

Vastaanottaja

Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi

Neljännesvuosiraportti (1/4) 2018

Päivämäärä

27.6.2018

Muokattu 15.8.2018

Viite

1510038629-015

TERRAFAME OY

KAIVOKSEN PINTAVE-

SIEN TARKKAILU

VUONNA 2018 – Q1

Laatija	Hanna Peltonen
Tarkastaja	Sanna Sopanen
Kuvaus	Ympäristötarkkailun neljännesvuosiraportti

Viite	1510038629-015
-------	----------------

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN	1
3.	NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIT	4
4.	OULUJOEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET	6
4.1	Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi	7
4.2	Härkäpuro ja Kuusijoki	8
4.3	Korentojoki	9
4.4	Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki	9
4.5	Talvijoki	11
4.6	Jormasjärvi	11
4.7	Jormasjoki	13
4.8	Rehja-Nuasjärvi	13
4.8.1	Vesinäytteiden tulokset	13
4.8.2	Kenttämittaukset	14
4.8.3	Jatkuvatoimiset mittaukset	16
4.8.4	Leviämiskartoitus	17
4.9	Kajaaninjoki	20
4.10	Oulujärvi	20
4.11	Pirttipuro ja Kivipuro	20
5.	VIUKSEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET	21
5.1	Ylä-Lumijärvi ja Lumijärvi	21
5.2	Lumijoki	21
5.3	Kivijärvi	21
5.4	Kivijoki	22
5.5	Laakajärvi	23
5.6	Kiltuanjärvi	24
5.7	Haapajärvi	24
5.8	Nurmijoki, Koirakoski	24
5.9	Sälevä 012	24
5.10	Nurmijoki Itäkoski	25
5.11	Atrojoki, Koivukoski	25
5.12	Syväri	25
6.	KAIVOSPIIRIN ULKOPUOLISET JÄRVET	25
6.1	Iso-Savonjärvi	25
6.2	Hakonen	25
6.3	Raatelampi	25
7.	YHTEENVETO	25

LIITTEET

Liite 1

Tarkkailualue ja näytteenottopaikat

Liite 2

Oulujoen suunta - kehityskuvaajat

Liite 3

Vuoksen suunta – kehityskuvaajat

Liite 4

Tulosten yhteenvetotaulukko

1. JOHDANTO

Vuoden 2018 tammi-maaliskuussa (Q1) pintavesien tarkkailua tehtiin Kainuun ELY-keskuksen ja Pohjois-Savon ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailusuunnitelman (Pöyry, 28.11.2016) mukaisesti. Terrafamen kaivoksen pintavesien tarkkailu perustuu pääasiassa samoihin seurantapaikkoihin, jotka ovat olleet tarkkailussa vuosina 2014–2016. Tarkkailusuunnitelma on yhteenveto kaivoksen voimassa olevista tarkkailumääräyksistä mukaan lukien Nuasjärven purkuputken tarkkailu.

Terrafamen kaivoksen vesistötarkkailu kohdistuu alueille, joihin vesistövaikutukset kohdistuvat eli Oulujoen ja Vuoksen vesistöjen suuntaan. Tarkkailun tavoitteena on selvittää kaivosalueelta johdettavien vesien vaikutusalueen laajuus ja vesien johtamisesta aiheutuvat vesistövaikutukset. Nuasjärven purkuputken myötä vesistötarkkailua lisättiin Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. 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 2018 ensimmäisessä neljännesvuosiraportissa (Q1) tarkastellaan tammikuun ja maaliskuun välisenä aikana otettujen vesinäytteiden ja tehtyjen mittausten tuloksia. Terrafame Oy:n päästövesien johtamisen vaikutuksia purkuvesistöihin tarkkaillaan Oulujoen vesistössä välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistössä välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri. Vesistöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 kartoissa.

2. HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN

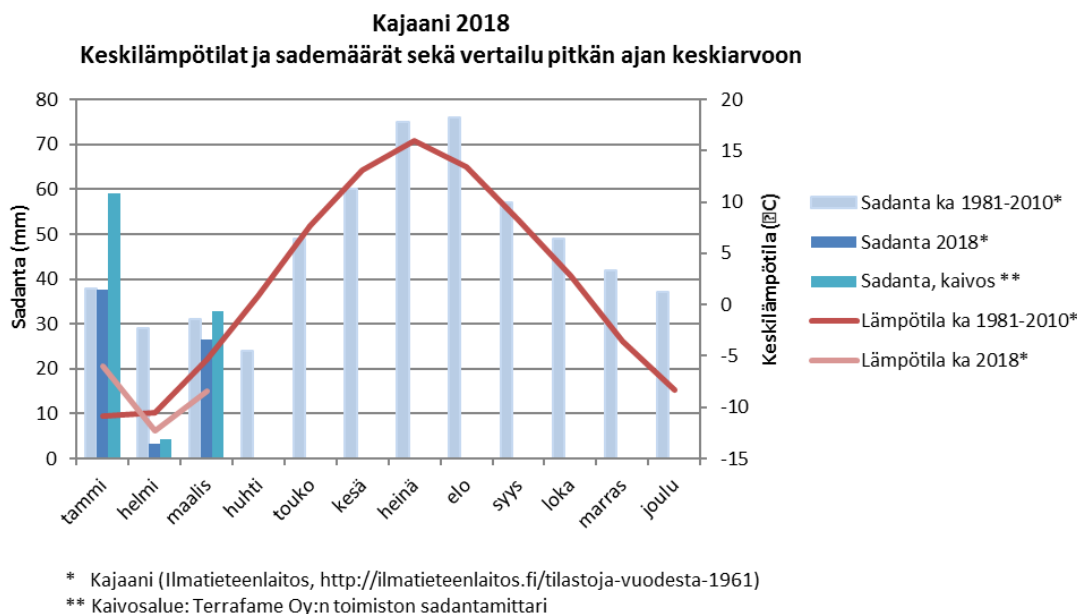
Kaivoksen ylitevesiä purettiin tammi- ja maaliskuun välisellä jaksolla Nuasjärven purkuputken sekä maaliskuussa Latosuon altaan kautta (Taulukko 2-1). Tarkkailujaksolla ylitevesiä purettiin yhteensä 0,25 milj. m³.

Taulukko 2-1. Terrafamen juoksutusmäärät purkupaikoittain (m³/kk)

	Pohjoinen					Etelä	
	Purkuputki	Latosuo	Kärsälampi	Kuusilampi	SEM2	Kortelampi 1	Kortelampi 2
Tammikuu	25 146	0	0	0	0	0	0
Helmikuu	8 125	0	0	0	0	0	0
Maaliskuu	105 856	106 275	0	0	0	0	0

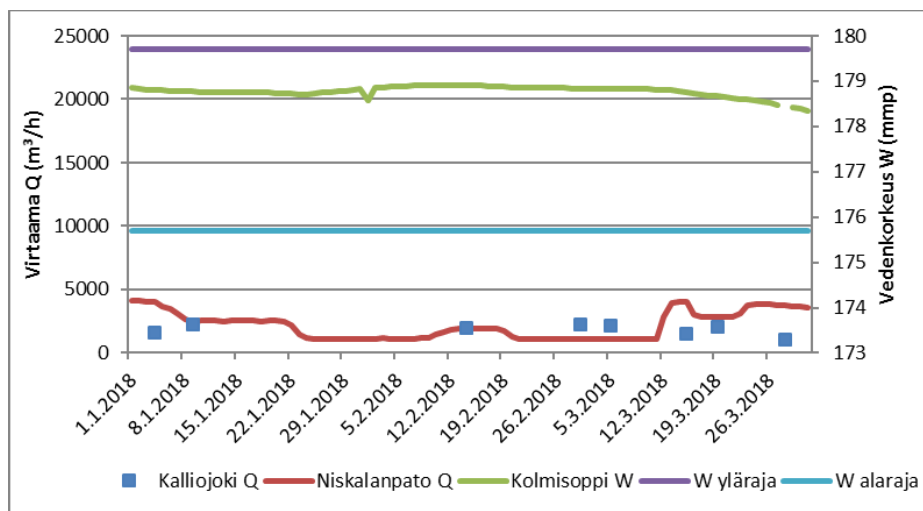
Lämpötila- ja sadantamittaustiedot on esitetty Ilmatieteen laitoksen sääasemien mittaustietojen perusteella sekä sadannan osalta on esitetty myös kaivoksella mitatut sadannat (Kuva 2-1). Tammikuussa kaivosalueella satoi keskimääräistä enemmän, helmikuussa keskimääräistä vähemmän ja maaliskuussa

keskimääräisesti. Ilmatieteen laitoksen tilastojen mukainen tammikuun 2018 sadanta jäi selkeästi pienemmäksi kuin kaivosalueella mitattu ja muinakin kuukausina se oli hieman kaivosalueen sadantaa pienempi. Tammikuun keskilämpötila Kajaanissa oli pitkän ajan keskiarvoa korkeampi, mutta helmi- ja maaliskuussa se oli keskiarvoa matalampi.



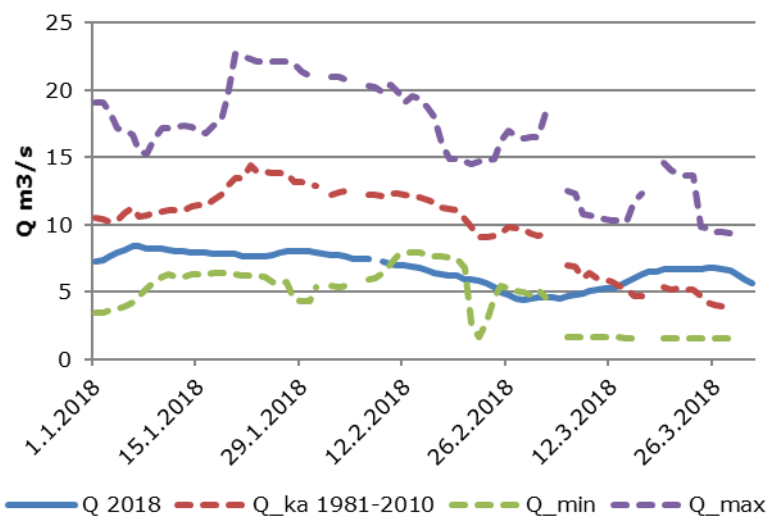
Kuva 2-1. Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2018 sekä vertailu pitkän ajan (1981–2010) keskiarvoihin

Kaivoksen toimesta tarkkaillaan Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamia sekä Kolmisopen veden-korkeutta (Kuva 2-2). Kalliojoen mittauspiste on noin 300–400 m ennen Kolmisopen laskukohtaa. Niskalan padolla puolestaan säädellään Kolmisopen vedenkorkeutta ja Tuhkajoen virtaamaa. Kalliojoen ja Niskalan padon virtaamat olivat tammi-maaliskuussa pieniä. Niskalanpadossa virtaamat olivat suurimmillaan mittausjakson alussa ja loppupuolella. Kolmisopen vedenkorkeus pysyi melko tasaisena tammi-helmikuun ja laski maaliskuun loppupuolella. Ero kuvassa esitetyn vedenkorkeuden korkeimman arvon välillä oli 2,3 m. Vedenkorkeus ei ylittänyt vedenkorkeudelle asetettua ylärajaa. Kalliojoen virtaamia ei mitattu viikoilla 2-6 ja 8 jäätilanteen vuoksi.



Kuva 2-2. Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamat, Kolmisopen havaittu pinnankorkeus sekä pinnankorkeuden ylä- ja alaraja

Vuoksen puolella purkuvesistössä ei ole kaivoksen omaa virtaamamittausta. Kuvassa (Kuva 2-3) on esitetty Kiltuanjärven Jyrkän havaintopisteen virtaama ajanjaksolla 1.1.–31.3.2018 Ympäristöhallinnon mitausaineiston perusteella (SYKE:n Hertta -tietokanta, 25.4.2018). Havaintopiste sijaitsee Kiltuanjärven ja Haapajärven välisessä salmessa. Virtaama oli tammikuusta helmikuuhun pitkän aikavälin tasoon nähden alhainen. Maaliskuussa virtaama läheni pitkän ajan keskiarvoa ja oli kuun puolesta välistä kuun loppuun hieman keskimääristä suurempi.



Kuva 2-3. Kiltuanjärven (04.643) Jyrkän havaintopisteen virtaamat tammi-maaliskuussa 2018 (lähde: Ympäristöhallinnon Avoin tieto).

3. NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIT

Näytteet otettiin ja analyysit tehtiin voimassa olevien tarkkailuohjelmien sekä niihin tehtyjen lisäysten pohjalta. Tammi-maaliskuun vesinäytteiden, 1 metrin välein toteutettujen kenttämittausten ja jatkuva-toimisen vedenlaadun seurannan havaintopaikat on koottu Oulujoen vesistön osalta taulukkoon 3-1 ja Vuoksen vesistön osalta taulukkoon 3-2. Havaintopaikkojen sijainnit on esitetty kartalla liitteessä 1. Taulukoissa 3-1 ja 3-2 on esitetty myös havaintopaikkakohtainen, tammi-maaliskuussa toteutunut näytteenotto.

Näytteenotosta vastasivat sertifioidut näytteenottajat ja näytteiden analysoinnista Eurofinsin ympäristölaboratorio Lahdessa. Eurofins Environment Testing Oy on FINAS:n akkreditoima (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005) testauslaboratorio T039, jonka kaikki keskeiset analyysit on akkreditoitu. Näytteistä analysoitiin tarkkailuohjelman mukaiset fysikaalis-kemialliset määritykset ja määrityksissä käytetyt menetelmät ovat valvovan viranomaisen hyväksymiä ja/tai akkreditoituja.

Taulukko 3-1. Toteutunut näytteenotto tammi-maaliskuussa Oulujoen suunnalla

Paikka	Tunnus	Q1		
		tammi	helmi	maalis
Oulujoen suunta				
Salminen	Sal			1
Salmisenpuro	Salpu1			1
Kalliojärvi	Kal1		1	1
Korentojoki	Kor			1
Härkäpuro	Härp1			1
Kuusijoki	Kuujo	1	1	1
Kalliojokisuu	Kal su	1	1	1
Kolmisoppi	Kol1	1		1
Aittopuro				
Kolmisoppi lähtevä	Kol läh			1
Tuhkajoki	Tuh1	1	1	1
Talvijoki	Talvijoki1			1
Jormasjärvi etelä	Jor5			1
Jormasjärvi syv	Jor3 (J4)			1
Jormasjärvi pohjoinen				1
Jormasjärvi rantavesi	J1,J2,J3,J4			
Jormasjoki	FM8	1	1	1
Nuasjärvi, Jormaslahti	FM6			1
Nuasjärvi 23	FM12, Nj23	1		1 L
Nuasjärvi 34	Nj34 (J1)		1	1 L
Nuasjärvi 35	Nj35	1		1 L
Nuasjärvi 37, Rimpilänsalmi	Nj37	1		1 L
Nuasjärvi 24	Nj24			1 L
Nuasjärvi 46	Nj46, Nj30, NjL5 (J2)	1		1 L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL3			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL6			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL7			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL8			*
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL9			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL10			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL11			L
Nuasjärvi rantavesi	NR1-NR6			
Nuasjärvi - Rehja	Rehja itä (J3)	1		1 L
Nuasjärvi - Rehja	Reh135	1		1 L
Kajaaninjoki	VP12100			1 L
Oulujärvi	Ouj16			1 L
Oulujärvi	Ouj139			1 L
Kivipuro				1
Pirttipuro				1

vesinäytteiden lukumäärä

1

leviämiskartoitus

L

jatkuvatoiminen vedenlaadun seuranta

kenttämittaukset 1 m välein

otettiin huhtikuussa

*

Taulukko 3-2. Toteutunut näytteenotto tammi-maaliskuussa Vuoksen suunnalla sekä kaivospiirin ulkopuolisilla järvillä

Paikka	Tunnus	Q1		
		tammi	helmi	maalis
Vuoksen suunta				
Ylä-Lumijärvi	Ylu		1	1
Lumijärvi	Lujä			1
Lumijoki 1, silta	Lum	1	1	1
Kivijärvi 2	Kiv2			1
Kivijärvi 7	Kiv7		1	1
Kivijärvi 10	Kiv10			1
Kivijoki 4	Kivj4	1	1	1
Laakajärvi 9	Laa9			1
Laakajärvi 13	Laa13			1
Laakajärvi 081	Laa081			1
Laakajärvi 12	Laa12			1
Kiltuanjärvi	Kil4			1
Haajaistenjärvi				
Haapajärvi	Haa070			1
Nurmijoki, Koirakoski	Koirak7			1
Sälevä 012				1
Nurmijoki Itäkoski 09				1
Atrojoki, Koivukoski				1
Syväre 21				1
Kaivospiirin ulkopuoliset järvet				
Iso-Savonjärvi	IsoS			1
Hakonen	Hako1			1
Raatelampi	Raa			1

vesinäytteiden lukumäärä 1

kenttämittaukset 1 m välein

4. OULUJOEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET

Kaivosalueelta Haukilammen ja Kärsälammen kautta puhdistettuja vesiä voidaan johtaa Kolmisoppeen reittiä Salminen - Salmisenpuro - Kalliojärvi - Kalliojoki. Kuusilammelta, Latosuolta ja SEM2-altaan käsittely-yksiköiltä johdetut vedet kulkevat Kolmisoppeen Kuusijoen ja Kalliojoen kautta. Kuusilammen vesiä voidaan johtaa joko Latosuon altaaseen tai Härkäpuron kautta Kuusijokeen. Kolmisopesta vedet laskevat edelleen Tuhkajoen kautta Jormasjärveen ja vedet kulkeutuvat luonnollista vesireittiä edelleen Jormasjoen kautta Nuasjärveen.

Syyskuusta 2015 lähtien käsiteltyjä vesiä on johdettu Latosuolta purkuputkea pitkin Nuasjärven Juurikalalahden edustalle, jolloin purkuvedet ohittavat kaivosaluetta lähemmät pienemmät vesistöt. Tammi-maaliskuussa 2018 vesiä johdettiin Oulujoen suuntaan purkuputken kautta Nuasjärveen sekä maaliskuussa Latosuon altaaseen.

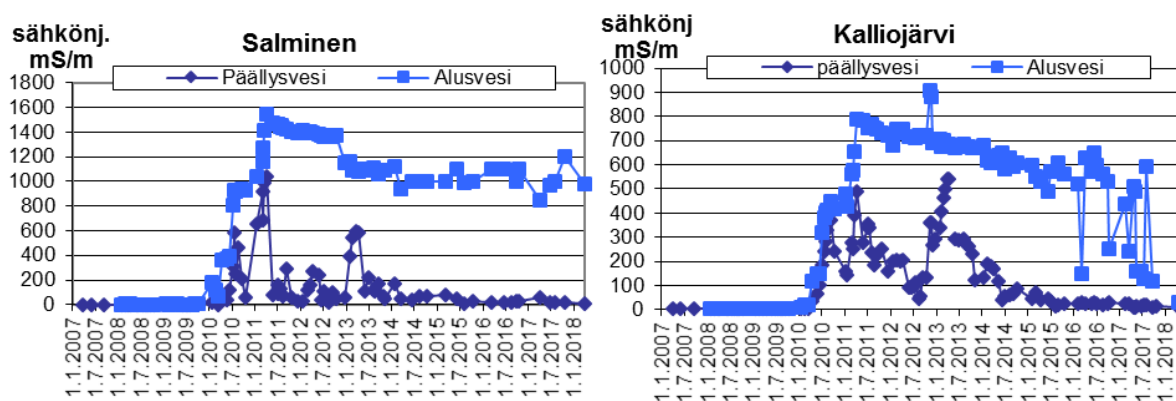
4.1 Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi

Salmiseen ei juoksutettu vesiä kaivosalueelta tammi-maaliskuun aikana. Salmisen ja Salmisenpuron (Liite 1.1) vedenlaatua tarkkailtiin maaliskuussa. Kalliojärven vedenlaatua tarkkailtiin helmi-maaliskuussa vesinäytteiden sekä maaliskuussa kenttämittausten avulla.

Salmisessa alusvesi oli aiempaan tapaan hyvin hapanta ja selvästi kerrostunutta. Alusvesi on ollut kesästä 2011 lähtien pääosin täysin hapetonta, mutta maaliskuun näytteestä mitattiin edellisen vuoden tavoin pieni pitoisuus happea (0,3 mg/l, kyll. % 2,3). Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus olivat aiemmin havaitulla korkealla tasolla. Kiintoainepitoisuus oli alhaisimmillaan vuoden 2012 jälkeiseen tarkkailujaksoon verrattuna. Metallipitoisuudet ovat edelleen korkeat mutta hieman keskimääräistä alhaisemmat vuoden 2012 jälkeiseen tarkkailujaksoon verrattuna.

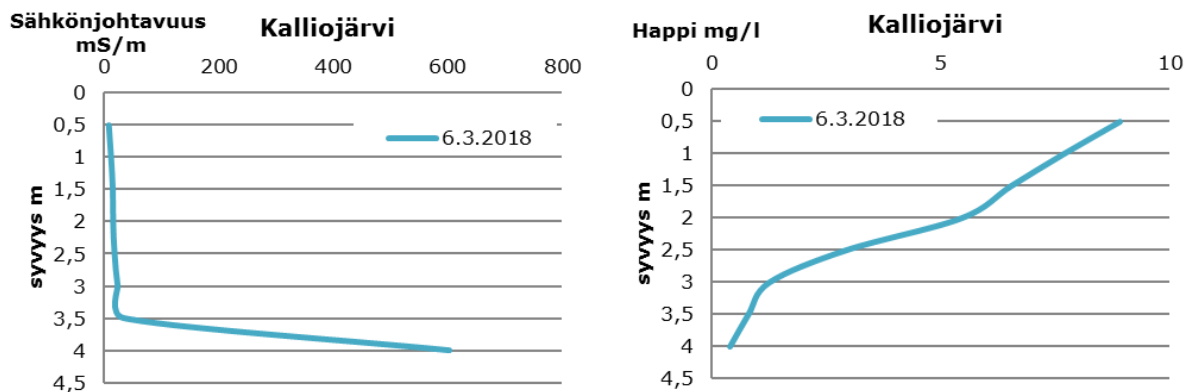
Salmisenpurossa veden pH oli 6,4. Puskurikyky oli hyvä ja näyteajankohtaan nähden tyypillisellä tasolla (0,2 mmol/l). Näytteen orgaanisen aineen ja hapen pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin aiempina vuosina samaan ajankohtaan otetuissa näytteissä. Sulfaattipitoisuus oli hieman alhaisempi kuin Salmisen päänlyysvedessä. Kiintoaine- ja typpipitoisuuksissa ei ollut merkittäviä poikkeamia aiempaan nähden ja ne olivat hieman Salmisen päänlyysveden pitoisuuksia korkeampia. Metallipitoisuudet olivat pääosin hieman Salmista alhaisemmat ja tyypillisellä tasolla aiempaan tarkkailuun verrattaessa. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle määritysrajan (<0,03 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus oli tarkkailujakson 2012-2018 pienin (3 µg/l).

Kalliojärvi on ollut Salmisen tapaan voimakkaasti kerrostunut. Kalliojärven päänlyysveden laatu vastasi pääosin Salmisenpuron vedenlaatua eikä merkittäviä muutoksia ollut havaittavissa aiempaan tarkkailuun verrattuna. Sekä Kalliojärvestä että Salmisessa veden sähkönjohtavuus on laskenut vuodesta 2011 vuoteen 2018 (Kuva 4-1). Kalliojärven alusveden happipitoisuus oli lähellä nollaa (0,4-0,8 mg/l). Helmikuussa sulfaatin pitoisuus oli edellisissä vuosia alhaisempi. Fosforipitoisuudet olivat koholla helmikuussa ja kokonaistyyppipitoisuus maaliskuussa. Helmikuussa sähkönjohtavuus oli edellisvuosien tasoa alhaisempia. Metallipitoisuudet olivat osin alhaisempia kuin edellisvuosina keskimäärin. Rautapitoisuus oli koholla maaliskuussa. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat alle määritysrajan (0,03 µg/l).



Kuva 4-1. Sähkönjohtavuuden kehitys Salmisessa ja Kalliojärvestä v. 2008–2018

Kenttämittausten perusteella sähkönjohtavuuden harppauskerros oli Kalliojärvellä aiempaan tapaan jyrkkä ja oli maaliskuussa noin 3,5 m syvyydessä. Happipitoisuus laski tasaisemmin syvyyden kasvaessa (Kuva 4-2).



Kuva 4-2. Kalliojärven kenttämittausten (YSI-mittari) tulokset 6.3.2018

4.2 Härkäpuro ja Kuusijoki

Härkäpuron kautta puretaan Kuusilammen vesiä Kuusijokeen sekä johdetaan Kuusilammella varastoituja vesiä Latosuolle. Latosuolta purettiin vesiä Kuusijokeen maaliskuussa, mutta ei tammi-helmikuussa. Kuusilammelta ei purettu vesiä tammi-maaliskuussa.

Härkäpurosta maaliskuussa otetun näytteen pH-arvo (7,1, neutraali) oli tavanomaista pienempi. Sähkönjohtavuus 140 mS/m, sulfaattipitoisuus 720 mg/l ja rikin kokonaispitoisuus (300 000 µg/l) olivat pienempiä kuin edellisen vuoden maaliskuussa. Sen sijaan alumiinin (18 000 µg/l), liukoisien kadmiumin (20 µg/l), mangaanin (8 500 µg/l), liukoisien nikkelin (1 200 µg/l), raudan (24 000 µg/l) ja liukoisien sinkin (3 100 µg/l) pitoisuudet olivat poikkeuksellisen korkeita. Liukoisien alumiinin, liukoisien raudan ja uraanin pitoisuudet olivat tavanomaisilla tasoillaan. Tulokset tarkistettiin laboratoriossa, eikä niissä havaittu virhettä. Näytteenottajan mukaan näytteenotto tai näytteenotto-olosuhteet eivät poikenneet tavanomaisesta maaliskuun näytteenotosta. Edellä mainittujen korkeiden pitoisuuksien todennäköisin syy on Härkälammen neutraloinnista Härkäpuroon kulkeutunut sakka, jota on näytteenotossa sekoittunut vesinäytteeseen. Pohjasedimentin pöllähtäminen ja sekoittuminen vesinäytteeseen on mahdollista etenkin talvella alhaisen virtaaman aikaan. Näytteenottohetkellä uomassa oli niin vähän vettä, että näyte jouduttiin ottamaan 10 cm:n syvyydestä. Vesinäytteessä kiintoainepitoisuus (100 mg/l) oli koholla, mikä saattaa johtua pohjasedimentin sekoittumisesta näytteeseen.

Härkäpuron alapuolisen Kuusijoen vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain. Pääosin näytetulokset olivat samalla tasolla aiempien tulosten kanssa. Veden pH:n vaihtelu oli tammi-maaliskuussa vähäistä pH:n vaihdellessa välillä 6,0–6,5. Liukoisien raudan pitoisuudet olivat koholla kaikilla näytteenottokerroilla, etenkin maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli tarkkailujakson 2012–2018 korkein. Myös fosfaattifosforin pitoisuus oli koholla ja mangaanipitoisuus maaliskuussa. Selkeitä poikkeamia aiempien vuosien tuloksiin verrattuna ei kuitenkaan ollut havaittavissa.

4.3 Korentojoki

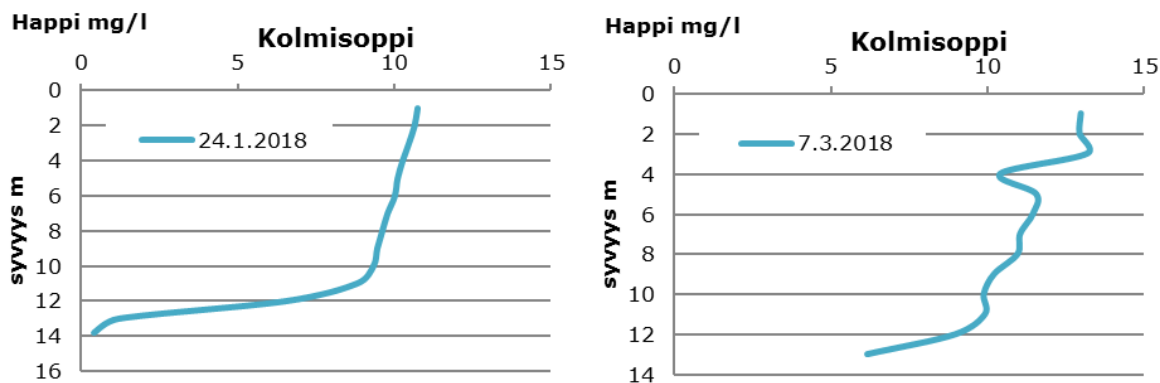
Korentojoki laskee Kalliojokeen Kalliojärven ja Kolmisopen välissä ja kerää vetensä kaivosalueen länsipuolelta. Korentojoelta otettiin näyte maaliskuussa, eikä poikkeamia aiempiin tuloksiin verrattuna havaittu. Vesi oli maaliskuun ajankohtaan nähden hieman vähemmän humuspitoista ja lähempänä neutraalia kuin aiempina tarkkailuvuosina. Korentojokeen ei kohdistu kuormitusta tai muita vaikutuksia Terrafamen kaivoksen toiminnasta.

4.4 Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki

Kalliojoen ja Kolmisopen kautta Tuhkajokeen kulkeutuvat kaikki pohjoiseen Oulujoen suuntaan kaivosalueelta juoksutettavat vedet, lukuun ottamatta Nuasjärven purkuputken juoksutusvesiä. Kalliojoen tarkkailupiste sijaitsee jokisuussa laskussa Kolmisoppiin. Kolmisopessa on kaksi tarkkailupistettä, keskellä järveä oleva piste sekä Kolmisopesta Tuhkajokeen johdettavien vesien laatua kuvaava tarkkailupiste. Tuhkajoen vedenlaatua seurataan noin joen puolivälissä sijaitsevalta näytesteeltä.

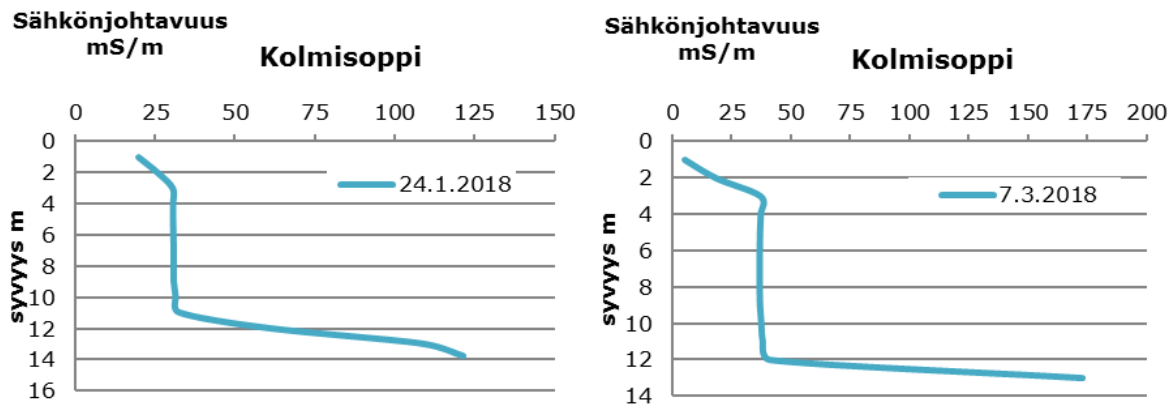
Kalliojokisuusta näytteet otettiin kuukausittain. Veden pH (6,3–6,4), COD_{Mn}-pitoisuudet (22–26 mg/l) ja sulfaattipitoisuudet (18–42 mg/l) vaihtelivat vain vähän näytteenottokierrosten välillä. Vedestä mitatut pitoisuudet vaihtelivat aiemmin mitatuilla tasoilla.

Kolmisopesta sekä järvestä lähtevästä vedestä otettiin näytteet maaliskuussa. Tarkkailuohjelmasta poiketen otettiin Kolmisopesta näytteet myös tammikuussa, koska vuoden 2017 viimeinen näytteenotto jäi jäätilanteen takia toteutumatta. Kolmisopessa tehtiin lisäksi kenttämittaukset metrin syvyysvälein. Kenttämittauksissa veden pH vaihteli happamasta lievästi happamaan (5,7–6,6), ollen happaminta pohjan läheisessä vesikerroksessa. Tammikuussa Kolmisopen pohjanläheinen vesi oli kenttämittauksissa lähes hapetonta (2,9 %) ja helmikuussakin hapen kyllästysaste oli välttävä (45,9 %) (Kuva 4-3). Laboratorion määrittämät happipitoisuudet olivat etenkin tammikuussa kenttämittauksia suurempia (46 % ja 53 %).

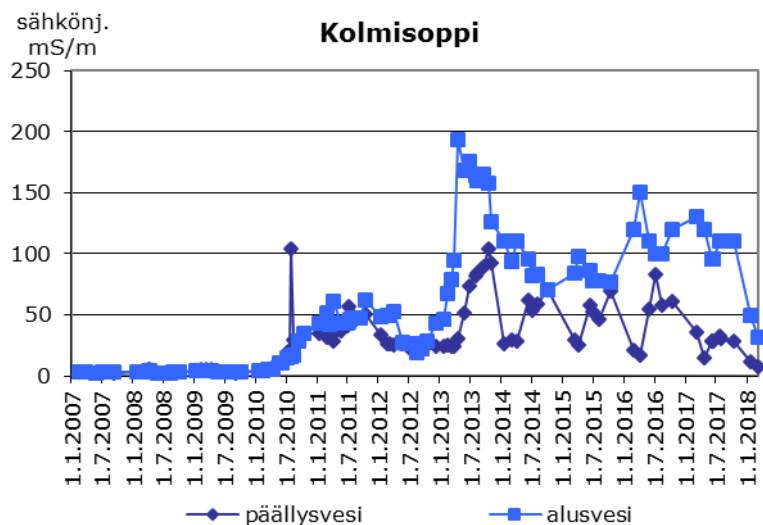


Kuva 4-3. Kolmisopen kenttämittausten (YSI-mittari) mukaiset happipitoisuudet tammi- ja maaliskuussa 2018

Sähkönjohtavuus kasvoi eniten pinnan ja pohjan läheisissä kerroksissa (Kuva 4-4). Päälyys- ja alusveden sähkönjohtavuus on laskenut vuodesta 2013 vuoteen 2018 (Kuva 4-5). Pohjakerroksen sulfaattipitoisuus oli tammikuussa 210 mg/l ja helmikuussa 130 mg/l. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli tammikuussa 0,09 µg/l ja helmikuussa 0,07 µg/l. Liukoisen nikkelin pitoisuus oli tammikuussa 8,3 µg/l ja helmikuussa 6,6 µg/l. Pitoisuudet olivat pienempiä muissa syvyyskerroksissa.



Kuva 4-4. Kolmisopen kenttämittausten (YSI-mittari) mukaiset sähkönjohtavuudet tammi- ja maaliskuussa 2018



Kuva 4-5. Sähkönjohtavuuden kehitys Kolmisopessa v. 2007–2018

Tuhkajoesta otettiin näytteet kuukausittain. Veden pH oli lievästi hapan 6,6–6,7 ja happitilanne oli hyvä. Sulfaattipitoisuus oli edellisvuosia alhaisempi (66–77 mg/l). Alumiini oli aiemmalla tasollaan (190–220 µg/l). Liukoisen kadmiumin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,03–0,04 µg/l ja liukoisen nikkelin välillä 4,9–5,0 µg/l. Tuhkajoen vesi on laadultaan samaa tasoa kuin Kolmisopesta lähtevä vesi.

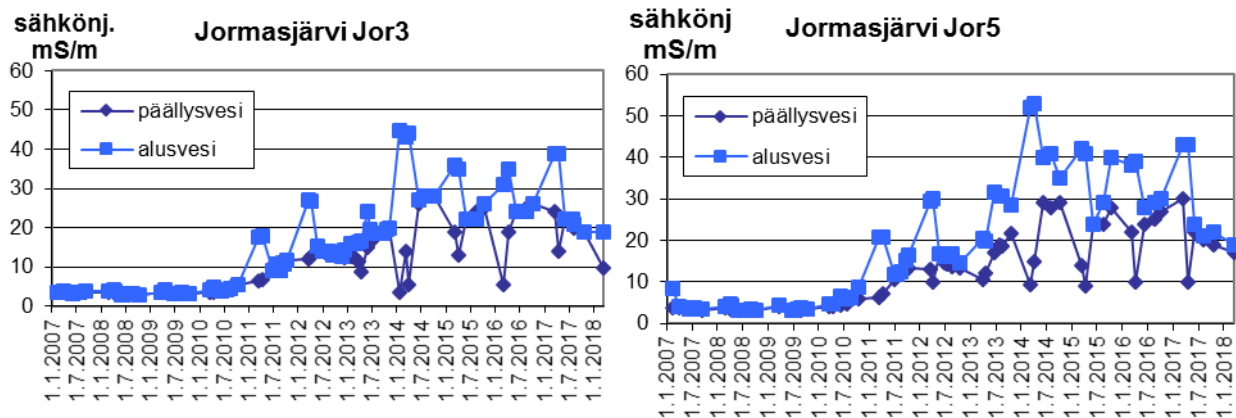
4.5 Talvijoki

Kaivosalueelta ei johdeta vesiä Talvijoen suuntaan. Talvijoen otettiin näyte maaliskuussa. Vesi oli happamuudeltaan lähes neutraalia (pH 6,6). Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus olivat ajankohtaan nähden tavanomaisella tasolla tai jopa hieman keskimääräistä alhaisempia. Myös liukoisien kadmiumin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet olivat keskimääräistä pienempiä (Cd 0,1 µg/l, Ni 10 µg/l, Zn 17 µg/l).

4.6 Jormasjärvi

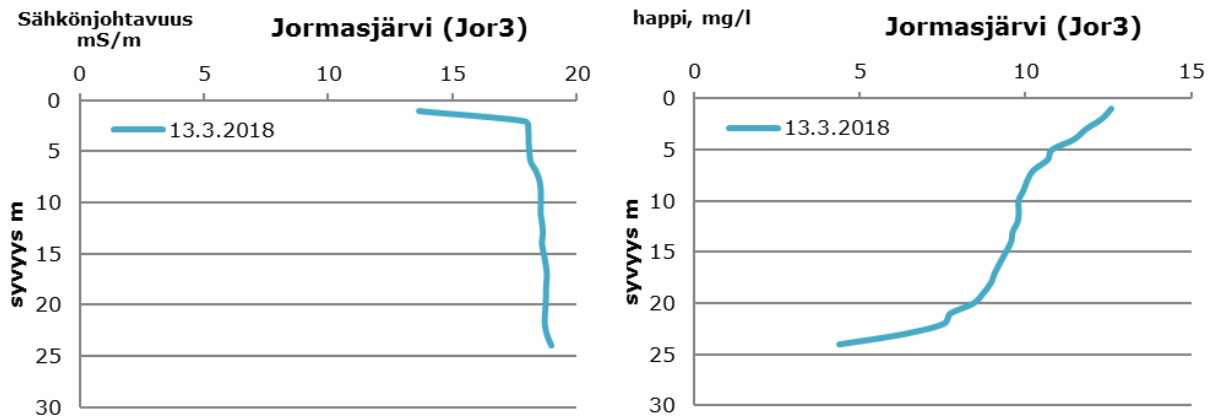
Jormasjärvestä otettiin vesinäytteet maaliskuussa tarkkailuohjelman mukaisesti kolmesta tarkkailupisteestä Talvilahdelta Tuhkajoen suualueen läheltä (Jor5), syvänteestä (Jor3) sekä pohjoisesta läheltä Jormasjärven luusuaa (Jormasjoen alkukohta). Syvännepisteellä toimi automaattinen mittausasema ja näytteenoton yhteydessä tehtiin metrin syvyysvälein kenttämittaukset.

Jormasjärven happitilanne oli päänlysvvedessä hyvä ja tutkittujen syvänteiden alusvedessä huono. Veden happamuus oli ajankohdalle tyypillisellä tasolla pH-arvojen vaihdelllessa välillä 6,3–6,6. Jormasjärven veden sähkönjohtavuudet vaihtelivat välillä 10–19 mS/m ollen alusvedessä lähes samalla tasolla kuin pintakerroksessa (Kuva 4-6). Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 31–71 mg/l ja korkein pitoisuus havaittiin Talvilahden syvänteiden alusvedessä. Sähkönjohtavuudet ja sulfaattipitoisuudet olivat pääosin pienempiä kuin edellisinä tarkkailuvuosina samaan aikaan. Vedenlaatu oli ajankohta huomioon ottaen hieman keskimääräistä paremmalla tasolla aiempiin vedenlaatutuloksiin verrattuna. Merkittäviä poikkeamia ei ollut havaittavissa.



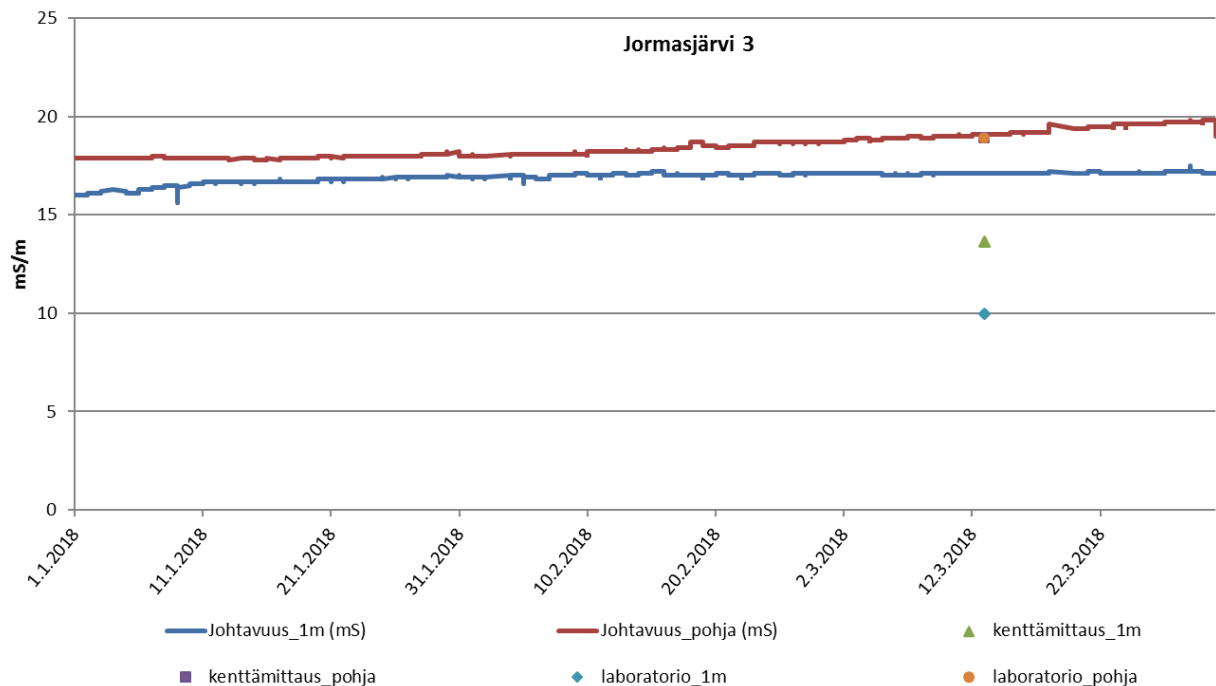
Kuva 4-6. Sähkönjohtavuuden kehitys Jormasjärvestä pinta- ja päänlysvvedessä (Jor3, Jor5) vuosina 2008–2018

Syvänteeltä tehtyjen kenttämittausten perusteella sähkönjohtavuus kasvoi eniten 1–2 metrin syvyydessä, mutta muutoin sähkönjohtavuus oli melko tasaisesti jakautuneet koko vesipatsaassa. Happipitoisuus laski eniten n. 20 metristä pohjaan, mutta voimakasta kerrostuneisuutta ei ollut havaittavissa. (Kuva 4-4)



Kuva 4-7. Jormasjärven syvänteen (Jor3) kenttämittausten (YSI-mittari) tulokset maaliskuussa vuonna 2018

Osana Nuasjärven purkuputken tarkkailua Jormasjärven syvännepisteellä 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, miten vesien johtaminen purkuputken kautta Nuasjärveen vaikuttaa Jormasjärven tilaan. Vuoden 2018 mittausaineiston perusteella sekä päälly- että alusveden sähkönjohtavuus kasvoivat hieman tammikuusta maaliskuuhun (Kuva 4-8). Sähkönjohtavuudet olivat 1 metrin syvyydessä tasolla 16-18 mS/m ja pohjanläheisessä vesikerroksessa välillä 18-20 mS/m. Sähkönjohtavuudet olivat pienempiä kuin vuotta aiemmin tammi-maaliskuussa, jolloin ne olivat 1 metrin syvyydessä noin 25 mS/m tuntumassa ja pohjanläheisessä vesikerroksessa noin 35 mS/m tuntumassa. Automaattisen mittausaseman, kenttämittauksen ja laboratorioanalyysin mukaiset sähkönjohtavuudet olivat pohjakerroksen osalta hyvin linjassa keskenään. Pintakerroksessa sähkönjohtavuudessa oli melko suurta hajontaa eri menetelmien välillä. Laboratorioanalyysi antoi pienimmän sähkönjohtavuuden ja jatkuvatoiminen mittari suurimman.



Kuva 4-8. Jormasjärven syvännepisteen sähkönjohtavuus tammi-maaliskuussa 2018.

4.7 Jormasjoki

Jormasjoen vedenlaatua tarkkailtiin kuukausittain maantiesillan kohdalta ennen laskua Nuasjärven Jormaslahteen. Tarkkailupiste kuuluu myös Mondo Mineralsin Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna. Sähkönjohtavuus oli 19 mS/m, sulfaattipitoisuus 69-70 mg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus 6,2–7,3 µg/l.

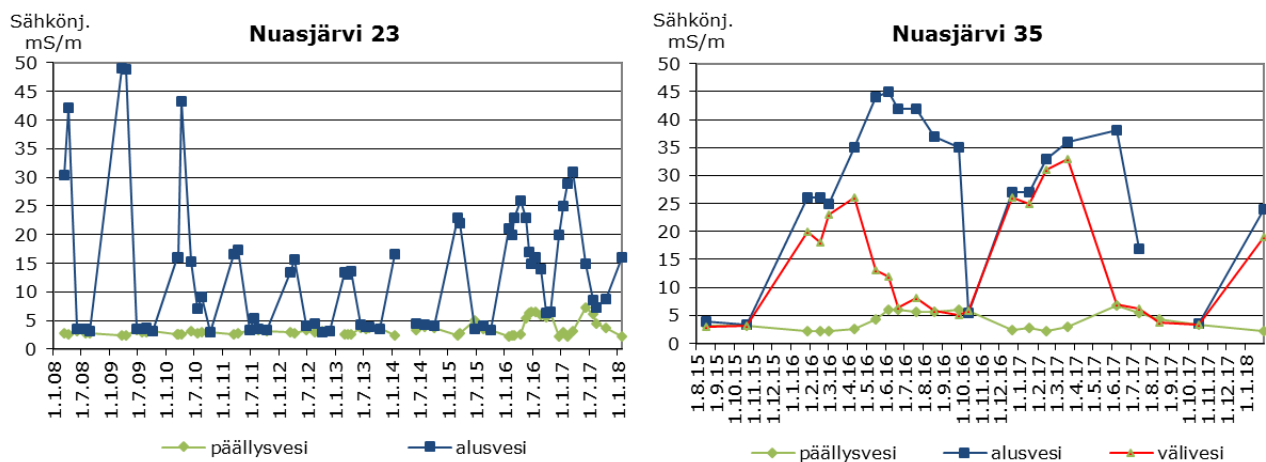
4.8 Rehja-Nuasjärvi

Rehja-Nuasjärven vedenlaatua tarkkailtiin vesinäyttein tammi-maaliskuussa kaikkiaan yhdeksällä tarkkailupisteellä (Nj23, Nj24, Nj34, Nj35, Nj37, Nj46, Jormaslahti, Rehja Itä ja Reh135 (Liite 1.2). Tarkkailupisteiden vesisyvyydet vaihtelevat välillä 2–33 m. Nuasjärvi kuuluu myös Lahnaslammen kaivoksen vaikutusalueelle ja Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Rehja-Nuasjärven alueella on myös kolme automaattista vedenlaadun mittausasemaa.

4.8.1 Vesinäytteiden tulokset

Nuasjärven vesi oli näytepisteestä riippumatta aiempaan tapaan hieman hapanta (pH 6,3-6,8). Happittilanne oli päänlyysvedessä hyvä tai erinomainen ja syvänteiden alus- sekä osin välivedessä pääosin tyydyttävä tai välttävä. Pisteen Nj46 ja Nj24 alusveden kyllästeasteet (19 ja 28 %) olivat alhaisimmat tammi-maaliskuussa mitatut arvot. Veden kiintoainepitoisuudet olivat alle määritysrajan (<2 mg/l) lukuun ottamatta pisteen Nj46 alusveden maaliskuun näytettä, jolloin kiintoainepitoisuus oli 4 mg/l. Metallien pitoisuudet olivat alhaisia.

Tammi-maaliskuun aikana päänlyvesinäytteistä (1 m syvyydestä) mitatut sähköjohtavuudet olivat tasan alhaisia vaihdellen välillä 2,2–2,7 mS/m. Alus- ja välivedessä sähköjohtavuusarvot olivat pääosin suurempia. Suurimmillaan sähköjohtavuudet olivat purkuputken läheisillä syvännepisteillä (Nj23, Nj34, Nj35, Nj46) alusvedessä ja osin välivedessä (5–24 mS/m), mutta keskimäärin pitoisuustaso oli hieman alhaisempi kuin vuotta aiemmin samaan aikaan. Nuasjärven pisteillä 23 ja 35 sähköjohtavuuksissa on ollut suurta näytteenottokertakohtaista vaihtelua etenkin alusvedessä (Kuva 4-9).



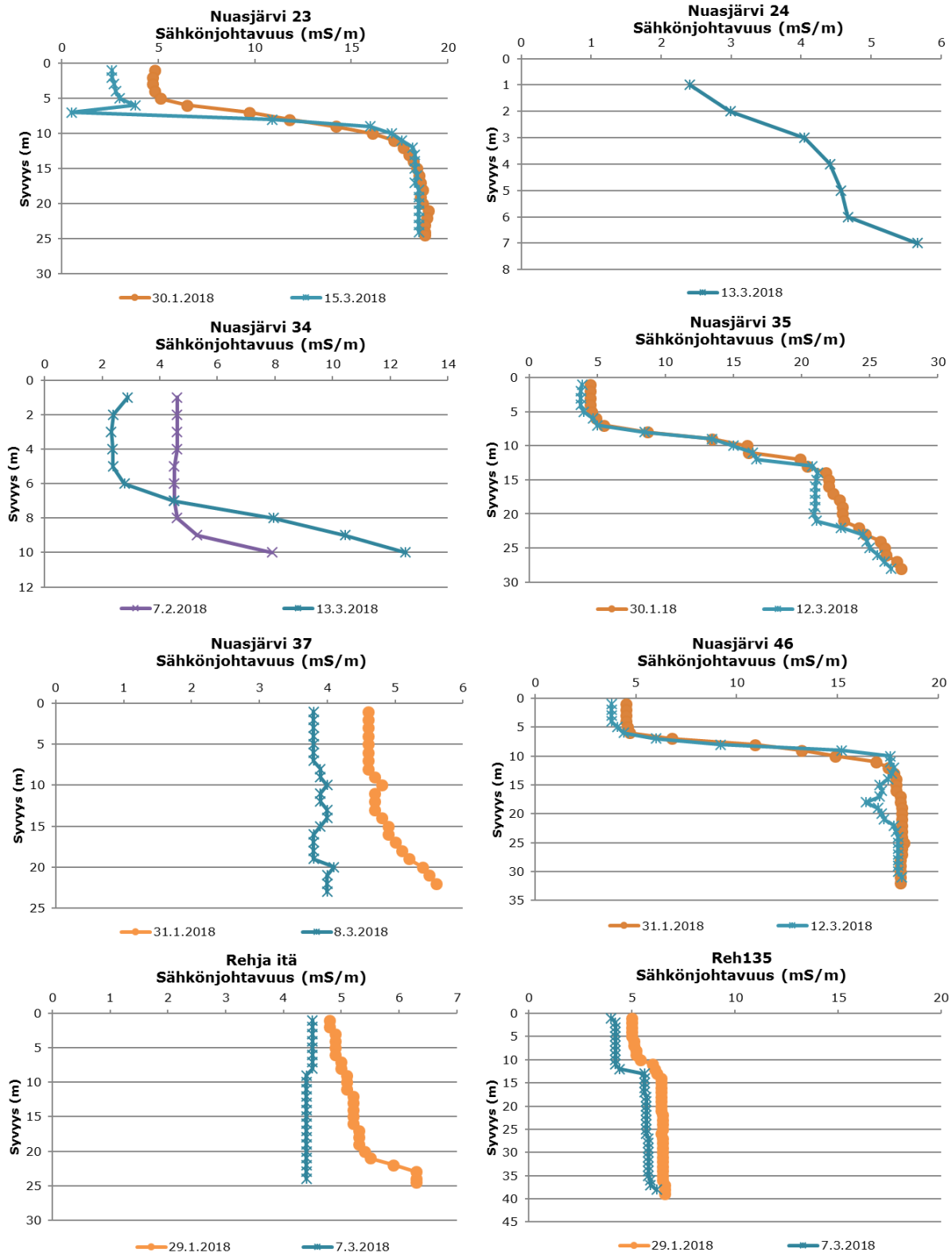
Kuva 4-9. Sähköjohtavuuden kehitys Nuasjärven pisteellä Nj23 vuosina 2008–2018 ja pisteellä Nj35 vuosina 2015–2018

Sulfaattipitoisuudet korreloivat sähköjohtavuusarvoja. Näytenpisteiden päänlyvesinäytteistä (1 m syvyydestä) mitatut sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 1,6–3,2 mg/l ollen hieman korkeammat Rehjan altaan näytenpisteillä (Reh itä, Reh135) kuin Nuasjärven altaalla. Alusvedessä sulfaattipitoisuudet olivat sähköjohtavuusarvojen tapaan korkeimmat purkuputken läheisillä syvännepisteillä (Nj23, Nj34, Nj35, Nj46) vaihdellen välillä 13–94 mg/l. Pitoisuustaso oli hieman edellisvuoden vastaavan aikajakson tasoa alhaisempi. Alusveden sulfaattipitoisuuksissa on ollut vaihtelua ja osalla pisteillä talvikaudella alusveden pitoisuudet ovat olleet kerrostumisen myötä koholla. Sulfaattipitoisuudet ovat vaihdelleet voimakkaasti eivätkä nyt havaitut pitoisuudet olleet poikkeuksellisia.

4.8.2 Kenttämittaukset

Sähköjohtavuuden kehitystä vesikerroksissa havaintopaikoilla Nj23, Nj24, Nj34, Nj35, Nj37, Nj46, Rehja itä ja Reh135 on esitetty kenttämittaustulosten kuvaajissa (Kuva 4-10) seuraavalla sivulla.

Tarkkailupisteillä Nj23, Nj35 ja Nj46 veden sähköjohtavuudessa voidaan havaita sekä tammi- että maaliskuun näytteenottokerroilla harppauskerros alkaen 5–7 metristä 10–15 metrin syvyyteen. Pisteellä Nj35 sähköjohtavuus kasvoi jonkin verran myös harppauskerroksen alapuolella. Pisteillä Nj24, Nj37, Rehja itä ja Reh135 ei voida havaita samankaltaista voimakasta kerrostuneisuutta sähköjohtavuuden suhteen. Pisteellä Nj34 harppauskerros sijaitsi 6–8 metristä pohjaan saakka. Kyseiseltä pisteeltä vuoden ensimmäinen näyte otettiin jäätilanteen takia tammikuun sijaan helmikuussa. Sähköjohtavuudet olivat suurimpia pisteillä Nj23, Nj35 ja Nj46, joissa kerrostuneisuus oli voimakasta. Alusveden suurimmat sähköjohtavuudet jäivät alhaisemmaksi kuin vuonna 2017 vastaavaan aikaan.



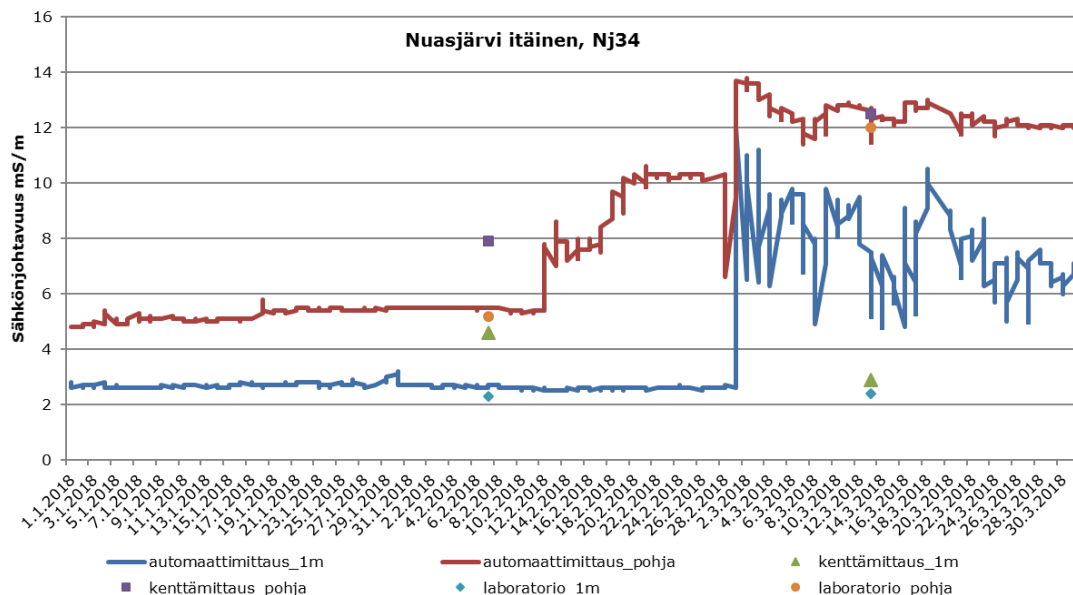
Kuva 4-10. Sähköjohtavuuden kenttämittaukset Nuasjärven ja Rehjan syvännepisteillä.

4.8.3 Jatkuvatoimiset mittaukset

Osana purkuputken tarkkailua Nuasjärvellä on ollut käytössä syksystä 2015 lähtien kaksi (Nj34, Nj46) ja Rehjassa (Rehja itä) yksi automaattinen mittausasema joka seuraa lämpötilaa, sähkönjohtavuutta ja pH:ta 1 metrin syvyydessä sekä pohjanläheisessä vesikerroksessa.

Jatkuvatoiminen mittaaminen järvivedestä on haastavaa. Toisin kuin putkesta tai esim. purosta mitattaessa vesi ei huuhtelee järvessä olevaa mitta-anturia, jolloin anturin pinnalle kertyy helposti leväkasvustoa. Jatkuvatoimisia mitta-antureita kalibroidaan ja huolletaan säännöllisesti, jotta mittaukset olisivat mahdollisimman luotettavia. Tästäkin huolimatta tuloksissa voi esiintyä ajoittain virhettä, joka pyritään tunnistamaan mm. vertaamalla automaattimittauksien tuloksia vesinäytteiden analyysituloksiin. Virallinen velvoitetarkkailu perustuu standardimenetelmin otettuihin vesinäytteisiin ja akkreditoidussa laboratoriossa tehtyihin analyysihin. Jatkuvatoimisia mittauksia toteuttaa ulkopuolinen asiantuntijayritys.

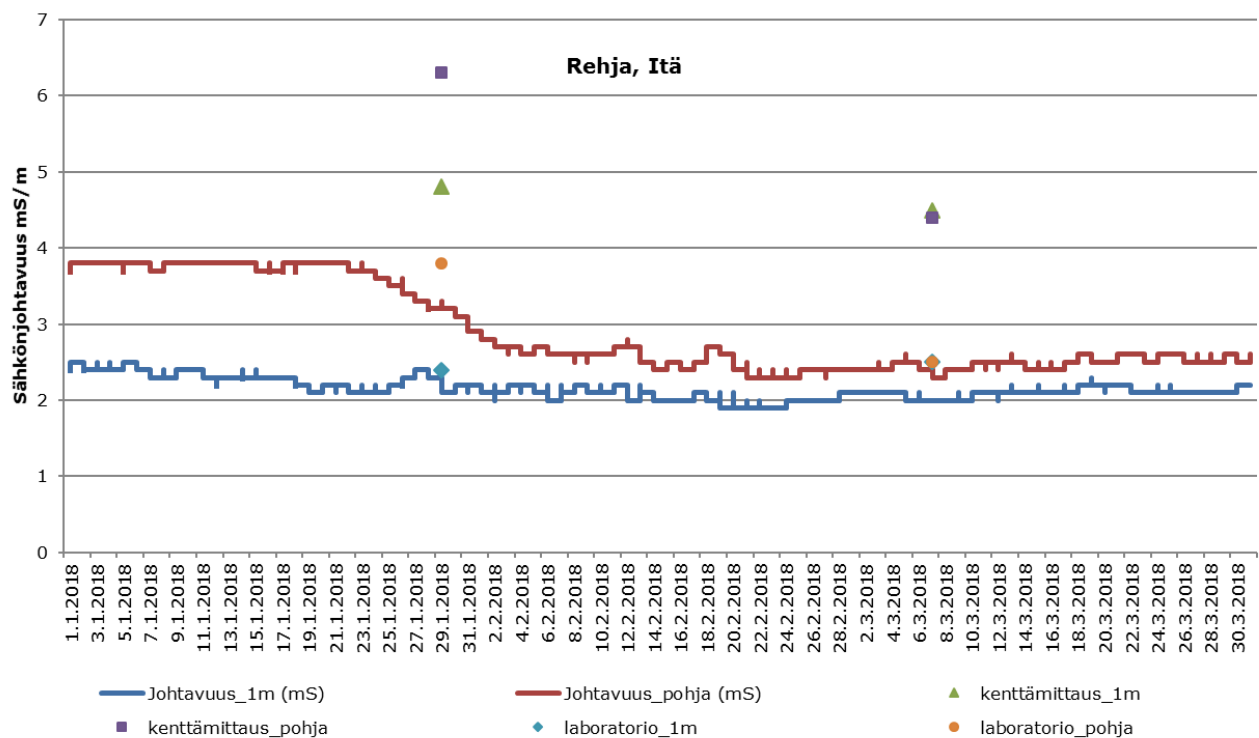
Nuasjärven itäisellä mittauspisteellä tammi-maaliskuussa päällysveden anturin havaitsema sähkönjohtavuus vaihteli välillä 2,5–12,0 mS/m ja pohjakerroksessa arvot vaihtelivat välillä 4,8–13,8 mS/m, mutta etenkin pintaveden osalta mittarin havaitsemia maksimiarvoja ei voida pitää luotettavina (Kuva 4-11). Laboratoriokokeista saadut sähkönjohtavuudet vastasivat helmikuun näytteenottokerralla anturin havaitsemaa sähkönjohtavuutta. Kenttämittaukset antoivat hieman suurempia sähkönjohtavuuksia. Helmi-maaliskuun vaihteesta maaliskuun loppuun anturi ei antanut luotettavia pintaveden sähkönjohtavuusarvoja. Laboratorio- ja kenttämittaustulosten sekä tammi-helmikuun jatkuvatoimisen mittarin tulosten perusteella pintaveden sähkönjohtavuus pysyi varsin tasaisena koko alkuvuoden tarkkailujakson ajan. Kuvaajan perusteella anturi antoi poikkeavia pohjakerroksen sähkönjohtavuusarvoja helmikuun puolen välin ja helmi-maaliskuun vaihteen tienoilla. Maaliskuussa laboratorio- ja kenttämittaustulokset kuitenkin vastasivat anturin havaitsemaa sähkönjohtavuutta, joten vaikuttaisikin, että mittari saatiin häiriöiden jälkeen kalibroitua näyttämään todenmukaisia arvoja.



Kuva 4-11. Nuasjärven itäisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj34) tuottama sähkönjohtavuusaineisto, kenttämittausten tiedot sekä vedenlaatuhavainnot tammi-maaliskuussa 2018

Nuasjärven läntisellä mittauspaikalla automaattinen mittalaite ei toiminut lainkaan tammi-maaliskuun aikana vuonna 2018. Suurimman osan ajasta laitetta ei pidetty päällä. Mittalaitteen toiminnassa oli runsaasti häiriöitä myös vuonna 2017.

Mittauspisteessä Rehja Itä tammi-maaliskuussa alusveden sähkönjohtavuus vaihteli jatkuvatoimisessa mittauksessa 1 metrin syvyydessä välillä 1,9–2,5 mS/m ja pohjassa välillä 2,3–3,8 mS/m (Kuva 4-12). Pintakerroksen sähkönjohtavuus pysyi lähes samassa tasossa koko tarkkailujakson ajan. Pohjakerroksessa sähkönjohtavuus pieneni hieman tammikuun loppupuolella ja pysyi maaliskuun loppuun saakka samalla tasolla. Vuosi aiemmin maaliskuussa sähkönjohtavuudet olivat hieman suurempia (1 m 3–5 mS/m, pohja 5 mS/m). Laboratorion määrittämät sähkönjohtavuudet vastasivat jatkuvatoimisen mittarin lukemia helmikuussa 1 metrin näytteen osalta ja maaliskuussa pohjanäytteen osalta. Muutoin laboratoriomääritysten ja etenkin kenttämittausten mukaiset sähkönjohtavuudet olivat suurempia kuin jatkuvatoimisen mittarin havaitsemat sähkönjohtavuudet. Myös vuonna 2016 tammi-maaliskuussa sähkönjohtavuudet olivat suurimpia kenttämittauksissa.

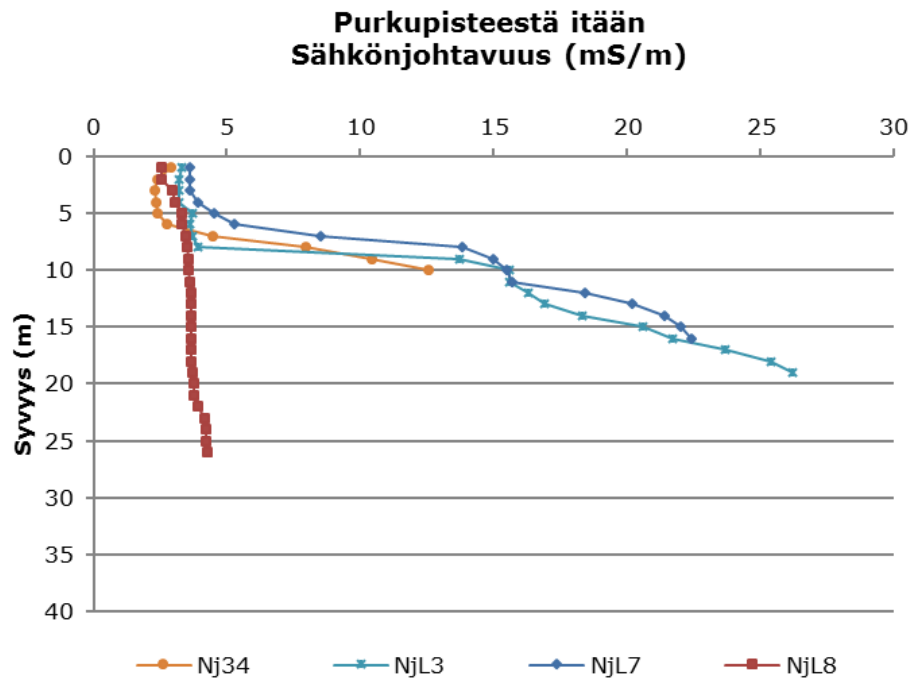


Kuva 4-12. Rehjan (Rehja Itä) jatkuvatoimisen mittauslaitteen kenttämittausten ja laboratorioanalyysien mukaiset sähkönjohtavuudet tammi-maaliskuussa 2018.

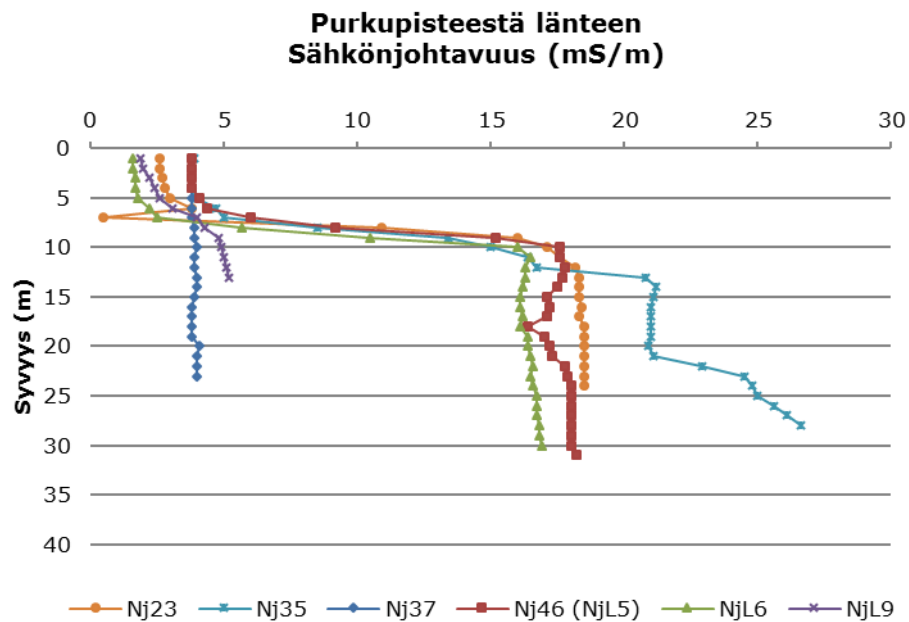
4.8.4 Leviämiskartoitus

Nuasjärven purkuputken tarkkailuun liittyvän purkuveden leviämiskartoituksen mittaukset tehtiin maaliskuussa talvikerrostumiskauden aikana. Pisteeltä NjL8 näyte otettiin vasta huhtikuussa, mutta tulokset on käsitelty jo tässä raportissa. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta sähkönjohtavuudet olivat pienempiä kuin edellisenä vuonna samaan aikaan niin purkuputken läheisillä kuin kauemmillakin pisteillä. Tulosten perusteella kerrostuneisuutta sähkönjohtavuuden suhteen sekä suurimmat arvot havaittiin purkuputken lähistöllä itä- ja länsipuolella olevista syvänteistä NjL3, NjL7, Nj23, Nj35, NjL6, Nj46 (Kuva 4-13 ja Kuva

4-14). Sähkönjohtavuusarvojen harppauskerros oli tarkkailupisteillä 5–10 m syvyydellä. Myös Nuasjärven altaan matalammilla tarkkailupisteillä Nj34 ja NjL9 oli harppauskerros sähkönjohtavuuden suhteen 5–6 metrissä. Arvot olivat kuitenkin pienempiä kuin syvännepisteiden alusvesissä. Nuasjärven altaan purkupu-
putkesta kauimmaisilla tarkkailupisteillä idässä ja lännessä (Nj24 ja Nj37) sekä pohjoiseen sijoittuvalla
pisteellä NjL8 voimakasta kerrostuneisuutta ei sähkönjohtavuusarvojen osalta ollut havaittavissa.

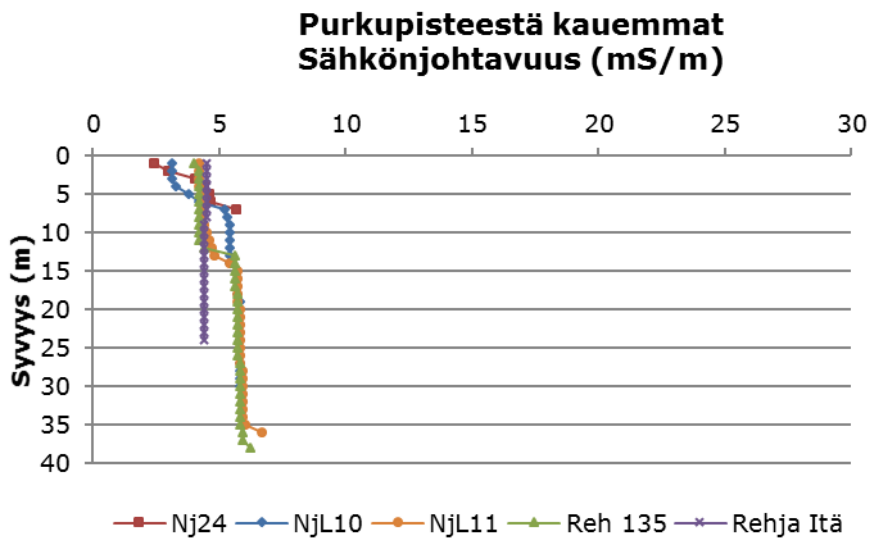


**Kuva 4-13. Purkupu-
putken ympäristön leviämiskartoituksen mittauspisteiden säh-
könjohtavuus maaliskuun 2018 kenttämittauksissa purkupu-
putken itäpuolella.**



Kuva 4-14. Purkuputken ympäristön leviämiskartoituksen mittauspisteiden sähkönjohtavuus maaliskuun 2018 kenttämittauksissa purkuputken länsipuolella.

Leviämiskartoituksen kauempiin tarkkailupisteisiin kuuluvista Oulujärven tarkkailupisteistä sekä Kajaa-ninjoen virtaamapisteestä ei saatu luotettavia sähkönjohtavuustuloksia sähkönjohtavuusanturin ollessa rikki. Muilla pisteillä ei aiempien vuosien tapaan havaittu kerrostuneisuutta sähkönjohtavuudessa tai se oli heikkoa (Kuva 4-15).



Kuva 4-15. Sähkönjohtavuus purkuputkesta kauempana sijaitsevilla pisteillä maaliskuussa 2018.

Järviveden laatu vaihtelee luontaisesti vuodenaikojen vaihtelun mukaisesti. Vesi on laadultaan tasaista pinnasta pohjaan kevät- ja syyskiertojen aikana. Kesä- ja talvikerrostuneisuuden aikana vesi on lämpötilakerrostunut, jolloin syvänteiden pohjalla alusveden ainepitoisuudet ovat yleensä korkeampia kuin päänälyvedessä. Nuasjärvessä veden sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat alusvedessä korkeimmillaan talvikerrostuneisuuden lopulla maaliskuussa sekä kesäkerrostuneisuuden lopulla elokuussa. Vuodenkierron ja kerrostuneisuuden vaikutus vedenlaatuun on havaittavissa Nuasjärven velvoitetarkkailun tuloksissa koko seurantahistorian aikana. Pysyvää kerrostuneisuutta ei ole havaittu.

4.9 Kajaaninjoki

Nuasjärven purkuputken tarkkailun myötä Kajaaninjoki (VP12100) otettiin mukaan tarkkailuun vuoden 2015 elokuusta lähtien. Elokuussa otetun näytteen vedenlaadussa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia aiempaan tarkkailuun nähden. Vedenlaatu oli samalla tasolla kuin Nuasjärven ja Rehjan päänälyveden pitoisuudet.

4.10 Oulujärvi

Nuasjärven purkuputken tarkkailun myötä myös Oulujärvelle lisättiin kaksi näytepistettä (liite 1.3) mukaan tarkkailuun vuoden 2015 elokuusta lähtien. Oulujärven pisteiltä otettujen näytteiden perusteella vedenlaatu ei poikennut aikaisemmista tarkkailutuloksista.

4.11 Pirttipuro ja Kivipuro

Sivukiven läjitysalueen KL2 alueen vedet kerätään erillisiin altaisiin DP4 ja DP5, joista ne johdetaan osaksi tuotantoprosessia tai käsiteltäväksi. Läjitysalueesta ojituksin erotettujen valuma-alueiden vedet ja vielä rakentamattomien alueiden vedet virtaavat Kivipuron ja Pirttipuron kautta Talvijokeen ja edelleen Jorvasjärveen. Kivipuron ja Pirttipuron tarkkailupisteet sijoittuvat aivan kaivospiirialueen itäosille. Osana kaivoksen velvoitetarkkailua on molemmista puroista otettu vesinäytteitä kerran vuodessa vuosina 2007-2013, 2015 ja 2017, mutta vuonna 2018 tarkkailua lisättiin. Kaivoksen omassa ympäristötarkkailussa pisteet ovat olleet tiheämmässä seurannassa. Tarkkailulla seurataan erityisesti maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen mahdollisia vaikutuksia ko. puroihin. Maaliskuussa 2018 alueella tehtiin maanrakennustöitä liittyen sivukivialueen ja siihen kuuluvan altaan rakentamiseen erityisesti Kivipuron valuma-alueella.

Kivipuron vesi oli maaliskuussa 2018 aiempaan tapaan hapanta (pH 4,9). Happitilanne (O_2 1,3 mg/l, 9 %) oli aiempia näytteenottokertoja huonompi ja kiintoainepitoisuus (70 mg/l) suurempi. Vesi on ollut vuodesta 2013 lähtien sameampaa (NTU 30-65, v. 2018) ja sen rautapitoisuus (10 000 µg/l, v. 2018) on ollut suurempi kuin aiempina näytteenottokertoina. Kemiallinen hapenkulutus (95 mg/l) sekä typen ja fosforin pitoisuudet (kok. N 4 900 µg/l, kok. P 110 µg/l) olivat vuoden 2017 tapaan aiempaa suurempia. Veden alumiini-, kadmium-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet ovat olleet muita pintavesitarkkailussa mukana olevia kaivosalueen pintavesiä korkeampia, mutta ne pienenevät vuosina 2017 ja 2018 vuoden 2015 pitoisuuksista. Veden sähkönjohtavuus oli maaliskuussa 2018 pienempi kuin tarkkailujaksolla 2011-2017.

Pirttipuron vesi oli maaliskuussa 2018 aiempaan tapaan hapanta, mutta pH (6,4) oli aiempaa korkeampi. Myös happitilanne (O_2 13 mg/l, 89 %) oli aiempia näytteenottokertoja parempi. Kiintoainepitoisuus (2,8 mg/l), sameus (NTU 5,9), typen ja fosforin pitoisuudet (420 µg/l ja 19 µg/l), kemiallinen hapenkulutus (COD Mn 17 mg/l) sekä alumiinin (200 µg/l), kadmiumin (0,19 µg/l) ja nikkelin (9,8 µg/l) pitoisuudet

olivat samalla tasolla kuin ennen kaivostoimintaa. Rautapitoisuus (2 600 µg/l v. 2018) oli samalla tasolla kuin edellisellä näytteenottokierroksella lokakuussa 2017 ja alhaisempi kuin elokuussa samana vuonna.

5. VUOKSEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET

5.1 Ylä-Lumijärvi ja Lumijärvi

Ylä-Lumijärvestä ja Lumijärvestä otettiin näytteet maaliskuussa. Ylä-Lumijärvestä otettiin näytteet myös helmikuussa, sillä paikalta ei jäätilanteen takia saatu näytettä loppuvuodesta 2017. Vedenlaadussa on ollut vaihtelua näytekertoittain. Veden happitilanne oli Ylä-Lumijärvellä molemmalla näytteenottokerralla heikko, minkä vaikutus voidaan havaita muun muassa koholla olleiden metallipitoisuuksien, erityisesti liukoisen raudan ja mangaanin, pitoisuuksina. Lumijärvellä happitilanne oli välttävä, mutta hieman parempi kuin Ylä-Lumijärvellä, mistä syystä myös metallipitoisuudet olivat hieman alhaisempia.

5.2 Lumijoki

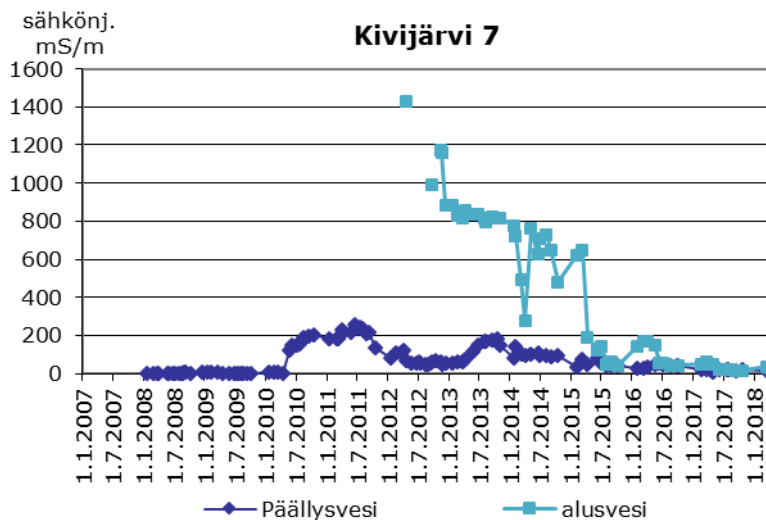
Lumijoen vedenlaatua seurataan kuukausittain. Juoksutusten aikana niiden vaikutus Lumijoen veden laatuun näkyy selvästi sähkönjohtavuudessa sekä sulfaatin, kalsiumin, magnesiumin, mangaanin ja rikin pitoisuuksissa. Tammi-maaliskuussa ei ollut juoksutuksia Vuoksen vesistöön. Havaitut pitoisuudet olivat aiemmin havaitulla vaihteluvälillä eikä poikkeamia havaittu.

5.3 Kivijärvi

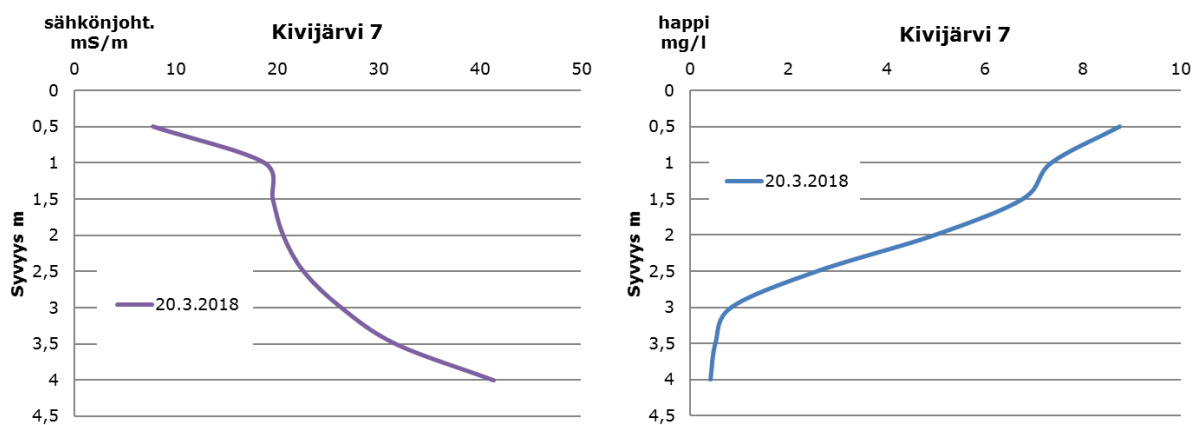
Kivijärvellä vedenlaatua seurattiin kaikkiaan kolmella pisteellä, kahdella pisteellä (Kiv2 ja Kiv10) maaliskuussa ja yhdellä pisteellä (Kiv7) helmi- ja maaliskuussa. Pisteellä Kiv7 tehtiin myös kenttämittaukset maaliskuussa. Kivijärvellä pisteellä Kiv2 alusveden happitilanne oli huono (happipitoisuus 0,3 mg/l, 3 %), kuten pääosin viime vuosina samaan aikaan. Pinta- ja välikerroksen happitilanne oli aiempien vuosien tasolla. Sähkönjohtavuusarvojen, sulfaatti- sekä useiden metallien pitoisuuksien trendi on ollut laskevan suuntainen vuoden 2011 jälkeen.

Kivijärven syvänteessä, Kiv10, alusvesi oli lähes hapetonta (happipitoisuus 0,5 mg/l, 4 %). Alusvesi- ja välivesikerros on ollut pitkään hapeton muutamia yksittäisiä niukasti määritysrajan ylittäviä happipitoisuuksia lukuun ottamatta. Pintakerroksen sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet ovat laskeneet vuoden 2013 jälkeen. Maaliskuussa pintavedestä otetun näytteen magnesium-, mangaani-, nikkeli- ja rikkipitoisuudet olivat alimmillaan aiempaan tarkkailuun verrattuna. Väli- ja pohjakerroksen vedenlaadussa ei ollut havaittavissa merkittäviä muutoksia aiempaan tarkkailuun nähden. Pohjakerroksen rautapitoisuudet ovat kasvaneet käytännössä koko tarkkailun ajan.

Kivijärven suun lähellä pisteellä Kiv7 alusvedessä oli niukasti happea (happipitoisuus 1,3-2,5 mg/l, 10-19 %). Pintakerroksessa happitilanne oli helmikuussa tyydyttävä (75 %) ja maaliskuussa välttävä (63 %). Pintakerroksen sähkönjohtavuusarvot (Kuva 5-1) sekä sulfaatti-, mangaani-, natrium-, nikkelpitoisuuksien laskeva trendi jatkui maaliskuussa. Pohjakerroksen sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat laskeneet selvästi vuodesta 2013. Luusuan tarkkailupisteen vesisyvyys on noin 5 m eikä vesikerroksessa ollut havaittavissa laboratorio- ja kenttämittausten osalta kerrostumista sähkönjohtokyvyn perusteella (Kuva 5-2). Happipitoisuus laski tasaisesti pinnasta kolmen metrin syvyyteen, jonka jälkeä pitoisuus pysyi melko tasaisena pohjaan saakka.



Kuva 5-1. Sähkönjohtavuuden kehitys Kivijärnessä vuosina 2008–2018.



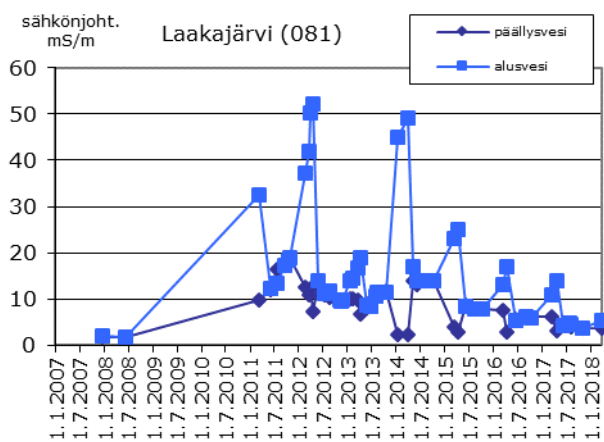
Kuva 5-2. Kivijärven kenttämittausten tulokset maaliskuussa vuonna 2018.

5.4 Kivijoki

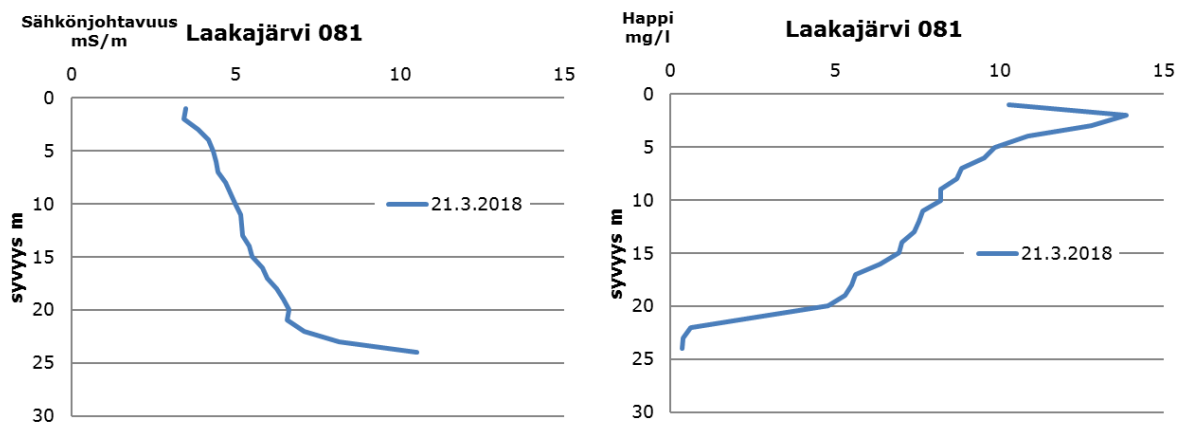
Kivijärvestä lähtevän Kivijoen vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain. Vedenlaatu vastasi suurelta osin Kivijärven päällysveden vedenlaatua eikä muutoksia aiempaan verrattuna havaittu. Kuten Kivijärnessä on myös Kivijoen sähkönjohtavuudessa sekä sulfaattipitoisuuksissa ollut havaittavissa laskeva trendi.

5.5 Laakajärvi

Laakajärven vedenlaatua seurattiin maaliskuussa neljältä näytepisteeltä. Lisäksi syvännepisteeltä Laakajärvi 081 tehtiin maaliskuussa kenttämittauksia. Laakajärven havaintopisteillä päällysveden happitilanne vaihteli välttävistä hyvään. Syvimmillä pisteillä alusvedessä happitilanne oli välttävä/tyydyttävä ja ajan-kohtaan nähten tyypillisellä tasolla. Veden laatu oli pääosin samalla tasolla viime vuosina mitattujen tulosten kanssa eikä merkittäviä poikkeamia ollut havaittavissa. Laakajärven pisteellä 081 sähkönjohtavuus on pienentynyt vuodesta 2014 alkaen sekä päällysvettä että alusvedessä (Kuva 5-3). Kenttämittaustulosten perusteella sähkönjohtavuus kasvoi tasaisesti vesisyvyyden kasvaessa ja teki harppauksen pohjan tuntumassa (Kuva 5-4). Happipitoisuus pieneni pinnasta pohjaan tasaisesti lukuun ottamatta happipitoisuuden kasvua pinnan tuntumassa ja muuttumattomuutta pohjan tuntumassa.



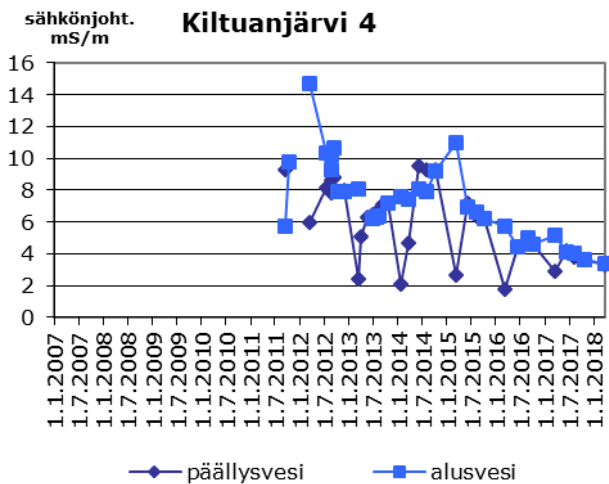
Kuva 5-3. Sähkönjohtavuuden kehitys Laakajärven syvänteellä 081 vuosina 2008–2018



Kuva 5-4. Laakajärven kenttämittausten tulokset maaliskuussa vuonna 2018

5.6 Kiltuanjärvi

Kiltuanjärven vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa syvännelävyavaintopisteeltä. Maalis-kuussa tehtiin näytteenoton yhteydessä myös kenttämittaukset. Laboratoriotulosten perusteella happitilanne oli pintavedessä tyydyttävä ja alusvedessä huono. Veden happamuus on vähentynyt niin pohja- kuin pinta-kerroksessakin. Sähkönjohtavuus (Kuva 5-5) sekä sulfaatin, magnesiumin, natriumin, nikkelin ja rikin pitoisuudet ovat pienentyneet tarkkailujaksolla 2012-2018. Kenttämittaukset eivät antaneet luotettavia tuloksia, minkä perusteella mittalaitteen anturi oli mittauskerralla epäkunnossa.



Kuva 5-5. Sähkönjohtavuuden kehitys Kiltuanjärven alus- ja pintavedessä vuosina 2012–2018.

5.7 Haapajärvi

Haapajärven vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa syvännelävyavaintopisteeltä. Maaliskuussa sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuudet olivat pienempiä kuin samaan aikaan aiempina tarkkailuvuosina. Mangaanipitoisuus (2 300 µg/l) oli aiempien tarkkailuvuosien tapaan koholla alusvedessä maaliskuussa. Pitoisuuksissa ei ollut huomattavaa eroa edellisiin tarkkailuvuosiiin verrattuna.

5.8 Nurmijoki, Koirakoski

Nurmijoen Koirakoskella vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa. Tarkkailujaksolla näytteet otettiin maaliskuussa. Sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja natriumpitoisuus olivat hieman pienemmät kuin edellisvuosina samaan ajankohtaan otetuissa näytteissä. Poikkeamia ei havaittu.

5.9 Sälevä 012

Sälevän vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa. Tarkkailujaksolla näytteet otettiin maaliskuussa. Kuten Nurmijoen Koirakoskessa, myös Sälevässä sähkönjohtavuus sekä sulfaatin ja natriumin pitoisuudet olivat pienempiä kuin edellisvuosina samaan ajankohtaan otetuissa näytteissä.

5.10 Nurmijoki Itäkoski

Nurmijoen Itäkoskella vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa. Tarkkailujaksolla näytteet otettiin maaliskuussa. Sähkönjohtavuus sekä sulfaatti-, mangaani- ja natriumpitoisuus olivat hieman pienemmät kuin edellisvuosina samaan ajankohtaan otetuissa näytteissä. Poikkeamia ei havaittu.

5.11 Atrojoen, Koivukoski

Atrojoen Koivukoskella vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa. Tarkkailujaksolla näytteet otettiin maaliskuussa. Myös Atrojoella sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja natriumpitoisuus olivat hieman pienemmät kuin edellisvuosina samaan ajankohtaan otetuissa näytteissä, eikä poikkeamia havaittu.

5.12 Syväri

Syvärin vedenlaatua tarkkailtiin elokuussa. Syvärilläkin sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja natriumpitoisuus olivat hieman pienemmät kuin edellisvuosina samaan ajankohtaan otetuissa näytteissä. Poikkeamia ei havaittu.

6. KAIVOSPIIRIN ULKOPUOLISET JÄRVET

6.1 Iso-Savonjärvi

Iso-Savonjärveltä otettiin näytteet maaliskuussa. Vedenlaadussa ei havaittu merkittäviä poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna.

6.2 Hakonen

Hakoselta otettiin näytteet maaliskuussa. Alusvesi oli sameampaa ja happitilanne huonompi kuin aiempina tarkkailuvuosina samaan aikaan. Myös typen ja nikkelin pitoisuudet olivat korkeampia kuin aiempina tarkkailuvuosina maaliskuussa.

6.3 Raatelampi

Raatelammelta otettiin näytteet maaliskuussa. Vedenlaadussa ei havaittu poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna.

7. YHTEENVETO

Kaivoksen ylitevesiä purettiin tammi- ja maaliskuun välisellä jaksolla Nuasjärven purkuputken sekä maaliskuussa Latosuon altaan kautta yhteensä noin 0,25 milj. m³. Tammikuussa kaivosalueella satoi keskimääräistä enemmän, helmikuussa keskimääräistä vähemmän ja maaliskuussa keskimääräisesti. Ilmatieteen laitoksen tilastojen mukainen tammikuun 2018 sadanta jäi selkeästi pienemmäksi kuin kaivosalueella mitattu ja muinakin kuukausina se oli hieman kaivosalueen sadantaa pienempi. Tammikuun keskilämpötila Kajaanissa oli pitkän ajan keskiarvoa korkeampi, mutta helmi- ja maaliskuussa se oli keskiarvoa ma-

talampi. Kalliojoen ja Niskalanpadon virtaamat olivat tammi-maaliskuussa pieniä. Kolmisopen vedenkorkeus pysyi melko tasaisena tammi-helmikuun ja laski maaliskuun loppupuolella. Vedenkorkeus ei ylittänyt vedenkorkeudelle asetettua ylärajaa.

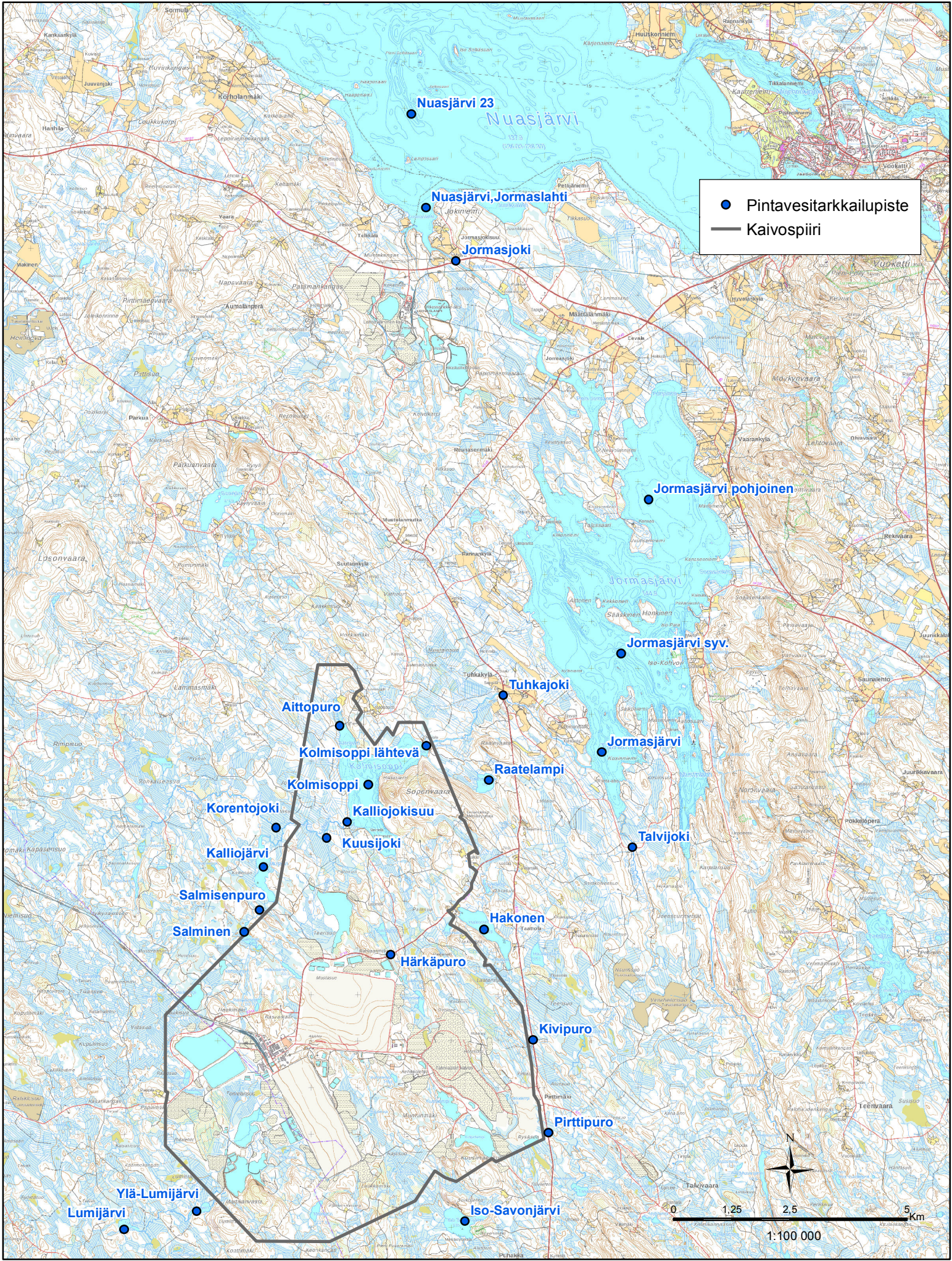
Oulujoen suuntaan kaivoksen vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Salmisessa ja Kalliojärvestä siitä huolimatta, että jaksolla ei näihin vesistöihin juoksutettu vesiä kaivosalueelta. Kaivostoiminnan vaikutus oli selkeästi havaittavissa myös sivukiven läjitysalueen rakennustyömaan vaikutusalueella Kivipurossa, jonka valuma-alueella oli raportointiajankohtana käynnissä maanrakennustyöt liittyen sivukivialueen rakentamiseen. Sen sijaan Pirttipuron vedenlaatu oli parempi kuin aiempina tarkkailuvuosina kaivostoiminnan aikana ja pääosin kaivostoimintaa edeltäneellä tasolla. Härkäpuron maaliskuun vesinäytteestä mitattiin poikkeuksellisen korkeita alumiinin, liukoisen kadmiumin, mangaanin, liukoisen nikkelin, raudan ja liukoisen sinkin pitoisuuksia. Korkeiden pitoisuuksien todennäköisin syy on Härkälammen neutraloinnista Härkäpuroon kulkeutunut sakka, jota on näytteenotossa sekoittunut vesinäytteeseen. Kaivosta lähimmät järvet ovat edelleen olleet pysyvästi kerrostuneita. Salmisen alusvesi on lisäksi edelleen aiempaa happamampaa. Jormasjärvestä sähkönjohtavuus ei ole noussut vuoden 2014 jälkeen, mutta on korkeampi kaivoksen toimintaa edeltävään aikaan verrattuna. Veden epänormaalista kerrostuneisuudesta ei kuitenkaan ole viitteitä.

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden kohonneena sähkönjohtavuutena ja sulfaattipitoisuuksina. Osassa syvänteitä oli havaittavissa talvikerrostuneisuus, joka kasvoi talven edetessä. Näytepisteiden päällysvesinäytteistä mitatut sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 1,6–3,2 mg/l. Alusvedessä sulfaattipitoisuudet ja sähkönjohtavuusarvot olivat korkeammat purkuputken läheisillä syvännepisteillä vaihdellen välillä 13–94 mg/l ja alhaisemmat putkesta etäisimmillä pisteillä. Alusveden sulfaattipitoisuuksissa on ollut vaihtelua ja osalla pisteillä talvikaudella alusveden pitoisuudet ovat olleet kerrostumisen myötä koholla.

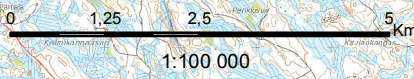
Vuoksen purkusuunnan ensimmäisellä alapuolisella järvellä, Kivijärvellä, pysyvä kerrostuneisuus näkyy kahdella kolmesta tutkimuspisteestä. Näillä pisteillä alusveden sulfaattipitoisuudet ovat korkeat. Kivijärven luusuan lähistön pisteellä (Kiv7) ei ollut havaittavissa kerrostuneisuutta ja alusveden pitoisuuksien laskeva kehitys jatkui. Virtausjärjestyksessä alaspäin Laakajärvellä ja Kiltuanjärvellä pitoisuudet ovat läheneet laskuun ja täyskierrot ovat onnistuneet normaalisti.

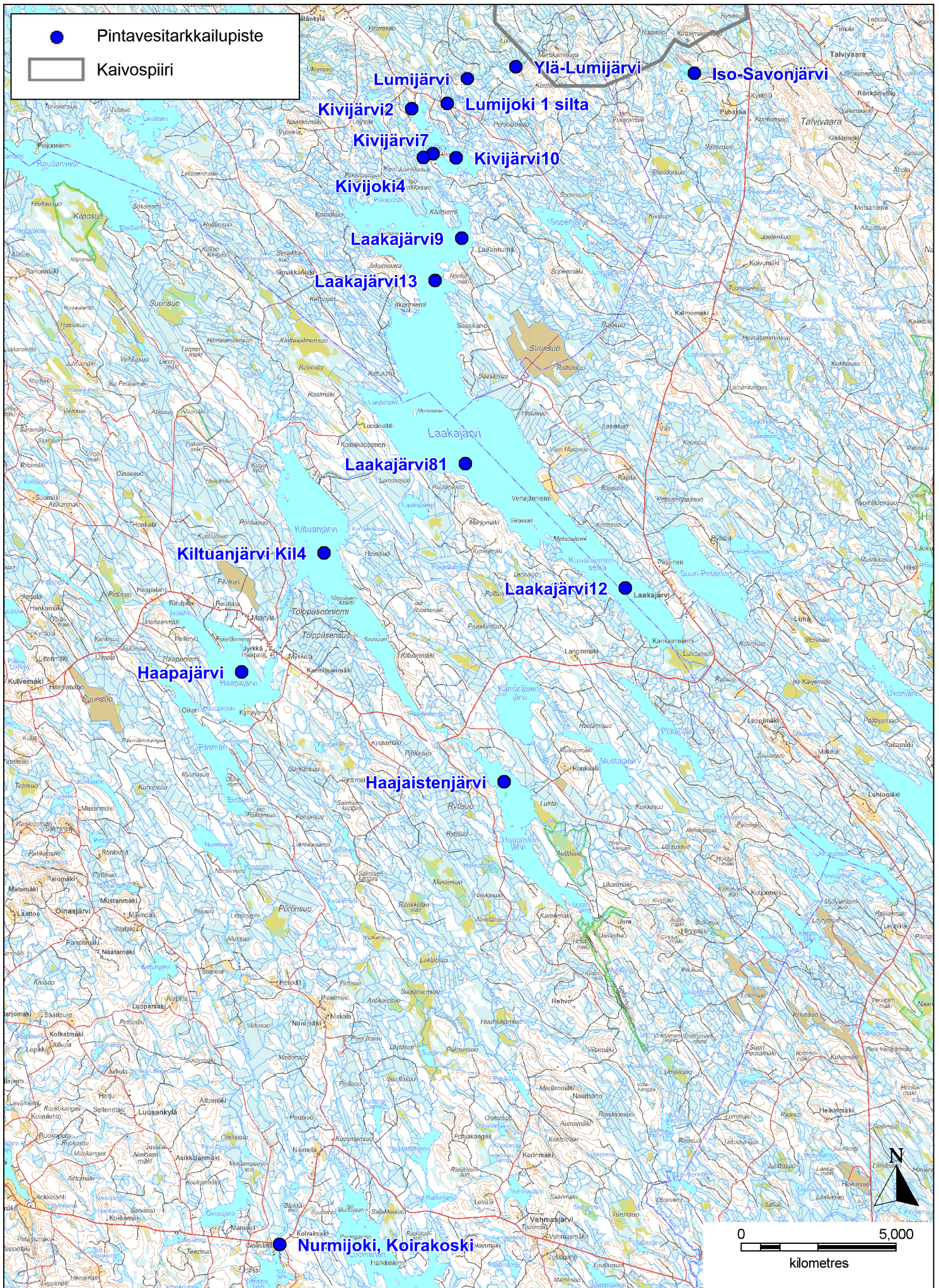
Maaliskuussa otettiin näytteitä kaivospiirin ulkopuolisilta järviltä joihin ei johdeta kaivosvesiä. Iso-Savonjärven ja Raatelammen vedenlaatu oli aikaisempien tarkkailuiden mukainen. Hakosella alusvesi oli sameampaa, happitilanne huonompi ja typen sekä nikkelin pitoisuudet korkeampia kuin aiempina tarkkailuvuosina samaan aikaan. Hakosella havaittiin aiempaa korkeampia pitoisuuksia myös vuonna 2017 maaliskuussa.

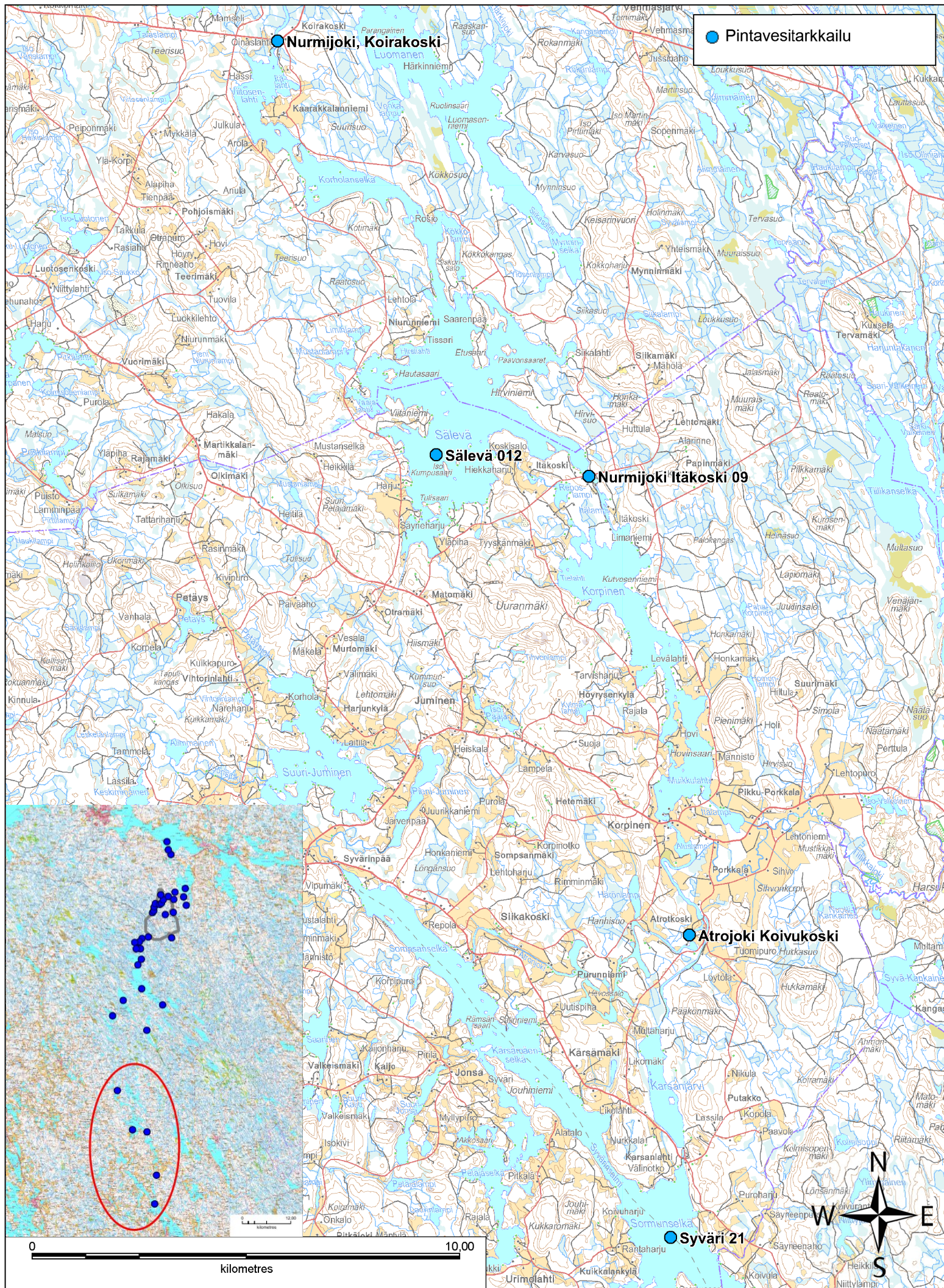
LIITE 1
TARKKAILUALUE JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT

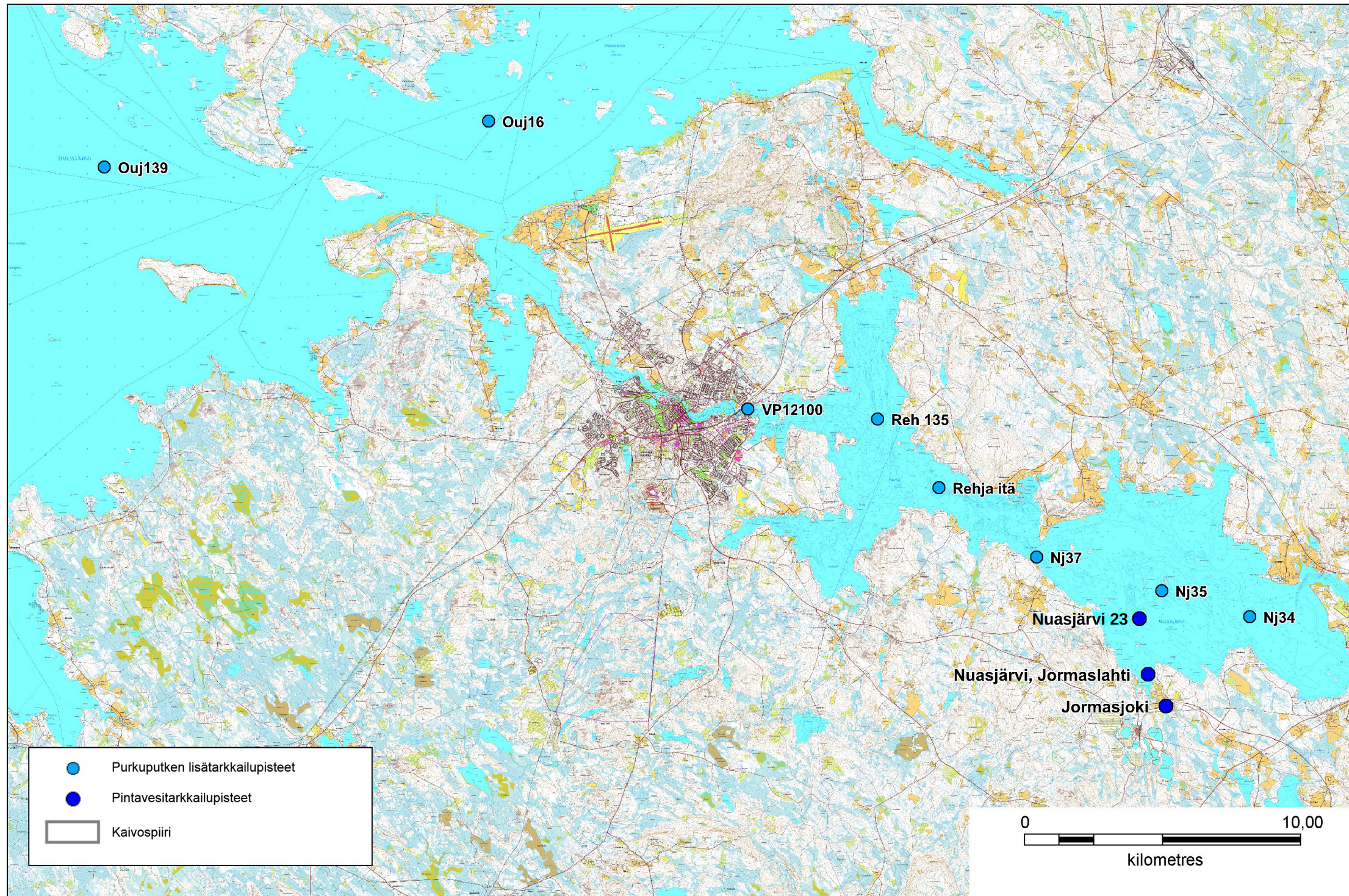


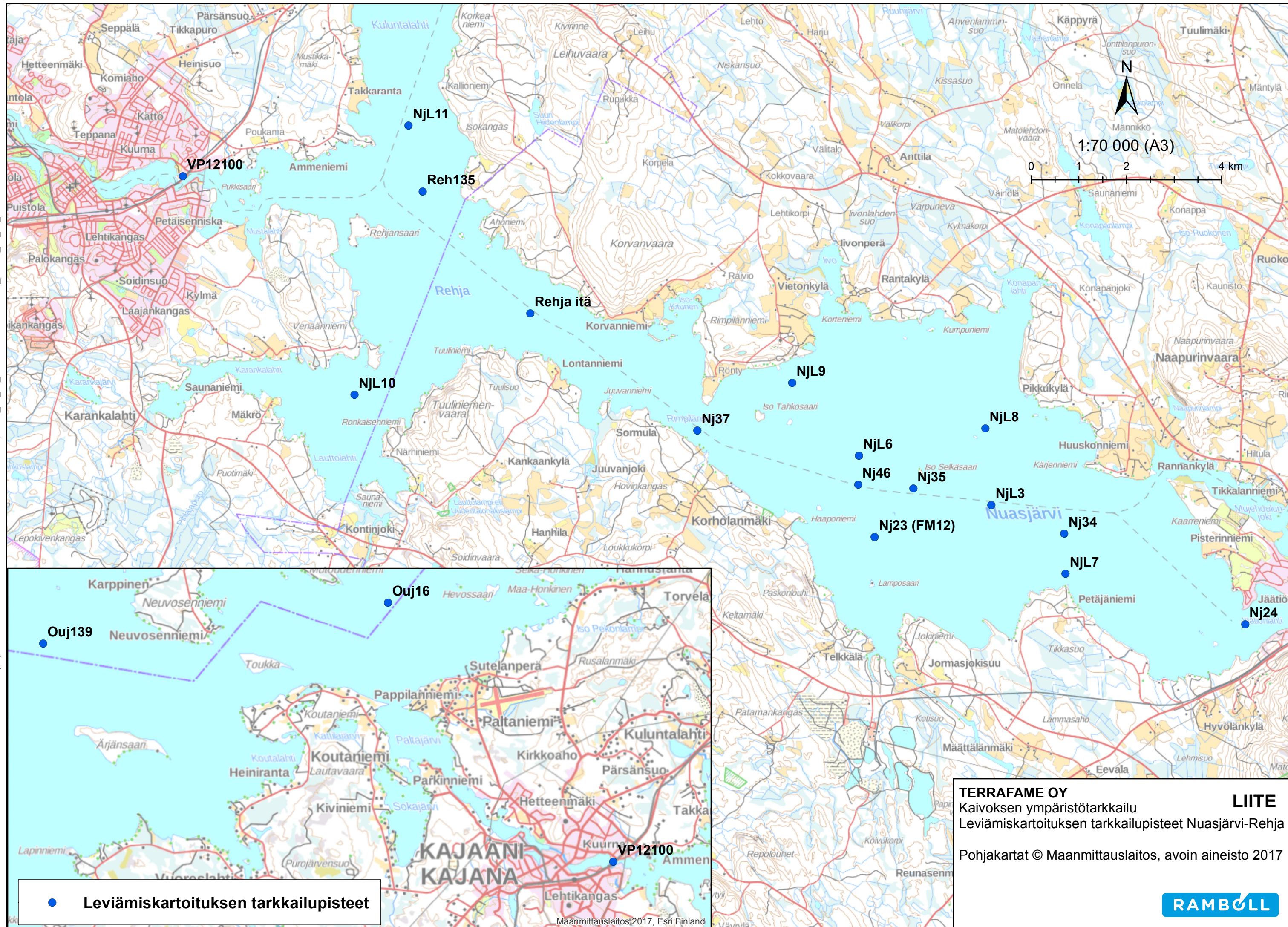
● Pintavesitarkkailupiste
— Kaivospiiri



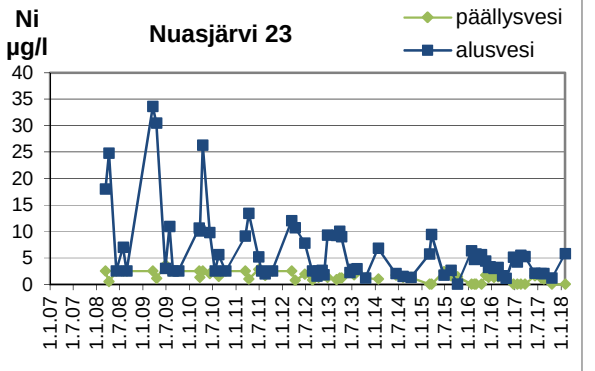
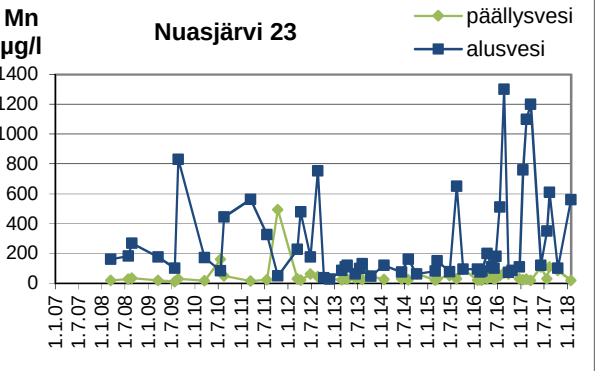
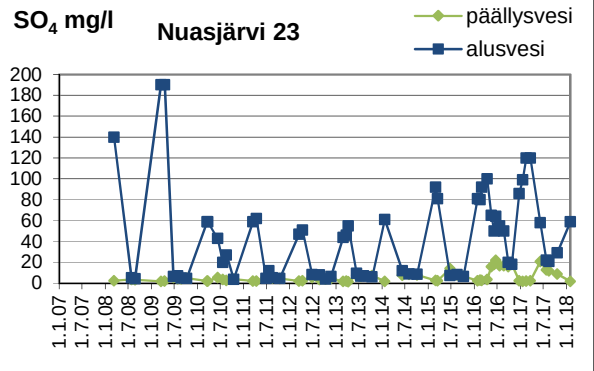
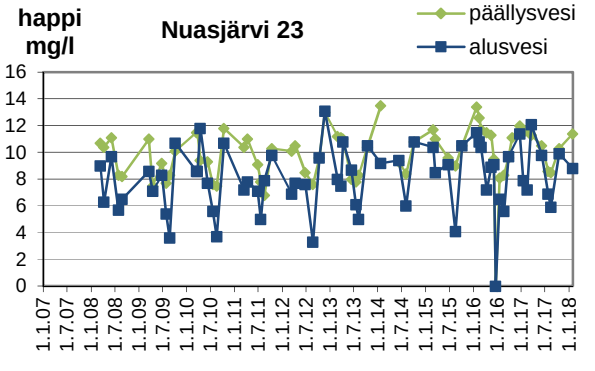
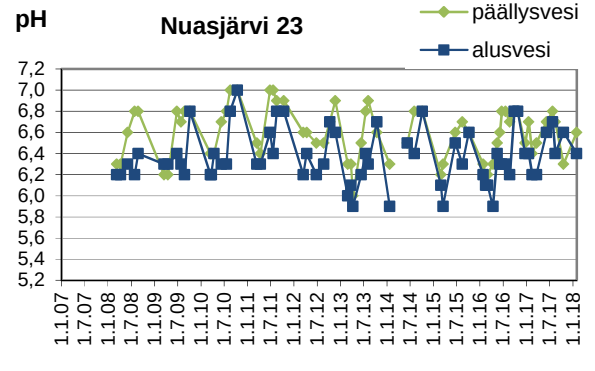
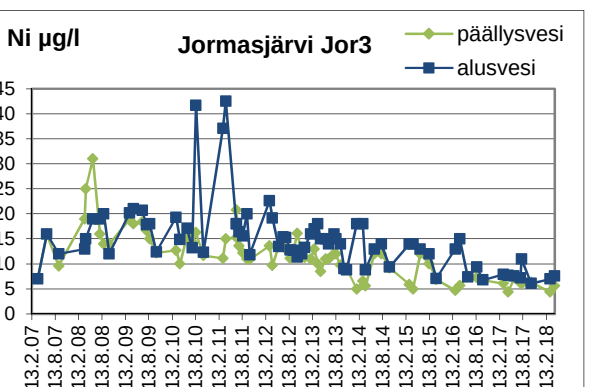
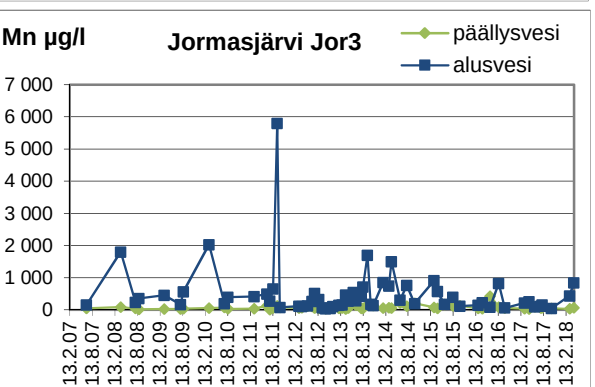
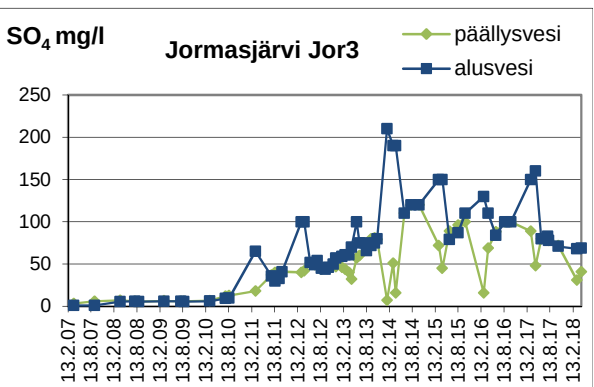
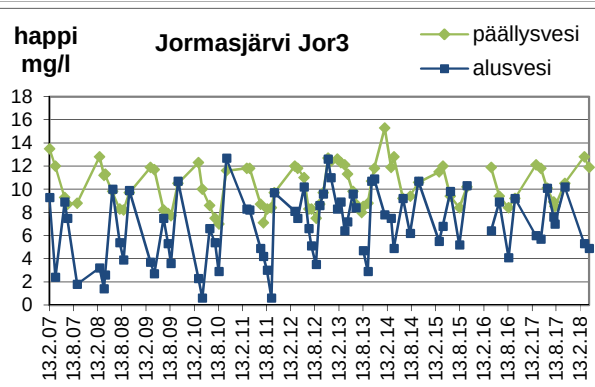
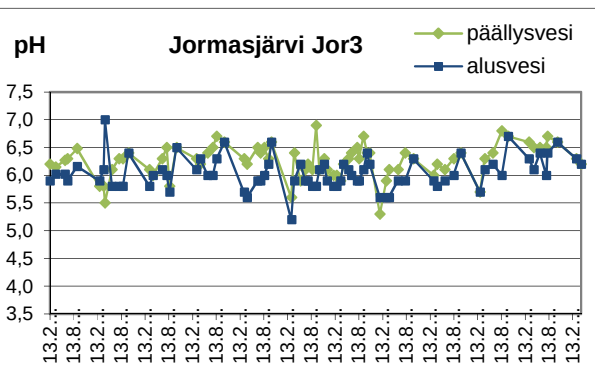
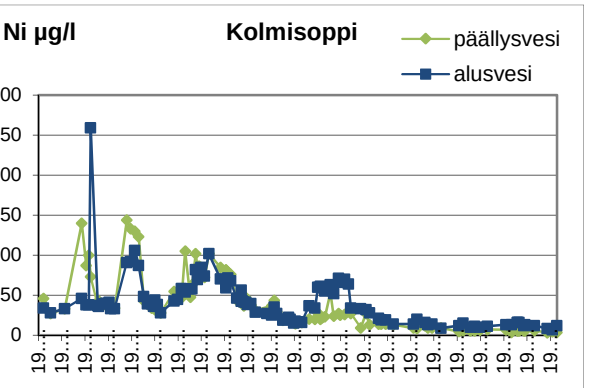
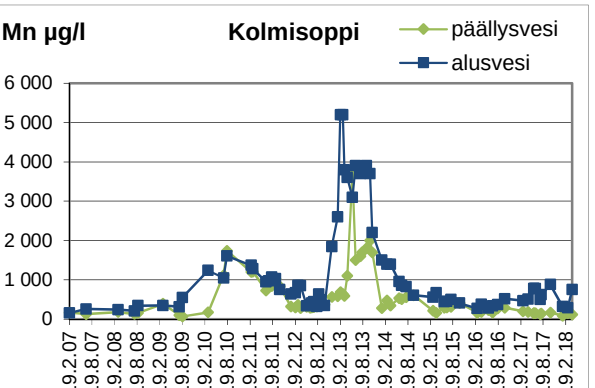
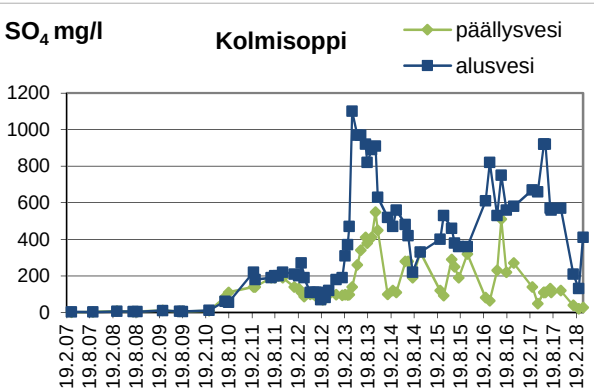
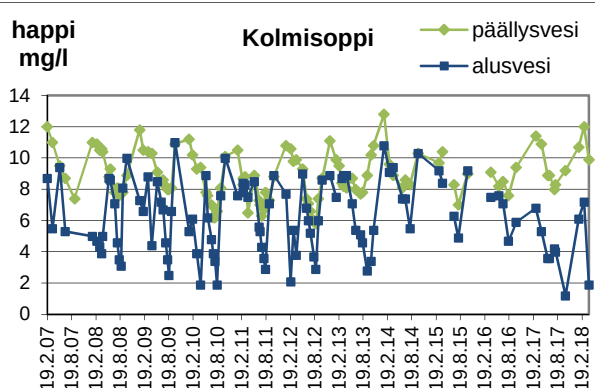
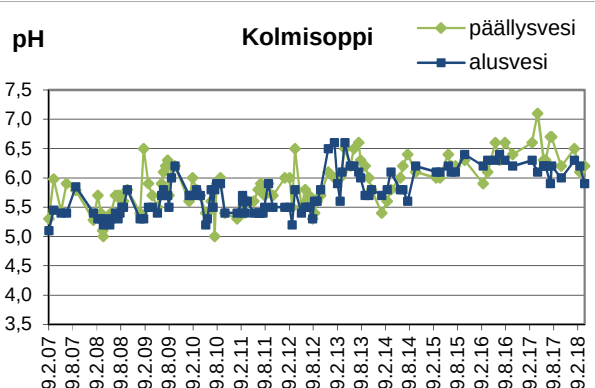
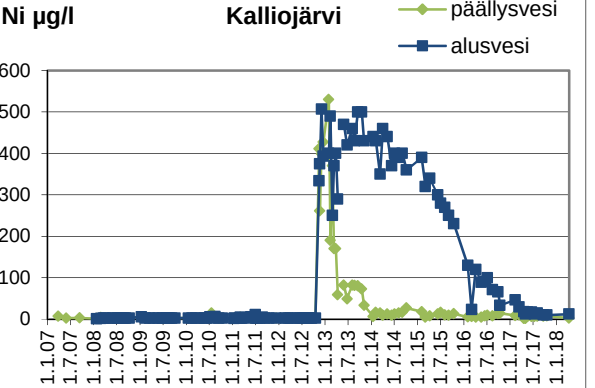
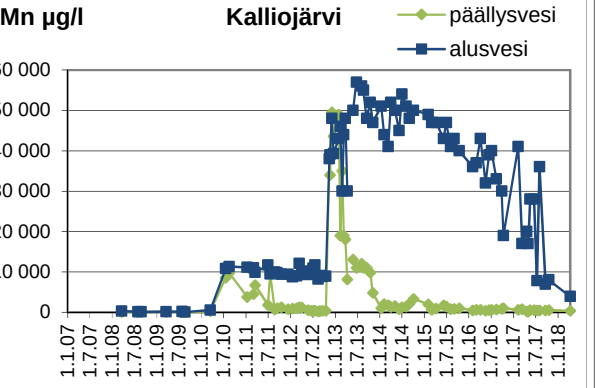
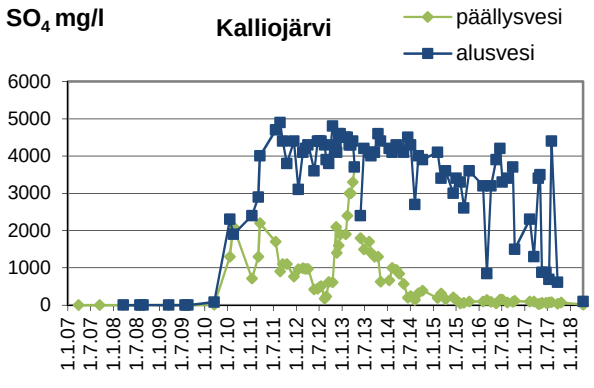
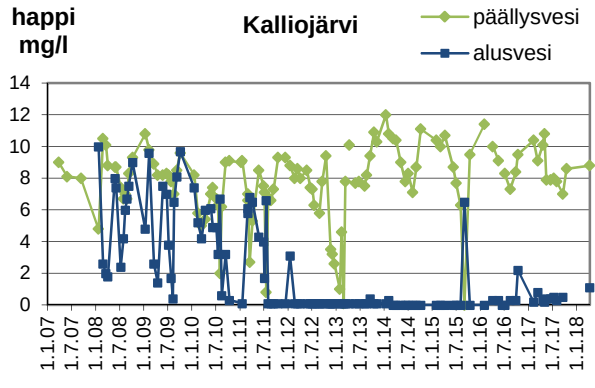
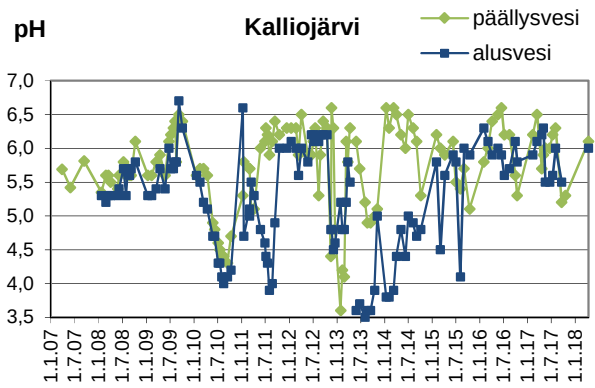
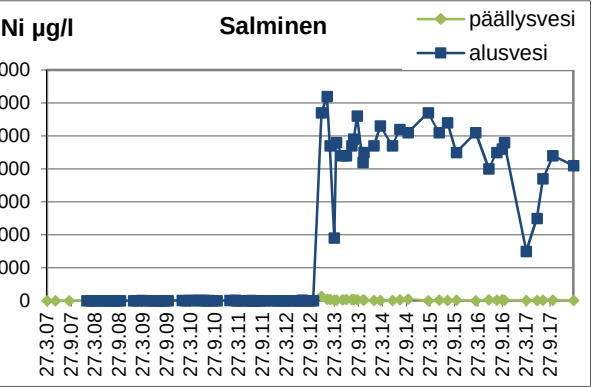
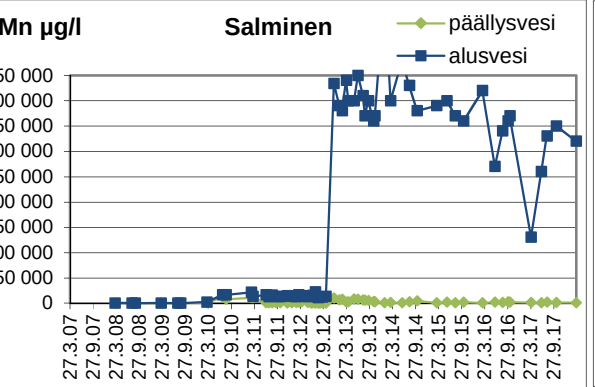
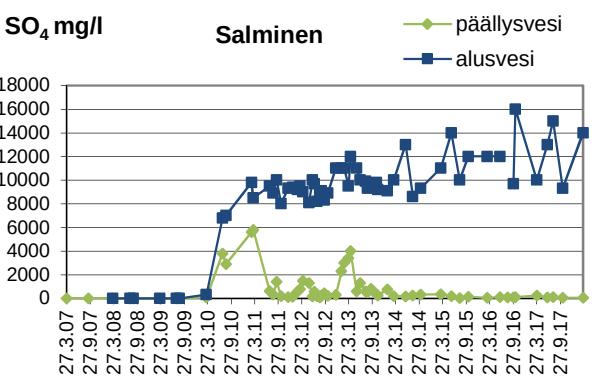
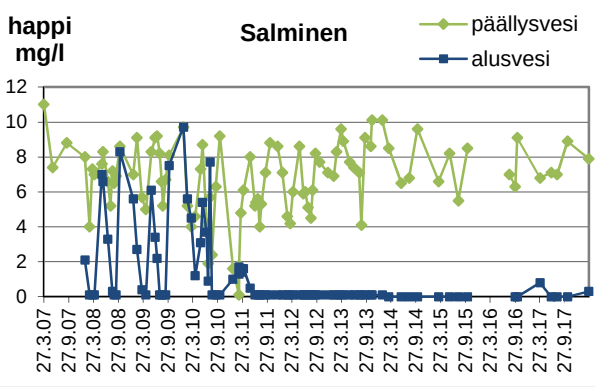
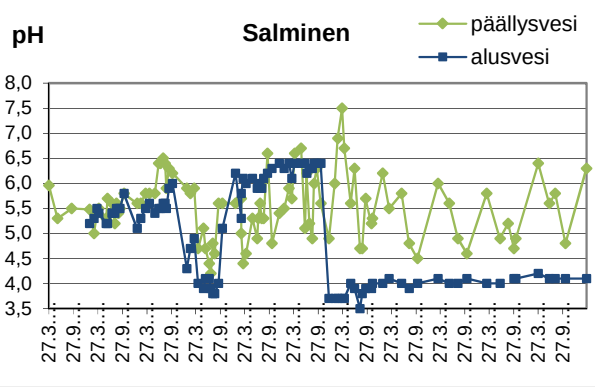




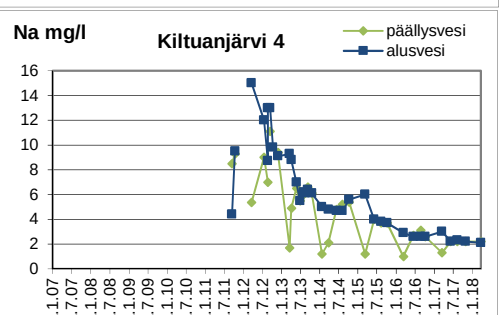
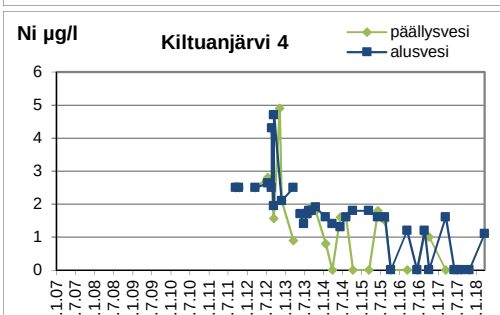
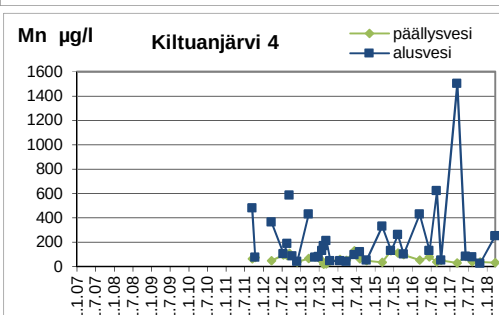
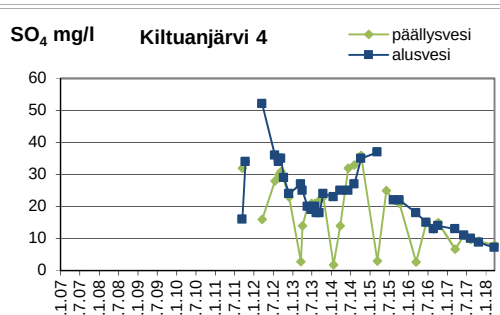
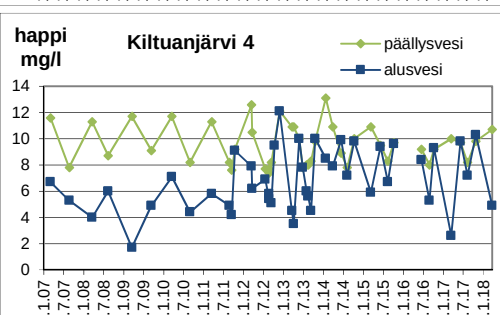
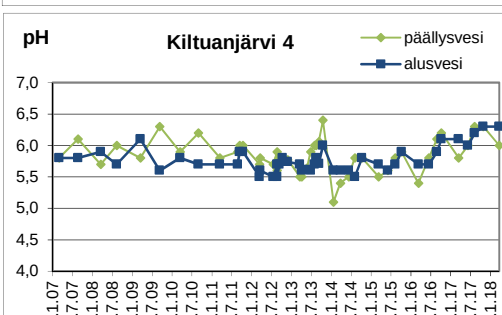
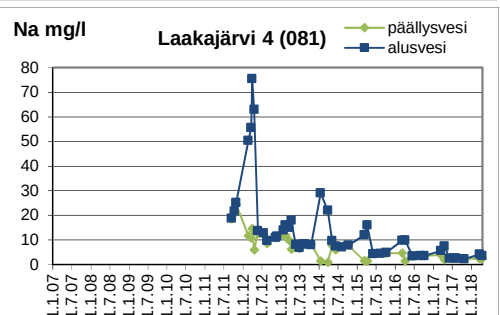
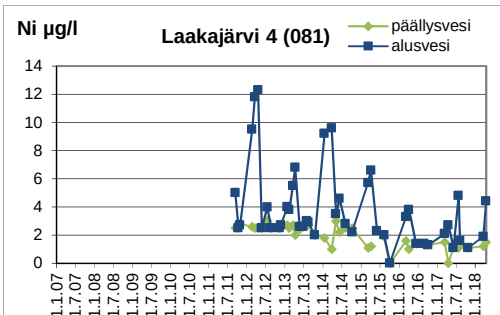
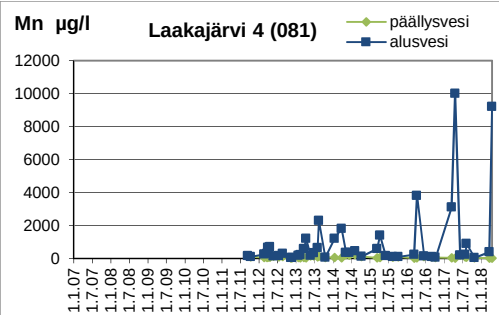
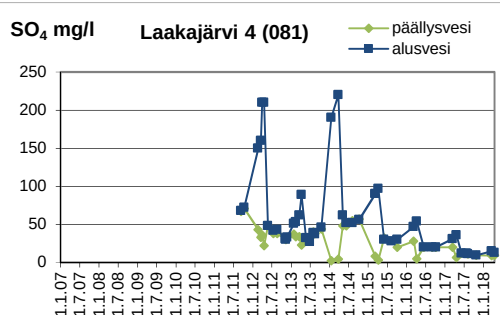
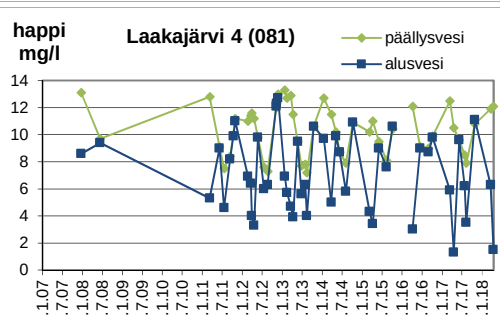
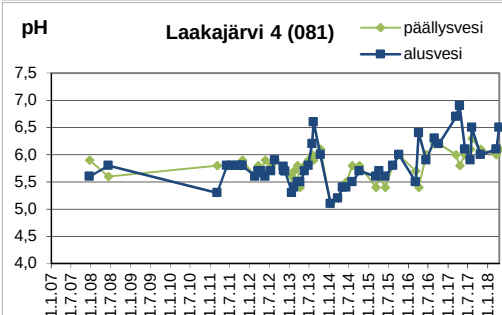
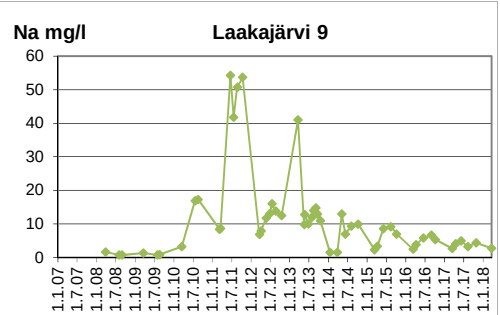
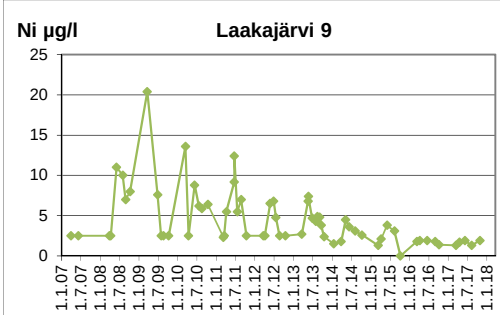
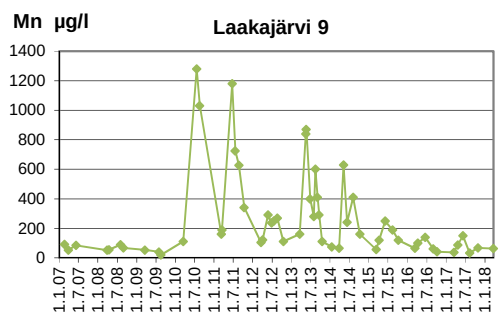
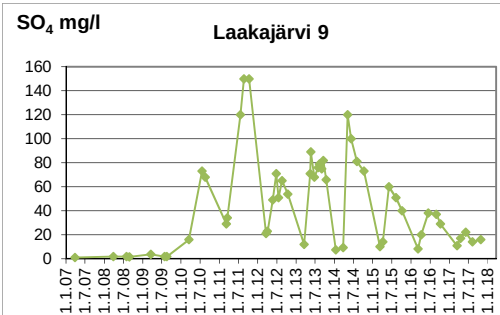
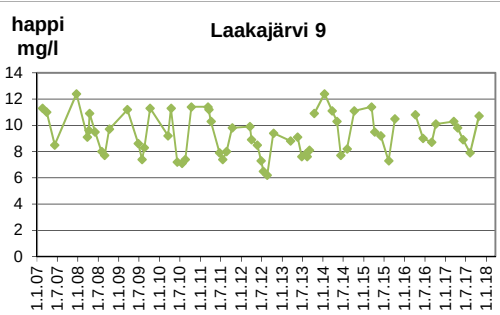
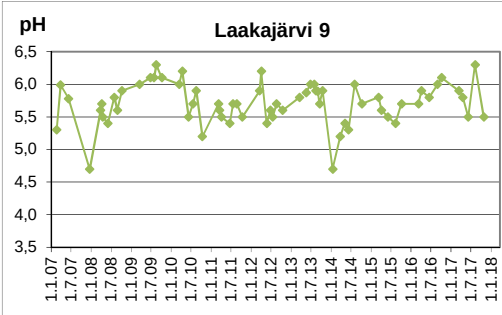
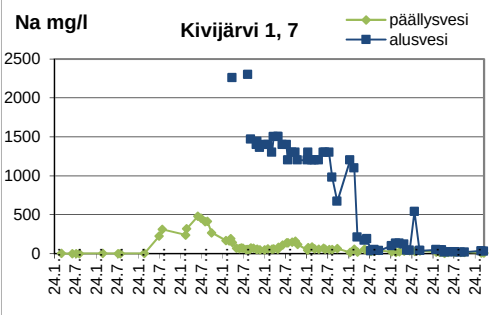
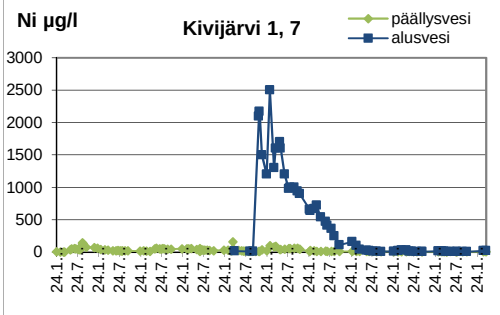
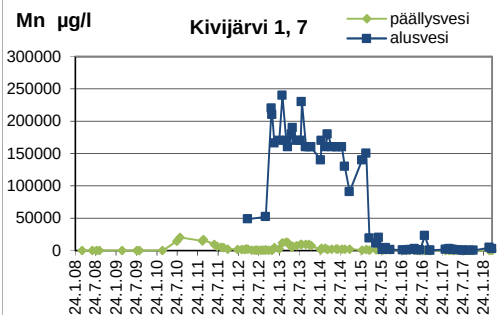
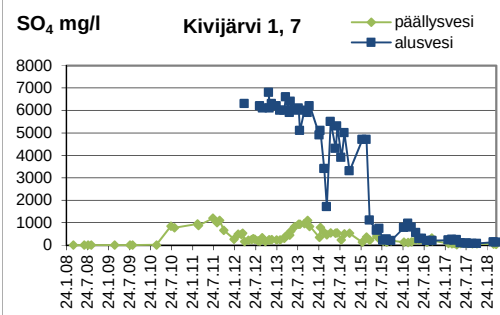
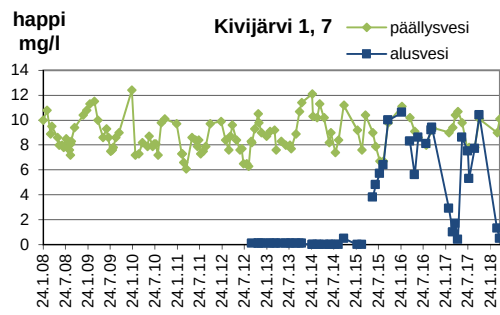
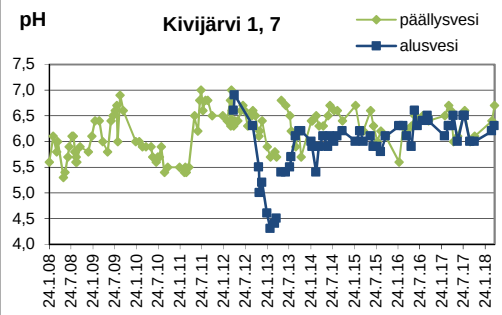
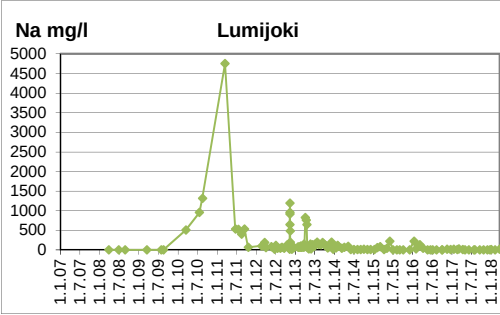
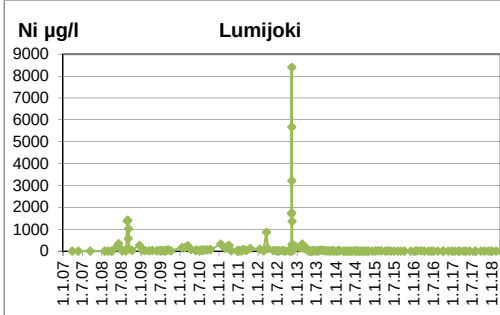
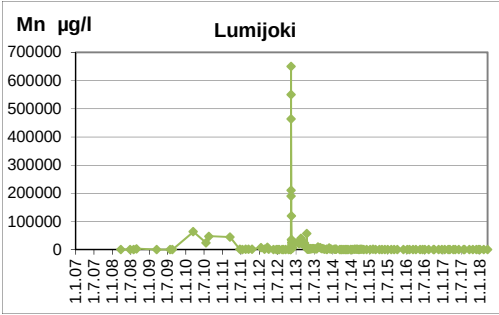
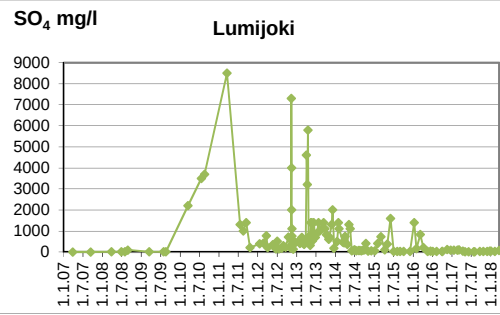
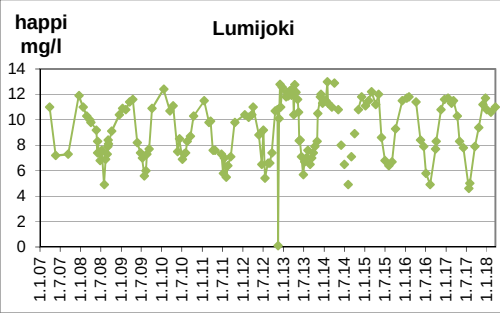
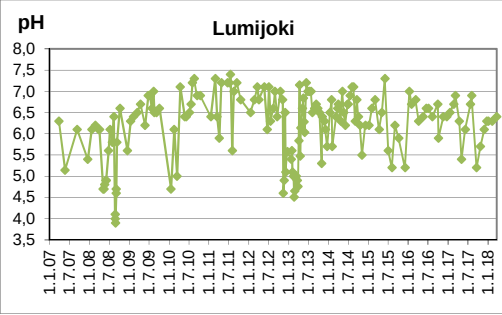




LIITE 2
OULUJOEN SUUNTA - KEHITYSKUVAAJAT



LIITE 3
VUOKSEN SUUNTA – KEHITYSKUVAAJAT



LIITE 4
TULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO

Liite 4. Tulosten yhteenvetotaulukko, Oulujoen suunta

Ottopaikka	Päivä	Näytesyvyys	Näkösyvyys	Maks. syvyys	Lämpötila	Sameus	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happipitoisuus (O2)	Hapen kyl. %	Kiintoaine (GF/C)	COD Mn	TOC	DOC	Sulfaatti (SO4)	Typpi (N), kok.	Ammoniumtyppi (NH ₄ -N)	Nitraattinitriittityppi (NO ₂ -N + NO ₃ -N)	Fosfori (P), kok.	Fosfori (P), kok.	Fosfaattifosfori (PO ₄ -P), kok.	Kovuus (Ca)	Kovuus (Ca + Mg)	Alumiini (Al)	Alumiini (Al), liuk.	Arseeni (As), liuk.	Kadmium (Cd), liuk.	Kalsium (Ca)	Kupari (Cu), liuk.	Magnesium (Mg)	Mangaani (Mn)	Natrium (Na)	Nikkeli (Ni), liuk.	Rauta (Fe)	Rauta (Fe), liuk.	Rikki (S)	Sinkki (Zn), liuk.	Uraani (U), liuk.		
		m	m	m	°C	NTU		mS/m	mmol/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mmol/l	mmol/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Härkäpuro	6.3.2018	0,1			-0,4		7,1	140	0,7	11,6	79	100	4,8	5,3		720	1700	µg/l	µg/l	7,9					18000	25		20	220		35	8500	81	1200	24000	220	300000	3100	0,35		
Jormasjoki	10.1.2018	0,15		0,3	0,1		6,6	19	0,089	12,8	88	<2,0	14	10		70	360	15	110	7,8					110	110		0,036	15		2,7	62	14	6,8	360	290	22000	13	<0,10		
Jormasjoki	14.2.2018	0,4		0,8	0,1		6,6	19	0,083	12,4	85	<2,0	16	11		70	530	14	120	5,9					120	110		0,04	15		3	41	14	7,3	320	290	22000	13	<0,10		
Jormasjoki	8.3.2018	0,1		0,4	0		6,4	19	0,094	12,8	88	<2,0	15	11	11	69	430			7,9					100	95		0,045	16		2,4	40	12	6,2	330	300	23000	13	<0,10		
Jormasjärvi pohjoinen, pinta	13.3.2018	1	1	10,5	0,4	0,21	6,4	18		12,3	85					67	400			5,3			0,34		120	110		0,05	14		2,3	39	13	6,7	300	300	23000	12	<0,10		
Jormasjärvi pohjoinen, pohja	13.3.2018	9,5			3,5	0,29	6,3	18		3,5	26			8		67	380			6,9			0,35		80	80		0,093	14		2,3	640	13	6,7	240	210	23000	21	<0,10		
Jormasjärvi pohjoinen, väli	13.3.2018	5			1,5	<0,20	6,3	18		11,1	80					68							0,36		110	110		0,033	15		2,3	37	13	6,5	280	270	23000	13	<0,10		
Jormasjärvi syv, pinta	13.3.2018	1	0,8	24,5	0,2	1,1	6,3	9,6		12,8	88			13		31	490			14			0,17		150	140		<0,030	6,8		1,7	35	7,3	4,4	1000	840	10000	8	<0,10		
Jormasjärvi syv, pohja	13.3.2018	23,5			2,8	0,51	6,3	19		5,3	39			11		68	420			8,9			0,37		120	120		0,055	15		2,3	440	13	7	420	400	24000	13	<0,10		
Jormasjärvi syv, väli	13.3.2018	12			2	0,3	6,3	18		9,4	68					66							0,31		120	120		0,053	13		2,1	44	12	5,7	490	420		12	<0,10		
Jormasjärvi, pinta	13.3.2018	1	0,7	17	0,2	1,4	6,4	17		11,6	80			15		63	490			10			0,25		260	250		0,1	10		1,9	99	7,2	13	1600	1400	13000	24	<0,10		
Jormasjärvi, pohja	13.3.2018	16,5			2,3	0,8	6,4	19		4,2	30			15		71	520			10			0,43		160	160		0,056	17		2,4	310	14	7	670	620	24000	13	<0,10		
Jormasjärvi, väli	13.3.2018	9			1,7	0,75	6,3	18		10,2	73					69							0,37		190	180		0,058	15		2,2	88	11	8,1	840	790		16	<0,10		
Kalliojokisuu	10.1.2018	0,15		0,3	0,1		6,3	6,4	0,096	12,2	84	<2,0	26	18		18	370	23	40	12					190	180		<0,030	5		1,6	93	4,5	2,6	1800	1500	5600	7,4	0,14		
Kalliojokisuu	14.2.2018	0,2		0,4	0		6,4	9,1	0,11	12	82	2	24	16		28	560	37	45	13					190	180		<0,030	6,4		2	120	6,3	3,3	1900	1600	8900	9,9	0,14		
Kalliojokisuu	7.3.2018	0,1		0,5	0,1		6,3	12	0,15	12,2	83	2,7	22	14		42	400			16					160	140		<0,030	11		2,5	170	9	3,5	2300	1900	15000	7,6	0,14		
Kalliojärvi (pinta)	14.2.2018	1	0,7	5	1,1		6,3	7,2	0,12	10,3	73	<2,0	29	20		20	570	23	38	12					250	240		<0,030	4,3		2,5	200	5,6	3,3	1500	1300	6600	7,3	0,33		
Kalliojärvi (pohja)	14.2.2018	2,5			5,1		6,1	29	0,14	0,8	6,4	33	35	27		110	1000	310	14	34					380	270		<0,030	56		42	12000	240	12	48000	44000	330000	7,7	1,2		
Kalliojärvi, pinta	6.3.2018	1	1	4,5	1,1	1,7	6,2	7,8		8,5	60	<2,0		19		21	440			16					380	350		<0,030	5,4		3,4	550	9,2	6,4	2000	1800	12000	6,4	0,4		
Kalliojärvi, pohja	6.3.2018	4			5,9	190	5,9	560		0,4	2,8	130		61		3500	7600			26					210	120		<0,030	170		110	32000	670	10	160000	150000	910000	<5,0	2,8		
Kolmisoppi lähtevä	7.3.2018	0,1		0,2	0,5		6,4	19	0,12	11,3	78	<2,0	26	17		74	470			<0,10					180	170		0,04	20		2	190	11	4,8	1000	890	23000	11	0,12		
Kolmisoppi pinta	7.3.2018	1	1,5	14	0,2	1,3	6,1	7,3		12	83	3,3		14		21	470			11					170	160		<0,030	7,8		1,6	150	5,4	4,1	1700	1400	9000	13	0,12		
Kolmisoppi pohja	7.3.2018	13			2,7	0,57	6,2	32		7,2	53	<2,0		17		130	510			10					170	170		0,07	34		3,1	290	20	6,6	850	780	43000	14	0,11		
Kolmisoppi puoliväli	7.3.2018	7			1,8	1,7	6,1	9,6		9,7	69	<2,0				32									180	170		0,061	26		2,5	210	15	6	830	750	32000	15	0,12		
Korentojoki	26.3.2018	0,1			-0,1		6,7	3,4	0,2	10,7	73	2,1	18	13		2,1	340			15					140	130		<0,030	2,9		1,2	53	1,7	1,3	2000	1600	760	<5,0	<0,10		
Kuusijoki	10.1.2018	0,4		0,8	0,1		6,5	73	0,32	9,6	66	9,7	15	12		340	560	290	77	30					230	180		0,2	67		12	1000	60	27	8300	7200	110000	97	0,19		
Kuusijoki	14.2.2018	0,5	0,5	1	0		6,3	130	0,22	8,4	58	11	15	9,7		620	910	540	76	38					280	150		0,2	110		21	1700	110	47	14000	13000	190000	120	0,25		
Kuusijoki	7.3.2018	0,1		1	-0,3		6	190	0,23	7,8	53	13	6,8	5,1		1000	1000			36					340	99		0,33	200		32	3100	180	62	20000	19000	350000	140	0,34		
Nj35, pinta	12.3.2018	1	1	28	0,1		6,4	2,3		10,8	74	<2,0	17	13	12	1,7	410			11						130			<0,030	2	<1,0	0,84	50	1,2	1	590		640	<5,0	<0,10	
Nj35, pohja	12.3.2018	27			1,6		6,4	24		4,9	35	<2,0	11	9,1	9	94	560			18						91			<1,0	0,034	17	<1,0	3,6	2400	19	3,2	750		30000	6,2	<0,10
Nj35, väli	12.3.2018	15			0,8		6,3	19		9,4	66	<2,0	13	11	11	72	470			11						110			<1,0	0,030	11	<1,0	3,1	150	10	3,2	410		18000	8,1	<0,10
Nj37, pinta	12.3.2018	1	1	22	0,1		6,5	2,3		11	76	<2,0	17	12	13	1,8	400			11						120			<1,0	0,030	2	<1,0	0,84	45	1,2	1,2	540		660	<5,0	<0,10
Nj37, pohja	12.3.2018	21			0,2		6,5	2,5		10,9	75	<2,0	17	12	12	2,7	400			11						130			<1,0	0,030	2,2	<1,0	0,87	52	1,4	1,1	580		990	<5,0	<0,10
Nj37, väli	12.3.2018	11			0,1		6,5	2,4		10,9	75	<2,0	17	12	13	2,2	410			11						130			<1,0	0,030	2,1	<1,0	0,84	65	1,3	1,1	550		800	<5,0	<0,10
Nuasjärvi 23, pinta	30.1.2018	1	0,9	25,5	0,3		6,6	2,3		11,4	79	<2,0	15	12	12	1,7	390			10	8,9			0,049		130			<1,0	0,030	2	<1,0	0,79	20	1,1	<1,0	570		620	<5,0	<0,10
Nuasjärvi 23, pinta	15.3.2018	1	1	24	0,1		6,8	2,7		12,3	84	<2,0	17	11	11	2	400			10						130			<1,0	0,030	2,1	<1,0	0,79	25	1,2	<1,0	620		640	<5,0	<0,10
Nuasjärvi 23, pohja	30.1.2018	24,5			1,6		6,4	16		8,8	63	<2,0	12	11	9,4	59	440			14	12			0,28		110			<1,0	0,048	11	<1,0	2,9	560	10	5,8	510		18000	12	<0,10
Nuasjärvi 23, pohja	15.3.2018	23			1,8		6,4	17		5,8	42	<2,0	14	9,5	8,7	58	440			14					100			<1,0	0,057	12	<1,0	3,3	1100	11	6,8	580		19000	14	<0,10	
Nuasjärvi 23, väli	30.1.2018	13			0,9		6,5	15		11,2	78	<2,0	14	11	11	55	400			8,9	7,6			0,28		120			<1,0	0,030	11	<1,0	2,8	62	10	5,3	380		17000	8,9	<0,10
Nuasjärvi 23, väli	15.3.2018	12			0,3		6,4	17		10,3	71	<2,0	14	10	10	58	410			6,9</																					

Liite 4. Tulosten yhteenvetotaulukko, Vuoksen suunta

Ottopaikka	Päivä	Näytesyvyys	Näkösyvyys	Maks. syvyys	Lämpötila	Sameus	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happipitoisuus (O2)	Hapen kylil. %	Kiinto- aine (GF/C)	COD Mn	TOC	DOC	Sulfaatti (SO4)	Typpi (N), kok.	Ammonium typpi (NH ₄ -N)	Nitraatti-nitriittityppi (NO ₃ N + NO ₂ N)	Fosfori (P), kok.	Fosfaatti-fosfori (PO ₄ -P), kok.	Kovuus (Ca)	Alumiini (Al)	Alumiini (Al), liuk.	Arseeni (As), liuk.	Elohopea (Hg), liuk.	Kadmium (Cd), liuk.	Kalsium (Ca)	Kupari (Cu), liuk.	Magnesium (Mg)	Mangaani (Mn)	Natrium (Na)	Nikkeli (Ni), liuk.	Rauta (Fe)	Rauta (Fe), liuk.	Rikki (S)	Sinkki (Zn), liuk.	Uraani (U), liuk.			
		m	m	m	°C	NTU		mS/m	mmol/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mmol/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Atrojoki Koivukoski	14.3.2018	0,1		0,2	0,1			3								5,7																39	1,8								
Haapajärvi, pinta	22.3.2018	1	1	10	0,3			3								6,8																23	1,7	<1,0							
Haapajärvi, pohja	22.3.2018	9			4,4			5,9								5,4																2300	1,9	1,9							
Haapajärvi, väli	22.3.2018	5			2			3,4								7,4																100	1,8	<1,0							
Hakonen, väli	26.3.2018	8			3,5	0,73	6,1	6,7		4,8	36					14								97	82				0,098	5,8		1,4	300	1,5	8,9	910	660		28	<0,10	
Iso-Savonjärvi, pinta	22.3.2018	1	1	13,5	1,1	0,85	5,3	2,7		11,1	78			12		8	310			10				330	320			0,19	1,9		0,77	88	0,84	16	940	890	2200	37	<0,10		
Iso-Savonjärvi, pohja	22.3.2018	12,5			3	3	5,3	3,8		4,2	31			13		12	430			19				480	470			0,22	2,4		0,75	290	0,76	30	1300	1300	3600	66	<0,10		
Iso-Savonjärvi, väli	22.3.2018	2			3	1,1	5,2	3								9,1							370	330			0,14	2,1		0,76	240	0,98	19	920	710		45	<0,10			
Kiltuanjärvi, pinta	21.3.2018	1	1	37	0,5	0,33	6	3,3		10,7	74			15		8	410			17				190	170			<0,030	2,6		0,82	33	2,2	1,1	920	580	2600	<5,0	<0,10		
Kiltuanjärvi, pohja	21.3.2018	36			2,8	0,83	6,3	3,4		4,9	36			14		7,2	470			45				190	180			<0,030	2,6		0,8	250	2,1	1,1	1100	800	2400	<5,0	<0,10		
Kiltuanjärvi, väli	21.3.2018	18			2	0,27	6,1	3,2		9,9	72					7,8							160	160			<0,030	2,4		0,75	15	2	<1,0	530	410		<5,0	<0,10			
Kivijoki 4	3.1.2018	0,2		0,4	0,5		5,8	8	0,053	8,9	62	<2,0	31	21		25	480	23	69	13	3			210	200			<0,030	4,2		1,6	120	5,9	2,9	1100	1000	6600	6,9	0,14		
Kivijoki 4	8.2.2018	0,2		0,4	0,1		5,9	5,9	0,068	8,9	61	<2,0	29	20		16	500	22	84	12			0,11	200	190			<0,030	4,3		1,2	100	3,4	2,9	1100	1000	4800	6,1	0,14		
Kivijoki 4	20.3.2018	0,1	0,4	0,4	0,4		6	7,9		8,1	56	<2,0	31	20		19	530			15				200	200			<0,030	4,8		1,5	160	5,1	3,5	1100	1100	6700	5,6	0,14		
Kivijärvi 10, pinta	20.3.2018	1	1	10	0,4	2	6,3	11		10,1	70	<2,0		19		28	570			15				190	190			<0,030	9,1		2,2	140	6,3	4,8	1300	1200	12000	7,5	0,16		
Kivijärvi 10, pohja	20.3.2018	9			6	55	6,3	850		0,5	4,1	180		41		4900	6100			520				350	340			0,058	140		150	42000	1700	1,1	71000	71000	1700000	<5,0	2,1		
Kivijärvi 10, väli	20.3.2018	5			5,6	65	6,3	820		0,4	3,4	220				4700								300	250			<0,030	140		150	43000	1600	1,9	80000	77000		<5,0	2,1		
Kivijärvi 2, pinta	20.3.2018	1	1	8	1,1	0,7	5,9	13		8,8	62	<2,0		19		47	480			11				170	170			<0,030	5,4		2,5	260	13	2,5	1100	1000	16000	5,5	0,14		
Kivijärvi 2, pohja	20.3.2018	7			4,8	25	6,3	330		0,3	2,6	54		31		1700	3000			190				270	260			<0,030	99		93	24000	520	2,8	39000	40000	650000	<5,0	1,2		
Kivijärvi 2, väli	20.3.2018	4			3,4	0,57	5,8	20		7,3	55	<2,0				74								190	190			<0,030	8		3,7	360	20	3,6	1100	1100		6,5	0,16		
Kivijärvi 7, pinta	8.2.2018	1	0,6	5,1	1	1,9	6,4	8,9	0,13	10,7	75	<2,0	28	18		26	570	23	160	14			0,21	210	200			<0,030	8,4		1,9	160	4,3	5,3	1300	1100	8700	8,8	0,21		
Kivijärvi 7, pinta	20.3.2018	1	1	5	1	2,3	6,4	13		9	63	<2,0		18		44	550			14				190	190			<0,030	8,6		2,6	170	9,4	4,9	1200	1100	15000	6,7	0,18		
Kivijärvi 7, pohja	8.2.2018	4			3,7	1,8	6	25	0,11	2,5	19	4	26	19		96	620	20	180	17			0,31	200	180			<0,030	12		4,2	1100	22	11	1500	1300	29000	11	0,3		
Kivijärvi 7, pohja	20.3.2018	4			4,5	6,4	6,2	36		1,3	10	3,2		17		130	710			22				180	160			0,045	13		6,7	4700	34	22	3600	3300	48000	9,1	0,59		
Laakajärvi 081, pinta	21.3.2018	1	1	23	0,3	0,28	6	3,6		11,9	82			15		8,9	420			18				180	180			<0,030	2,6		0,85	19	2,4	1,2	710	1100	3000	<5,0	<0,10		
Laakajärvi 081, pohja	21.3.2018	22				0,51	6,1	5,3		6,3				17		15	480			22				200	190			<0,030	3,6		1,2	390	4,2	1,9	1100	800	4600	<5,0	<0,10		
Laakajärvi 081, väli	21.3.2018	11				0,49	6	4,9		7,1						13							200	190			<0,030	3,3		1,1	160	3,9	1,7	960	690		<5,0	<0,10			
Laakajärvi 12, pinta	21.3.2018	1	1	5	0,3	0,45	6	1,8		11,9	82			17		1,6	400			15				180	180			<0,030	1,3		0,62	29	1,1	<1,0	950	940	510	9,5	<0,10		
Laakajärvi 12, pohja	21.3.2018	4			2,2	0,38	5,9	2,8		9,7	70			16		5,7	430			19				180	180			<0,030	2		0,71	29	1,7	<1,0	760	670	1900	<5,0	<0,10		
Laakajärvi 13, pinta	21.3.2018	1	1	8,5	0,5	0,46	5,9	3,3		10,5	73			17		7,4	440			19				200	200			<0,030	2,4		0,82	26	2,2	1,3	910	760	2500	<5,0	<0,10		
Laakajärvi 13, pohja	21.3.2018	8			4,5	1,1	6,4	13		1,9	14			20		42	510			31				200	200			<0,030	6,2		2,4	1500	11	4,1	1300	1200	14000	6	0,13		
Laakajärvi 13, väli	21.3.2018	4			3,5	0,74	6	9		7,4	56					30							210	210			<0,030	4,4		1,6	190	6,3	2,8	1100	1000		5,2	0,1			
Laakajärvi 9	21.3.2018	1	1	2,5	0,2	1,5	6,4	4,1		9,9	68			18		9	520			22				210	210			<0,030	3,2		1,2	64	2,8	2,1	1600	1600	2900	6,7	<0,10		
Lumijoki 1, silta	3.1.2018	0,15		0,3	0,3		6,3	11	0,12	10,8	74	<2,0	27	18		36	290	27	190	14	4,9			220	200			<0,030	8,8		2,5	190	6,3	6,2	1300	1200	11000	11	0,19		
Lumijoki 1, silta	8.2.2018	0,1		0,2	0,1		6,3	9,8	0,15	10,6	73	2,5	26	18		30	590	29	170	16			0,22	220	210			<0,030	8,8		2	200	4,2	5,5	1500	1300	8900	22	0,22		
Lumijoki 1, silta	20.3.2018	0,1					6,4	22		11		2,1	20	14		73	560			16				180	170			<0,030	14		4	280	15	5,9	1500	1200	25000	10	0,18		
Lumijärvi	26.3.2018	0,5		1,3	0	3,3	6,2	3,1		8,6	59			22	15	2,2	460			17				140	140			<0,030	2,2		1,2	68	1,6	<1,0	1300	1200	760	<5,0	0,11		
Nurmijoki Itäkoski 09	14.3.2018	0,2			0,5			3,1								6,4																31	2								
Nurmijoki, Koirakoski	22.3.2018	0,5			0,1			3,1								6,9													<0,030				27	1,7	<1,0						
Pikku Hakonen, pinta	26.3.2018	1		14	1,1	0,29	6,4	5,8		9	64			8,7		13	350			7,9				67	67			0,066	4,8		1,1	56	1,3	7,2	410	400	4300	18	<0,10		
Pikku Hakonen, pohja	26.3.2018	13			4	26	6,4	8,4		1	7,3			11		15	780			37				120	81			0,089	7		1,6	1600	1,6	14	5100	2700	5300	25	<0,10		
Raatelampi, pinta	26.3.2018	1		6	1	0,7	6,4	4,5		7,1	50			12		3,3	380			12				160	160			<0,030	3,6		1,1	120	1,5	2,6	650	670	1300	6,9	<0,10		
Raatelampi, pohja																																									