei vuonna 2019 havaittu. Kaivostoiminnan vaikutus vedenlaatuun on edelleen havaittavissa Vuoksen suunnan vesistöissä vähäisessä määrin Kiltuanjärven saakka ja hyvin vähäisessä määrin Haapajärven saakka.

**Teollisuusalueen läheisillä järvillä** (Iso-Savonjärvi, Hakonen, Raatelampi), jotka eivät sijoitu kaivoksen purkuvesien reitille, vastasi vedenlaatu aiempina tarkkailuvuosina havaittua tasoa. Veden sähkönjohtavuus oli luonnonvesille tyypillisellä tasolla. Metallipitoisuuksien ympäristönlaatumormien ylityksiä ei vuonna 2019 havaittu.

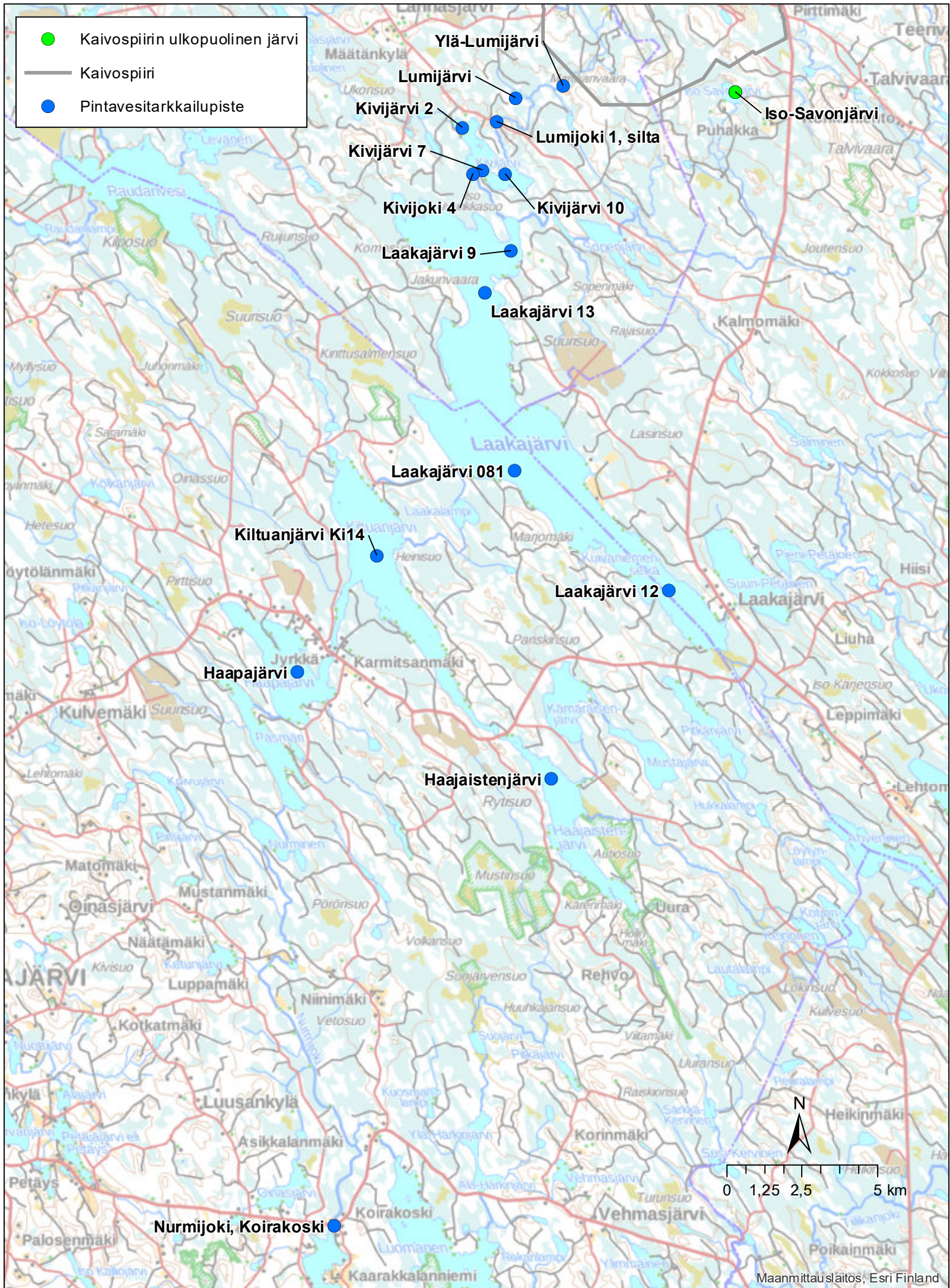
**LIITE 1**  
**TARKKAILUPISTEIDEN SIJAINTI**







- Kaivospiirin ulkopuolinen järvi
- Kaivospiiri
- Pintavesitarkkailupiste







**Pintavesitarkkailu**

**Nurmijoki, Koirakoski**

**Sälevä 012**

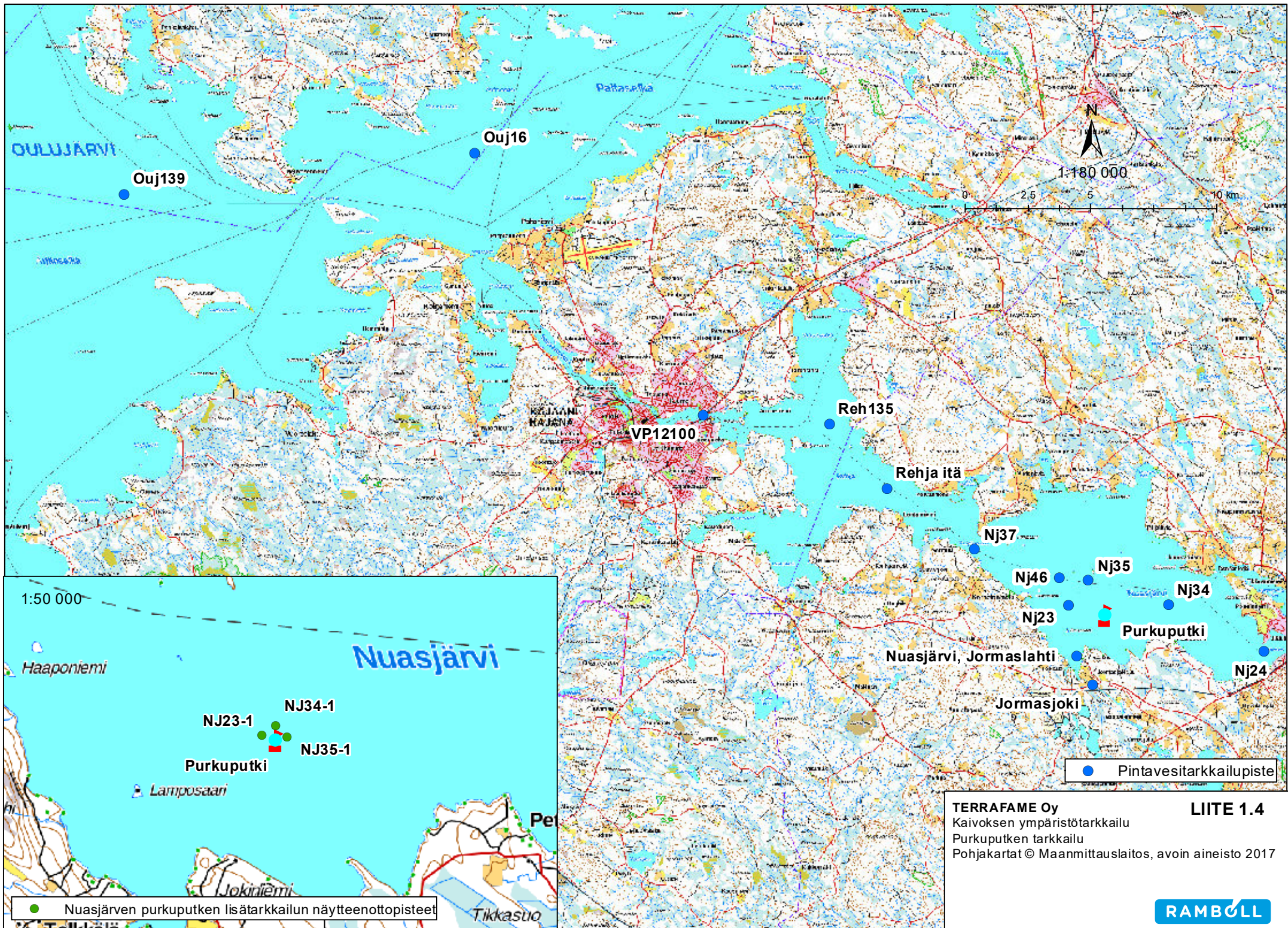
**Nurmijoki Itäkoski 09**

**Atrajoki Koivukoski**

**Syväri 21**

1:150 000 (A3)





OULUJARVI

Ouj139

Ouj16

Paitaselkä



1:180 000

0 2.5 5 10 km

VP1210

Reh135

Rehja itä

Nj37

Nj46

Nj35

Nj34

Purkuputki

Nj24

Nj23

Nuasjärvi, Jormaslahti

Jormasjoki

● Pintavesitarkkailupiste

1:50 000

Nuasjärvi

Haaponiemi

NJ23-1

NJ34-1

NJ35-1

Purkuputki

Lamposaari

Pe

Jokiniemi

Tikkasuo

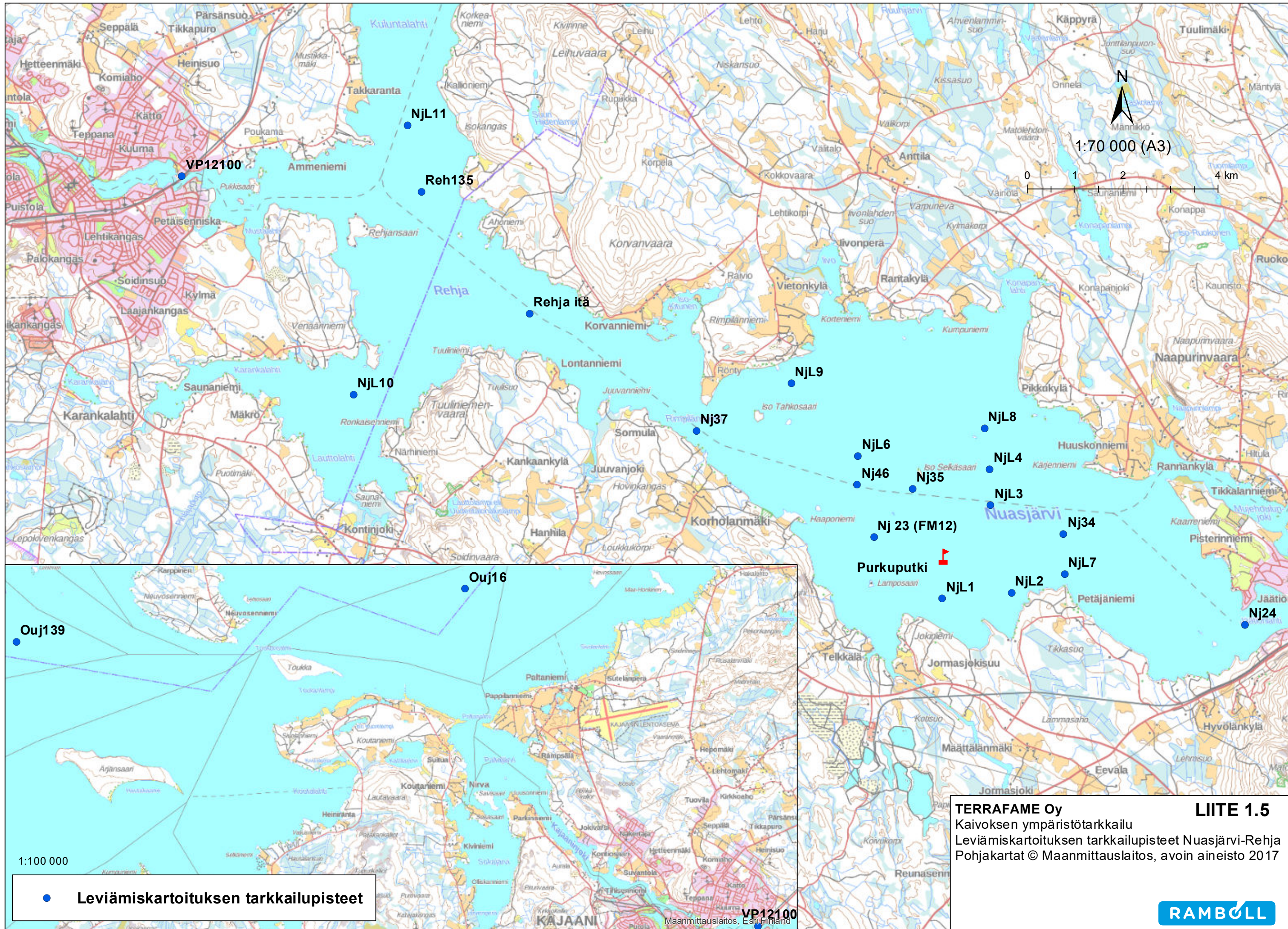
● Nuasjärven purkuputken lisätarkkailun näytteenottopisteet

TERRAFAME Oy  
 Kaivoksen ympäristötarkkailu  
 Purkuputken tarkkailu  
 Pohjakartat © Maanmittauslaitos, avoin aineisto 2017

LIITE 1.4







NJL11

VP12100

Reh135

Rehja itä

NJL9

Nj37

NjL6

Nj46

Nj35

NjL8

NjL4

NjL3

Nj 23 (FM12)

Nuasjärvi

Nj34

Purkuputki

NjL1

NjL2

Petäjaniemi

Nj24

Ouj139

Ouj16

Paltaniemi

Telkkälä

Jormasjäkisuu

Maattalanmäki

Eevala

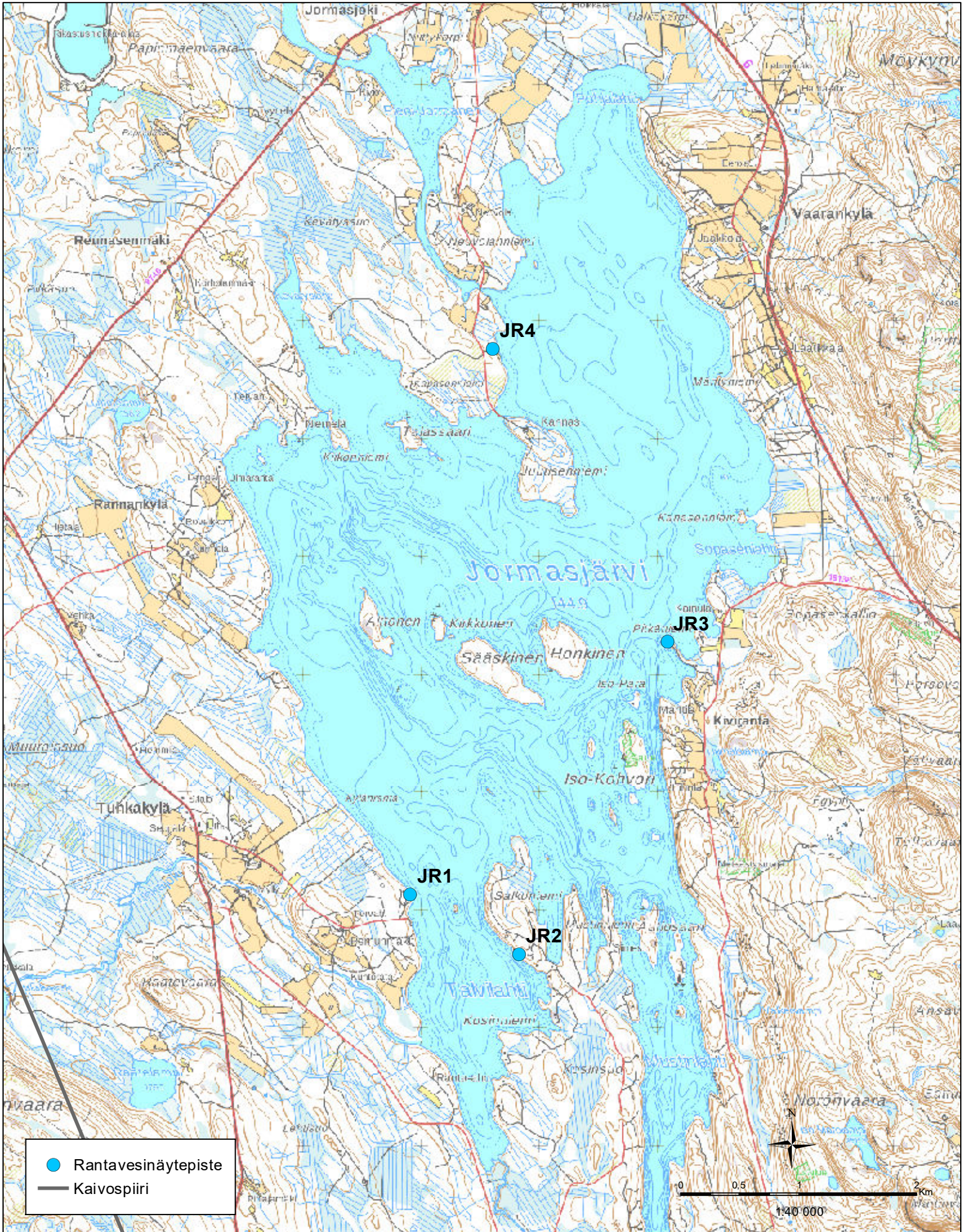
**TERRAFAME Oy**  
 Kaivoksen ympäristötarkkailu  
 Leviämiskartoituksen tarkkailupisteet Nuasjärvi-Rehja  
 Pohjakartat © Maanmittauslaitos, avoin aineisto 2017

**LIITE 1.5**

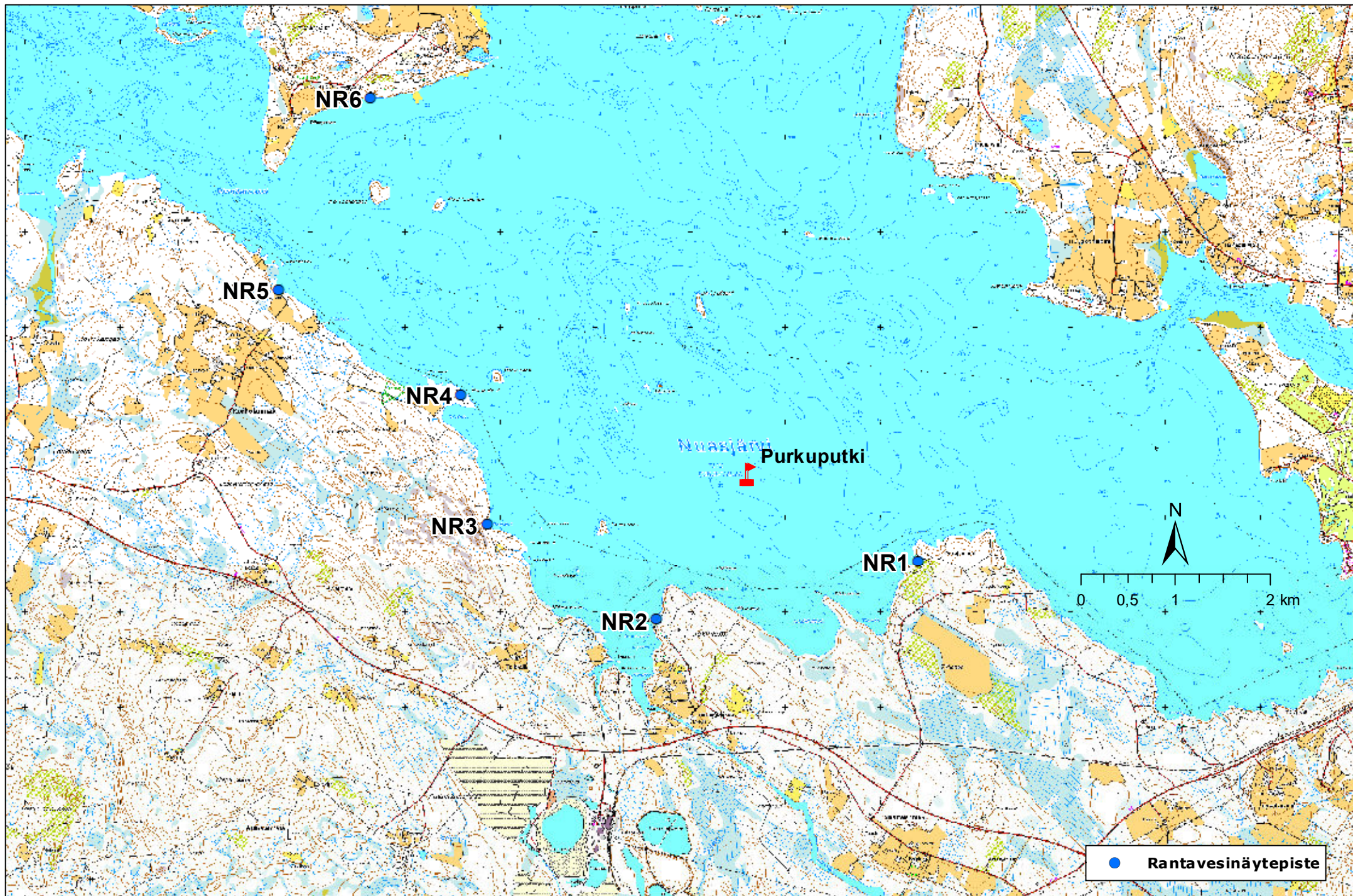
**RAMBOLL**

KAJAANI  
 Maanmittauslaitos, Esri Finland









**LIITE 2**  
**TARKKAILUTULOKSET VUONNA 2019**





Main data table containing multiple columns of numerical and categorical data, organized in a grid format.

Continuation of the main data table, showing a large volume of rows and columns of data.

**LIITE 3**  
**KENTTÄMITTAUSTIEDOT**

Tunnus:	Kalliojärvi			pvm:	26.3.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- tavuus	sähköjoh- tavuus tarkistett u	pH	Redox	Happi- saturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
0,5	0,2	13,88	72	7	7,72	124,9	95,6	
1	0,8	13,33	101	10	7,11	140,7	93,3	
1,5	1,9	11,72	133	13	6,9	148,8	84,5	
2	2,7	9,91	150	15	6,6	163,6	73,1	
2,5	3,7	7,93	157	16	6,29	169,6	60,1	
3	4,1	5,1	175	18	6,07	169,7	39,1	
3,5	4,3	3,8	196	20	5,93	169,5	29,3	
4	4,7	1,87	252	25	5,81	170,6	14,5	
4,5	5	1,01	1303	130	5,85	76,9	7,9	
5	POHJA							

Tunnus:	Kalliojärvi			pvm:	21.5.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- tavuus	sähköjoh- tavuus tarkistett u	pH	Redox	Happi- saturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	13,65	9,77	93	9,3	5,74	158	94,2	
2	10,15	9,88	98	9,8	5,58	165	87,8	
3	8,84	9,85	98	9,8	5,37	180	84,8	
4	8,33	9,76	106	10,6	5,12	190	82,8	

pohja 5,0 m

Tunnus:	Kalliojärvi			pvm:	6.6.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- tavuus	sähköjoh- tavuus tarkistett u	pH	Redox	Happi- saturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
0,5	16,2	10,28	90	9,0	7,72	124,9	95,6	
1	15,8	10,11	91	9,1	7,11	140,7	93,3	
1,5	15,1	9,92	90	9,0	6,9	148,8	84,5	
2	12,9	10,04	93	9,3	6,6	163,6	73,1	
2,5	12,7	9,86	95	9,5	6,29	169,6	60,1	
3	12,3	9,39	97	9,7	6,07	169,7	39,1	
3,5	12,2	9,21	99	9,9	5,93	169,5	29,3	
4	11,7	8,76	191	19,1	5,81	170,6	14,5	
4,5	11,6	8,01	202	20,2	5,85	168,9	14,6	
5,0	POHJA							

Tunnus:	Kalliojärvi			pvm:	18.7.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- tavuus	sähköjoh- tavuus tarkistett u	pH	Redox	Happi- saturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
0,5	17,4	9,12	129	13	6,36	176,2	95,1	
1	17,2	9,03	129	13	6,33	177,1	94	
1,5	16,9	8,58	130	13	6,29	179,1	88,6	
2	15,2	8,25	132	13	6,18	190,4	82,3	
2,5	14,9	8,04	132	13	6,05	198,4	79,6	
3	14,8	7,9	132	13	6,01	198,4	77,9	
3,5	14,6	7,79	132	13	5,97	204,1	76,7	
4	14,6	7,51	133	13	5,82	205,9	73,9	
4,6	POHJA			0				

Tunnus:	Kalliojärvi			pvm:	6.8.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- h-tavuus	sähköjoh- h-tavuus tarkistett u	pH	Redox	Happi- saturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
0,5	14,5	9,8	157	16	7,35	164,2	96,1	
1	14,4	9,47	157	16	7,17	162,3	92,8	
1,5	14,4	9,56	157	16	6,96	163,2	93,7	
2	14,4	9,6	157	16	6,85	164,3	94,1	
2,5	14,4	9,49	157	16	6,76	165,1	93,1	
3	14,4	9,41	157	16	6,71	164,6	92,3	
3,5	14,4	9,34	158	16	6,75	56	91,5	
4	14,4	8,57	169	17	6,71	60,6	84	
4,5	POHJA			0				

Tunnus:	Kalliojärvi			pvm:	3.9.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- h-tavuus	sähköjoh- h-tavuus tarkistett u	pH	Redox	Happi- saturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	17,3	8,42	194	19	6,71	150,2	87,4	
2	17,3	8,37	194	19	6,46	150,9	87,1	
3	17,25	7,92	197	20	6,25	153,3	82,8	
4	14,52	6,48	209	21	5,94	160,6	62,4	
4,5	13,38	0,35	2400	240	6,42	24	3,6	
4,9								

Tunnus:	Kolmisoppi		pvm:		12.3.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh-tavuus	sähköjoh-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happi-saturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	0,2	11,38	105	10,5	7,28	125	78,4
2	1,3	11,17	143	14,3	7,11	127	79,3
3	1,9	10,49	143	14,3	7,00	129	75,6
4	2,2	9,92	143	14,3	6,80	132	72,1
5	2,3	9,70	143	14,3	6,67	135	70,8
6	2,4	9,52	143	14,3	6,58	138	69,6
7	2,5	9,44	144	14,4	6,45	139	69,2
8	2,5	9,47	144	14,4	6,41	140	69,5
9	2,6	8,40	144	14,4	6,33	142	61,8
10	2,7	7,20	146	14,6	6,26	143	53,0
11	2,7	6,81	147	14,7	6,19	143	50,2
12	2,8	5,94	149	14,9	6,09	143	43,9
13	3,0	4,57	153	15,3	6,06	142	34,0
13,5	POHJA			0,0			

Tunnus:	Kolmisoppi		pvm:		18.6.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh-tavuus	sähköjoh-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happi-saturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	19	9	124	12	7	122	92
2	19	8	124	12	6	129	91
3	16	9	130	13	6	136	88
4	14	9	131	13	6	146	84
5	13	9	131	13	6	149	83
6	12	9	120	12	6	151	84
7	11	9	115	12	6	156	83
8	11	9	114	11	6	160	81
9	10	9	114	11	6	161	82
10	10	9	114	11	6	162	82
11	10	9	114	11	6	163	80
12	10	9	114	11	6	165	81
13	10	9	114	11	6	166	79
14	10	9	114	11	6	167	80
15	10	9	114	11	6	168	77
15,7	POHJA						

Vesi todella korkealla

Tunnus:	Kolmisoppi		pvm:		18.7.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh-tavuus	sähköjoh-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happi-saturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	16	9	136	14	6	140	97
2	16	9	135	13	6	142	92
3	16	9	136	14	6	146	92
4	16	9	135	13	6	147	89
5	15	9	135	14	6	151	85
6	15	8	135	14	6	154	83
7	14	8	133	13	6	158	79
8	12	7	126	13	6	166	67
9	12	7	125	12	6	172	65
10	11	7	124	12	6	178	63
11	11	7	123	12	6	182	62
12	11	7	123	12	6	189	62
13	11	7	123	12	6	191	61
14	10	5	192	19	6	28	50
15	POHJA						

Tunnus:	Kolmisoppi		pvm:		12.8.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh-tavuus	sähköjoh-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happi-saturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	15	9	138	14	7	99	87
2	15	9	138	14	7	102	87
3	15	9	138	14	7	102	86
4	15	9	138	14	7	93	84
5	15	9	138	14	7	93	84
6	15	8	138	14	7	99	83
7	15	8	138	14	7	93	83
8	15	8	138	14	7	63	80
9	14	8	137	14	7	78	74
10	14	7	136	14	6	82	68
11	12	5	131	13	6	120	49
12	11	4	129	13	6	132	41
13	11	4	128	13	6	128	40
14	11	4	128	13	6	141	39
15	10	4	130	13	6	144	32
16	POHJA						





Tunnus:		Nuasjärvi 23-1		pvm:		22.1.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	-0,1	12,51	33	3,3	6,9	136	85,3	
2	-0,1	12,45	33	3,3	6,71	140,6	85,0	
3	0,0	12,42	33	3,3	6,54	143	84,9	
4	0,1	12,38	34	3,4	6,44	141	84,9	
5	0,2	12,41	34	3,4	6,39	137,0	85,3	
6	0,6	12,39	38	3,8	6,39	136,0	86,1	
7	0,8	12,3	57	5,7	6,32	136	85,9	
8,0	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 23-1		pvm:		15.7.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,7	9,13	39	3,9	6,16	120,7	92,0	
2	15,6	8,93	38	3,8	6,17	119,9	89,8	
3	15,6	9,06	38	3,8	6,11	123,3	90,9	
4	15,5	8,22	38	3,8	6,17	119	82,5	
5	15,5	9,01	38	3,8	6,04	126,5	90,4	
6	15,4	9,00	39	3,9	6,03	126,6	90,1	
7	15,5	8,44	109	10,9	5,97	128,5	84,6	
8,3	POHJA			0,0				

Tunnus:		Nuasjärvi 23-1		pvm:		5.6.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	11,1	10,66	50	5,0	6,08	100	96,7	
2	10,9	10,62	49	4,9	6,03	102,4	95,9	
3	10,8	10,60	49	4,9	6	102,9	95,6	
4	10,8	10,55	49	4,9	5,98	103,8	95,2	
5	10,7	10,54	47	4,7	5,98	103,3	94,9	
6	10,6	10,61	47	4,7	5,98	103,1	94,3	
7	10,7	10,46	88	8,8	5,96	104,7	94,2	
8	10,7	10,4	134	13,4	6,01	102,4	92,9	
8,5	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 23-1		pvm:		6.3.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	ppisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	0,0	13,53	24	2,4	6,07	189,4	92,5	
2	0,0	13,26	23	2,3	6,00	188,3	90,8	
3	0,0	13,14	23	2,3	5,95	188	90,0	
4	0,1	12,78	23	2,3	5,95	184,5	87,8	
5	0,7	12,37	28	2,8	5,90	183,6	86,2	
6	1,4	11,64	39	3,9	5,89	180,3	82,7	
7	1,7	11,46	80	8,0	5,81	183,4	82,1	
8,1	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 23-1		pvm:		27.8.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	ppisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	16,5	9,61	33	3,3	6,46	135,5	98,4	
2	15,6	9,40	34	3,4	6,39	140,4	94,5	
3	15,4	8,69	35	3,5	6,4	140,3	86,9	
4	15,3	8,84	35	3,5	6,3	146,9	88,3	
5	15,3	8,98	35	3,5	6,28	148,6	89,7	
6	15,3	8,93	35	3,5	6,26	150,1	89,2	
7	15,3	8,90	34	3,4	6,29	148,6	88,9	
8	15,3	8,83	34	3,4	6,28	149,2	88,2	
8,3	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 23-1		pvm:		8.10.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	ppisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	6,9	11,55	49	4,9	6,4	359,3	95,0	
2	6,9	11,23	49	4,9	6,44	354,8	92,4	
3	6,9	10,98	49	4,9	6,47	351,5	90,3	
4	6,9	10,95	49	4,9	6,44	352,6	90,1	
5	6,9	10,85	51	5,1	6,44	351,5	89,3	
6	6,9	10,82	52	5,2	6,45	351,7	89,0	
7	6,9	10,71	56	5,6	6,46	351,8	88,1	
8	POHJA							

Tunnus:	Nuasjärvi 24		pvm:		6.3.2019		
	Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjoh-tavuus	Sankonjoh-tavuus	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	0,2	14,74	28	2,8	7,37	95,8	101,3
2	0,4	14,58	34	3,4	7,25	73,4	100,7
3	1	13,47	37	3,7	7,18	57	94,6
4	1,5	11,81	40	4,0	7,03	57,1	84,3
5	2	9,99	42	4,2	6,92	53,1	72,2
6	2,6	7,52	45	4,5	6,82	41,4	55,3
7	3,5	5,61	55	5,5	6,71	42,9	42,2
7,9	POHJA						

Tunnus:	Nuasjärvi 24		pvm:		28.8.2019		
	Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjoh-tavuus	Sankonjoh-tavuus	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	15,4	9,52	33	3,3	6,91	109,1	95,3
2	15,4	9,52	33	3,3	6,79	115,3	95,3
3	15,4	9,38	33	3,3	6,77	116,4	93,9
4	15,4	9,38	33	3,3	6,72	119,3	93,8
5	15,4	9,41	33	3,3	6,67	122,5	94,1
6	15,4	9,39	33	3,3	6,68	121,4	93,9
7	15,4	9,34	33	3,3	6,66	123	93,4
8	15,3	9,07	32	3,2	6,55	130,7	90,6
8,5	POHJA						

Tunnus:	Nuasjärvi 24		pvm:		5.6.2019		
	Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjoh-tavuus	Sankonjoh-tavuus	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	11,8	10,5	42	4,2	6,27	97,4	97,1
2	11,62	10,52	42	4,2	6,28	97,7	96,6
3	11,53	10,52	41	4,1	6,27	97,9	96,1
4	11,48	10,45	42	4,2	6,26	98,3	95,7
5	11,43	10,44	42	4,2	6,26	99	95,5
6	11,41	10,41	42	4,2	6,26	98,5	95,2
7	11,39	10,38	42	4,2	6,26	98,6	95
8	11,07	10,29	42	4,2	6,25	98,8	93,2
8,5	POHJA						

Tunnus:	Nuasjärvi 24		pvm:		8.10.2019		
	Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjoh-tavuus	Sankonjoh-tavuus	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	6,1	10,81	34	3,4	7,29	136,0	87,1
2	6,2	10,72	34	3,4	7,2	142,5	86,5
3	6,2	10,74	34	3,4	7,16	145,1	86,7
4	6,2	10,69	34	3,4	7,14	147,5	86,3
5	6,2	10,75	34	3,4	7,1	150,3	86,7
6	6,2	10,68	34	3,4	7,08	151,6	86,2
7	6,2	10,7	34	3,4	7,01	155,8	86,3
8,0	POHJA						

Tunnus:	Nuasjärvi 34			pvm:		31.1.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjohtavuus	Sähköjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	ORP	%
1	-0,07	12,25	28	2,8	5,85	146	85,0	
2	-0,08	12,40	29	2,9	5,82	149	84,0	
3	-0,06	12,30	29	2,9	5,8	152	84,0	
4	-0,04	12,30	29	2,9	5,79	152	84,0	
5	-0,04	12,30	29	2,9	5,81	154,0	84,0	
6	-0,03	12,35	29	2,9	5,83	154	84,0	
7	-0,01	12,30	29	2,9	5,81	155	84,0	
8	0,63	12,25	35	3,5	5,81	156	85,0	
9	1,23	12,05	42	4,2	5,76	159	86,0	
10	2,16	11,40	42	4,2	5,77	159	79,0	
11,6	POHJA							

Tunnus:	Nuasjärvi 34			pvm:		6.3.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjohtavuus	Sähköjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	ORP	%
1	0,0	12,95	26	2,6	6,24	-113,5	88,6	
2	0,0	12,98	26	2,6	6,22	-103,8	88,8	
3	0,0	12,95	25	2,5	6,16	-93,9	88,7	
4	0,0	12,87	25	2,5	6,17	-89,1	88,1	
5	0,0	12,94	25	2,5	6,13	-87,9	88,6	
6	0,0	12,86	25	2,5	6,12	-78,2	88,1	
7	0,1	12,63	25	2,5	6,13	-84,7	86,5	
8	0,1	12,51	25	2,5	6,12	-86,5	85,7	
9	1,2	11,49	32	3,2	6,04	-86,6	81,2	
10	2,5	7,48	40	4,0	5,99	-94,5	54,8	
11	3,1	4,9	43	4,3	5,95	-103,6	36,4	
11,6	POHJA							

Tunnus:	Nuasjärvi 34			pvm:		5.6.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjohtavuus	Sähköjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	ORP	%
1	11,5	10,50	39	3,9	6,67	110,4	96,3	
2	11,1	10,54	42	4,2	6,64	111,8	95,8	
3	11,0	10,52	43	4,3	6,5	119	95,6	
4	11,0	10,53	43	4,3	6,46	120,7	95,5	
5	11,0	10,52	44	4,4	6,39	123,5	95,3	
6	11,0	10,52	44	4,4	6,37	124,9	95,2	
7	10,9	10,50	44	4,4	6,36	123,7	95,1	
8	10,9	10,49	44	4,4	6,34	124	95,0	
9	10,9	10,48	45	4,5	6,35	123,7	94,6	
10	10,5	10,42	46	4,6	6,33	124	93,7	
11	10,6	10,39	46	4,6	6,30	123,9	93	
11,6	POHJA							

Tunnus:	Nuasjärvi 34			pvm:		15.7.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjohtavuus	Sähköjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	ORP	%
1	15,7	9,11	32	3,2	8,26	110	91,7	
2	15,5	9,23	32	3,2	8,12	109,2	92,6	
3	15,5	9,10	32	3,2	7,93	109,2	91,3	
4	15,5	8,97	32	3,2	7,72	118,3	89,9	
5	15,5	9,00	32	3,2	7,74	111,7	90,2	
6	15,4	8,99	34	3,4	7,76	109,3	89,9	
7	15,4	8,49	35	3,5	7,67	109,6	84,9	
8	15,3	8,66	34	3,4	7,55	115,2	86,5	
9	15,2	8,68	33	3,3	7,46	119,3	86,5	
10	15,2	8,54	33	3,3	7,43	121,5	85,0	
11	15,0	8,39	32	3,2	7,42	120	83,3	
11,8	POHJA							

Tunnus:	Nuasjärvi 34			pvm:		28.8.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjohtavuus	Sähköjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	ORP	%
1	15,7	10,16	33	3,3	6,6	124,8	102,2	
2	15,6	10,03	33	3,3	6,56	127,4	100,7	
3	15,4	9,88	32	3,2	6,52	130,4	98,8	
4	15,4	9,75	32	3,2	6,53	130	97,5	
5	15,4	9,76	32	3,2	6,47	133,6	97,5	
6	15,3	9,74	32	3,2	6,46	133,6	97,3	
7	15,3	9,53	32	3,2	6,45	134,2	95,2	
8	15,3	9,71	32	3,2	6,4	137,1	97,0	
9	15,3	9,64	32	3,2	6,38	138,7	96,2	
10	15,3	9,64	32	3,2	6,38	139,1	96,2	
11	15,3	9,51	32	3,2	6,41	136,9	94,9	
11,8	POHJA							

Tunnus:	Nuasjärvi 34			pvm:		8.10.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjohtavuus	Sähköjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	ORP	%
1	6,9	11,61	38	3,8	6,74	149,5	95,3	
2	6,9	11,36	38	3,8	6,73	151,1	93,3	
3	6,9	11,21	38	3,8	6,72	151,7	92,0	
4	6,9	11,06	38	3,8	6,73	151,9	90,9	
5	6,9	10,88	38	3,8	6,75	152,6	89,4	
6	6,9	10,92	38	3,8	6,67	157,7	89,7	
7	6,9	10,82	38	3,8	6,71	155,7	88,8	
8	6,8	10,77	38	3,8	6,71	156,3	88,4	
9	6,8	10,74	38	3,8	6,71	156,7	88,2	
10	6,8	10,68	38	3,8	6,72	156,2	87,6	
11	6,8	10,61	38	3,8	6,65	159,7	87	
11,5	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 34-1		pvm:		22.1.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjo h-tavuus	Sähköönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	-0,1	12,30	32	3,2	6,39	226	84,0	
2	-0,1	12,28	32	3,2	6,26	216	84,0	
3	-0,1	12,29	32	3,2	6,24	204	84,0	
4	0,1	12,28	33	3,3	6,18	193	84,3	
5	0,2	12,33	34	3,4	6,14	184,0	84,8	
6	0,7	12,26	38	3,8	6,06	175	85,4	
6,8	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 34-1		pvm:		6.3.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjo h-tavuus	Sähköönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	0,0	15,06	23	2,3	5,9	183	103,0	
2	0,0	14,63	23	2,3	5,90	182,3	100,0	
3	0,0	13,80	23	2,3	5,92	181	94,4	
4	0,0	13,69	23	2,3	5,89	182,3	93,7	
5	0,2	13,34	23	2,3	5,92	180,6	91,8	
6	0,7	12,5	27	2,7	5,91	180,8	87,2	
6,5	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 34-1		pvm:		5.6.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjo h-tavuus	Sähköönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	11,1	10,46	49	4,9	6,37	83,9	96,0	
2	10,9	10,59	48	4,8	6,34	83,5	95,8	
3	10,8	10,58	47	4,7	6,34	83,9	95,5	
4	10,7	10,56	45	4,5	6,3	84,7	95,0	
5	10,7	10,55	46	4,6	6,21	87,2	94,9	
6	10,6	10,48	58	5,8	6,04	94,0	93,4	
7	10,7	10,39	94	9,4	6,04	94,0	93,4	
7,3	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 34-1		pvm:		15.7.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjo h-tavuus	Sähköönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,7	9,58	39	3,9	6,61	109,7	96,3	
2	15,6	9,18	39	3,9	6,51	112,9	92,3	
3	15,6	8,95	39	3,9	6,46	113,8	89,8	
4	15,6	8,88	39	3,9	6,42	115,7	89,1	
5	15,5	8,70	37	3,7	6,41	115,2	87,2	
6	15,4	8,71	38	3,8	6,35	118,1	87,2	
7,1	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 34-1		pvm:		27.8.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjo h-tavuus	Sähköönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,6	9,63	33	3,3	6,42	135,2	96,7	
2	15,4	9,31	34	3,4	6,41	136,7	93,1	
3	15,4	9,18	34	3,4	6,38	139,4	91,7	
4	15,3	8,73	34	3,4	6,36	140,9	87,2	
5	15,3	8,74	34	3,4	6,35	141,9	87,3	
6	15,3	8,66	35	3,5	6,31	144,3	86,5	
7,0	POHJA							

Tunnus:		Nuasjärvi 34-1		pvm:		8.10.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköönjo h-tavuus	Sähköönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	6,9	11,17	41	4,1	6,47	171,3	91,9	
2	6,9	10,94	41	4,1	6,37	175,4	90,0	
3	6,9	10,88	41	4,1	6,46	169,8	89,5	
4	6,9	10,71	41	4,1	6,48	166,6	88,1	
5	6,9	10,73	41	4,1	6,41	169,7	88,3	
6	7,0	10,58	52	5,2	6,47	166,4	87,1	
7	7,0	10,56	94,4	9,4	6,43	167,6	86,9	
7,5	POHJA							



Tunnus:		Nuasjärvi 35-1		pvm:		22.1.2019					
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönj oh-tavuus	Sähkönj oh-tavuus tarkistett	pH	Redox	Happisaturaatio				
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%				
1	-0,1	12,85	34	3,4	7,01	119	87,1				
2	-0,1	12,70	33	3,3	6,83	123	86,5				
3	-0,1	12,62	33	3,3	6,71	125	85,9				
4	-0,1	12,50	33	3,3	6,58	126	85,6				
5	0,1	12,51	34	3,4	6,50	127	86,0				
5,5	0,4	12,51	35	3,5	6,45	127	86,4				
6,6	POHJA										

Tunnus:		Nuasjärvi 35-1		pvm:		15.7.2019					
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönj oh-tavuus	Sähkönj oh-tavuus tarkistett	pH	Redox	Happisaturaatio				
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%				
1	15,7	9,33	39	3,9	7,42	117	93,8				
2	15,6	9,18	40	4,0	7,36	119	92,2				
3	15,6	9,14	40	4,0	7,33	119	91,7				
4	15,6	8,90	40	4,0	7,34	117	89,4				
5	15,5	8,69	40	4,0	7,32	117	87,2				
6	15,5	8,64	46	4,6	7,26	119	86,5				
6,5	POHJA										

Tunnus:		Nuasjärvi 35-1		pvm:		6.3.2019					
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönj oh-tavuus	Sähkönj oh-tavuus tarkistett	pH	Redox	ppisaturaatio				
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%				
1	0,4	13,75	27	2,7	6,82	164	95,0				
2	0,0	13,93	16	1,6	6,42	178	95,3				
3	0,0	13,80	25	2,5	6,34	178	94,5				
4	0,2	12,95	27	2,7	6,28	175	89,0				
5	0,9	11,95	25	2,5	6,26	170	83,9				
6	1,3	11,43	33	3,3	6,19	163	81,1				
6,4	POHJA										

Tunnus:		Nuasjärvi 35-1		pvm:		27.8.2019					
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönj oh-tavuus	Sähkönj oh-tavuus tarkistett	pH	Redox	ppisaturaatio				
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%				
1	15,5	9,74	33	3,3	6,74	123	97,7				
2	15,4	8,96	34	3,4	6,66	129	89,6				
3	15,3	9,09	34	3,4	6,50	138	90,8				
4	15,3	9,01	35	3,5	6,43	141	90,0				
5	15,3	9,06	35	3,5	6,34	146	90,4				
6	15,3	8,45	35	3,5	6,35	145	84,4				
6,5	POHJA										

Tunnus:		Nuasjärvi 35-1		pvm:		5.6.2019					
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönj oh-tavuus	Sähkönj oh-tavuus tarkistett	pH	Redox	ppisaturaa				
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%				
1	11,1	10,59	50	5,0	6,42	87	96,5				
2	10,9	10,63	49	4,9	6,42	88	96,0				
3	10,8	10,59	48	4,8	6,41	88	95,5				
4	10,7	10,54	49	4,9	6,33	91	94,8				
5	10,6	10,51	50	5,0	6,25	94	94,4				
6	10,6	10,49	115	11,5	6,14	99	94,8				
7,0	POHJA										

Tunnus:		Nuasjärvi 35-1		pvm:		8.10.2019					
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönj oh-tavuus	Sähkönj oh-tavuus tarkistett	pH	Redox	ppisaturaa				
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%				
1	7,0	11,14	40	4,0	6,45	188	91,7				
2	7,0	11,03	40	4,0	6,42	189	90,8				
3	7,0	10,85	40	4,0	6,43	179	90,1				
4	7,0	10,74	41	4,1	6,42	175	88,4				
5	7,0	10,70	49	4,9	6,39	174	88,1				
6	7,0	10,69	67	6,7	6,38	172	88,0				
6,5	POHJA										

Tunnus: Nuasjärvi 37		pvm:		23.1.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sätkönjohtavuus	pH	Redox	Happisaturation
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	-0,04	12,10	33	3,30	6,36	100	82,0
2	0,03	12,17	33	3,30	6,36	94	83,4
3	0,05	12,21	34	3,40	6,32	93	84,3
4	0,05	12,32	34	3,40	6,29	91	84,3
5	0,04	12,42	34	3,40	6,32	85	84,7
6	0,05	12,44	34	3,40	6,26	84	84,9
7	0,06	12,48	34	3,40	6,27	82	85,4
8	0,35	12,48	34	3,40	6,22	83	85,8
9	0,32	12,64	36	3,60	6,08	83	87,4
10	0,24	12,74	35	3,50	6,12	79	87,0
11	0,02	12,74	33	3,30	6,04	80	87,0
12	0,31	12,71	35	3,50	5,92	81	88,0
13	0,38	12,63	36	3,60	5,92	80	88,0
14	0,40	12,68	38	3,80	5,91	79	88,0
15	0,34	12,66	38	3,80	5,95	76	87,0
16	0,45	12,68	37	3,70	5,89	77	88,0
17	0,40	12,65	38	3,80	5,88	77	88,0
18	0,40	12,60	37	3,70	5,88	76	87,0
19	0,50	12,53	38	3,80	5,87	75	87,0
20	0,60	12,60	40	4,00	5,85	75	87,0
21	0,70	12,50	43	4,30	8,85	74	87,0
22	0,74	12,50	43	4,30	8,86	73	87,0
23	pohja						

Tunnus: Nuasjärvi 37		pvm:		4.3.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjohtavuus	Sätkönjohtavuus	pH	Redox	Happisaturation
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	0,0	13,90	44	4,4	6,57	159	95,0
2	0,0	14,12	44	4,4	6,44	166	96,5
3	0,0	14,13	44	4,4	6,44	166	96,6
4	0,0	14,07	44	4,4	6,37	169	96,2
5	0,0	14,19	44	4,4	6,34	169	97,0
6	0,0	14,08	44	4,4	6,30	172	96,3
7	0,0	14,21	44	4,4	6,23	175	97,4
8	0,1	13,97	44	4,4	6,22	176	95,7
9	0,2	14,13	46	4,6	6,12	180	97,2
10	0,2	14,07	46	4,6	6,13	179	96,9
11	0,3	13,94	47	4,7	6,10	179	96,1
12	0,3	13,86	47	4,7	6,14	177	95,6
13	0,3	13,99	46	4,6	6,09	179	96,4
14	0,3	13,89	47	4,7	6,07	181	95,8
15	0,3	13,88	46	4,6	6,07	182	95,6
16	0,4	13,83	47	4,7	6,02	185	95,6
17	0,3	14,10	47	4,7	5,99	186	97,3
18	0,4	13,90	47	4,7	5,96	187	96,1
19	0,4	13,73	48	4,8	5,95	188	95,1
20	0,5	13,70	49	4,9	5,92	189	95,0
21	0,4	13,74	48	4,8	5,95	188	95,2
22	0,5	13,63	50	5,0	5,94	189	94,6
23	0,6	13,53	52	5,2	5,97	189	94,3
23,5	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 37		pvm:		13.6.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjohtavuus	Sätkönjohtavuus	pH	Redox	Happisaturation
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	14,8	10,08	35	3,5	7,51	97	98,4
2	14,7	9,92	35	3,5	7,32	104	97,8
3	14,6	9,85	34	3,4	7,22	107	97,2
4	13,4	10,06	36	3,6	7,17	109	95,2
5	13,1	9,96	36	3,6	7,07	113	94,0
6	13,1	9,87	36	3,6	6,99	117	94,2
7	13,0	9,90	36	3,6	6,92	119	93,8
8	13,0	9,80	36	3,6	6,86	122	94,4
9	13,0	9,91	36	3,6	6,81	122	93,3
10	13,0	9,94	36	3,6	6,78	122	93,0
11	12,9	9,89	36	3,6	6,73	123	92,3
12	12,9	9,75	36	3,6	6,70	125	92,3
13	12,9	9,83	36	3,6	6,66	125	92,9
14	12,9	9,70	36	3,6	6,62	127	91,1
15	12,9	9,88	36	3,6	6,58	128	92,0
16	12,8	9,81	36	3,6	6,57	128	91,8
17	12,8	9,83	36	3,6	6,51	130	92,1
18	12,8	9,75	36	3,6	6,49	130	91,8
19	12,8	9,71	36	3,6	6,47	131	91,6
20	12,8	9,65	36	3,6	6,44	131	90,4
21	12,8	9,67	36	3,6	6,41	133	91,0
22	12,8	9,61	36	3,6	6,28	133	90,8
23	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 37		pvm:		15.7.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sätkönjohtavuus	pH	Redox	Happisaturation
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	15,7	9,48	36	3,6	6,87	132	95,3
2	15,7	9,53	36	3,6	6,85	131	95,9
3	15,7	9,48	36	3,6	6,85	129	95,5
4	15,7	9,39	36	3,6	6,87	127	94,4
5	15,6	9,20	36	3,6	6,83	129	92,4
6	15,5	9,09	36	3,6	6,80	131	91,2
7	15,6	9,14	36	3,6	6,79	130	91,7
8	15,5	9,07	36	3,6	6,67	137	91,0
9	15,5	8,96	36	3,6	6,74	133	89,8
10	15,4	8,83	36	3,6	6,72	134	88,4
11	15,4	8,90	36	3,6	6,71	134	89,1
12	15,4	8,83	36	3,6	6,69	136	88,3
13	15,3	8,74	36	3,6	6,68	137	87,3
14	15,3	8,73	36	3,6	6,65	138	87,2
15	15,3	8,67	36	3,6	6,62	140	86,5
16	15,3	8,86	36	3,6	6,58	142	88,4
17	15,3	8,73	36	3,6	6,60	139	87,1
18	15,3	8,60	36	3,6	6,55	142	85,8
19	15,3	8,58	36	3,6	6,61	138	85,7
20	15,3	8,63	36	3,6	6,55	141	86,1
21	15,3	8,57	36	3,6	6,54	142	85,6
22	15,3	8,63	36	3,6	6,53	143	86,2
23	15,3	8,61	36	3,6	6,50	144	85,9
23,9	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 37		pvm:		7.8.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjohtavuus	Sätkönjohtavuus	pH	Redox	Happisaturation
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	14,9	9,63	45	4,5	6,47	138	95,2
2	14,8	9,61	45	4,5	6,48	138	94,6
3	14,7	9,59	46	4,6	6,48	139	94,3
4	14,7	9,56	45	4,5	6,46	143	93,9
5	14,6	9,54	45	4,5	6,48	141	93,6
6	14,5	9,50	45	4,5	6,45	144	93,0
7	14,5	9,47	45	4,5	6,44	144	92,8
8	14,5	9,45	45	4,5	6,43	144	92,8
9	14,5	9,42	46	4,6	6,44	145	92,3
10	14,5	9,39	46	4,6	6,45	144	91,9
11	14,5	9,36	46	4,6	6,43	145	91,6
12	14,4	9,33	46	4,6	6,43	145	91,3
13	14,4	9,28	46	4,6	6,44	146	90,7
14	14,4	9,26	46	4,6	6,40	148	90,5
15	14,4	9,24	46	4,6	6,40	148	90,4
16	14,4	9,23	46	4,6	6,40	147	90,2
17	14,3	9,22	46	4,6	6,39	148	90,1
18	14,3	9,20	46	4,6	6,40	148	89,9
19	14,3	9,16	46	4,6	6,38	148	89,4
20	14,3	9,12	46	4,6	6,38	149	89,0
21	14,3	9,11	46	4,6	6,37	149	88,8
22	14,3	8,87	46	4,6	6,40	147	84,0
23,1	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 37		pvm:		15.10.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjohtavuus	Sätkönjohtavuus	pH	Redox	Happisaturation
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	5,5	12,21	44	4,4	5,93	130	96,7
2	5,5	12,19	45	4,5	5,91	129	96,5
3	5,5	12,17	45	4,5	5,91	132	96,4
4	5,5	12,16	44	4,4	5,92	132	96,3
5	5,5	12,14	44	4,4	5,92	132	96,2
6	5,5	12,15	44	4,4	5,92	133	96,4
7	5,5	12,13	44	4,4	5,94	132	96,3
8	5,5	12,11	44	4,4	5,93	132	96,1
9	5,5	12,10	44	4,4	5,94	131	96,1
10	5,5	12,09	44	4,4	5,92	133	96,0
11	5,5	12,08	44	4,4	5,92	133	95,9
12	5,5	12,08	44	4,4	5,92	132	95,9
13	5,5	12,07	45	4,5	5,94	132	95,8
14	5,5	12,07	45	4,5	5,92	133	95,7
15	5,5	12,06	44	4,4	5,92	133	95,7
16	5,5	12,05	44	4,4	5,93	133	95,6
17	5,5	12,05	44	4,4	5,93	133	95,5
18	5,5	12,04	44	4,4	5,91	134	95,5
19	5,5	12,03	45	4,5	5,93	132	95,2
20	5,4	12,03	45	4,5	5,93	133	95,2
21	5,4	12,02	45	4,5	5,92	134	95,1
22	5,4	12,01	45	4,5	5,90	134	95,1
23	5,42	12	45	4,5	5,93	132,8	95
24	pohja						

Tunnus: Nuasjärvi 46 (NJL5)		pvm:		30.1.2019				
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjoh- tavuus	Sätkönjoh- tavuus	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	-0,12	12,45	28	2,8	6,04	115	85,0	
2	-0,14	12,42	28	2,8	5,96	117	85,0	
3	-0,14	12,40	28	2,8	5,96	116	84,0	
4	-0,12	12,35	28	2,8	5,97	115	85,0	
5	-0,05	12,35	28	2,8	5,98	114	84,0	
6	0,30	12,30	30	3	5,94	116	85,0	
7	1,00	12,30	36	3,6	5,93	117	87,0	
8	1,23	12,20	46	4,6	5,93	116	86,0	
9	1,32	12,00	49	4,9	5,95	115	86,0	
10	1,34	12,00	50	5	5,96	115	85,0	
11	1,37	11,90	55	5,5	5,98	114	84,0	
12	1,41	11,80	61	6,1	5,97	114	84,0	
13	1,40	11,70	78	7,8	5,95	115	83,0	
14	1,38	11,45	97	9,7	5,92	117	82,0	
15	1,38	11,45	102	10,2	5,92	118	82,0	
16	1,34	11,40	116	11,6	5,93	118	81,0	
17	1,37	11,14	118	11,8	5,97	117	79,0	
18	1,37	11,05	121	12,1	5,96	117	78,0	
19	1,38	10,95	122	12,2	5,94	118	78,0	
20	1,42	10,90	122	12,2	5,94	118	78,0	
21	1,44	10,75	123	12,3	5,94	118	77,0	
22	1,44	10,70	125	12,5	5,93	118	76,0	
23	1,45	10,58	126	12,6	5,92	118	76,0	
24	1,48	10,45	126	12,6	5,92	118	75,0	
25	1,50	10,35	127	12,7	5,92	118	74,0	
26	1,51	10,20	127	12,7	5,92	118	73,0	
27	1,52	10,10	128	12,8	5,91	118	73,0	
28	1,54	10,00	128	12,8	5,9	118	71,0	
29	1,56	9,90	129	12,9	5,89	118	71,0	
30	1,58	9,60	129	12,9	5,91	117	69,0	
31	1,63	9,40	128	12,8	5,9	118	68,0	
32	1,69	8,95	127	12,7	5,88	117	64,0	
33	1,8	4,42	126	12,6	5,88	117,0	40,0	
34	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 46 (NJL5)		pvm:		6.3.2019				
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjoh- tavuus	Sätkönjoh- tavuus	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	-0,15	12,01	32	3,2	5,95	-80	82,5	
2	-0,15	12,13	32	3,2	5,9	-80	82,5	
3	-0,16	12,10	32	3,2	5,86	-75	82,1	
4	-0,14	12,10	32	3,2	5,84	-73	83,0	
5	-0,10	12,13	32	3,2	5,82	-72	82,8	
6	0,46	12,13	35	3,5	5,89	-73	83,2	
7	1,14	11,91	42	4,2	5,82	-68	83,4	
8	1,51	11,52	49	4,9	5,79	-68	81,3	
9	1,56	11,36	59	5,9	5,82	-69	80,0	
10	1,54	11,17	75	7,5	5,8	-69	79,4	
11	1,57	11,10	79	7,9	5,77	-68	79,3	
12	1,58	11,05	96	9,6	5,75	-67	79,0	
13	1,49	11,03	111	11,1	5,75	-68	78,6	
14	1,49	11,04	122	12,2	5,76	-69	78,7	
15	1,46	11,00	132	13,2	5,76	-70	78,8	
16	1,47	10,91	135	13,5	5,77	-71	77,7	
17	1,47	10,90	137	13,7	5,75	-72	77,5	
18	1,48	10,87	140	14	5,75	-72	77,0	
19	1,51	10,70	141	14,1	5,75	-72	76,2	
20	1,53	10,65	142	14,2	5,76	-74	75,8	
21	1,55	10,52	142	14,2	5,75	-74	74,9	
22	1,55	10,46	144	14,4	5,74	-74	74,9	
23	1,55	10,45	146	14,6	5,74	-75	74,5	
24	1,59	10,39	147	14,7	5,73	-75	73,8	
25	1,61	10,23	147	14,7	5,73	-77	72,5	
26	1,62	10,19	147	14,7	5,72	-80	71,7	
27	1,63	10,00	149	14,9	5,73	-82	71,3	
28	1,66	9,87	148	14,8	5,73	-84	70,5	
29	1,67	9,68	149	14,9	5,72	-85	68,8	
30	1,75	9,44	148	14,8	5,73	-88	67,2	
31	1,80	9,15	147	14,7	5,7	-89	65,2	
32	1,94	8,44	147	14,7	5,7	-96	58,2	
33	2,2	7,32	168	16,8	5,7	-102,0	51,8	
33,5	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 46 (NJL5)		pvm:		12.6.2019				
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjoh- tavuus	Sätkönjoh- tavuus	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	14,45	9,45	43	4,3	6,81	148	92,8	
2	13,95	9,45	45	4,5	6,73	148	91,1	
3	13,80	9,38	44	4,4	6,7	148	90,6	
4	13,72	9,37	44	4,4	6,67	148	90,3	
5	13,65	9,36	43	4,3	6,62	151	90,1	
6	13,42	9,37	45	4,5	6,63	150	89,7	
7	13,30	9,38	46	4,6	6,55	153	89,6	
8	13,29	9,38	46	4,6	6,5	154	89,6	
9	13,25	9,38	46	4,6	6,52	152	89,5	
10	13,23	9,37	45	4,5	6,52	152	89,3	
11	13,07	9,37	46	4,6	6,46	154	89,0	
12	13,01	9,35	46	4,6	6,49	152	88,8	
13	12,76	9,33	47	4,7	6,46	153	87,9	
14	12,57	9,30	48	4,8	6,41	155	87,4	
15	11,75	9,28	49	4,9	6,39	155	85,2	
16	11,18	9,24	48	4,8	6,36	155	84,2	
17	10,85	9,26	47	4,7	6,32	155	83,6	
18	10,77	9,25	47	4,7	6,27	157	83,5	
19	10,66	9,24	47	4,7	6,2	161	83,2	
20	10,60	9,23	47	4,7	6,19	160	82,9	
21	10,50	9,23	47	4,7	6,13	163	82,7	
22	10,46	9,21	47	4,7	6,05	167	82,5	
23	10,38	9,19	47	4,7	5,97	173	82,1	
24	10,30	9,17	47	4,7	5,95	172	81,7	
25	10,25	9,13	47	4,7	5,91	173	81,3	
26	10,17	9,11	47	4,7	5,91	172	81,0	
27	10,12	0,09	47	4,7	5,9	172	80,7	
28	10,07	9,06	47	4,7	5,91	172	80,3	
29	10,04	9,04	47	4,7	5,9	172	80,0	
30	10,03	9,01	47	4,7	5,88	173	79,8	
31	10,01	8,98	48	4,8	5,88	172	79,5	
32	9,91	8,91	48	4,8	5,88	172	78,5	
33	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 46 (NJL5)		pvm:		15.7.2019				
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjoh- tavuus	Sätkönjoh- tavuus	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,63	10,71	46	4,6	6,55	243	106,4	
2	15,44	10,52	46	4,6	6,63	237	105,0	
3	15,38	10,43	46	4,6	6,61	237	104,1	
4	15,37	10,37	46	4,6	6,63	235	102,5	
5	15,23	10,18	47	4,7	6,65	232	101,0	
6	15,22	10,11	47	4,7	6,62	231	100,5	
7	15,16	10,08	46	4,6	6,61	231	100,2	
8	15,14	10,05	46	4,6	6,64	228	99,9	
9	15,13	10,04	46	4,6	6,6	229	99,8	
10	15,12	10,04	45	4,5	6,63	227	99,8	
11	15,10	10,03	45	4,5	6,64	226	99,6	
12	15,08	10,02	45	4,5	6,6	227	99,5	
13	15,07	10,00	46	4,6	6,65	223	99,3	
14	15,07	9,98	46	4,6	6,62	224	99,0	
15	15,06	9,96	46	4,6	6,62	223	99,0	
16	15,05	9,95	46	4,6	6,6	223	98,7	
17	15,02	9,92	46	4,6	6,62	221	98,4	
18	14,97	9,88	45	4,5	6,6	221	97,8	
19	14,88	9,82	45	4,5	6,62	219	96,9	
20	14,85	9,78	45	4,5	6,6	219	96,4	
21	14,75	9,72	45	4,5	6,56	221	95,3	
22	14,42	9,73	48	4,8	6,58	218	87,4	
23	10,81	8,72	52	5,2	6,42	221	73,2	
24	10,56	7,71	52	5,2	6,3	225	68,0	
25	10,47	7,21	53	5,3	6,15	228	64,1	
26	10,43	7,08	53	5,3	6,08	203	62,8	
27	10,30	6,88	54	5,4	6,04	231	61,2	
28	10,30	6,75	54	5,4	6,01	231	59,6	
29	10,22	6,58	55	5,5	6	231	58,1	
30	10,16	6,29	56	5,6	6	231	55,2	
31	10,12	6,13	57	5,7	5,99	230	54,0	
32	10,08	5,99	57	5,7	6,01	228	54,0	
33	10,0	5,69	59	5,9	6	228,2	49,4	
33,8	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 46 (NJL5)		pvm:		8.8.2019				
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sätkönjoh- tavuus	Sätkönjoh- tavuus	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	14,89	9,51	44	4,4	6,82	129	94,1	
2	14,89	9,49	44	4,4	6,81	130	93,9	
3	14,89	9,48	44	4,4	6,77	132	93,8	
4	14,89	9,45	44	4,4	6,76	132	93,5	
5	14,88	9,43	44	4,4	6,75	133	93,3	
6	14,80	9,25	44	4,4	6,73	133	91,4	
7	14,75	9,18	43	4,3	6,70	133	90,5	
8	14,74	9,14	43	4,3	6,62	134	90,1	
9	14,69	9,08	43	4,3	6,62	135	89,5	
10	14,68	9,07	43	4,3	6,62	137	89,3	
11	14,65	9,03	43	4,3	6,55	137	88,9	
12	14,65	9,01	43	4,3	6,57	138	88,7	
13	14,65	9,01	43	4,3	6,56	138	88,7	
14	14,62	8,98	44	4,4	6,54	137	88,3	
15	14,59	8,93	44	4,4	6,50	138	87,9	
16	14,59	8,91	44	4,4	6,53	139	87,6	
17	14,59	8,88	43	4,3	6,52	140	87,4	
18	14,59	8,87	43	4,3	6,51	139	87,2	
19	14,58	8,86	43	4,3	6,51	139	87,0	
20	14,57	8,84	43	4,3	6,49	139	86,8	







Tunnus: Nuasjärvi 1			pvm:		12.3.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	0	11,02	23	2,3	5,99	99,7	75,4	
2	0,1	10,84	23	2,3	5,96	101,1	74,3	
3	0,2	10,34	23	2,3	6,01	99,2	71,1	
4	0,3	10,37	29	2,9	5,98	99,5	71,6	
5	0,4	10,44	38	3,8	5,99	98,0	72,1	
6	0,5	10,12	41	4,1	6,04	95,8	70,2	
7	1,1	8,02	86	8,6	6	90,9	56,5	
7,5	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 1			pvm:		5.6.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	11,34	10,66	53	5,3	6,47	100,1	98	
2	11,02	10,61	51	5,1	6,47	100,7	96,2	
3	10,94	10,58	50	5,0	6,47	100,9	95,7	
4	10,85	10,55	49	4,9	6,48	101,8	95	
5	10,75	10,51	48	4,8	6,38	106,4	94,8	
6	10,65	10,5	47	4,7	6,32	110,5	94,4	
7	10,52	10,41	46	4,6	6,24	113,8	93	
7,5	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 1			pvm:		27.8.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	16,2	9,41	35	3,5	6,97	116,8	95,8	
2	15,3	9,4	36	3,6	6,86	124,0	93,9	
3	15,2	9,35	36	3,6	6,8	128,8	93,3	
4	15,2	9,07	36	3,6	6,74	133,2	90,4	
5	15,2	9,04	36	3,6	6,69	135,5	90,1	
6	15,1	9,26	36	3,6	6,63	138,0	92,1	
7	15,1	8,96	37	3,7	6,55	143,7	89	
7,5	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 1			pvm:		8.10.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	7,0	10,85	47	4,7	6,38	155,3	89,4	
2	7,0	10,86	47	4,7	6,41	151,7	89,5	
3	7,0	10,8	47	4,7	6,37	156,5	89	
4	7,0	10,72	47	4,7	6,34	161,1	88,4	
5	7,0	10,68	47	4,7	6,35	159,2	88	
6	7,0	10,65	47	4,7	6,34	159,6	87,7	
7	7,0	10,58	47	4,7	6,38	160,1	87,2	
7,5	POHJA							

Tunnus: Nuasjärvi 2			pvm:		12.3.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	-0,1	11,75	24	2,4	6,36	52,4	80,2
2	0	11,47	23	2,3	6,07	66,5	78,4
3	0,2	11	23	2,3	6,14	61,6	75,7
4	0,4	10,11	26	2,6	6,23	58,4	70,0
5	0,6	10,35	39	3,9	6,21	59,8	72,1
6	0,8	10,31	50	5,0	6,20	63,5	72,2
7	1,1	9,96	48	4,8	6,19	65,7	70,3
8	1,5	9,71	45	4,5	6,13	70,7	69,2
9	1,8	9,25	44	4,4	6,18	68,4	66,5
10	2,1	8,36	46	4,6	6,16	69,9	60,6
11	2	9,66	115	11,5	6,19	68,8	70,0
12	2,7	6,92	126	12,6	6,19	67,9	51,0
13	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 2			pvm:		5.6.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	11,17	10,64	42	4,2	6,50	107,1	96,7
2	10,94	10,61	43	4,3	6,46	108,3	95,9
3	10,91	10,57	43	4,3	6,42	110,4	95,4
4	10,88	10,53	44	4,4	6,38	111,7	95,0
5	10,81	10,5	44	4,4	6,37	111,6	94,7
6	10,78	10,49	44	4,4	6,36	112,3	94,6
7	10,76	10,48	45	4,5	6,34	114	94,4
8	10,72	10,47	45	4,5	6,33	115,2	94,3
9	10,68	10,46	45	4,5	6,31	115,6	94,1
10	10,63	10,45	44	4,4	6,28	116,7	93,8
11	10,59	10,42	45	4,5	6,25	120	93,5
12	10,52	10,39	46	4,6	6,20	122,2	93,0
13	10,43	10,36	46	4,6	6,17	121,5	92,5
14,0	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 2			pvm:		28.8.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	15,4	9,65	35	3,5	6,32	131,2	96,5
2	15,3	9,74	35	3,5	6,27	134,1	97,3
3	15,3	9,52	35	3,5	6,31	132,7	95,0
4	15,3	9,32	35	3,5	6,30	134,5	93,0
5	15,3	9,35	35	3,5	6,28	137,5	93,2
6	15,3	9,31	35	3,5	6,31	136,5	92,9
7	15,3	9,29	35	3,5	6,26	139,8	92,7
8	15,3	9,31	35	3,5	6,22	143	92,9
9	15,3	9,3	35	3,5	6,22	144,1	92,8
10	15,2	9,08	36	3,6	6,25	143	90,5
11	15,1	9,04	36	3,6	6,20	146,3	89,9
12	15,1	9,02	36	3,6	6,19	147,9	89,6
13	15,1	8,82	37	3,7	6,13	152	87,6
13,8	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 2			pvm:		8.10.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	6,8	11,36	38	3,8	6,47	159,2	93,2
2	6,8	11,04	38	3,8	6,45	159,6	90,6
3	6,8	10,97	38	3,8	6,46	159,7	90,0
4	6,8	10,86	38	3,8	6,48	158,8	89,1
5	6,8	10,82	38	3,8	6,44	160,8	88,8
6	6,8	10,8	38	3,8	6,42	162,1	88,6
7	6,8	10,74	38	3,8	6,45	160,8	88,1
8	6,8	10,74	38	3,8	6,43	162,3	88,1
9	6,8	10,69	38	3,8	6,44	161	87,7
10	6,8	10,69	37	3,7	6,42	164	87,7
11	6,8	10,66	37	3,7	6,39	166,8	87,4
12	6,8	10,6	37	3,7	6,36	169,5	86,8
13,1	POHJA						

kovan tuulen ja aallokon vuoksi ei pysytty pisteellä

Tunnus: Nuasjärvi 3			pvm:		4.3.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sankojoh-tavuus	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	0	14,7	43	4,3	7,22	152,1	100,5
2	0	13,43	43	4,3	7,08	163,9	91,9
3	0	13,24	43	4,3	7,01	168,5	90,5
4	0	13,09	43	4,3	6,88	175,9	89,5
5	0,1	12,93	44	4,4	6,86	176,3	88,7
6	0,4	12,77	47	4,7	6,78	179,4	88,4
7	1,2	12,26	72	7,2	6,71	181,5	86,7
8	1,6	12,01	75	7,5	6,72	180,4	85,8
9	1,8	11,73	79	7,9	6,77	176,9	84,3
10	1,9	11,49	79	7,9	6,79	174,3	83,0
11	2	11,22	91	9,1	6,75	175,2	81,2
12	2,1	11,15	98	9,8	6,69	177,4	80,9
13	2,2	10,79	114	11,4	6,63	178,6	78,4
14	2,2	10,92	135	13,5	6,61	178,5	79,4
15	2,2	11,4	160	16,0	6,34	186,7	82,8
16	2,4	10,59	153	15,3	6,34	185,8	77,4
17	2,5	10,29	148	14,8	6,3	188,0	75,5
18	2,7	9,29	153	15,3	6,27	189,4	68,5
19	2,8	8,48	175	17,5	6,26	189,3	62,7
19,9	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 3			pvm:		13.6.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sankojoh-tavuus	pH	Redox	ppisaturaa
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	15,7	9,58	32	3,2	7,81	105,5	97,1
2	15,4	9,51	32	3,2	7,75	105,2	94,1
3	15	9,54	32	3,2	7,62	110,5	94,0
4	14,9	9,15	33	3,3	7,59	110,1	91,5
5	14,9	9,1	33	3,3	7,51	112,6	89,7
6	14,6	9,26	33	3,3	7,4	116,9	90,5
7	14,4	9,2	34	3,4	7,27	120,2	91,6
8	13,9	9,61	35	3,5	7,26	119,6	92,9
9	13,6	9,59	35	3,5	7,22	120,7	92,3
10	13,1	9,68	36	3,6	7,14	123,4	90,6
11	12,7	9,71	37	3,7	7,06	126,5	90,1
12	12,4	9,61	37	3,7	7,03	127,1	89,3
13	12,2	9,59	38	3,8	6,92	132,7	89,7
14	11,9	9,66	38	3,8	6,9	132,1	87,6
15	11,2	9,68	38	3,8	6,87	133,8	87,2
16	10,9	9,66	39	3,9	6,82	135,5	86,8
17	10,8	9,55	40	4,0	6,79	137,1	86,5
18	10,8	9,55	39	3,9	6,71	139,4	86,1
19	10,8	9,56	39	3,9	6,64	141,9	86,2
19,8	POHJA			0,0			

Tunnus: Nuasjärvi 3			pvm:		6.8.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	15,2	10,62	34	3,4	6,59	106,3	105,8
2	15,2	10,19	34	3,4	6,49	107,1	101,5
3	15,2	9,94	34	3,4	6,46	108,4	99,0
4	15,2	9,81	34	3,4	6,46	108,1	97,7
5	15,2	9,81	34	3,4	6,42	111,4	97,7
6	15,2	9,76	34	3,4	6,41	113,7	97,1
7	15,2	9,7	34	3,4	6,41	115,5	96,6
8	15,2	9,59	34	3,4	6,39	118,2	95,5
9	15,2	9,61	34	3,4	6,35	123,8	95,6
10	15,2	9,59	34	3,4	6,35	126,7	95,5
11	15,1	9,68	34	3,4	6,29	131,6	96,3
12	15,1	9,46	35	3,5	6,37	128,2	94,1
13	15,1	9,49	35	3,5	6,36	129,7	94,4
14	15,1	9,55	35	3,5	6,35	131,2	94,9
15	15,1	9,45	35	3,5	6,35	132,1	93,9
16	15,1	9,44	35	3,5	6,33	134,8	93,8
17	15,1	9,43	35	3,5	6,33	136,0	93,7
18	15	9,53	35	3,5	6,31	138,5	94,6
19	15	9,42	35	3,5	6,33	138,3	93,5
20	15	9,37	34,9	3,5	6,33	139,0	93,0
20,9	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 3			pvm:		8.10.2019		
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	ppisaturaa
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	7,2	10,82	39	3,9	6,5	161,1	89,5
2	7,2	10,82	39	3,9	6,5	161,2	89,5
3	7,2	10,75	39	3,9	6,47	161,0	88,9
4	7,2	10,67	39	3,9	6,44	161,4	88,3
5	7,2	10,62	39	3,9	6,45	159,8	87,8
6	7,2	10,58	39	3,9	6,44	159,2	87,6
7	7,2	10,53	39	3,9	6,43	159,1	87,1
8	7,2	10,5	39	3,9	6,47	155,7	86,8
9	7,2	10,44	39	3,9	6,44	152,8	86,4
10	7,2	10,47	39	3,9	6,43	151,4	86,6
11	7,2	10,46	39	3,9	6,41	151,0	86,5
12	7,2	10,42	39	3,9	6,43	149,0	86,2
13	7,1	10,47	39	3,9	6,44	147,6	86,6
14	7,1	10,48	40	4,0	6,4	149,2	86,6
15	7,1	10,45	40	4,0	6,41	147,5	86,3
16	7,1	10,41	40	4,0	6,38	147,9	86,0
17	7,1	10,44	40	4,0	6,39	145,1	86,2
18	7,1	10,42	40	4,0	6,39	143,8	86,1
19	7,1	10,32	40	4,0	6,43	140,2	85,3
20	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 4			pvm:	4.3.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	0,0	12,80	44	4,4	6,86	126,4	87,4
2	0,0	12,78	43	4,3	6,79	132,9	87,4
3	0,0	13,34	43	4,3	6,74	139,1	91,3
4	0,1	13,42	44	4,4	6,68	144,1	92,0
5	0,1	13,47	44	4,4	6,64	144,3	92,3
6	0,1	13,55	44	4,4	6,59	150,4	92,9
7	0,2	13,48	44	4,4	6,51	155,1	92,7
8	0,3	13,39	49	4,9	6,46	158,6	92,4
9	1,4	12,25	71	7,1	6,36	163,5	87,1
10	1,8	11,85	85	8,5	6,38	162,1	85,3
11	2,1	11,38	84	8,4	6,44	158,5	82,5
12	2,2	11,02	96	9,6	6,43	158,7	80,1
13	2,3	10,03	102	10,2	6,44	156,6	73,1
14	2,4	9,89	103	10,3	6,37	161,3	72,3
15	2,5	9,85	117	11,7	6,35	162,3	72,1
16	2,6	9,18	126	12,6	6,10	180,1	67,5
17	2,7	8,93	128	12,8	6,16	176,6	65,9
18	2,7	9,06	132	13,2	6,13	178,2	66,8
19	2,8	8,87	134	13,4	6,15	177,3	65,5
20	2,8	8,60	134	13,4	6,15	177,7	63,6
21	2,8	8,55	137	13,7	6,13	179,1	63,3
22	2,9	7,71	139	13,9	6,17	144,5	57,1
23	2,9	7,38	140	14,0	6,19	129,6	54,7
23,8	POHJA			0,0			

Tunnus: Nuasjärvi 4			pvm:	13.6.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	16,1	9,57	31	3,1	6,43	130,6	97,2
2	15,7	9,73	32	3,2	6,46	128,8	97,5
3	15,3	9,40	32	3,2	6,41	132,4	95,7
4	15,2	9,42	32	3,2	6,36	134,4	94,7
5	15,2	9,33	32	3,2	6,44	130,5	92,4
6	15,2	9,47	31	3,1	6,37	134,5	94,3
7	15,2	9,34	32	3,2	6,40	133,3	93,0
8	15,1	9,37	31	3,1	6,36	134,9	93,2
9	13,3	9,45	35	3,5	6,35	138,1	91,1
10	12,5	9,60	37	3,7	6,29	142,2	89,6
11	12,1	9,52	38	3,8	6,27	143,7	88,3
12	11,5	9,62	38	3,8	6,29	146,8	88,5
13	11,3	9,67	38	3,8	6,17	149,8	88,4
14	11,2	9,60	37	3,7	6,17	149,1	87,2
15	11,2	9,53	38	3,8	6,14	150,3	87,0
16	11,1	9,56	37	3,7	6,13	151,4	86,7
17	11	9,41	38	3,8	6,09	152,8	86,2
18	10,9	9,52	37	3,7	6,07	154,0	85,5
19	10,8	9,59	38	3,8	6,02	157,5	86,8
20	10,8	9,45	38	3,8	6,00	158,2	85,6
21	10,7	9,34	38	3,8	5,99	158,5	84,5
22,2	POHJA			0,0			

Tunnus: Nuasjärvi 4			pvm:	6.8.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	15,2	9,27	34	3,4	6,18	155,4	92,2
2	15,2	9,17	34	3,4	6,26	150,8	91,2
3	15,2	9,11	34	3,2	6,30	148,7	90,6
4	15,1	9,12	34	3,4	6,36	144,8	90,7
5	15,1	8,98	34	3,4	6,36	144,5	89,3
6	15,1	9,03	34	3,4	6,35	144,1	89,8
7	15,1	8,90	34	3,4	6,35	144,0	88,4
8	15,1	9,03	34	3,4	6,33	144,9	89,7
9	15,1	8,81	34	3,4	6,34	144,2	87,5
10	15,1	8,79	34	3,4	6,34	144,5	87,2
11	15,1	8,75	34	3,4	6,36	142,9	86,9
12	15,1	8,82	34	3,4	6,34	144,2	87,6
13	15	8,89	34	3,8	6,35	144,1	88,3
14	15	9,00	34	3,4	6,35	144,4	89,4
15	15	9,13	34	3,4	6,31	147,5	90,6
16	15	9,19	34	3,4	6,34	146,2	91,2
17	15	9,23	34	3,4	6,23	153,0	91,6
18	15	9,00	34	3,4	6,34	147,0	89,3
19	15	9,19	34	3,4	6,25	152,7	91,2
20	15	9,22	34	3,4	6,26	152,5	91,5
21	15	9,24	34	3,4	6,26	152,2	91,7
22	15	9,20	34	3,4	6,26	153,0	91,2
23,1	POHJA						

Tunnus: Nuasjärvi 4			pvm:	8.10.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjoh- tavuus	Sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%
1	7,1	11,39	40	4,0	6,40	106,6	94,1
2	7,1	11,26	40	4,0	6,41	96,7	93,0
3	7,1	11,11	40	4,0	6,37	105,5	91,8
4	7,1	11,05	40	4,0	6,39	96,5	91,3
5	7,1	10,86	40	4,0	6,42	89,1	89,7
6	7,1	10,82	40	4,0	6,38	101,2	89,4
7	7,1	10,81	40	4,0	6,37	106,3	89,3
8	7,1	10,62	39	3,9	6,44	108,8	87,7
9	7,1	10,54	39	3,9	6,45	113,5	87,0
10	7,1	10,60	39	3,9	6,40	124,5	87,5
11	7,1	10,54	39	3,9	6,44	244,1	87,0
12	7,1	10,59	40	4,0	6,40	259,7	87,4
13	7,1	10,60	40	4,0	6,42	260,7	87,5
14	7,1	10,60	39	3,9	6,39	278,2	87,5
15	7,1	10,55	39	3,9	6,42	283,5	87,1
16	7,1	10,54	39	3,9	6,41	290,6	87,0
17	7,1	10,52	39	3,9	6,42	293,2	86,9
18	7,1	10,51	39	3,9	6,41	298,2	86,8
19	7,1	10,42	39	3,9	6,44	302,5	86,1
20	7,1	10,42	39	3,9	6,46	306,7	86,1
21	7,1	10,47	39	3,9	6,40	312,5	86,5
22	POHJA			0,0			



Tunnus: NjL7			pvm:		12.3.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- tavuus	Sähköjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	0	12,41	23	2,3	7,33	7,0	84,8	
2	0	11,99	24	2,4	7,11	23,0	82,0	
3	0	11,11	24	2,4	7,06	29,1	76,0	
4	0,1	11,20	24	2,4	6,91	36,8	76,8	
5	0,1	11,19	24	2,4	6,92	36,8	76,8	
6	0,5	10,29	27	2,7	6,93	49,5	71,3	
7	0,5	10,37	41	4,1	6,83	32,1	72,0	
8	1,2	9,89	42	4,2	6,76	36,3	70,1	
9	1,7	9,34	41	4,1	6,72	36,6	67,0	
10	1,9	8,59	43	4,3	6,67	34,4	62,0	
11	2,2	8,27	45	4,5	6,57	37,5	60,1	
12	2,4	7,04	53	5,3	6,51	30,7	51,4	
13	2,6	6,32	67	6,7	6,43	28,4	46,5	
14	2,7	6,53	81	8,1	6,38	32,4	48,2	
15	2,8	6,65	89	8,9	6,34	37,5	49,2	
16	2,8	6,63	94	9,4	6,31	37,6	49,0	
17	2,9	6,65	96	9,6	6,26	40,3	49,2	
17,7	POHJA							

Tunnus: NjL7			pvm:		28.8.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- tavuus	Sähköjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,4	9,80	34	3,4	6,52	133,0	98,2	
2	15,4	9,89	34	3,4	6,45	136,3	98,9	
3	15,3	9,76	33	3,3	6,45	136,3	97,5	
4	15,3	9,66	32	3,2	6,42	137,9	96,5	
5	15,3	9,54	32	3,2	6,42	137,8	95,2	
6	15,3	9,45	32	3,2	6,34	142,3	94,3	
7	15,3	9,36	32	3,2	6,42	137,5	93,3	
8	15,3	9,35	33	3,3	6,38	139,5	93,2	
9	15,3	9,32	34	3,4	6,39	138,9	92,9	
10	15,2	9,16	35	3,5	6,33	142,0	91,3	
11	15,2	9,30	35	3,5	6,35	141,0	92,6	
12	15,2	9,36	36	3,6	6,30	143,7	93,2	
13	15,2	9,21	36	3,6	6,30	144,5	91,8	
14	15,2	9,14	36	3,6	6,32	143,0	91,0	
15	15,2	9,12	36	3,6	6,32	142,6	90,8	
16	15,2	9,17	36	3,6	6,28	144,7	91,3	
17	15,1	8,96	36	3,6	6,26	146,7	89,1	
17,8	POHJA							

Tunnus: NjL7			pvm:		5.6.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- oh- tavuus	Sähköjoh- oh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	ppisaturaa	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	11,14	10,56	44	4,4	6,56	106,0	96,6	
2	11	10,62	44	4,4	6,52	108,2	96,2	
3	10,92	10,56	44	4,4	6,48	110,4	95,8	
4	10,93	10,54	44	4,4	6,53	108,2	95,4	
5	10,89	10,54	45	4,5	6,50	116,1	95,3	
6	10,88	10,53	45	4,5	6,36	115,1	95,1	
7	10,84	10,51	45	4,5	6,33	116,1	94,9	
8	10,77	10,50	45	4,5	6,27	118,6	94,5	
9	10,71	10,47	45	4,5	6,23	120,1	94,2	
10	10,62	10,44	46	4,6	6,23	121,1	93,8	
11	10,54	10,41	46	4,6	6,20	122,2	93,2	
12	10,45	10,36	46	4,6	6,19	122,7	92,7	
13	10,44	10,33	46	4,6	6,14	125,0	92,4	
14	10,36	10,29	46	4,6	6,15	124,2	91,7	
15	10,26	10,18	47	4,7	6,14	126,0	90,9	
16	10,24	10,12	47	4,7	6,09	126,3	89,8	
17	10,18	10,01	47	4,7	6,10	125,6	88,9	
18,0	POHJA							

Tunnus: NjL7			pvm:		8.10.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähköjoh- oh- tavuus	Sähköjoh- oh- tavuus tarkistettu	pH	Redox	ppisaturaa	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	6,7	11,52	37	3,7	6,54	173,1	94,2	
2	6,7	11,42	37	3,7	6,54	173,3	93,4	
3	6,7	11,13	37	3,7	6,60	171,1	91,1	
4	6,7	10,93	37	3,7	6,60	170,6	89,4	
5	6,7	10,75	37	3,7	6,55	173,4	87,9	
6	6,7	10,86	37	3,7	6,57	172,0	88,9	
7	6,7	10,83	37	3,7	6,59	171,0	88,6	
8	6,7	10,80	37	3,7	6,56	173,0	88,4	
9	6,7	10,78	37	3,7	6,54	173,6	88,2	
10	6,7	10,52	37	3,7	6,47	179,3	86,1	
11	6,7	10,58	37	3,7	6,52	175,6	86,6	
12	6,7	10,68	37	3,7	6,52	176,2	87,4	
13	6,7	10,64	37	3,7	6,51	176,7	87,1	
14	6,7	10,64	37	3,7	6,53	175,8	87,1	
15	6,7	10,67	37	3,7	6,51	176,3	87,4	
16	6,7	10,55	38	3,8	6,51	176,5	86,4	
17	POHJA							

kovan tuulen ja aallokon vuoksi ei pysytty ihan pisteellä, piste haettu uudelleen 10m mittaa



Tunnus: NjL8			pvm:		4.3.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	0	13,78	46,2	4,6	5,87	186,4	94,2	
2	0,1	13,97	48,3	4,8	5,93	184,9	95,9	
3	0,3	14,21	61	6,1	5,91	186,1	98,1	
4	0,7	14,23	66,8	6,7	5,92	186,8	99,3	
5	1,1	13,85	67,4	6,7	6,05	180	97,6	
6	1,3	13,62	66,7	6,7	6,09	177,9	96,6	
7	1,4	13,62	66,7	6,7	6,09	178,7	96,9	
8	1,5	13,57	68	6,8	6,09	179,5	96,8	
9	1,6	13,42	68,7	6,9	6,08	180,3	96,1	
10	1,7	13,03	69	6,9	6,11	178,9	93,5	
11	1,8	12,89	69,6	7,0	6,07	181,6	92,7	
12	1,9	12,77	70,3	7,0	6,04	183,2	92,1	
13	2	12,6	69,8	7,0	6,06	182,6	91,2	
14	2,1	12,41	69,8	7,0	6,05	182,8	89,9	
15	2,1	12,15	69,7	7,0	6,02	185,1	88,1	
16	2,1	11,38	69,9	7,0	6,05	183,2	82,6	
17	2,2	10,67	70,2	7,0	6,04	183	77,6	
18	2,2	10,47	70,5	7,1	5,97	186,6	76,2	
19	2,3	9,16	70,9	7,1	6,02	183,4	66,8	
20	2,4	9,11	71,4	7,1	5,97	185,9	66,5	
21	2,5	8,34	72,1	7,2	5,95	186,6	61,1	
22	2,6	6,87	73,1	7,3	6,00	181,8	50,5	
23	2,9	4,54	78,1	7,8	6,01	180,6	33,6	
24	3,1	2,2	123,6	12,4	6,35	31,1	16,4	
25,2	POHJA							

Tunnus: NjL8			pvm:		6.8.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,2	9,4	34	3,4	6,19	172,9	93,7	
2	15,2	9,41	34	3,4	6,36	161,8	93,8	
3	15,2	9,34	33,9	3,4	6,36	160,4	93,1	
4	15,2	9,51	34	3,4	6,40	156,4	94,8	
5	15,2	9,29	34	3,4	6,44	153,3	92,6	
6	15,2	9,1	34	3,4	6,43	152,5	90,7	
7	15,2	9,33	34	3,4	6,44	151,2	93	
8	15,2	9,34	34	3,4	6,42	152,1	93	
9	15,2	9,04	34	3,4	6,43	151,9	90	
10	15,2	9,19	34	3,4	6,45	150,2	91,5	
11	15,2	9,08	34	3,4	6,42	151,8	90,4	
12	15,2	9	34	3,4	6,44	150,5	89,6	
13	15,2	9,04	34	3,4	6,45	149,8	90	
14	15,2	9,02	34	3,4	6,43	151	89,8	
15	15,1	9,09	34,2	3,4	6,44	150,5	90,4	
16	15,1	8,91	34,2	3,4	6,43	150,9	88,5	
17	15,1	8,83	34,2	3,4	6,42	151,5	87,8	
18	15,1	9,03	34,2	3,4	6,40	153	89,7	
19	15,1	8,94	34,2	3,4	6,41	151,9	88,8	
20	15,1	8,92	34,2	3,4	6,37	154,8	88,7	
21	15,1	8,84	34,3	3,4	6,41	152,4	87,8	
22	15	8,79	34,4	3,4	6,38	154,2	87,3	
23	15	8,83	34,5	3,5	6,36	155,9	87,6	
24	14	7,15	37,3	3,7	6,34	149,9	69,4	
25,1	POHJA							

Tunnus: NjL8			pvm:		13.6.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	16,3	9,4	30	3,0	6,24	139	95,6	
2	15,3	9,41	31	3,1	6,17	144,3	93,7	
3	13,4	9,63	35	3,5	6,19	144,9	92	
4	13,3	9,7	35	3,5	6,13	148,1	92,6	
5	13,2	9,71	35	3,5	6,13	149,6	92,5	
6	12,8	9,56	34	3,4	6,15	148	90,1	
7	12,7	9,72	35	3,5	6,11	150,5	91,5	
8	12,6	9,62	35	3,5	6,08	152	90,6	
9	12,4	9,63	35	3,5	6,08	152,7	90,2	
10	12,1	9,54	34	3,4	6,07	154,2	89,2	
11	11,6	9,68	34	3,4	6,07	153,8	89,1	
12	11,2	9,89	34	3,4	6,09	153,4	89,9	
13	11,1	9,85	34	3,4	6,06	155,4	88,2	
14	10,9	9,76	34	3,4	6,05	155,8	87,6	
15	10,7	9,72	34	3,4	5,99	159,4	86	
16	10,5	9,59	34	3,4	5,98	159,9	85,8	
17	10,5	9,57	34	3,4	5,97	161,8	85,3	
18	10,4	9,55	34	3,4	5,94	163	85,3	
19	10,3	9,43	34	3,4	5,92	164,2	84,2	
20	10,3	9,39	34	3,4	5,87	166,4	83,3	
21	10,2	9,26	34	3,4	5,85	168,5	82,3	
22	10,2	9,14	34	3,4	5,84	170	81,2	
23	10,1	8,98	34	3,4	5,83	169,9	79,9	
24,0	POHJA			0,0				

Tunnus: NjL8			pvm:		8.10.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjohtavuus	Sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	7,2	11,33	38,7	3,9	6,42	163	93,8	
2	7,2	10,99	38,6	3,9	6,40	153,7	90,9	
3	7,2	10,82	38,7	3,9	6,39	150	89,6	
4	7,2	10,68	38,7	3,9	6,41	146,8	88,4	
5	7,2	10,7	38,7	3,9	6,36	149,6	88,5	
6	7,2	10,59	38,7	3,9	6,35	151,5	87,6	
7	7,2	10,47	38,7	3,9	6,42	146	86,6	
8	7,2	10,48	38,7	3,9	6,38	147,6	86,8	
9	7,2	10,43	38,7	3,9	6,39	138,8	86,3	
10	7,2	10,39	38,6	3,9	6,40	138,7	86	
11	7,2	10,4	38,7	3,9	6,40	140,4	86	
12	7,2	10,28	38,7	3,9	6,38	141,3	85	
13	7,2	10,28	38,6	3,9	6,39	135,3	85	
14	7,2	10,3	38,7	3,9	6,35	134,5	85,2	
15	7,2	10,31	38,7	3,9	6,37	130,3	85,3	
16	7,2	10,24	38,7	3,9	6,39	126,9	84,7	
17	7,2	10,26	38,7	3,9	6,36	131,2	84,8	
18	7,2	10,27	38,6	3,9	6,36	127,3	85	
19	7,2	10,27	38,7	3,9	6,34	123,2	85	
20	7,1	10,36	38,7	3,9	6,34	53,6	85,6	
21	7,1	10,31	38,7	3,9	6,33	46,3	85,2	
22	7,1	10,3	38,7	3,9	6,33	48,6	85,1	
23	7,1	10,29	38,7	3,9	6,36	49,3	85	
24	7,1	10,22	38,7	3,9	6,34	45,1	84,5	
24,8	POHJA							

Tunnus: NjL9			pvm:		4.3.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	0,1	14,9	44	4,4	6,22	183,5	102,1	
2	0,1	14,61	44	4,4	6,16	178,6	100,2	
3	0,1	14,46	44	4,4	6,17	183,3	99,2	
4	0,2	14,26	45	4,5	6,13	184,9	98,1	
5	0,3	14,24	49	4,9	6,11	185,4	98,3	
6	0,5	14,2	52	5,2	6,09	186	98,4	
7	1,2	12,96	67	6,7	6,02	188,9	91,7	
8	1,7	12,41	72	7,2	5,99	188,4	89,1	
9	2,1	11,76	72	7,2	6,14	179,8	85,2	
10	2,5	10,54	73	7,3	6,17	177,1	77,2	
11	2,7	9,13	74	7,4	6,15	174,9	67,3	
12	2,9	8,92	74	7,4	6,04	180,2	66,1	
12,8	POHJA			0,0				

Tunnus: NjL9			pvm:		5.6.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	11,55	10,72	43	4,3	6,01	88,6	97,9	
2	11,23	10,7	44	4,4	6,03	88,9	97,4	
3	11,21	10,66	44	4,4	6,02	89	97	
4	11,09	10,64	44	4,4	6,02	90,3	96,6	
5	10,97	10,63	45	4,5	6,03	89,7	96,3	
6	10,83	10,61	45	4,5	6,01	90,4	95,8	
7	10,77	10,59	46	4,6	6,00	90,9	95,5	
8	10,7	10,56	46	4,6	6,01	90,1	95,2	
9	10,63	10,56	46	4,6	6,01	89,6	94,9	
10	10,61	10,54	46	4,6	5,99	90,1	94,8	
11	10,61	10,53	46	4,6	5,99	90,7	94,6	
12	10,59	10,51	46	4,6	6,01	90,3	94,4	
13	10,56	10,49	46	4,6	5,98	91,5	94	
14	10,47	10,44	45	4,5	6,00	91	93,3	
14	10,4	10,37	45	4,5	6,00	90,9	92,5	
15,5	POHJA							

Tunnus: NjL9			pvm:		8.8.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,4	9,39	35	3,5	6,45	139,8	94	
2	15,4	9,42	35	3,5	6,38	139,4	94,3	
3	15,4	9,41	35	3,5	6,36	138,6	94,2	
4	15,4	9,27	35	3,5	6,32	139,6	92,8	
5	15,4	9,23	35	3,5	6,39	133,1	92,4	
6	15,4	9,21	35	3,5	6,36	131,9	92,1	
7	15,3	9,02	35	3,5	6,39	128,8	90	
8	14,7	8,91	35	3,5	6,38	127,7	87,8	
9	14,7	8,81	35	3,5	6,38	126,9	86,7	
10	14,5	8,34	36	3,6	6,38	127,4	81,8	
11	14,5	8,14	36	3,6	6,39	125,1	79,9	
12	14,4	8,26	35	3,5	6,37	87,9	80,9	
13	14,3	8,35	35	3,5	6,35	81,7	81,7	
14	14,3	8,07	36	3,6	6,33	80,8	78,8	
14,7	POHJA							

Tunnus: NjL9			pvm:		22.10.2019			
Syvyys	Lämpötila	Happi	Sähkönjo h-tavuus	Sähkönjo h-tavuus tarkistettu	pH	Redox	Happisaturaatio	
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	4,4		41	4,1	6,96	183,4		
2	4,4		41	4,1	6,12	164,8		
3	4,4		41	4,1	6,09	161,9		
4	4,4		41	4,1	6,03	151,9		
5	4,4		41	4,1	6,06	147,8		
6	4,4		41	4,1	6,05	153,4		
7	4,4		41	4,1	6,03	162,3		
8	4,4		41	4,1	6,02	162,5		
9	4,4		41	4,1	6,09	150,2		
10	4,4		41	4,1	6,01	151,1		
11	4,4		41	4,1	6,02	153,8		
12	4,4		41	4,1	6,02	158,6		
13	4,4		41	4,1	6,01	153,2		
14	4,4		41	4,1	6,01	158,6		
15	4,4		41	4,1	6,09	152,9		
16	4,4		41	4,1	6,04	155,8		
17	4,4		41	4,1	6,04	152,5		
17,5	POHJA							





	<b>Tunnus:</b>	<b>VP12100</b>						
	<b>Syvyys</b>	<b>Lämpötila</b>	<b>Sähkönjoh- tavuus</b>	<b>Sähkönjoh- tavuus tarkistettu</b>	<b>pH</b>	<b>Redox</b>	<b>Happi</b>	<b>Happi- saturaatio</b>
	m	°C	µS/cm	mS/m		ORP	mg/l	%
<b>12.6.2019</b>	0,4	14,5	48	4,8	7,99	83	9,6	88,9
<b>27.8.2019</b>	0,2	15,2	37,2	3,72	6,74	124	9,06	90,2
<b>7.10.2019</b>	0,3	8	36,2	3,62	6,99	165	10,94	92,3





Tunnus:	Kivijärvi 7		pvm:	14.3.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjoh- tavuus	sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
0,5	1,8	10,04	71	7,1	7,23	85,9	72,3	
1	1,1	10,42	120	12,0	7,06	92,8	73,6	
1,5	2,3	9,31	162	16,2	6,89	100,3	67,9	
2	3,1	8,01	175	17,5	6,75	106,8	59,7	
2,5	3,7	5,83	184	18,4	6,56	114,1	44,2	
3	4,2	4,28	192	19,2	6,43	118,9	32,9	
3,5	4,4	2,05	208	20,8	6,33	121,5	15,8	
4	4,8	0,97	233	23,3	6,25	122,2	7,6	
4,5	5,3	0,53	293	29,3	6,27	85,6	4,2	
pohja 5,0								

Tunnus:	Kivijärvi 7		pvm:	20.5.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjoh- tavuus	sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	12,97	10,06	125	12,5	6,21	124,2	95,8	
2	12,65	9,93	126	12,6	5,85	127,3	93,3	
3	10,47	9,82	128	12,8	5,68	130,3	87,8	
4	9,69	9,66	128	12,8	5,54	135,2	84,3	
pohja 5,0								

Tunnus:	Kivijärvi 7		pvm:	17.6.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjoh- tavuus	sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
0,5	20	7,97	109	10,9	6,77	110,4	87,7	
1	19,7	8,06	109	10,9	6,55	115,5	88,2	
1,5	19,2	7,85	109	10,9	6,4	119,9	85,1	
2	17,5	7,07	109	10,9	6,15	132,8	73,9	
2,5	16,6	7,22	110	11,0	5,99	140,9	74,1	
3	15,5	6,55	110	11,0	5,83	147,9	65,7	
3,5	14	5,69	115	11,5	5,67	154,4	55,2	
4	13,6	5,24	117	11,7	5,47	161,1	50,4	
4,5	13,5	5,26	117	11,7	5,37	144,8	50,5	
pohja 5,0	POHJA							

Tunnus:	Kivijärvi 7		pvm:	17.7.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjoh- tavuus	sähkönjoh- tavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
0,5	16,9	8,99	129	12,9	6,4	106,9	92,8	
1	16,8	8,71	129	12,9	6,39	108,3	89,9	
1,5	16,7	8,73	129	12,9	6,19	121,9	89,8	
2	15,9	7,82	129	12,9	6,19	124,2	79,1	
2,5	15,5	7,42	129	12,9	6,1	129,3	74,3	
3	15,3	7,42	127	12,7	6,03	132,9	74,1	
3,5	15,2	7,15	128	12,8	6,01	134,2	71,3	
4	15,1	7,01	128	12,8	5,98	135,9	69,8	
4,5	15	6,04	131	13,1	5,93	138,8	59,8	
5,0	POHJA							

Tunnus:	Kivijärvi 7		pvm:	13.8.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjoh- oh- tavuus	sähkönjoh- oh- tavuus	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	15,4	8,32	144	14,4	7,21	95,5	83,3	
2	15,4	8,23	144	14,4	7,15	86,1	82,3	
3	15,3	8,14	144	14,4	6,97	97,6	81,3	
4	15,3	7,97	145	14,5	7	91,4	79,6	
4,8	POHJA			0,0				

Tunnus:	Kivijärvi 7		pvm:	3.9.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjoh- oh- tavuus	sähkönjoh- oh- tavuus	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	17,6	8,59	166	17	7	93	89,4	
2	17,03	8,12	165	17	6	97	84,3	
3	15,86	6,29	167	17	6	108	63,2	
4	15,43	5,66	168	17	6	114	56,6	
4,5	15,37	5,4	169	17	6	116	53,8	
5,5	POHJA							

Tunnus:	Kivijärvi 7		pvm:	9.10.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjoh- oh- tavuus	sähkönjoh- oh- tavuus	pH	Redox
m	°C	mg/l	µS/cm	mS/m		ORP	%	
1	4,4	11,63	174	17,4	6,99	62,2	89,6	
1,5	4,4	11,22	174	17,4	6,92	60,5	86,4	
2	4,3	11,18	174	17,4	6,89	61,6	86,1	
2,5	4,3	11,07	174	17,4	6,86	63,7	85,2	
3	4,3	11,01	174	17,4	6,82	66,2	84,8	
3,5	4,3	10,9	175	17,5	6,79	70,5	83,9	
4	4,3	10,8	175	17,5	6,77	73	83,2	
4,5	4,3	10,71	175	17,5	6,72	75,4	82,4	
5,0	POHJA							



Tunnus:	Laakajärvi081		pvm:	13.3.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjohtavuus	sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l		mS/m		ORP	%	
1	0,4	13,71	30	3,0	7,16	128,7	95	
2	0,8	13,32	29	2,9	6,94	139,0	93,1	
3	1,5	13,05	29	2,9	6,74	147,6	93	
4	2,2	10,2	31	3,1	6,58	152,2	74,3	
5	2,9	10,5	31	3,1	6,38	156,4	77,7	
6	3,1	9,8	32	3,2	6,25	158,7	73,0	
7	3,2	9,53	34	3,4	6,13	161,3	71,2	
8	3,3	9,13	36	3,6	6,08	161,3	68,3	
9	3,3	8,56	38	3,8	6,01	161,6	64,1	
10	3,4	8,27	39	3,9	5,91	163,9	62,1	
11	3,4	8,14	40	4,0	5,83	166,0	61,1	
12	3,4	7,76	41	4,1	5,73	168,7	58,3	
13	3,5	7,54	42	4,2	5,67	171,0	56,7	
14	3,5	7,29	43	4,3	5,61	172,2	54,9	
15	3,5	7,16	44	4,4	5,58	172,7	53,9	
16	3,5	6,81	45	4,5	5,56	173,3	51,3	
17	3,6	6,45	46	4,6	5,51	175,5	48,7	
18	3,7	5,87	47	4,7	5,52	174,5	44,4	
19	3,7	5,2	48	4,8	5,52	174,2	39,4	
20	3,9	4	49	4,9	5,58	170,5	33,9	
21	4	2,12	53	5,3	5,66	166,6	16,1	
22	4,1	1,09	61	6,1	5,66	165,8	8,4	
23	POHJA							

Tunnus:	Laakajärvi081		pvm:	26.6.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjohtavuus	sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l		mS/m		ORP	%	
1	17,2	10,18	24	2,4	6,44	151,7	105,8	
2	16,9	10,14	24	2,4	6,25	153,0	104,8	
3	16,9	9,97	24	2,4	6,14	155,2	103	
4	16,9	9,83	24	2,4	6,07	154,9	101,5	
5	16,9	9,81	24	2,4	5,98	157,7	101,3	
6	16,9	9,81	24	2,4	5,95	157,4	101,2	
7	16,8	9,71	24	2,4	5,71	163,5	100,2	
8	16,8	9,64	24	2,4	5,68	163,1	99,3	
9	16,8	9,7	24	2,4	5,64	164,6	99,8	
10	16,8	9,37	24	2,4	5,66	163,1	96,5	
11	16,7	9,71	24	2,4	5,48	172,5	100	
12	16,7	9,56	24	2,4	5,50	171,1	98,3	
13	16,7	9,33	24	2,4	5,53	169,5	96	
14	16,7	9,43	24	2,4	5,49	172,2	96,9	
15	16,7	9,47	24	2,4	5,43	175,4	97,2	
16	16,0	9,33	24	2,4	5,32	181,8	94,6	
17	14,3	9	24	2,4	5,32	182,7	87,9	
18	12,4	8,56	24	2,4	5,29	184,3	80,1	
19	12,0	8,49	24	2,4	5,23	186,9	78,7	
20	11,6	8	24	2,4		196,1	77,2	
21	11,5	8,16	24	2,4		200,2	74,9	
22	11,5	8,15	24	2,4		200,7	74,8	
22,8	POHJA							

Tunnus:	Laakajärvi081		pvm:	16.7.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjohtavuus	sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l		mS/m		ORP	%	
1	16,2	8,83	25	2,5	6,85	127,5	89,8	
2	15,8	8,65	26	2,6	6,69	133,9	87,2	
3	15,7	8,73	26	2,6	6,58	138,5	87,8	
4	15,6	8,5	26	2,6	6,53	139,9	85,3	
5	15,5	8,62	26	2,6	6,47	142,7	86,5	
6	15,5	8,17	26	2,6	6,45	141,6	81,9	
7	15,5	8,33	26	2,6	6,37	145,1	83,4	
8	15,4	8,51	26	2,6	6,28	149,1	85,1	
9	15,4	8,29	26	2,6	6,27	149,5	83	
10	15,4	8,36	26	2,6	6,25	149,0	83,6	
11	15,3	8,32	26	2,6	6,13	155,5	83,1	
12	15,3	8,2	26	2,6	6,08	156,4	81,8	
13	15,3	8,43	26	2,6	6,04	157,1	84,1	
14	15,3	8,24	26	2,6	6,01	159,2	82,2	
15	15,2	8,47	26	2,6	5,96	161,2	84,4	
16	15,2	8,35	26	2,6	5,94	161,7	83,2	
17	15,2	8,24	26	2,6	5,86	166,5	82,1	
18	15,2	8,18	26	2,6	5,93	162,3	81,5	
19	15,2	8,08	26	2,6	5,92	163,0	80,4	
20	15,2	8	26	2,6	5,84	166,8	80,7	
21	15,1	8	26	2,6	5,84	166,7	79,6	
22	15,1	7,88	26	2,6	5,82	168,3	78,2	
23	15	7,2	26	2,6	5,77	172,4	71,3	
24	POHJA							

Tunnus:	Laakajärvi081		pvm:	14.8.2019				
	Syvyys	Lämpötila		Happi	Sähkönjohtavuus	sähkönjohtavuus tarkistettu	pH	Redox
m	°C	mg/l		mS/m		ORP	%	
1	15,3	8,51	27	#####	6,49	-156,5	84,9	
2	15,2	8,46	27	#####	6,39	-183,2	84,2	
3	15,2	8,26	27	#####	6,34	-193,7	82,2	
4	15,2	8,33	27	#####	6,28	-193,5	82,9	
5	15,1	8,41	27	#####	6,25	-208,6	83,6	
6	15,1	8,28	27	#####	6,19	-214,6	82,3	
7	15,1	8,3	27	#####	6,17	-214,7	82,4	
8	15,1	8	27	#####	6,15	-221,9	79,4	
9	15,1	8,31	27	#####	6,12	-222,9	82,5	
10	15,0	8,22	27	#####	6,11	-222,7	81,6	
11	15,0	8,15	27	#####	6,10	-222,2	80,9	
12	15,0	8,14	27	#####	6,09	-222,0	80,8	
13	15,0	7,97	27	#####	6,07	-223,0	79,1	
14	15,0	7,84	27	#####	6,00	-222,5	77,8	
15	15,0	7,56	27	#####	6,06	-227,7	75,1	
16	15,0	8,08	27	#####	6,02	-236,7	80,2	
17	15,0	8,12	27	#####	6,02	-235,2	80,5	
18	15,0	7,99	27	#####	6,03	-236,0	79,2	
19	15,0	7,81	27	#####	6,02	-237,6	77,4	
20	15,0	8	27	#####	6,02	-238,3	79,5	
21	15	8,08	27	#####	5,97	-228,8	80,2	
22	15	7,87	27	#####	5,98	-224,9	78,1	
23	15	7,84	27	#####	5,99	-214,9	77,7	
24	POHJA							

**LIITE 4**  
**VEDENLAATUKUVAAJIA**

