

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Neljännesvuosiraportti (1/4) 2019

Päivämäärä
27.8.2019

Viite
1510046315-015

TERRAFAME OY **KAIVOKSEN PINTAVE-** **SIEN TARKKAILU** **VUONNA 2019 – Q1**

Laatija	Hanna Kangas, Niklas Virkkala
Tarkastaja	Sanna Sopanen
Kuvaus	Ympäristötarkkailun neljännesvuosiraportti

Viite	1510046315-015
-------	----------------

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	9
4.3	Korentojoki	9
4.4	Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki	10
4.5	Talvijoki	11
4.6	Jormasjärvi	11
4.7	Jormasjoki	13
4.8	Rehja-Nuasjärvi	13
4.8.1	Vesinäytteiden tulokset	14
4.8.2	Kenttämittaukset	15
4.8.3	Jatkuvatoimiset mittaukset	17
4.8.4	Leviämiskartoitus	21
4.9	Kajaaninjoki	25
4.10	Oulujärvi	26
4.11	Pirttipuro ja Kivipuro	26
5.	VIUKSEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET	27
5.1	Ylä-Lumijärvi ja Lumijärvi	27
5.2	Lumijoki	27
5.3	Kivijärvi	27
5.4	Kivijoki	29
5.5	Laakajärvi	29
5.6	Kiltuanjärvi	30
5.7	Haapajärvi, Nurmijoki, Sälevä, Atrojoki ja Syväri	31
6.	KAIVOSPIIRIN ULKOPUOLISET JÄRVET	31
7.	YHTEENVETO	32

LIITTEET

Liite 1

Tarkkailualue ja näytteenottopaikat

Liite 2

Oulujoen suunta - kehityskuvaajat

Liite 3

Vuoksen suunta - kehityskuvaajat

Liite 4

Tulosten yhteenvetotaulukko

1. JOHDANTO

Vuoden 2019 tammi-maaliskuussa (Q1) pintavesien tarkkailua tehtiin 6.2.2017 päivitetyn, Kainuun ELY-keskuksen ja Pohjois-Savon ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailuohjelman (Pöyry, 28.11.2016), mukaisesti. Terrafamen kaivoksen pintavesien tarkkailu perustuu osin pitkään käytössä olleiden seuranta paikojen ja osin myöhemmin tarkkailuun lisättyjen seuranta paikkojen veden laadun seurantaan.

Nuasjärven purkuputken tarkkailu lisättiin tarkkailuohjelmaan vuonna 2015. Purkuputken myötä vesistö-tarkkailua lisättiin Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Vuoden 2019 tarkkailuraporteissa esitetään myös Nuasjärven purkuputkeen liittyvän lisätarkkailun tulokset. Kivi-puron ja Pirttipuron vedenlaadun tarkkailua lisättiin vuonna 2018, millä vastataan Terrafame Oy:n Kuusilammen avolouhoksen itäpuolelle rakennettavan sivukiven varastoalueen sekä siihen liittyvien toimintojen tarkkailuvelvoitteisiin.

Terrafamen kaivoksen vesistötarkkailua painotetaan alueille, joihin vesistövaikutukset kohdistuvat ja ovat kohdistuneet, eli Oulujoen ja Vuoksen vesistöjen suuntaan. Nykyisin kaivoksen purkuvesien juoksutus painottuu Oulujoen vesistöön, eikä Vuoksen vesistöön ole johdettu kaivosvesiä vuoden 2016 kevään jälkeen. Tarkkailun tavoitteena on selvittää kaivosalueelta johdettavien vesien vaikutusalueen laajuutta sekä vesien johtamisesta aiheutuvia vesistövaikutuksia.

Vuoden 2019 ensimmäisessä neljännesvuosiraportissa (Q1) tarkastellaan tammikuun ja maaliskuun välisenä aikana otettujen vesinäytteiden ja tehtyjen mittausten tuloksia. Vesien johtamisen vaikutuksia tarkkaillaan Oulujoen vesistössä välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistössä välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri. Vesistöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 kartoissa.

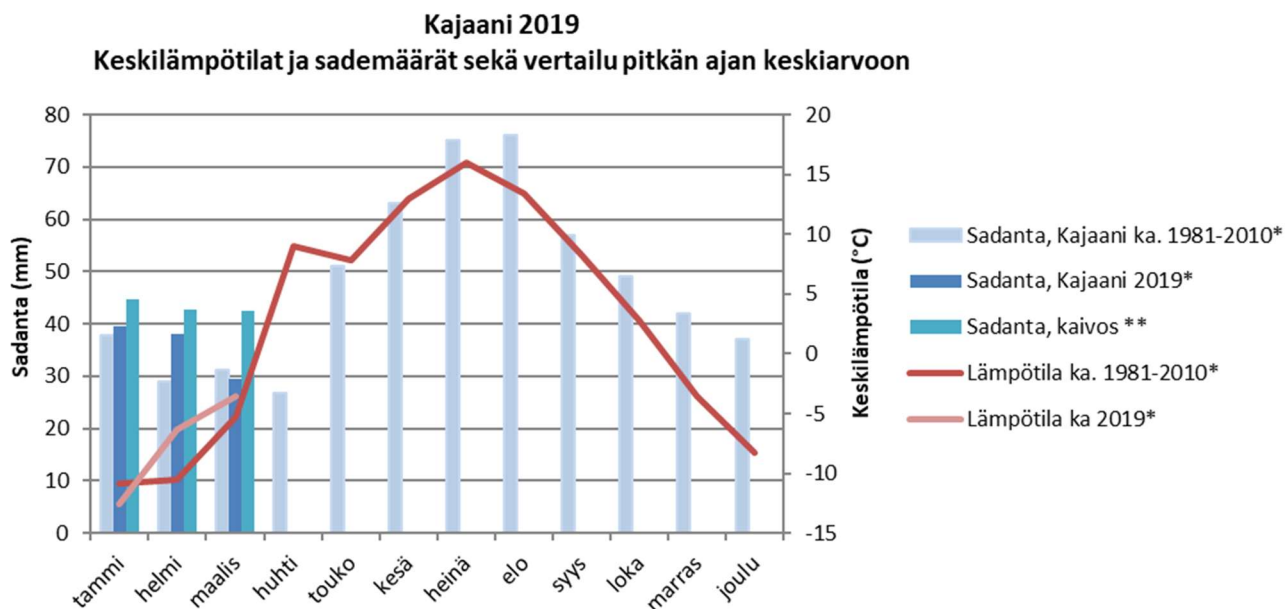
2. HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN

Käsiteltyjen vesien johtaminen kaivokselta vesistöön aloitettiin vuonna 2019 maaliskuun viimeisellä viikolla. Kaikki vedet vuoden 2019 ensimmäisellä kvartaalilla johdettiin Latosuon altaan kautta pohjoiselle purkureitille (Taulukko 2-1). Vesistöön johdettujen vesien kokonaismäärä (11 200 m³) oli huomattavasti pienempi kuin vuotta aiemmin (245 402 m³) tammi-maaliskuussa, jolloin vesiä johdettiin kaivokselta purkuputkeen ja Latosuolle.

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

	Pohjoinen					Etelä	
	Purkuputki	Latosuo	Kärsälampi	Kuusilampi	SEM2	Kortelampi 1	Kortelampi 2
Tammikuu							
Helmikuu							
Maaliskuu		11 200					

Vuoden 2019 tammi- ja maaliskuu olivat Kajaanissa lämpötilan ja sademäärän suhteen melko tavanomaisia (Kuva 2-1). Helmikuu sen sijaan oli tavanomaista lämpimämpi ja sateisempi. Kaivoksella mitattu sademäärä oli kaikkina kuukausina, etenkin maaliskuussa suurempi kuin Ilmatieteen laitoksen Kajaanin mittauspisteeltä mitattu sademäärä.

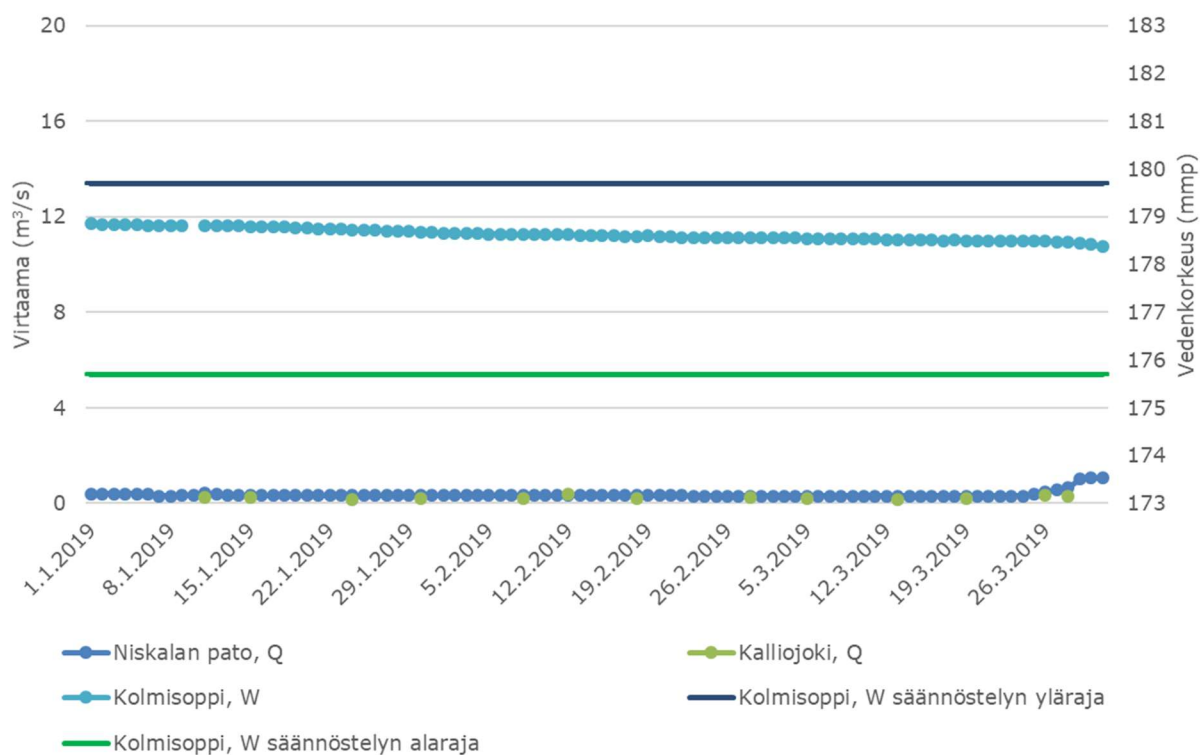


* Kajaani (Ilmatieteenlaitos, <http://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>)

** Kaivosalue: Terrafame Oy:n toimiston sadantamittari

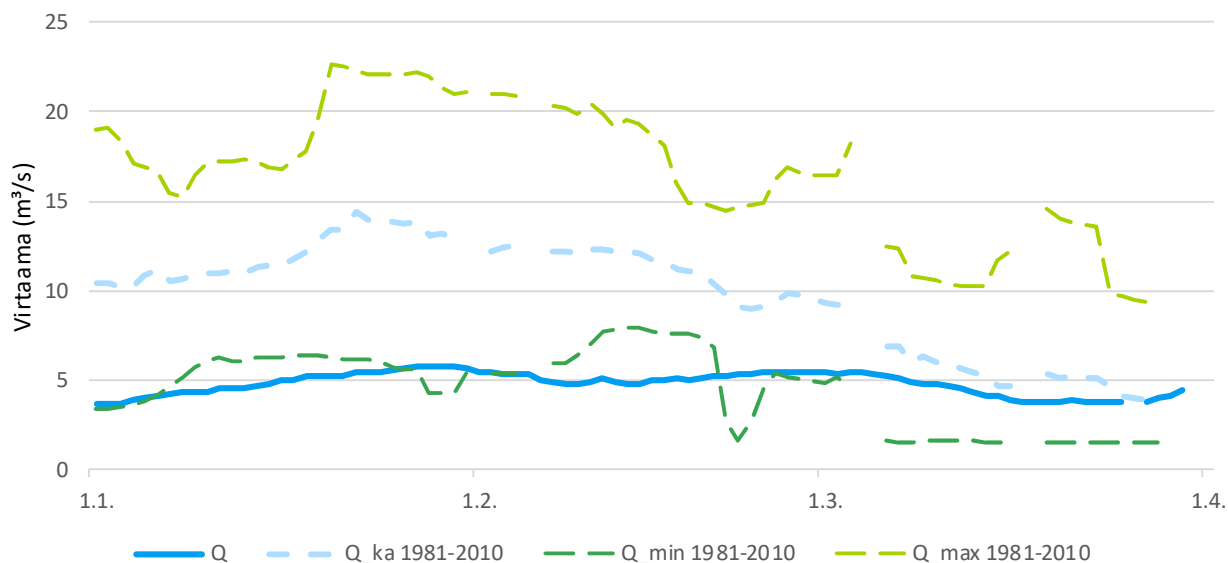
Kuva 2-1. Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2019 sekä vertailu pitkän ajan (1981–2010) keskiarvoihin

Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamia sekä Kolmisopen vedenkorkeutta tarkkaillaan kaivoksen toimesta. Kalliojoen mittauspiste sijaitsee Korentojoen yhtymäkohdan jälkeen 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 (Kuva 2-2). Niskalan padolla virtaama kasvoi hieman maaliskuun lopussa. Kolmisopen vedenkorkeus laski hiljalleen tarkkailujaksolla tammikuusta maaliskuuhun. Vedenkorkeus pysyi vesitalousluvan mukaisten säännöstelyrajojen sisällä.



Kuva 2-2. Niskalan padon ja Kalliojoen virtaama, Kolmisopen havaittu pinnankorkeus sekä vesitalousluvan mukaisen pinnankorkeuden säännöstelyn ylä- ja alaraja

Vuoksen puolella purkuvesistössä ei ole Terrafamen omaa virtaamamittausta. Kuvassa (Kuva 2-3) on esitetty Kiltuanjärven Jyrkän tarkkailupisteen virtaama ajanjaksolla 1.1.–31.3.2019 Ympäristöhallinnon mittausaineiston perusteella (Ympäristöhallinnon avoin tieto 2019, 10.5.2019). Havaintopiste sijaitsee Kiltuanjärven ja Haapajärven välisessä salmessa. Virtaama oli pieni (keskiarvo 4,8 m³/s, vaihteluväli 3,7–5,8 m³/s) lähes koko tarkkailujakson tammi-maaliskuun ajan. Ainoastaan maaliskuun muutamana viimeisenä mittauspäivänä virtaama kasvoi hieman pitkän ajan (1981-2010) keskiarvoa suuremmaksi. Tammi-helmikuussa virtaama oli suurelta osin jopa pitkän ajan minimiä pienempi. Kaivosalueelle ei johdeta vesiä Vuoksen vesistöstä.



Kuva 2-3. Kiltuanjärven (04.643) Jyrkän tarkkailupisteen virtaamat tammi-maaliskuussa 2019 (Ympäristöhallinnon avoin tieto 2019)

3. NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIT

Näytteet otettiin ja analyysit tehtiin voimassa olevien tarkkailuohjelmien pohjalta. 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, joissa käytetyt menetelmät ovat valvovan viranomaisen hyväksymiä ja/tai akkreditoituja.

Tammi-maaliskuun vesinäytteiden, 1 metrin välein toteutettujen kenttämittausten ja jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan havaintopaikat sekä toteutunut näytteenotto on koottu Oulujoen vesistön osalta taulukkoon 3-1 ja Vuoksen vesistön osalta taulukkoon 3-2 seuraaville sivuille. Havaintopaikkojen sijainnit on esitetty kartalla liitteessä 1.

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

Paikka	Tunnus	Q1		
		tammi	helmi	maalis
Oulujoen suunta				
Salminen	Sal			1
Salmisempuro	Salpu1			1
Kalliojärvi	Kal1		1	1
Korentojoki	Kor			1
Härkäpuro	Härp1			2*
Kuusijoki	Kuujo	1	1	1
Kalliojokisuu	Kal su	1	1	1
Aittopuro	Ait			1
Kolmisoppi	Kol1			1
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	NjL1			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL2			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL3			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL4			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL6			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL7			L
Nuasjärvi leviämiskartoitus	NjL8			L
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*
Oulujärvi	Ouj16			1 L
Oulujärvi	Ouj139			1 L
KL2-sivukivialueen tarkkailu				
Kivipuro				1
Pirttipuro				1
Nuasjärven purkuputken vaikutusten lisätarkkailu				
Nj23-1		1		1
Nj34-1		1		1
Nj35-1		1		1

vesinäytteiden lukumäärä 1

leviämiskartoitus L

poikkeama tarkkailuohjelmast*

jatkuvatoiminen vedenlaadun seuranta

kenttämittaukset 1 m syvyysvälein

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
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
Syväri 21				1
Kaivospiirin ulkopuoliset järvet				
Iso-Savonjärvi	IsoS			1
Hakonen	Hako1			1
Raatelampi	Raa			1

vesinäytteiden lukumäärä 1

kenttämittaukset 1 m syvyysvälein

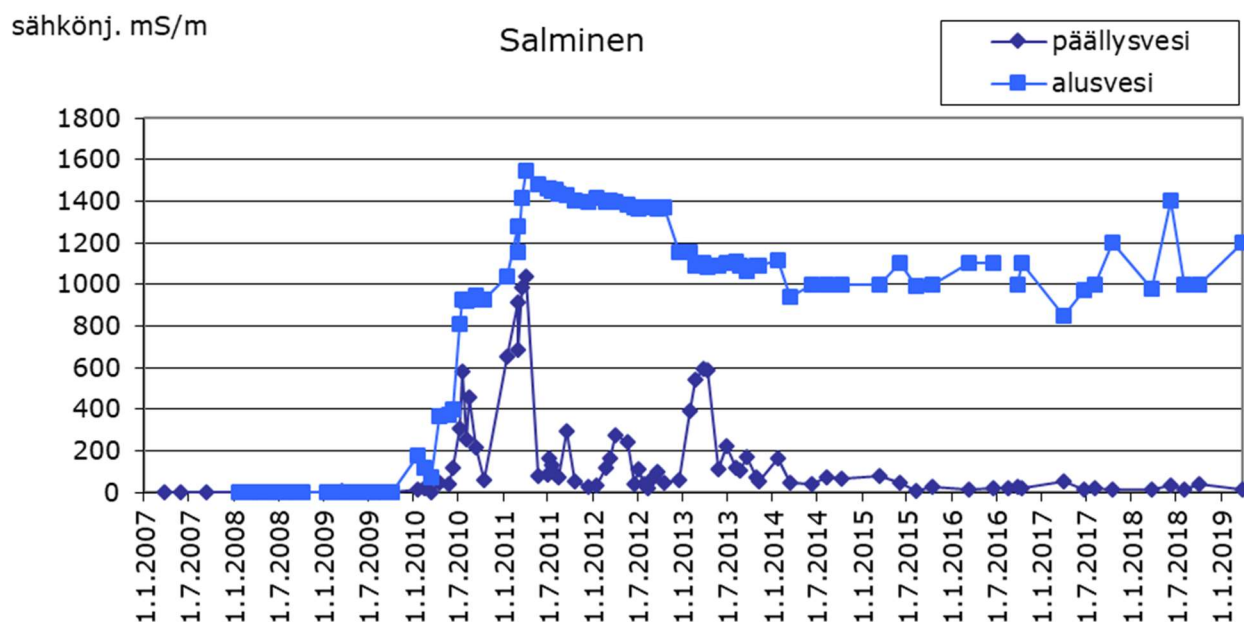
4. OULUJOEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET

Oulujoen suuntaan vettä johdetaan pääasiassa Latosuon patoaltaalta lähtevän purkuputken kautta Nuasjärveen sekä Latosuon patoaltaalta Kuusijokeen ja edelleen Kalliojokeen. Vettä voidaan johtaa Oulujoen suuntaan myös kaivosalueen pohjoiselta vedenkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta Salmiseen sekä kaivoksen sekundääriliuotusalueen suojapumppausvesiä ja muita hulevesiä käsiteltyinä SEM2-altaan vedenkäsittely-yksiköltä Kuusijoen kautta Kalliojokeen. Lisäksi vesiä voidaan johtaa Kuusilammen vesivarastoaltaalta Härkäpuron ja Kuusijoen kautta. Kärsälammelta ja Kuusilammelta vesiä on purettu vesistöön viimeksi vuonna 2016. SEM2-altaan kautta vesiä ei ole purettu vuosiin. Luonnollinen vesireitti laskee Kolmisopesta Tuhkajoen kautta Jormasjärveen ja Jormasjärvestä Jormasjoen kautta Nuasjärveen (Liite 1). Vuoden 2019 tammi-maaliskuun tarkkailujaksolla vesiä johdettiin kaivosalueelta Oulujoen suuntaan ainoastaan maaliskuussa Latosuon vesivarastoaltaalta.

4.1 Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi

Salmisesta ja Salmisenpurosta (Liite 1.1) otettiin vesinäytteitä maaliskuussa. Kalliojärvestä otettiin vesinäytteitä helmi- ja maaliskuussa sekä kenttämittauksia maaliskuun näytteenottokerralla. Salmisen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2007 alkaen, Salmisenpuron vedenlaatua vuodesta 2012 alkaen Kalliojärven vedenlaatua vuodesta 2005 alkaen. Purkureitille on juoksutettu vesiä edellisen kerran Käräslammelta toukokuussa vuonna 2016.

Vesinäytteiden analyysitulosten perusteella **Salmisen** vesi on ollut selvästi kerrostunutta vuodesta 2011 alkaen (Kuva 4-1). Sekä päällys- että alusveden sähkönjohtavuus on pienentynyt vuosien 2011-2012 tasosta, mutta siinä on viime vuosina ollut havaittavissa suurta näytteenottokertojen välistä vaihtelua. Alus- ja välivesi oli hyvin hapanta (4,0-4,2). Alusvesi oli hapetonta ja välivesikin miltei hapetonta (2,4 % O₂). Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus olivat suuria. Kiintoainepitoisuus (alusvesi 13 mg/l) on pienentynyt huippuvuosista 2011-2016 (ka. 32 mg/l). Metallipitoisuudet ovat edelleen suuria, mutta joidenkin metallien (esim. Al, Mn, Ni) osalta pienentyneet vuoden 2013 tasosta.



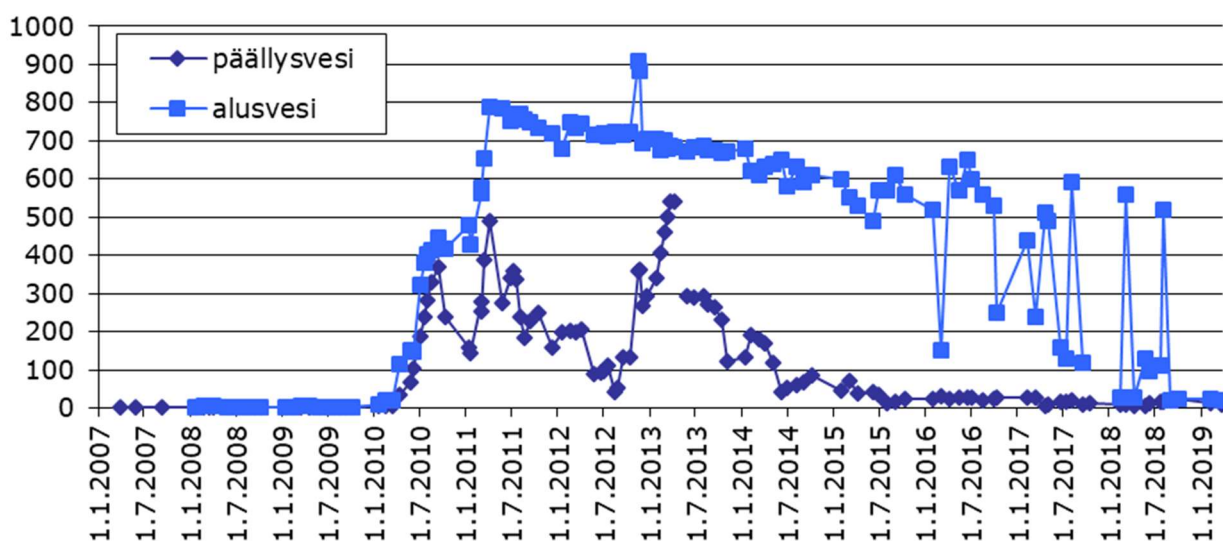
Kuva 4-1. Sähkönjohtavuus Salmisen päällys- ja alusvedessä tarkkailuvuosina 2007-2019

Salmisenpurossa veden pH oli 6,6. Puskurikyky oli tyydyttävä (0,1 mmol/l). Näytteen orgaanisen aineen (TOC 17 mg/l) ja hapen pitoisuus (12 mg/l) olivat samalla tasolla kuin aiempina vuosina samaan aikaan otetuissa näytteissä. Sulfaattipitoisuus (44 mg/l) oli hieman suurempi kuin Salmisen päällysvedessä (39 mg/l). Kiintoaine- (5 mg/l) ja typpipitoisuuksissa (450 µg/l) ei ollut merkittäviä poikkeamia aiempaan nähden. Metallipitoisuudet olivat pääosin hieman suurempia kuin Salmisen päällysvedessä. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle määritysrajan (<0,03 µg/l). Liukoisen nikkelin pitoisuus oli verrattain pieni (4,2 µg/l).

Kalliojärvi on ollut Salmisen tapaan voimakkaasti kerrostunut (Kuva 4-2). Vesinäytteiden analyysitulosten perusteella Kalliojärven päänlysveden sulfaattipitoisuus (29-36 mg/l, maaliskuu 29 mg/l) sekä metallien pitoisuudet pääosin (esim. liuk. Ni 3,4-5,1 µg/l, maaliskuu 3,4 µg/l) olivat hieman suurempia kuin Salmisenpurossa maaliskuussa (sulfaatti 44 mg/l, liuk. Ni 4,2 µg/l). Muilta osin päänlysveden laatu vastasi Salmisenpuuron vedenlaatua, eikä tuloksissa ollut havaittavissa poikkeamia aiempiin tarkkailutuloksiin verrattuna. Kalliojärven alusveden happitilanne oli huono (22-29 % O₂). Sulfaattipitoisuus (72-77 mg/l) oli pienempi kuin aiemmin samaan aikaan tarkkailuvuosina 2010-2018. Ravinnepitoisuudet (N 540 µg/l, P 14-16 µg/l) olivat aiempien tarkkailuvuosien pitoisuuksiin verrattuna pieniä. Metallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa selvä laskeva suuntaus jo usean vuoden ajan. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet olivat alle määritysrajan (0,03 µg/l).

sähkönj. mS/m

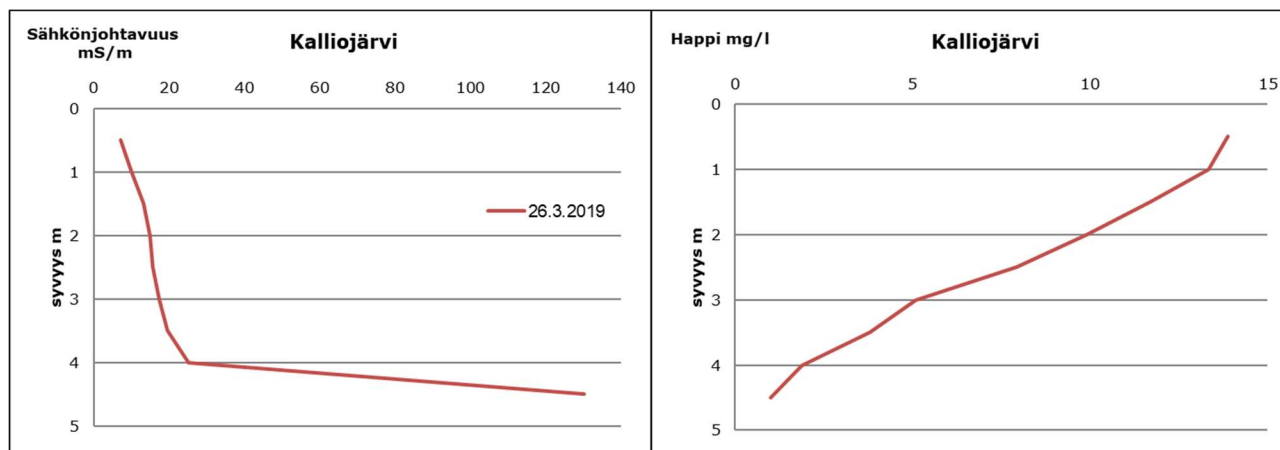
Kalliojärvi



Kuva 4-2. Sähkönjohtavuus Kalliojärven päänlys- ja alusvedessä tarkkailuvuosina 2007-2019

Salmisen tapaan myös Kalliojärvessä veden sähkönjohtavuus on pienentynyt. Viime vuosina alusveden sähkönjohtavuudessa on ollut havaittavissa huomattavaa näytteenottokertojen välistä vaihtelua ja vuosina 2018 sekä 2019 alusvedestä mitattu sähkönjohtavuus on useina näytteenottokertoina ollut päänlysveden sähkönjohtavuuden tasolla. Tämä voi johtua siitä, että alusveden vesinäyte on toisinaan otettu harppauskerroksen yläpuolelta.

Kenttämittaustietojen perusteella Kalliojärven harppauskerros on hyvin jyrkkä (Kuva 4-3) ja alusveden osuus koko vesitilavuudesta vaihtelee kierto-olosuhteiden ja veden pinnankorkeuden vaihtelun mukaan. Harppauskerros sijaitsee joka tapauksessa pohjan tuntumassa. Maaliskuussa happipitoisuus pieneni melko tasaisesti syvyyden kasvaessa.



Kuva 4-3. Kalliojärven kenttämittausten (YSI-mittari) tulokset 6.3.2019

4.2 Härkäpuro ja Kuusijoki

Kuusilammella varastoituja vesiä voidaan purkaa Härkäpuron kautta Kuusijokeen sekä Latosuolle, mutta vesiä on purettu sitä kautta viimeksi vuonna 2016. Latosuolta purettiin vesiä Kuusijokeen maaliskuussa, mutta ei tammi-helmikuussa. Härkäpuron ja Kuusijoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2012 alkaen. Kummaltakin virtavesipisteeltä otettiin näytteitä maaliskuussa. Härkäpurolla tehtiin erehdyksessä kaksi näytteenottokierrosta maaliskuun aikana.

Härkäpurosta maaliskuussa otettujen vesinäytteiden pH oli aiempaan tapaan emäksinen (9-12). Sähkönjohtavuus 140 mS/m ja sulfaattipitoisuus 710 mg/l olivat näytteenottopisteelle tavanomaisia. Kaiken kaikkiaan vesinäytteistä analysoidut pitoisuudet olivat aiemmin havaitulla tasolla.

Härkäpuron alapuolisen **Kuusijoen** vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain. Pääosin vedenlaadun muuttujien arvot olivat aiemmin havaitulla vaihteluvälillä. Tammi- ja helmikuussa, kun Latosuolta ei purettu vesiä Kuusijokeen, vedenlaatu oli joidenkin muuttujien osalta aiempaa parempi. Vesinäytteestä mitattiin helmikuussa tarkkailuvuosien suurin happipitoisuus (12 mg/l). Tammi- ja helmikuun vesinäytteissä kemiallinen hapenkulutus (4 mg/l) oli aiempaa (7-12 mg/l) pienempi. Lisäksi tammikuun näytteessä orgaanisen hiilen kokonaismäärä (4 mg/l) sekä alumiinipitoisuus (35 µg/l) olivat aiempaa (TOC 5-12 mg/l, Al 83-970 µg/l) pienempiä.

4.3 Korentojoki

Korentojoki laskee Kalliojokeen Kalliojärven ja Kolmisopen välissä ja kerää vetensä kaivosalueen länsipuolelta. Korentojoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2014 alkaen. Korentojokeelta otettiin näyte maaliskuussa, eikä poikkeamia aiempiin tuloksiin verrattuna havaittu. Alumiinipitoisuus (120 µg/l) oli pienempi kuin aiempina tarkkailuvuosina (140-480 µg/l). Korentojokeen ei kohdistu kuormitusta tai muita vaikutuksia Terrafamen kaivoksen toiminnasta.

4.4 Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki

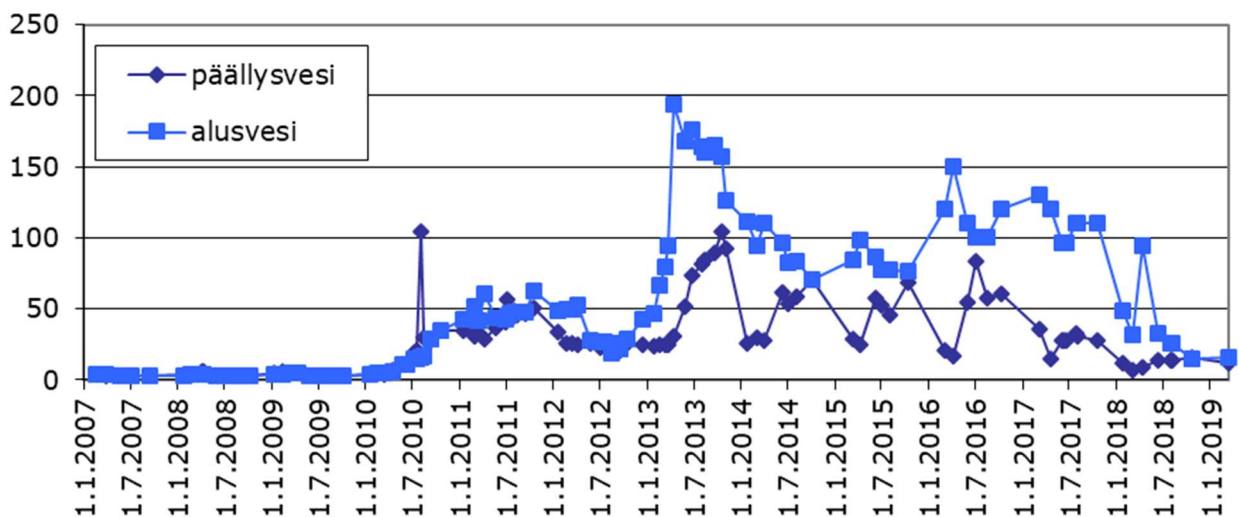
Nuasjärven purkuputkeen juoksutettavia vesiä lukuun ottamatta kaikki pohjoiseen Oulujoen suuntaan kaivosalueelta juoksutettavat vedet kulkevat Kalliojoen ja Kolmisopen kautta Tuhkajokeen. Kalliojoen tarkkailupiste sijaitsee jokisuussa laskussa Kolmisoppeen. Kolmisopessa on kaksi tarkkailupistettä, keskellä järveä oleva piste sekä Kolmisopesta Tuhkajokeen johdettavien vesien laatua kuvaava tarkkailupiste. Tuhkajoen vedenlaatua seurataan noin joen puolivälissä sijaitsevalta näytesteeltä. Kalliojoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2007 alkaen, Kolmisopen vedenlaatua vuodesta 2005 alkaen ja Tuhkajoen vedenlaatua vuodesta 2012 alkaen.

Kalliojokisuusta näytteet otettiin kuukausittain. Vesi oli aiempaan tapaan hapanta (pH 6,4–6,7) eikä vedenlaatu poikennut muidenkaan tutkittujen muuttujien osalta aiemmin tarkkailussa havaitusta. Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 11–15 mS/m ja sulfaattipitoisuus välillä 32–53 mg/l.

Kolmisopesta sekä järvestä lähtevästä vedestä otettiin vesinäytteitä maaliskuussa. Kolmisopessa tehtiin lisäksi kenttämittaukset metrin syvyysväleihin. Vesinäytteissä pH oli 6,4–6,5. Alusveden happitilanne oli huono (34 % O₂). Päälyys- ja alusveden sähkönjohtavuus on laskenut vuodesta 2013 vuoteen 2018 (Kuva 4-4). Viimeisimpinä näytteenotokertoina alusveden vesinäytteestä mitattu sähkönjohtavuus on ollut samalla tasolla kuin päälyysvedestä mitattu. Samansuuntainen kehitys on havaittavissa myös sulfaattipitoisuuksissa (maaliskuussa päälyysvesi 41 mg/l, alusvesi 58 mg/l). Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli päälyysvedessä alle määrittäysrajan (0,03 µg/l) ja liukoisen nikkelin 3,9 µg/l. Alusvedessä liukoisen kadmiumin pitoisuus oli lähellä määrittäysrajaa (0,04 µg/l) ja liukoisen nikkelin pitoisuus 4,8 µg/l. Myös liukoisien kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ovat pienentyneet vuonna 2013 mitatuista suuremmista pitoisuuksista. Kolmisopesta lähtevän veden vedenlaatu vastasi suurelta osin Kolmisopen päälyysveden vedenlaatua.

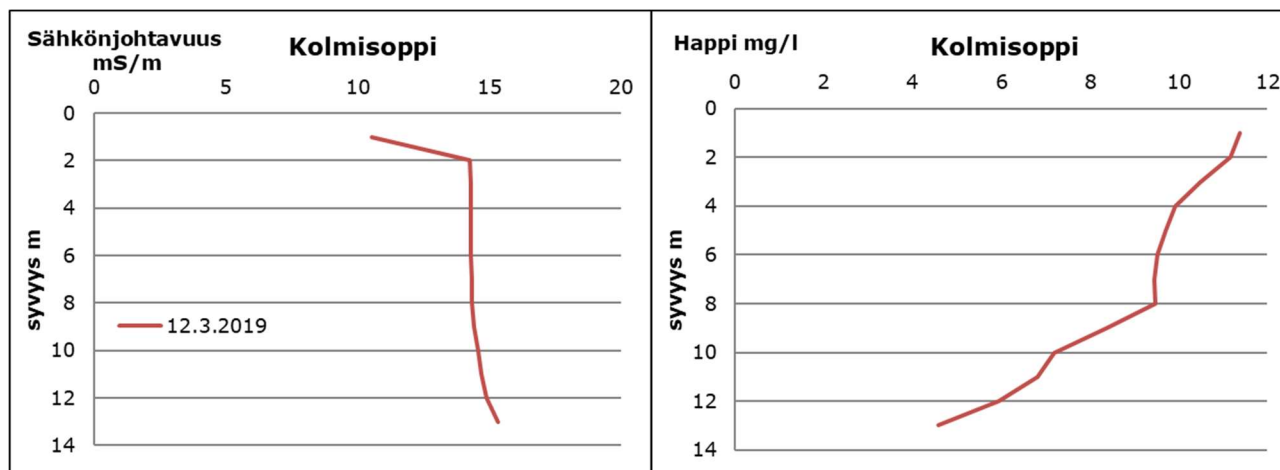
sähkönj. mS/m

Kolmisoppi



Kuva 4-4. Sähkönjohtavuuden kehitys Kolmisopessa v. 2007–2019

Kenttämittausten perusteella Kolmisopen vesi oli maaliskuussa sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut lukuun ottamatta vettä pinnan tuntumassa, jossa sähkönjohtavuus kasvoi kahden metrin syvyydelle saakka (Kuva 4-5). Happipitoisuus pieneni melko tasaisesti pinnasta pohjaan saakka. Pohjan tuntumassa happitilanne oli huono, mutta hapettomuutta ei havaittu.



Kuva 4-5. Kolmisopen kenttämittausten (YSI-mittari) mukainen sähkönjohtavuus ja happipitoisuus eri syvyyksissä maaliskuussa 2019

Tuhkajoesta otettiin näytteet kuukausittain. Veden pH oli lievästi hapan 6,5–6,6 ja happitilanne oli hyvä (80–87 %). Sähkönjohtavuus (13–15 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (46–49 mg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2014 alkaen. Liukoisien kadmiumin pitoisuus oli kaikkina näytteenotokertoina alle määrittäysrajan (<0,03 µg/l) ja liukoisien nikkelin pitoisuus 4,2 µg/l. Niiden osalta pitoisuudet olivat pienempiä kuin samaan aikaan aiempina tarkkailuvuosina. Tuhkajoen vesi oli laadultaan samaa tasoa kuin Kolmisopesta lähtevä vesi.

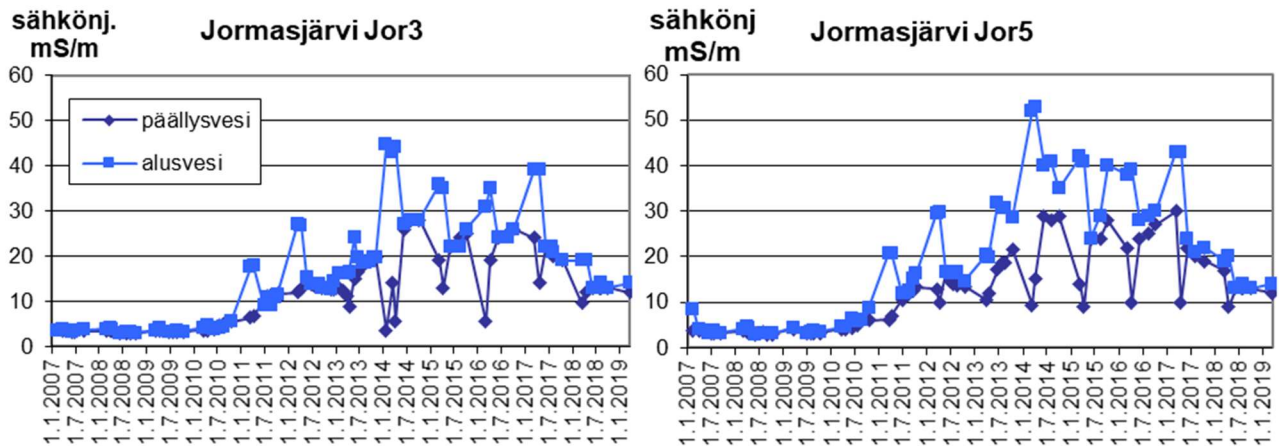
4.5 Talvijoki

Kaivosalueelta ei johdeta vesiä Talvijoen suuntaan. Talvijoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2012 alkaen. Maaliskuussa vesi oli happamuudeltaan aiempaa lähempänä neutraalia (pH 6,7). Tyypin kokonaispitoisuus (2100 µg/l) oli suurempi kuin aiempina tarkkailuvuosina. Sähkönjohtavuus (7 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (14 mg/l) olivat ajankohtaan nähden tavanomaisella tasollaan tai jopa hieman keskimääräistä pienempiä. Myös liukoisien kadmiumin, nikkelin ja sinkin pitoisuudet (Cd 0,2 µg/l, Ni 24 µg/l, Zn 44 µg/l) olivat keskimääräistä pienempiä.

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 toimii myös automaattinen vedenlaadun mittausasema. Jormasjärven pohjoisen pisteen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2014 alkaen ja kahden muun pisteen vedenlaatua vuodesta 2004 alkaen.

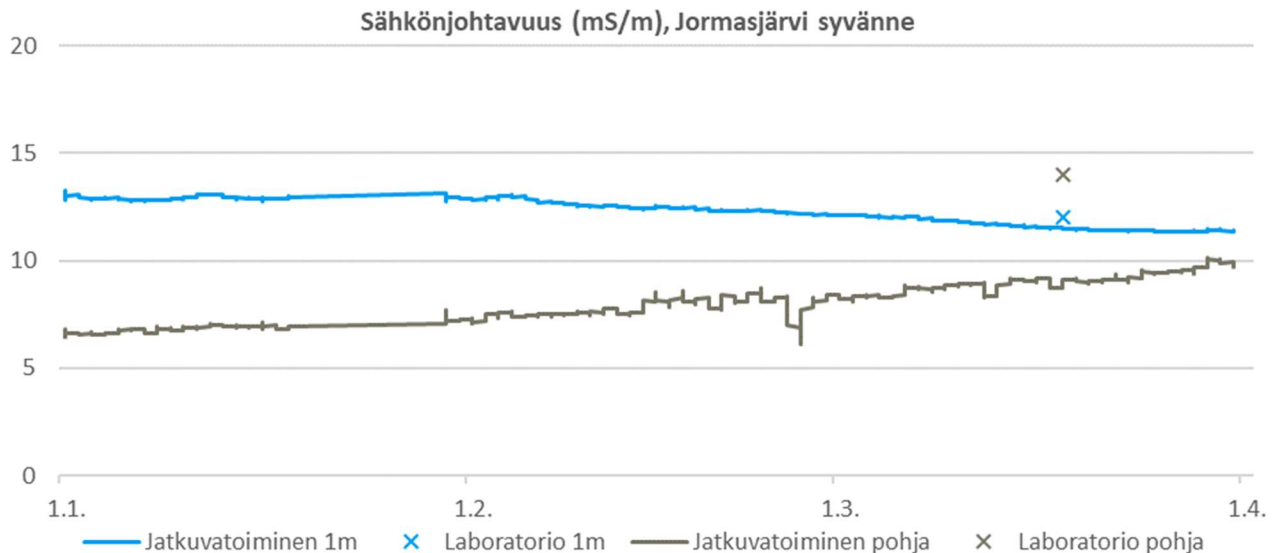
Jormasjärven happitilanne oli päänlysvedessä hyvä (81-86 %) ja alusvedessä huono (6-32 %). Veden happamuus oli ajankohdalle tyypillisellä tasolla pH-arvojen vaihdella välillä 6,6–7,2. Veden sähköjohtavuus vaihteli välillä 11–15 mS/m ollen alusvedessä lähes samalla tasolla kuin päänlysvedessä (Kuva 4-6). Sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 38-50 mg/l, ollen lähes samalla tasolla kaikkialla järvessä. Sähköjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa on ollut havaittavissa laskeva suuntaus vuodesta 2015 alkaen. Vedenlaatu oli ajankohta huomioon ottaen hieman keskimääräistä paremmalla tasolla aiempiin vedenlaatatuloksiin verrattuna. Merkittäviä poikkeamia ei ollut havaittavissa.



Kuva 4-6. Sähköjohtavuuden kehitys Jormasjärvessä pinta- ja alusvedessä (Jor3, Jor5) vuosina 2007–2019

Osana Nuasjärven purkuputken tarkkailua Jormasjärven syvännepisteellä on ollut syksystä 2015 lähtien käytössä automaattinen mittausasema, joka seuraa lämpötilaa, sähköjohtavuutta ja pH:ta 1 metrin syvyydessä sekä pohjanläheisessä vesikerroksessa. Mittausaseman avulla voidaan seurata, miten vesien johtaminen purkuputken kautta Nuasjärveen Jormasjärven ohi, vaikuttaa Jormasjärven tilaan.

Alkuvuoden 2019 mittausaineiston perusteella sähkönjohtavuus 1 metrin syvyydellä laski hieman ja pohjanläheisessä vesikerroksessa nousi hieman (Kuva 4-7). Sähkönjohtavuudet olivat 1 metrin syvyydessä tasolla 13-11 mS/m ja pohjanläheisessä vesikerroksessa välillä 7-10 mS/m. Automaattisen mittausaseman ja laboratorioanalyysin mukaiset sähkönjohtavuudet olivat 1 m syvyydessä hyvin linjassa keskenään. Pohjan lähellä oleva mittari antoi laboratorionäytettä alhaisempia tuloksia.



Kuva 4-7. Jormasjärven syvännepisteen sähkönjohtavuus tammi-maaliskuussa 2019.

4.7 Jormasjoki

Jormasjoen vedenlaatua tarkkailtiin kuukausittain maantiesillan kohdalta ennen laskua Nuasjärven Jormaslahteen. Jormasjoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2014 alkaen. Tarkkailupiste kuuluu myös Mondo Mineralsin Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna. Sähkönjohtavuus oli 14–15 mS/m, sulfaattipitoisuus 51–52 mg/l, liukoisien kadmiumin pitoisuus oli alle määritysrajan (<0,03 µg/l) ja liukoisien nikkelin pitoisuus 5,2–5,5 µg/l. Jormasjoen vedenlaatu on parantunut tarkkailuvuosien aikana.

4.8 Rehja-Nuasjärvi

Rehja-Nuasjärven vedenlaatua tarkkaillaan vesinäyttein tammi-maaliskuussa kaikkiaan yhdeksältä tarkkailupisteeltä (Nj23, Nj24, Nj34, Nj35, Nj37, Nj46, Jormaslahti, Rehja Itä ja Reh135) (Liite 1.4). Jormaslahden tarkkailupistettä lukuun ottamatta kaikilla tarkkailupisteillä tehdään myös kenttämittaukset näytteenottojen yhteydessä. Tarkkailupisteiden syvyydet vaihtelevat matalista lahdistä järven syvänealueisiin (2–41 m). Nuasjärvi kuuluu myös Lahnaslammen kaivoksen vaikutusalueelle ja Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Rehja-Nuasjärven alueella on kolme automaattista vedenlaadun mittausasemaa.

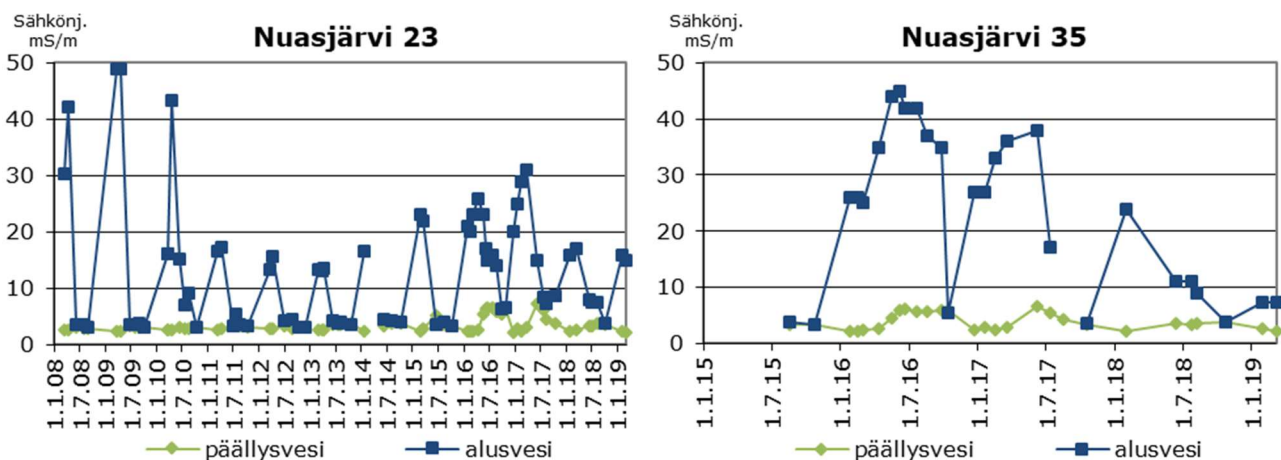
Vuoden 2019 alusta alkaen purkuputken tarkkailua laajennettiin kolmella lisätarkkailupisteellä. Piste Nj23-1 sijaitsee veden virtausreitillä purkuputkesta kohti näytepistettä Nj23. Pisteet Nj34-1 ja Nj35-1 sijaitsevat purkuputken pään itäpuolisen matalikon reunamille kohti pisteitä Nj34 ja Nj35 meneviä virtauksia. Myös uudet pisteet on esitetty kartalla liitteessä 1.4. Uusilta pisteiltä otetaan vesinäytteitä ja kenttämittauksia tammi-, maaliskuu-, kesä-, heinä-, elo- ja lokakuussa.

4.8.1 Vesinäytteiden tulokset

Lisätarkkailuohjelman myötä lisättiin Nuasjärven tarkkailuun vuodesta 2019 alkaen tehtäväksi strontiummääritykset kaikilta Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteiltä. Lisäksi näytepisteeltä Nj23 tulee maaliskuu- ja elokuussa määrittää litiumin, bromin, rubidiumin, tantaalin, niobiumin, yttriumin, neodyymin ja praseodyymin pitoisuudet.

Nuasjärven vesi oli näytepisteestä riippumatta aiempaan tapaan lievästi hapanta (pH 6,2-6,7). Happilanne oli päänlyysvedessä hyvä tai erinomainen ja syvänteiden alusvedessä tyydyttävä. Alhaisimmillaan hapen kyllästysaste oli 45 % pisteen Nj34 alusvedessä maaliskuussa. Liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä <0,030–0,071 µg/l, liukoisen nikkelin välillä 0,5–15 µg/l ja sinkin välillä <1,0–13 µg/l. Strontiumin pitoisuudet vaihtelivat välillä 12–26 µg/l.

Tammi-maaliskuun aikana päänlyysvesinäytteistä (1 m syvyydestä) mitatut sähköjohtavuudet olivat pieniä (2,2–3,1 mS/m). Alus- ja välivedessä sähköjohtavuusarvot olivat pääosin suurempia. Suurimmillaan sähköjohtavuudet olivat purkupuken läheisillä syvänpisteillä (Nj23 ja 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 sähköjohtavuudet ovat vaihdelleet pääosin kerrostuneisuusolojen muutosten mukaisesti siten, että alusvedessä sähköjohtavuus on suurimmillaan kerrostuneisuuskaudella ja päänlyysvedessä veden ollessa sekoittunutta (Kuva 4-8). Uusilla, purkupuken lisätarkkailuun liittyvillä pisteillä sähköjohtavuus oli pieni (2,2–4,4 mS/m).

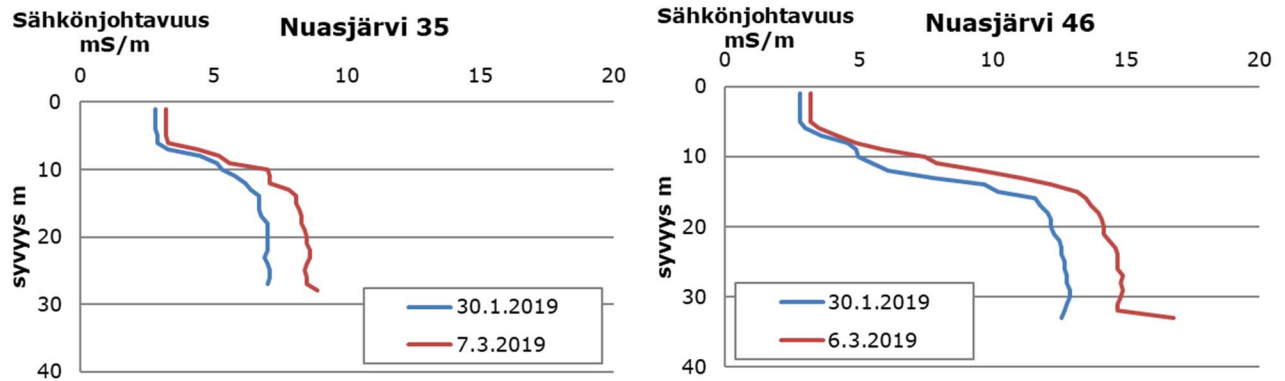


Kuva 4-8. Sähköjohtavuuden kehitys Nuasjärvessä pisteellä Nj23 vuosina 2008–2019 ja pisteellä Nj35 vuosina 2015–2019

Sulfaattipitoisuudessa voidaan havaita sähköjohtavuuden tapaan vaihtelua kerrostuneisuusolojen muutosten myötä. Näytepisteiden päänlyysvesinäytteistä (1 m syvyydestä) mitatut sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 1,7–5,1 mg/l. Alusvedessä sulfaattipitoisuudet olivat sähköjohtavuusarvojen tapaan korkeimmat purkupuken läheisillä syvänpisteillä (Nj23 ja Nj46) (2–51 mg/l). Mitatut sulfaattipitoisuudet eivät poikenneet aiemmin tarkkailussa havaituista.

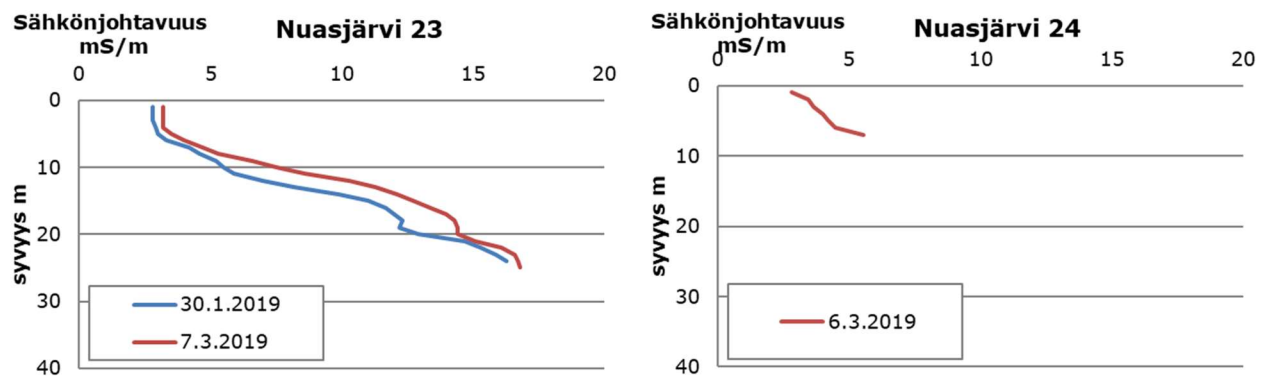
4.8.2 Kenttämittaukset

Havaintopaikoilla Nj35 ja Nj46 voitiin havaita sekä tammi- että maaliskuun kenttämittauksissa veden sähkönjohtavuudessa harppauskerros alkaen 5-7 metristä 10-15 metrin syvyyteen (Kuva 4-9).



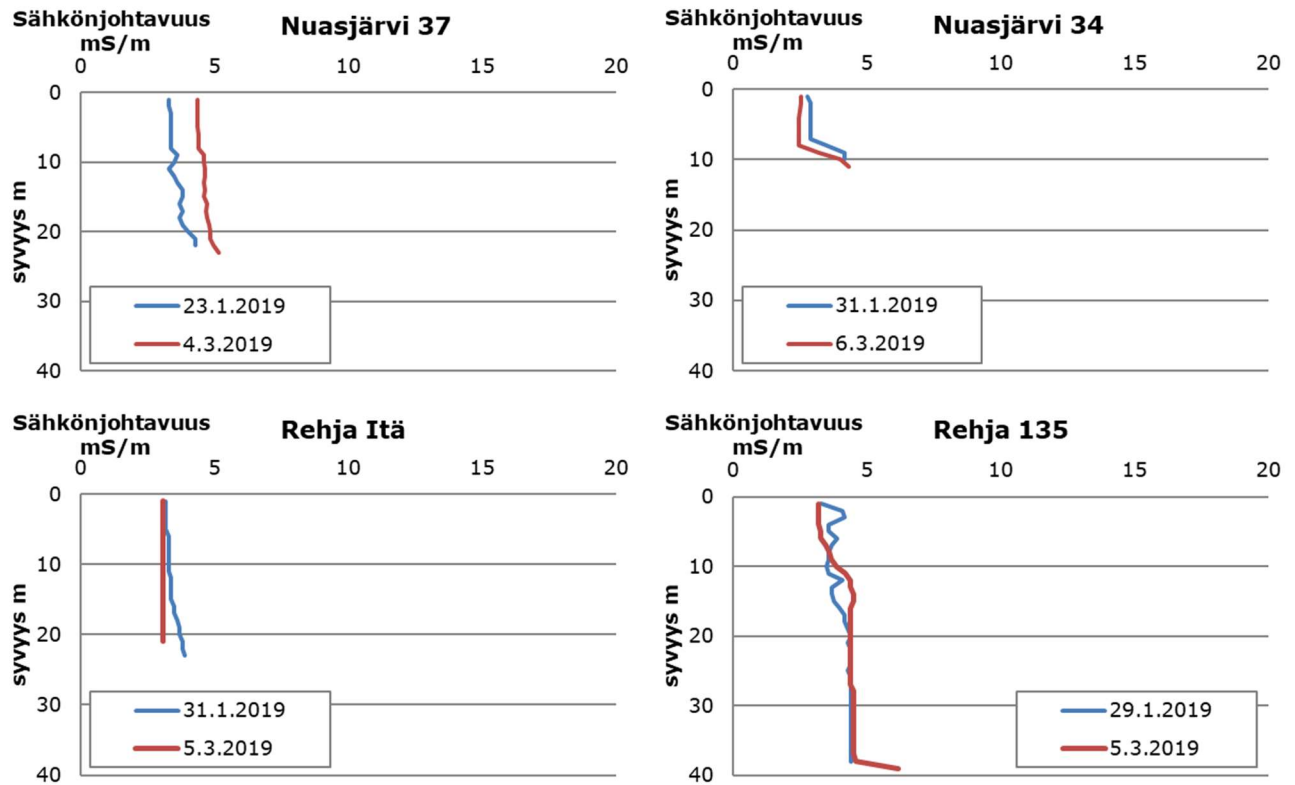
Kuva 4-9. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteillä Nj35 ja Nj46 tammikuussa sekä maaliskuussa vuonna 2019

Pisteellä Nj23 sekä matalammalla pisteellä Nj24 vesi oli pinnan tuntumassa sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut, mutta sähkönjohtavuus kasvoi melko tasaisesti 5 metristä pohjaan saakka.



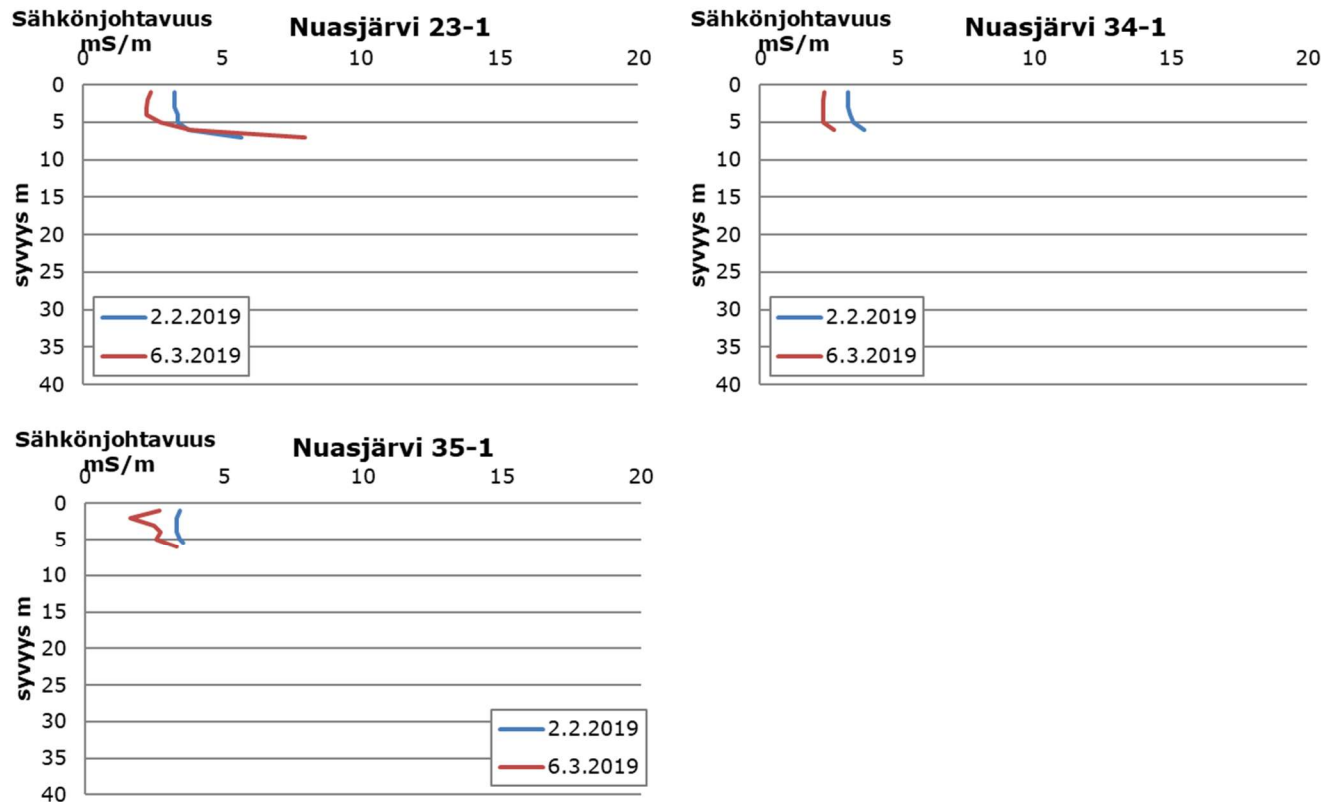
Kuva 4-10. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteellä Nj23 ja Nj24 tammi-maaliskuun näytteenotto-kerroilla vuonna 2019

Pisteillä Nj37, Rehja itä ja Reh135 ei havaittu kerrostuneisuutta sähköjohtavuuden suhteen lukuun ottamatta pisteen Rehja 135 maaliskuun mittausta, jolloin sähköjohtavuus kasvoi pohjan tuntumassa. Pisteellä Nj34 sähköjohtavuus kasvoi pohjan tuntumassa sekä tammikuun että maaliskuun mittauseroilla.



Kuva 4-11. Sähköjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteillä Nj37, Nj34, Rehja Itä sekä Rehja 135 tammikuussa ja maaliskuussa vuonna 2019

Rehja-Nuasjärven matalista lisätarkkailupisteistä pisteellä Nj23-1 sähkönjohtavuus kasvoi pohjan tuntu-massa. Pisteillä Nj34-1 ja Nj35-1 ei havaittu samankaltaista sähkönjohtavuuden kasvua.



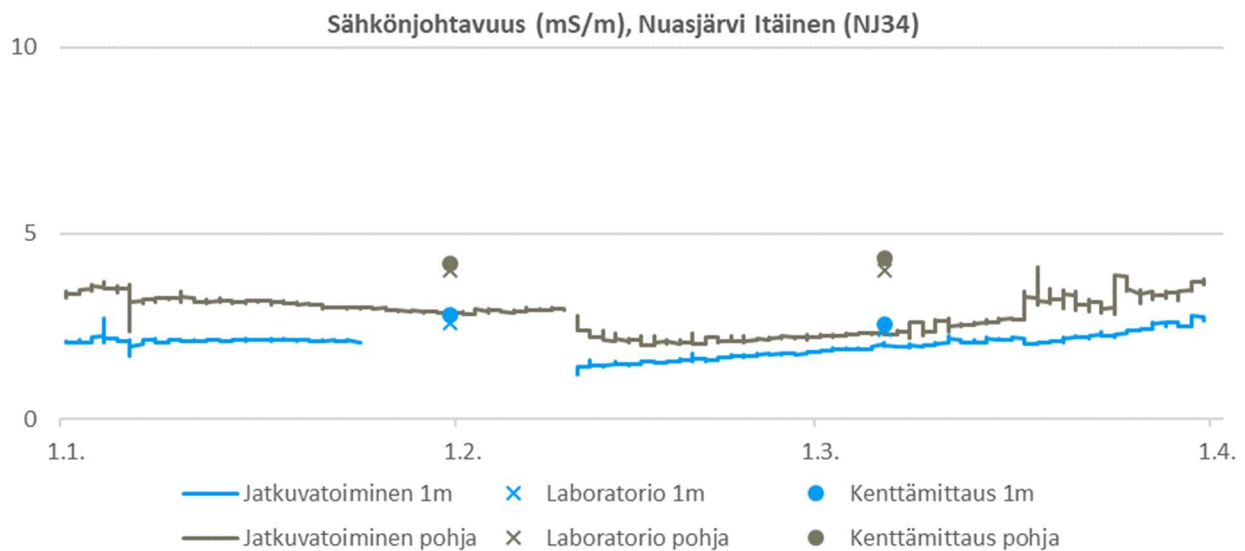
Kuva 4-12. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven lisätarkkailupisteillä Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1 helmikuussa ja maaliskuussa vuonna 2019

4.8.3 Jatkuvatoiniset mittaukset

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

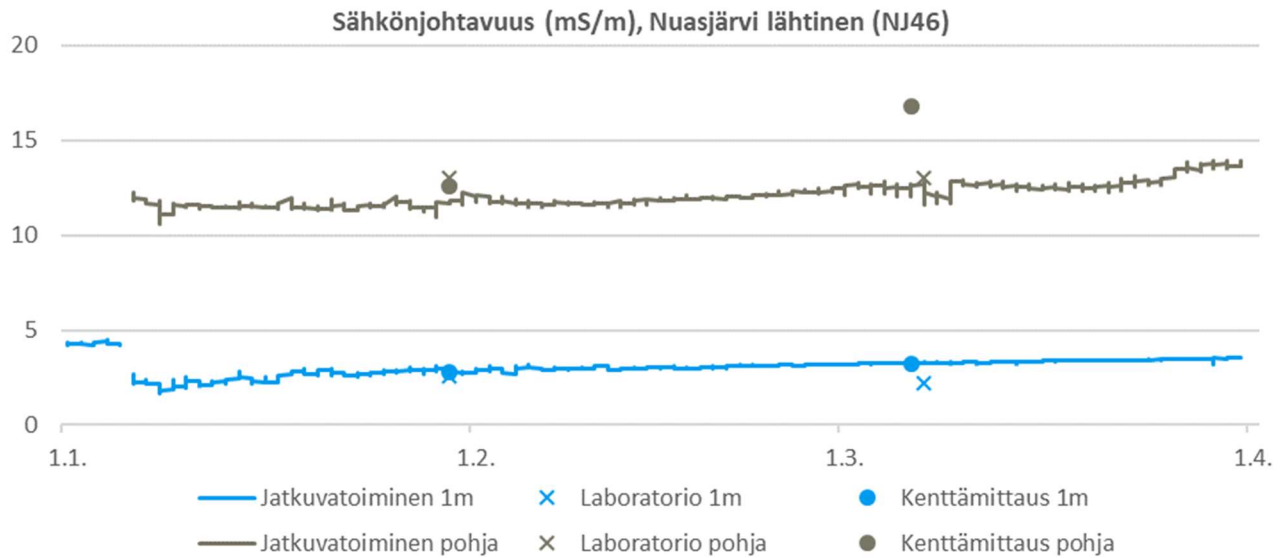
Jatkuvatoiminen mittaaminen järvivedestä on haastavaa. Toisin kuin putkesta tai esim. purosta mitattaessa vesi ei huuhtelee järvessä olevaa mitta-anturia, jolloin anturin pinnalle kertyy helposti leväkasvustoa. Jatkuvatoinisia mitta-antureita kalibroidaan ja huolletaan säännöllisesti, jotta mittaukset 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 laboratorioissa tehtyihin analyysihin. Jatkuvatoinisia mittauksia toteuttaa ulkopuolinen mittaustekniikan asiantuntijayritys.

Nuasjärven itäisellä mittauspisteellä tammi-maaliskuussa päällysveden anturin havaitsema sähkönjohtavuus vaihteli välillä 1,2–2,8 mS/m ja alusvedessä arvot vaihtelivat välillä 2,0–4,1 mS/m (Kuva 4-13). Laboratorio- ja kenttämittaukset antoivat alusveden osalta hieman suurempia sähkönjohtavuustuloksia kuin jatkuvatoiminen mittari. Päällysveden tulokset vastasivat paremmin toisiaan. Laboratorio-, kenttä ja jatkuvatoimisen mittarin tulosten perusteella pintaveden sähkönjohtavuus pysyi varsin tasaisena koko alkuvuoden tarkkailujakson ajan.

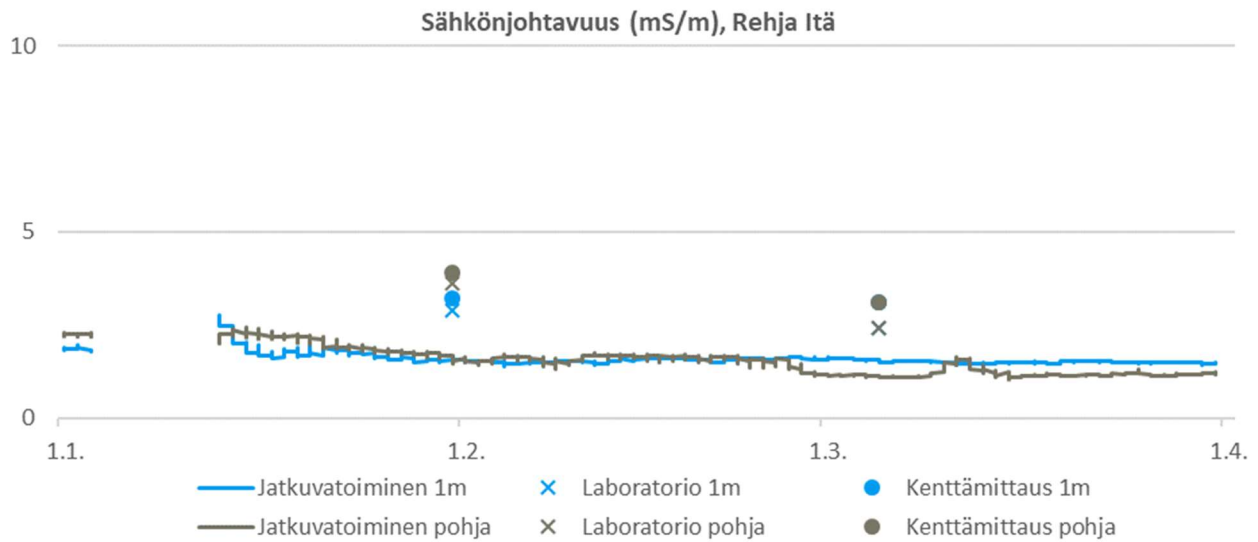


Kuva 4-13. Nuasjärven itäisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj34) tuottama sähkönjohtavuusaineisto, kenttämittausten tiedot sekä vedenlaatuhavainnot tammi-maaliskuussa 2019

Nuasjärven läntisellä mittauspaikalla (Nj46) päänlysveden sähköjohtavuus vaihteli välillä 1,7-4,5 mS/m ja alusveden välillä 11-14 mS/m (Kuva 4-14). Molemmissa vesikerroksissa sähköjohtavuus pysyi liki samalla tasolla koko tarkkailujakson ajan. Laboratorio- ja kenttämittauksissa määritetyt sähköjohtavuudet vastasivat hyvin jatkuvatoimisen mittarin tuloksia lukuun ottamatta maaliskuun kenttämittausta.



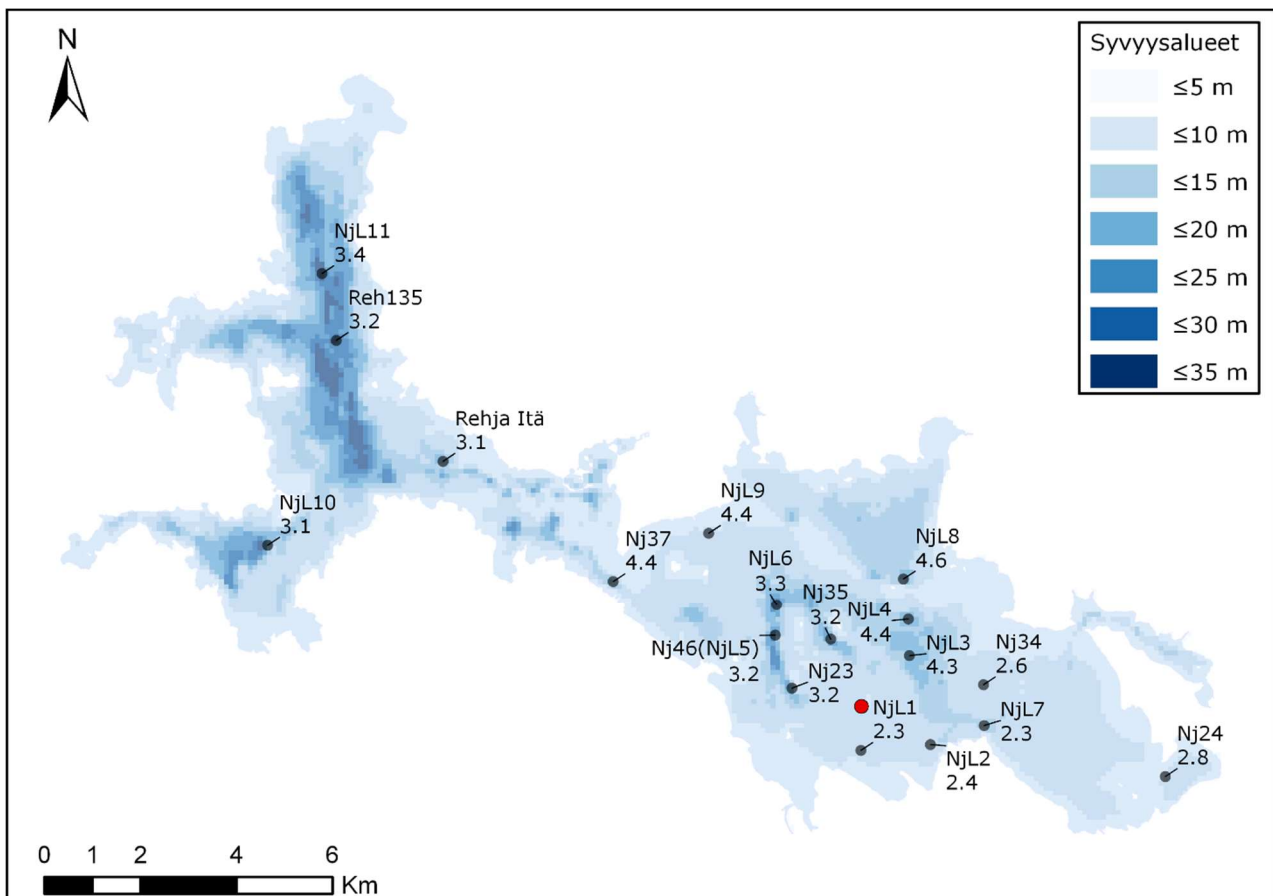
Mittauspisteessä Rehja Itä tammi-maaliskuussa alusveden sähkönjohtavuus vaihteli jatkuvatoimisessa mittauksessa 1 metrin syvyydessä välillä 1,4-2,8 mS/m ja pohjassa välillä 1,1-2,4 mS/m (Kuva 4-15). Jatkuvatoimisen mittarin mittaama sähkönjohtavuusarvot olivat pienempiä kuin kenttä- ja laboratoriomittausten mukaiset. Sähkönjohtavuus Rehjan itäisellä pisteellä pysyi lähes samassa tasossa koko tarkkailujakson ajan, eikä Rehjalla havaittu kerrostuneisuutta sähkönjohtavuuden mukaan.



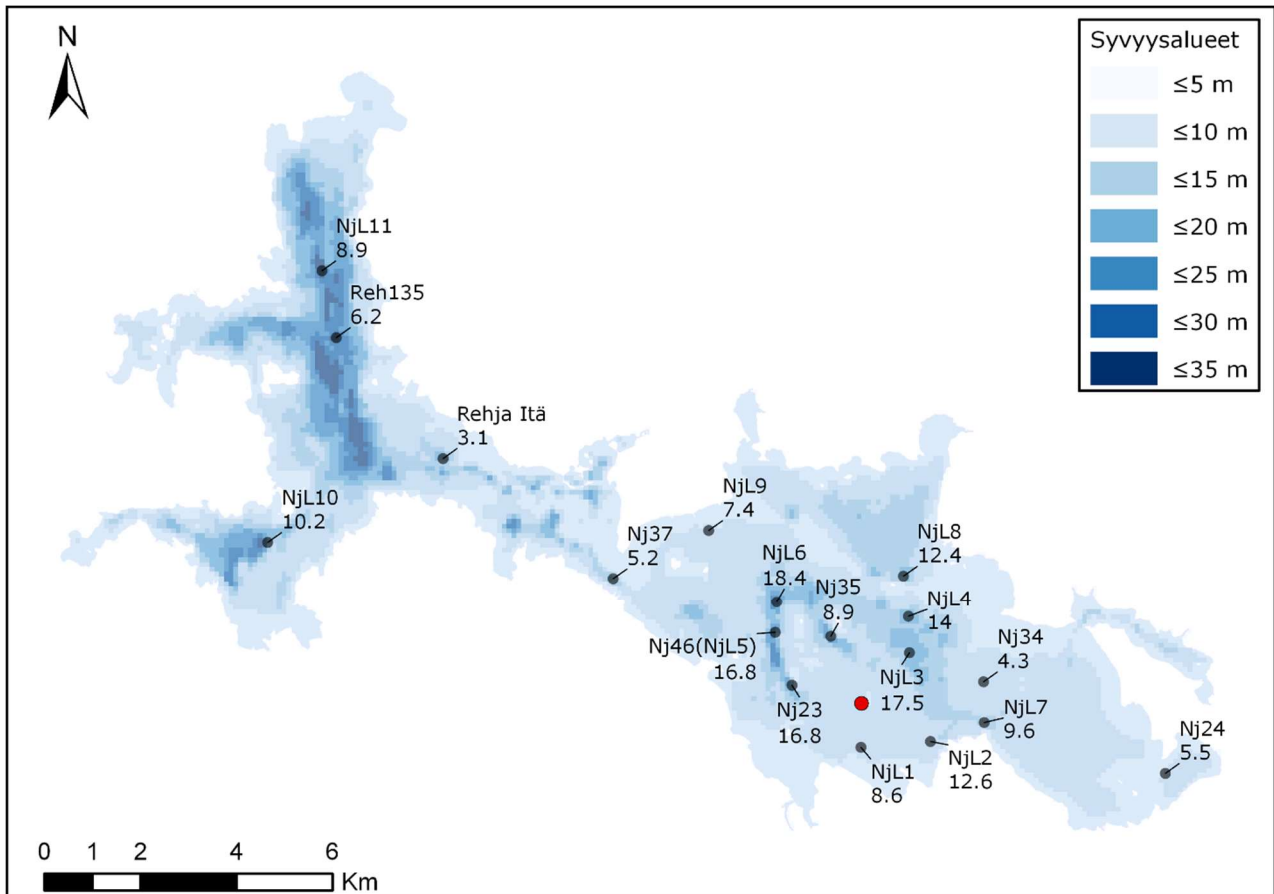
Kuva 4-15. Rehjan (Rehja Itä) jatkuvatoimisen mittauslaitteen kenttämittausten ja laboratorioanalyysien mukaiset sähkönjohtavuudet tammi-maaliskuussa 2019.

4.8.4 Leviämiskartoitus

Nuasjärven purkuputken tarkkailuun liittyvän purkuveden leviämiskartoituksen mittaukset tehtiin maaliskuussa. Tarkkailupisteiden sijainti sekä sähkönjohtavuudet metrin syvyydellä on esitetty alla olevalla kartalla (Kuva 4-16). Sähkönjohtavuudet metrin etäisyydellä pohjasta on esitetty seuraavan sivun kartalla (Kuva 4-17). Suurimmat sähkönjohtavuuden arvot mitattiin purkuputken luoteispuolella sijaitsevasta syvänteestä pisteiltä NjL6, Nj46 ja Nj23 sekä koillispuolella sijaitsevasta syvänteestä pisteeltä NjL3. Alusveden sähkönjohtavuus on pääosin pienentynyt leviämiskartoituksen tarkkailupisteillä aiempien vuosien tuloksiin verrattuna.

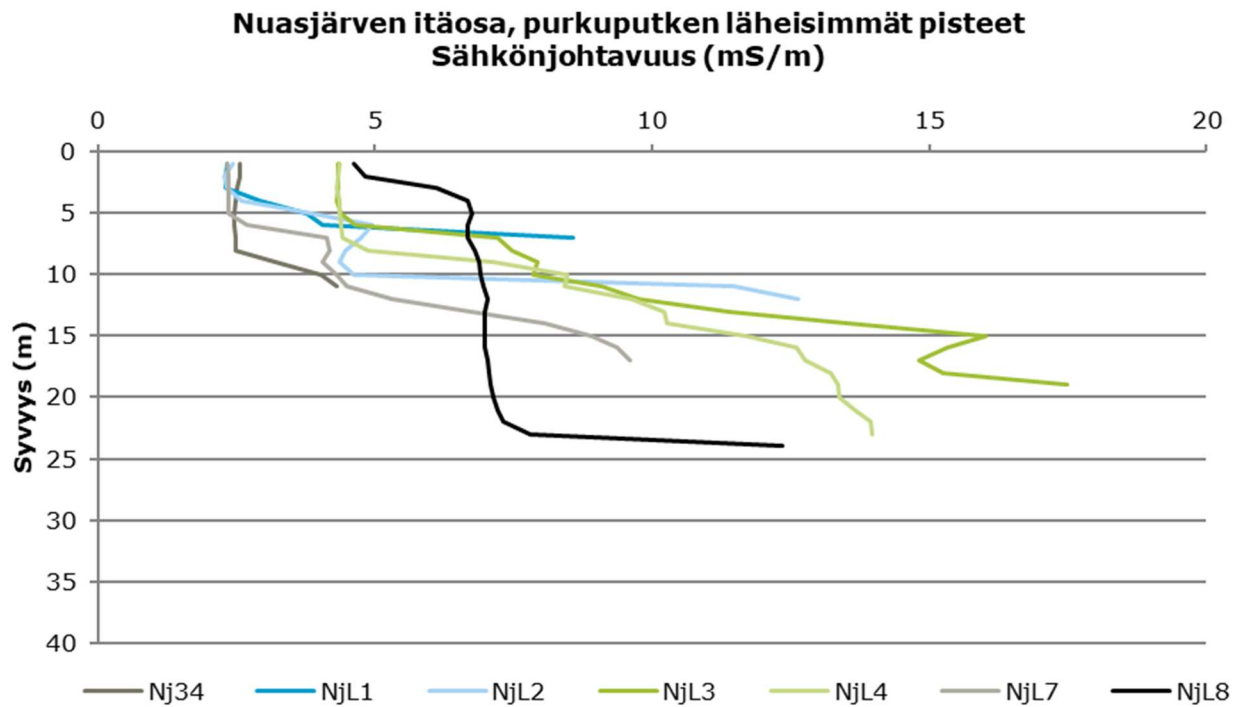


Kuva 4-16. Rehja-Nuasjärven leviämiskartoituksen kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset (mS/m) metrin syvyydellä maaliskuussa 2019. Purkuputken sijainti on esitetty kuvassa punaisella. Syvyystiedot: © Maanmittauslaitoksen maastotieto.



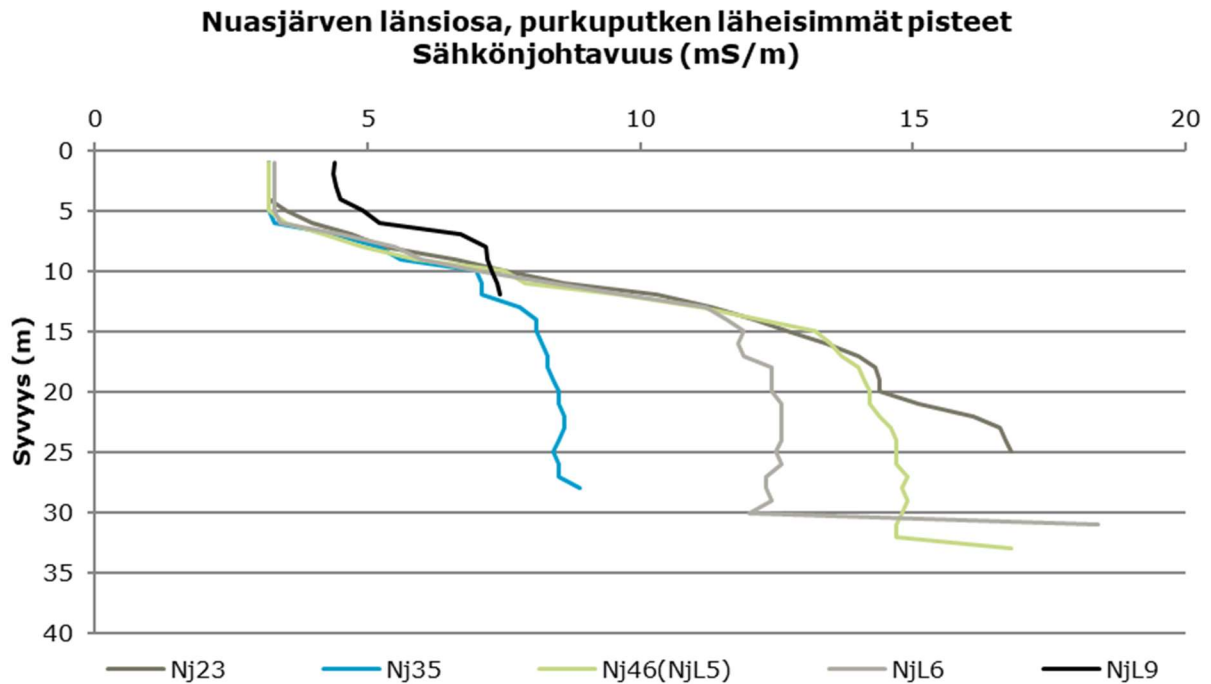
Kuva 4-17. Rehja-Nuasjärven leviämiskartoituksen kenttämittausten sähköjohtavuustulokset (mS/m) metrin etäisyydellä pohjasta maaliskuussa 2019. Purkuputken sijainti kuvassa punaisella. Syvyystiedot: © Maanmittauslaitoksen maastotieto.

Purkuputken läheisimmillä pisteillä Nusjärven itäosassa pintakerros oli noin 5 metrin syvyydelle asti sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut, mutta sen alapuolella sähkönjohtavuus kasvoi melko tasaisesti pohjaan saakka (Kuva 4-18). Pohjoisimmalla pisteellä NjL8 sähkönjohtavuuden muutos eri syvyyksissä poikkesi muilla pisteillä havaitusta. Pisteellä NjL8 sähkönjohtavuus kasvoi pinnasta 5 metrin syvyyteen saakka, jonka alapuolella vesi oli sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut lähes pohjaan saakka. Aivan pohjan tuntumassa sähkönjohtavuus jälleen kasvoi.



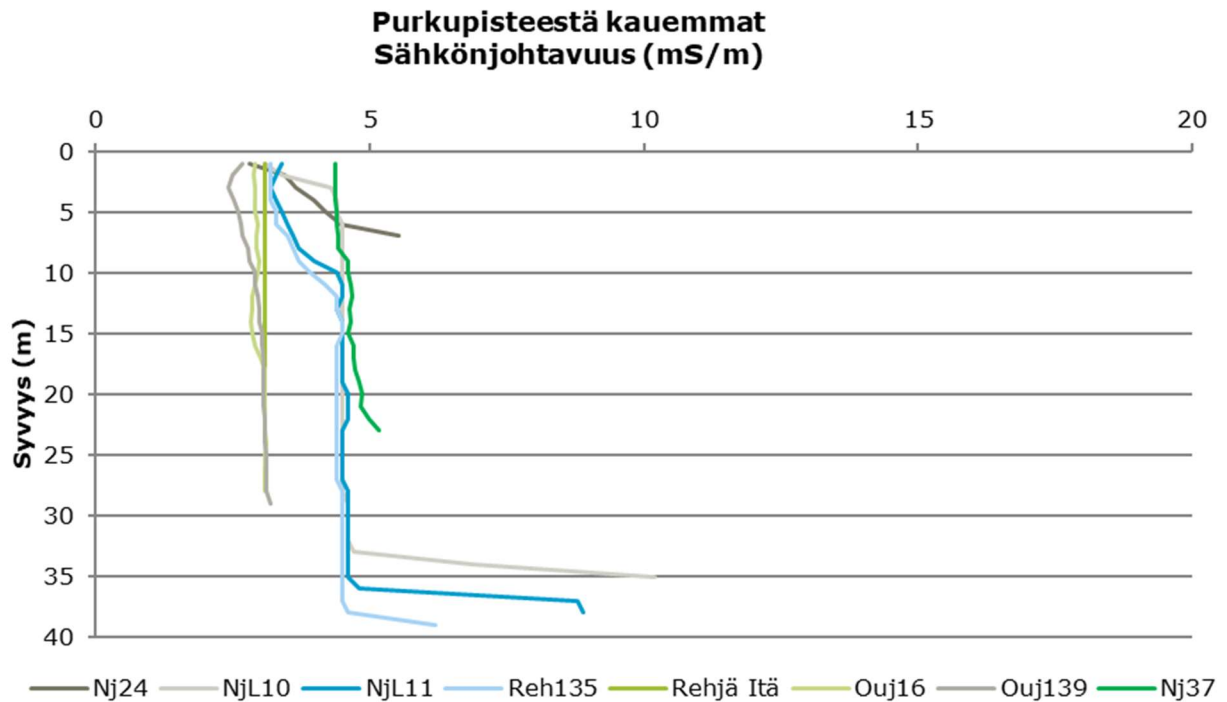
Kuva 4-18. Leviämiskartoituksen kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset (mS/m) pinnasta pohjaan purkuputken läheisimmillä tarkkailupisteillä Nusjärven itäosassa maaliskuussa 2019.

Myös Nuasjärven länsiosan purkupistettä läheisimmillä tarkkailupisteillä pintakerros oli noin 5 metrin syvyydelle asti sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut, mutta sen alapuolella sähkönjohtavuus kasvoi kohti pohjaa (Kuva 4-19). Nuasjärven syvimmillä pisteillä Nj35, Nj46 ja Nj46 oli harppauskerroksen alapuolella sekoittunut vyöhyke, mutta matalammilla pisteillä sähkönjohtavuus kasvoi tasaisemmin pohjaan saakka. Syvimmistä pisteistä pisteillä NjL6 ja Nj46 sähkönjohtavuus kasvoi lisäksi pohjan tuntumassa.



Kuva 4-19. Leviämiskartoituksen kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset (mS/m) pinnasta pohjaan purkuputken läheisimmillä tarkkailupisteillä Nuasjärven länsiosassa maaliskuussa 2019.

Leviämiskartoituksen purkupisteestä kauimmilla pisteillä ei ollut havaittavissa samankaltaista sähköjohtavuuden kasvua pohjaa kohti kuin purkupistettä lähemmillä pisteillä Nuasjärvellä (Kuva 4-20). Pääosin sähköjohtavuus vaihteli välillä 3-5 mS/m. Syvimmillä pisteillä NjL10, NjL11 sekä Reh135 sähköjohtavuus kasvoi pinnan ja pohjan tuntumassa ja niiden välillä vesi oli sähköjohtavuuden suhteen sekoittunut.



Kuva 4-20. Leviämiskartoituksen kenttämittausprofiili Nuasjärven pisteiltä, joissa pohjanläheisen veden sähköjohtavuus suurin (>15 mS/m) sekä Rehjan ja Oulujärven syvimmiltä pisteiltä.

Luontaisesti järviveden laatu vaihtelee vuodenaikojen vaihtelun mukaisesti. Vesi on laadultaan tasaista pinnasta pohjaan kevät- ja syyskiertojen aikana. Kesä- ja talvikerrostuneisuuden aikana vesi on lämpötilakerrostunut, jolloin syvemmässä vedessä alusveden ainepitoisuudet ovat yleensä korkeampia kuin päänäylyvedessä. Rehja-Nuasjärvessä veden sähköjohtavuus 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.

4.9 Kajaaninjoki

Nuasjärven purkuputken tarkkailun myötä Kajaaninjoki (VP12100) otettiin mukaan vuosittaiseen tarkkailuun vuonna 2015. Maaliskuussa otetun näytteen vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia aiemman tarkkailuun nähden. Sähköjohtavuus (2,5 mS/m), sulfaattipitoisuus (2,6 mg/l), mangaanipitoisuus (18 µg/l) ja natriumpitoisuus (1,2 µg/l) olivat pienempiä kuin aiempina vuosina mitatut. Kajaaninjoen tarkkailupiste kuuluu ainoana virtavesipisteeksi leviämiskartoitukseen, jolla selvitetään purkuputken vaikutuksia. Kenttämittaukset jäivät erehdyksessä maaliskuussa ottamatta tarkkailupisteeltä.

4.10 Oulujärvi

Nuasjärven purkuputken tarkkailun myötä myös Oulujärvelle lisättiin vuonna 2015 kaksi näytepistettä (Liite 1.4) mukaan vuosittaiseen tarkkailuun. Oulujärven pisteiltä otettujen näytteiden perusteella vedenlaatu ei poikennut aikaisemmista tarkkailutuloksista.

4.11 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 sivukivialueen maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen mahdollisia vaikutuksia ko. puroihin. Sivukivialueen 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.

Kivipuron vesi on velvoitetarkkailun tulosten perusteella ollut hapanta ja vähähappista kaivostoimintaa edeltävältä ajalta lähtien (2007-2017 pH 3,8-5,8, O₂ % 22-69 %). Vuoden 2018 tapaan vesi oli maaliskuussa jopa aiempaa happamampaa ja vähähappisempaa (pH 3,7, O₂ % 9 %). Sähkönjohtavuus (68 mS/m), sulfaattipitoisuus (270 µg/l) ja kokonaistypen pitoisuus (2200 µg/l) olivat pienentyneet viime vuoden heinä-, elo- ja lokakuusta, jolloin sähkönjohtavuus vaihteli välillä 82-150 mS/m, sulfaattipitoisuus välillä 350-3700 µg/l ja kokonaistypen pitoisuus välillä 3400-18000 µg/l. Myös metallipitoisuudet olivat suurelta osin pienentyneet. Vuoden 2018 kesän ja syksyn pienistä virtaamista sekä talven lumi- ja jääpeitteestä johtuen vedenlaadussa oli kuitenkin edelleen havaittavissa vuoden 2018 kesällä alkanut poikkeustilanne. Alueella otettiin loppukesällä 2018 käyttöön kaivo, jonka kautta selkeytysaltaaseen johdetut vesijakeet voidaan kerätä talteen ja johtaa DP4-altaaseen. Terrafamen omaehtoisessakin Kivipuron virtaamatarkkailussa virtaaman on todettu olevan nykyisellään hyvin pieni. Näytteenottajien kenttämuistiinpanoihin tekemien kirjausten mukaan puron vesi on ollut ”seisovaa” lähes jokaisella näytteenottokerralla.

Pirttipuron vesi on ollut Kivipuron tapaan tarkkailun alusta alkaen hapanta (maaliskuussa 5,7) ja vähähappista (maaliskuussa 72 %). Sähkönjohtavuus (6,7 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (20 mg/l) olivat aiemmin havaitulla tasolla. Liukoisen kadmiumin pitoisuus (0,2 µg/l) oli aiempaa pienempi. Liukoisen nikkelin (15 µg/l) ja mangaanin (96 µg/l) pitoisuudet olivat aiemmin havaitulla tasolla ja liukoisen uraanin pitoisuus alle määrittäysrajan (<0,1 µg/l). Pirttipuron vedenlaatu on kohentunut alueella tehtyjen vedenhallintajärjestelyjen ansiosta mm. sähkönjohtavuuden sekä sulfaatin, mangaanin ja liukoisen nikkelin pitoisuuden osalta. Pirttipurosta mitatut rautapitoisuudet ovat usein olleet suurempia kuin Kivipurossa.

5. VUOKSEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET

Vuoksen suuntaan ei ole johdettu vesiä toukokuun 2016 jälkeen.

5.1 Ylä-Lumijärvi ja Lumijärvi

Ylä-Lumijärven vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2006 alkaen ja Lumijärven vedenlaatua vuosittain vuodesta 2012 alkaen. Järvistä maaliskuussa otettujen vesinäytteiden analyysitulokset eivät poikenneet aiemmista analyysituloksista.

Ylä-Lumijärven happitilanne oli välttävä (68 % O₂). Sähkönjohtavuus oli 15 mS/m, sulfaattipitoisuus 52 mg/l, mangaanipitoisuus 2 900 µg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus 8,9 µg/l. Liukoisen kadmiumin (<0,03 µg/l), kalsiumin (5,6 mg/l), magnesiumin (6 mg/l), rikin (15 000 µg/l) ja uraanin (<0,1 µg/l) pitoisuudet olivat aiemmin tarkkailussa havaittua pienempiä.

Lumijärven happitilanne oli välttävä (51 % O₂). Sähkönjohtavuus (4 mS/m), sulfaattipitoisuus (2 mg/l), ja metallien pitoisuudet olivat pienempiä kuin Ylä-Lumijärvellä. Vesinäytteen pH (6,5) oli suurempi kuin aiemmin (3,5-6,3). Mangaanin (55 µg/l), liukoisen nikkelin (1,0 µg/l), rikin (690 µg/l) ja liukoisen sinkin (5,3 µg/l) pitoisuudet olivat aiemmin tarkkailussa havaittua pienempiä.

5.2 Lumijoki

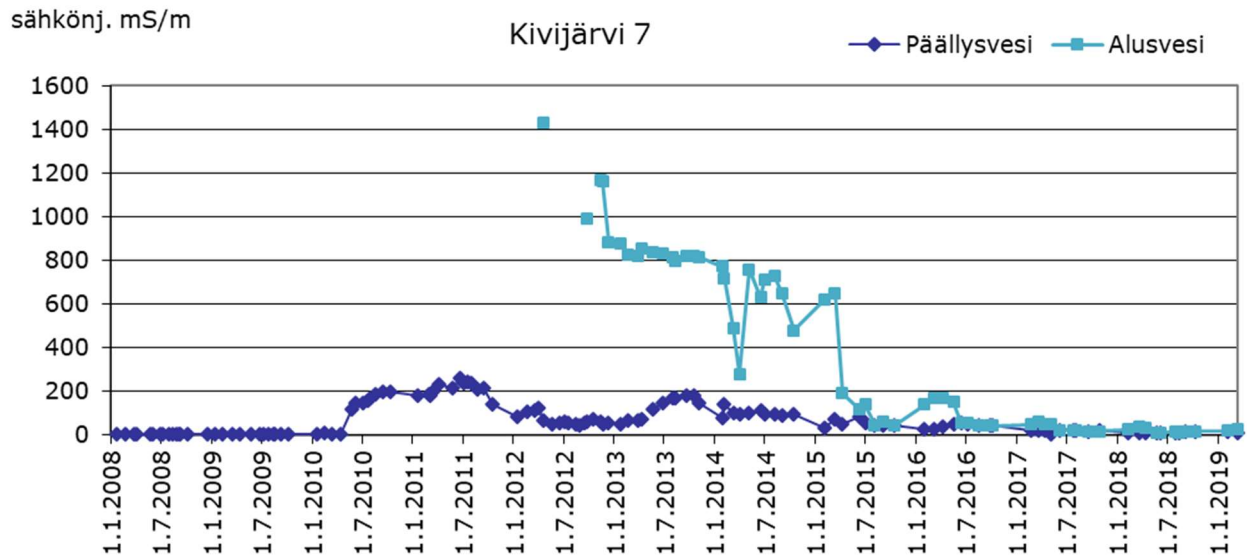
Lumijoen vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 2007 alkaen. Voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaan näytteenottopisteeltä otetaan näytteitä kuukausittain. Tammi-maaliskuun näytteistä mitatut pitoisuudet olivat aiemmin havaitulla vaihteluvälillä. Sähkönjohtavuus oli 8-9 mS/m, sulfaattipitoisuus 19-22 mg/l, mangaanipitoisuus 280-500 µg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus 4-5 µg/l. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle määritysrajan. Aiempina vuosina juokсутusten vaikutus voitiin havaita Lumijoessa selvästi suurempana sähkönjohtavuutena sekä sulfaatin, kalsiumin, magnesiumin, mangaanin ja rikin pitoisuuksina.

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. Vuosittainen vedenlaadun seuranta aloitettiin näytteenottopisteellä Kiv2 vuonna 2011, näytteenottopisteellä Kiv7 vuonna 2008 ja näytteenottopisteellä Kiv10 vuonna 2012.

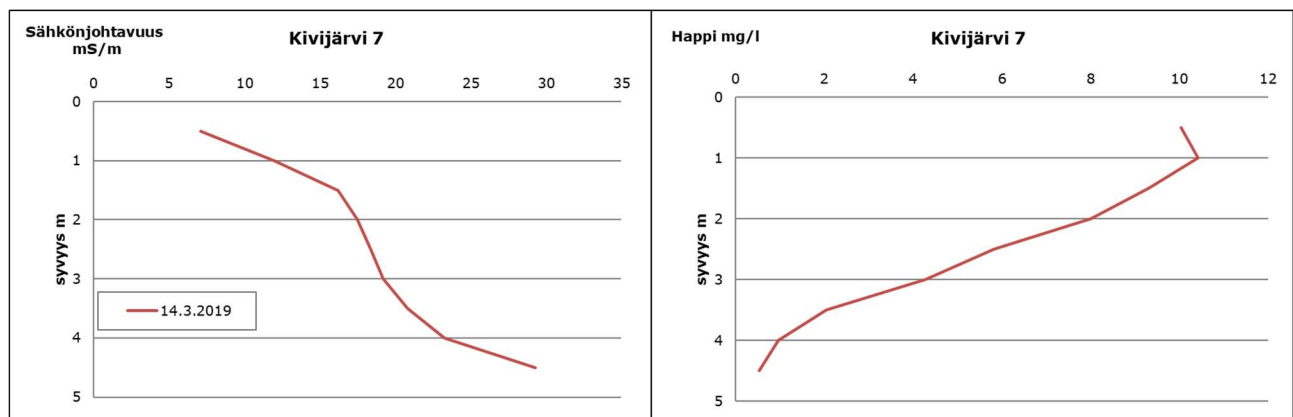
Pisteellä **Kiv2** alusveden happitilanne oli maaliskuussa huono (26 % O₂), mutta parempi kuin muutamina aiempina tarkkailuvuosina (2013-2018: <2-18 %). Päälysveden happitilanne oli tyydyttävä (79 %) ja sekin oli kohentunut muutaman aiemman vuoden takaisesta (2013-2018: 48-78 %). Sähkönjohtavuuden (pinta 16 mS/m, pohja 280 mS/m), sulfaattipitoisuuden (pinta 59 mg/l, pohja 1400 mg/l) sekä useiden metallien (liuk. nikkeli pinta 3 µg/l) pitoisuuksien kehitys on ollut laskeva vuoden 2011 jälkeen. Alusveden rautapitoisuudessa on ollut havaittavissa nouseva suuntaus tarkkailuvuosina 2013-2018 (26 000-41 000 µg/l) mutta maaliskuun pitoisuus (25 000 µg/l) oli aiempaa pienempi.

Myös pisteellä **Kiv7** alusveden happitilanne oli helmi-maaliskuussa huono (8-36 % O₂). Alusveden happitilanne on kuitenkin ollut vuosina 2016-2019 parempi (8-73 %) kuin tarkkailuvuosina 2013-2015 samaan aikaan (<2 %). Päälyysveden happitilanne oli helmikuussa tyydyttävä ja maaliskuussa välttävä (68-78 %). Päälyysveden happitilanne on ollut helmi-maaliskuussa huonoimmillaan vuosina 2010-2013 (51-64 %). Sähkönjohtavuuden (pinta 11-15 mS/m, pohja 20-26 mS/m), sulfaattipitoisuuden (pinta 34-50 mg/l, pohja 74-98 mg/l) sekä useiden metallien (liuk. nikkeli pinta 4 µg/l, pohja 5-15 µg/l) pitoisuuden kehitys on ollut jo usean vuoden ajan laskeva (Kuva 5-1, sähkönjohtavuus).



Kuva 5-1. Sähkönjohtavuuden kehitys Kivijärvessä vuosina 2008–2019

Maaliskuussa pisteeltä Kiv7 kenttämittarilla mitattu happipitoisuus pieneni ja sähkönjohtavuus kasvoi aiempaan tapaan pinnasta pohjaan (Kuva 5-2). Pohjan tuntumasta mitattu happipitoisuus (0,5 mg/l) oli suurempi ja sähköjohtavuus (29 mS/m) pienempi kuin vuotta aiemmin (happi 0,4 mg/l, sähkö. joht. 41 mS/m).



Kuva 5-2. Kivijärven kenttämittausten tulokset maaliskuussa vuonna 2019.

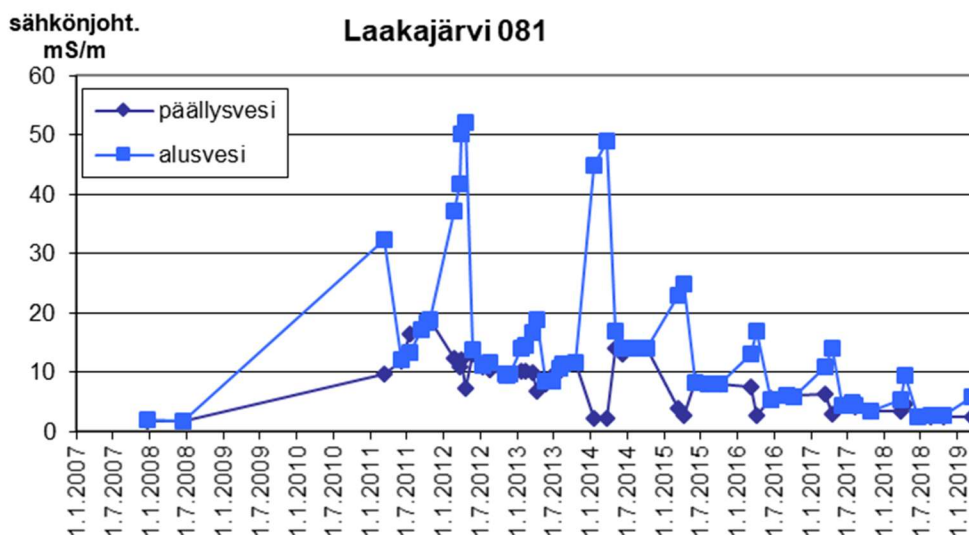
Muiden näytteenottopisteiden tapaan myös Kivijärven pisteellä **Kiv10** alusveden happitilanne oli maaliskuussa huono (20 %), mutta parempi kuin aiempina tarkkailuvuosina samaan aikaan (<1-4 %). Pintaveden happitilanne oli tyydyttävä (72 %). Aiempina tarkkailuvuosina maaliskuun pintaveden hapen kylläisyprosentti on vaihdellut välillä 53-79 %. Päälysveden sähkönjohtavuudessa (10 mS/m), sulfaattipitoisuudessa (27 mg/l) sekä useiden metallien pitoisuuksissa (liuk. nikkeli 4 µg/l) voidaan havaita laskeva suuntaus vuodesta 2014 alkaen. Alusvedessä ei ole vielä ollut havaittavissa samankaltaista laskevaa pitoisuuskehitystä kuin kahdella muulla Kivijärven pisteellä (sähkönjohtavuus 900 mS/m, SO₄ 4900 mg/l). Alumiinin (340 µg/l) ja raudan (82 000 µg/l) osalta pitoisuuskehitys on edelleen nouseva. Liukoisen nikkelin pitoisuus (3,5 µg/l) oli suurimmillaan vuosina 2012-2013 (ka. 23 µg/l).

5.4 Kivijoki

Kivijärvestä lähtevän Kivijoen vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain. Vedenlaatu vastasi suurelta osin Kivijärven päälysveden vedenlaatua eikä muutoksia aiempaan verrattuna havaittu. Kuten Kivijärvessä, myös Kivijoesta mitattu sähkönjohtavuus sekä sulfaattipitoisuus ovat pienentyneet (sähkönjohtavuus vuonna 2019 8,7-19 mS/m, SO₄ 22-44 mg/l).

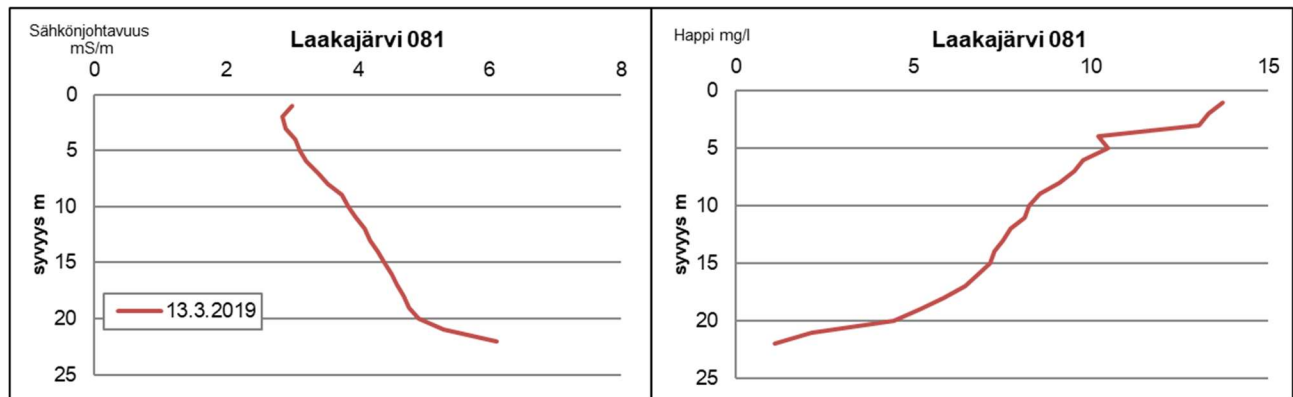
5.5 Laakajärvi

Laakajärven vedenlaatua seurattiin maaliskuussa neljältä näytepisteeltä. Lisäksi syvännepisteeltä Laakajärvi 081 tehtiin maaliskuussa kenttämittauksia. Laakajärven tarkkailupisteillä päälysveden happitilanne oli hyvä. Syvimmillä pisteillä alusvedessä happitilanne oli välttävä tai tyydyttävä ja ajankohtaan nähden tyypillisellä tasolla. Vedenlaatu oli pääosin samalla tasolla viime vuosina mitattujen tulosten kanssa eikä merkittäviä poikkeamia ollut havaittavissa. Laakajärven pisteellä 081 talvikerrostuneisuuskauden sähkönjohtavuus on pienentynyt vuodesta 2014 alkaen sekä päälysvettä alusvedessä (Kuva 5-3) (päälysvedessä 2-3,7 mS/m, alusvedessä 2,5-11 mS/m).



Kuva 5-3. Sähkönjohtavuuden kehitys Laakajärven syvänteellä 081 vuosina 2008–2019

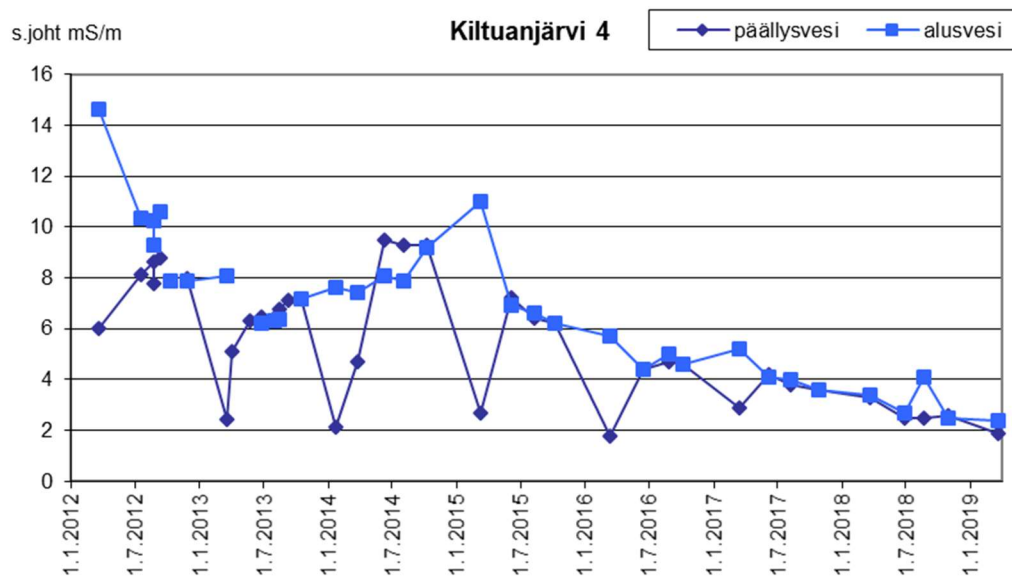
Kenttämittaustulosten perusteella sähkönjohtavuus kasvoi tasaisesti syvyyden kasvaessa ja kasvoi hie-
man alimmassa vesisyvytydessä (Kuva 5-4). Happipitoisuus pieneni tasaisesti pinnasta pohjaan.



Kuva 5-4. Laakajärven kenttämittausten tulokset maaliskuussa vuonna 2019

5.6 Kiltuanjärvi

Kiltuanjärven vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa syvännetarkkailupisteeltä. Kiltuanjärven näytteenottopiste on ollut mukana vuosittaisessa tarkkailussa vuodesta 2007 alkaen. Laboratoriotulosten perusteella happitilanne oli maaliskuussa pintavedessä tyydyttävä (71 % O₂) ja alusvedessä huono (25 % O₂). Muun muassa sähkönjohtavuus (Kuva 5-5), sulfaattipitoisuus (pinta 1,7 mg/l, pohja 4,1 mg/l) ja natriumpitoisuus (pinta 1,1 mg/l, pohja 1,6 mg/l) sekä liukoisen nikkelin pitoisuus (pinta 0,5 µg/l, pohja 1,4 µg/l) ovat viime vuosina pienentyneet. Rautapitoisuus (3900 µg/l) oli aiempaa suurempi (v. 2011-2018 380-2700 µg/l).



Kuva 5-5. Sähkönjohtavuuden kehitys Kiltuanjärvessä vuosina 2012–2019.

5.7 Haapajärvi, Nurmijoki, Sälevä, Atrojoeki ja Syväri

Haapajärveltä, Nurmijoelta, Sälevästä, Atrojoelta ja Syväristä on otettu vesinäytteitä vuosittain vuodesta 2014 alkaen. Tarkkailujaksolla näytteet otettiin maaliskuussa.

Haapajärvellä päänlyysveden happitilanne (84 % O₂) oli hyvä ja alusveden huono (8 % O₂). Kiltuanjärven tapaan myös Haapajärvellä sähkönjohtavuus (pinta 2,5 mS/m, pohja 3,9 mS/m), sulfaattipitoisuus (pinta ja pohja 4,7 mg/l), natriumpitoisuus (pinta 1,7 mg/l, pohja 1,8 mg/l) sekä liukaisen nikkelin pitoisuus (pinta 0,9 µg/l, pohja 1,5 µg/l) ovat viime vuosina pienentyneet. Mangaanipitoisuus (1300 µg/l) oli aiempien tarkkailuvuosien tapaan koholla alusvedessä maaliskuussa huonontuneen happitilanteen seurauksena.

Nurmioen Koirakoskella sähkönjohtavuus (2,6 mS/m) sekä sulfaatti- (4,3 mg/l) ja natriumpitoisuus (1,6 mg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2016 alkaen. Poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna ei havaittu.

Myös **Sälevän** sähkönjohtavuus (pinta 2,7 mS/m, pohja 4,9 mS/m) sekä sulfaatti- (pinta 4,5 mg/l, pohja 3,3 mS/m) ja natriumpitoisuus (pinta ja pohja 1,7 mg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2015 alkaen. Alusveden mangaanipitoisuus oli poikkeuksellisen suuri (5200 µg/l) aiempiin tarkkailutuloksiin (78-1100 µg/l) verrattuna.

Kuten Nurmioen Koirakoskella, myös **Nurmioen Itäkoskella** sähkönjohtavuus (2,7 mS/m) sekä sulfaatti- (4,4 mg/l) ja natriumpitoisuus (1,6 mg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2016 alkaen. Poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna ei havaittu.

Atrojoellakin veden sähkönjohtavuus (2,6 mS/m) sekä sulfaatti- (4,1 mg/l) ja natriumpitoisuus (1,7 µg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2015 alkaen, eikä poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna havaittu.

Syvärin päänlyys- ja alusvedessä voidaan havaita vedenlaadun paranemista vuodesta 2016 alkaen pH:n (pinta 6,3, pohja 6,5), sähkönjohtavuuden (pinta 2,8 mS/m, pohja 3,5 mS/m), sulfaattipitoisuuden (pinta 4 mg/l, pohja 4 mg/l) ja natriumin (pinta 1,6 mg/l, pohja 1,5 mg/l) osalta. Maaliskuun tuloksissa ei havaittu poikkeamia aiempiin tarkkailutuloksiin verrattuna.

6. KAIVOSPIIRIN ULKOPUOLISET JÄRVET

Kaivokselta ei johdeta vesiä kaivospiirin ulkopuolisiin järviin, Iso-Savonjärveen, Hakoseen tai Raatelampeen. Tarkkailujaksolla niistä otettiin vesinäytteitä maaliskuussa.

Iso-Savonjärveltä on otettu vesinäytteitä vuosittain vuodesta 2014 alkaen. Maaliskuussa vedenlaadussa ei havaittu merkittäviä poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna. Sähkönjohtavuus (2,7 mS/m), sulfaattipitoisuus (7 mg/l), mangaanipitoisuus (54 µg/l) ja liukaisen nikkelin pitoisuus (10 µg/l) ovat olleet vuosina 2017-2019 pienempiä kuin aiempina tarkkailuvuosina. Alusvedessä pitoisuuskehitys ei ole ollut yhtä selvä. Alusveden sähkönjohtavuus oli maaliskuussa 3,3 mS/m, sulfaattipitoisuus 8,6 mg/l, mangaanipitoisuus 190 µg/l ja liukaisen nikkelin pitoisuus 15 µg/l. Sekä päänlyys- että alusveden happamuus (pinta ja pohja pH 5,6) on vähentynyt vuosista 2013-2016 (4,9-5,3).

Hakoselta on otettu vesinäytteitä vuosittain vuodesta 2006 alkaen. Pääosin pitoisuudet ovat olleet suurimmillaan vuosina 2012-2013 ja pienimmillään ensimmäisinä tarkkailuvuosina. Maaliskuussa päänäytteen sähkönjohtavuus oli 5,6 mS/m ja alusveden 7,4 mS/m. Päänäytteen sulfaattipitoisuus oli 13 mg/l ja alusveden 18 mg/l.

Raatelammen vuosittaista vedenlaadun tarkkailua on tehty vuodesta 2010 alkaen. Maaliskuussa vedenlaatu ei poikennut aiemmin tarkkailussa havaitusta. Päänäytteen sähkönjohtavuus oli 4,2 mS/m ja alusveden 5,6 mS/m. Päänäytteen sulfaattipitoisuus oli 3,8 mg/l ja alusveden 3,9 mg/l.

7. YHTEENVETO

Kaivoksen ylitevesiä purettiin vuoden 2019 tammi- ja maaliskuun välisellä jaksolla ainoastaan maaliskuussa Nuasjärven purkuputkeen yhteensä 11 200 m³. Tammi- ja maaliskuu olivat Kajaanissa lämpötilan ja sademäärän suhteen melko tavanomaisia. Helmikuu sen sijaan oli tavanomaista lämpimämpi ja saateisempi. Kaivoksella mitattu sademäärä oli kaikkina kuukausina, etenkin maaliskuussa suurempi kuin ilmatieteenlaitoksen Kajaanin mittauspisteeltä mitattu sademäärä. Kalliojoessa ja Niskalan padon virtaamat olivat tammi-maaliskuussa pääosin pieniä. Niskalan padolla virtaama kasvoi maaliskuun lopussa miltei nelinkertaiseksi kuun alun virtaamaan verrattuna. Kolmisopen vedenkorkeus laski hiljalleen tarkkailujaksolla tammikuusta maaliskuuhun. Vedenkorkeus ei ylittänyt vedenkorkeudelle asetettua ylärajaa.

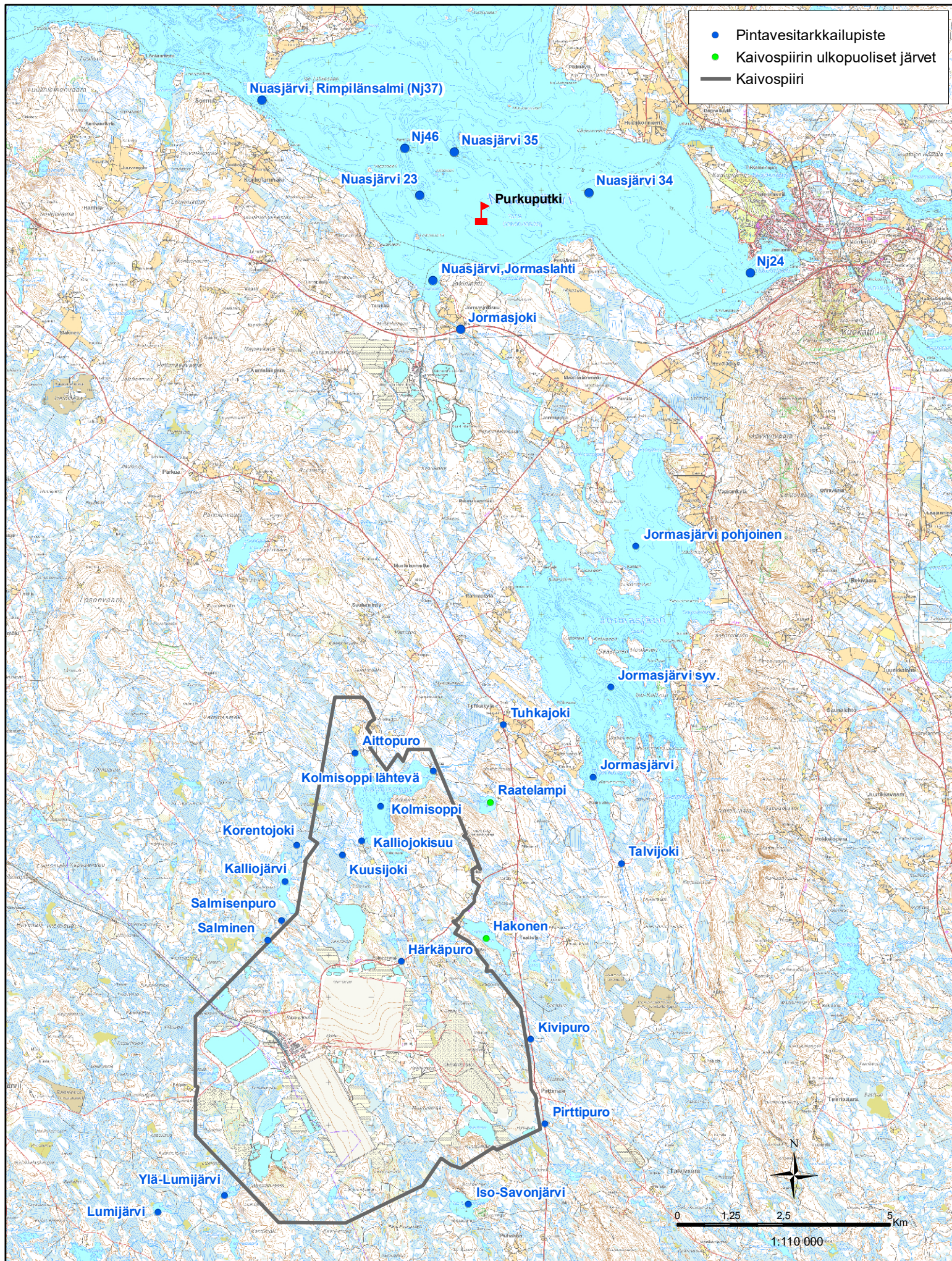
Oulujoen purkusuunnassa kaivoksen vaikutukset näkyvät voimakkaimmin Salmisen ja Kalliojärven vedenlaadussa siitä huolimatta, että järvien purkureitille on edellisen kerran juoksutettu vesiä Kärsälammelta toukokuussa vuonna 2016. Seuraavilla, virtaussuunnassa kaivosalueen alapuolisilla järvillä, Kolmisopessa ja Jormasjärvellä sekä päänäytteen alusveden vedenlaatu on kohentunut viime vuosien aikana. Kaivostoiminnan vaikutus on niissä kuitenkin edelleen havaittavissa. Kaivostoiminnan vaikutus oli havaittavissa myös sivukiven läjitysalueen rakennustyömaan vaikutusalueella Kivipurrossa. Sen sijaan Pirttipuron vedenlaatu oli parempi kuin aiempina tarkkailuvuosina kaivostoiminnan aikana ja pääosin kaivostointa edeltäneellä tasolla.

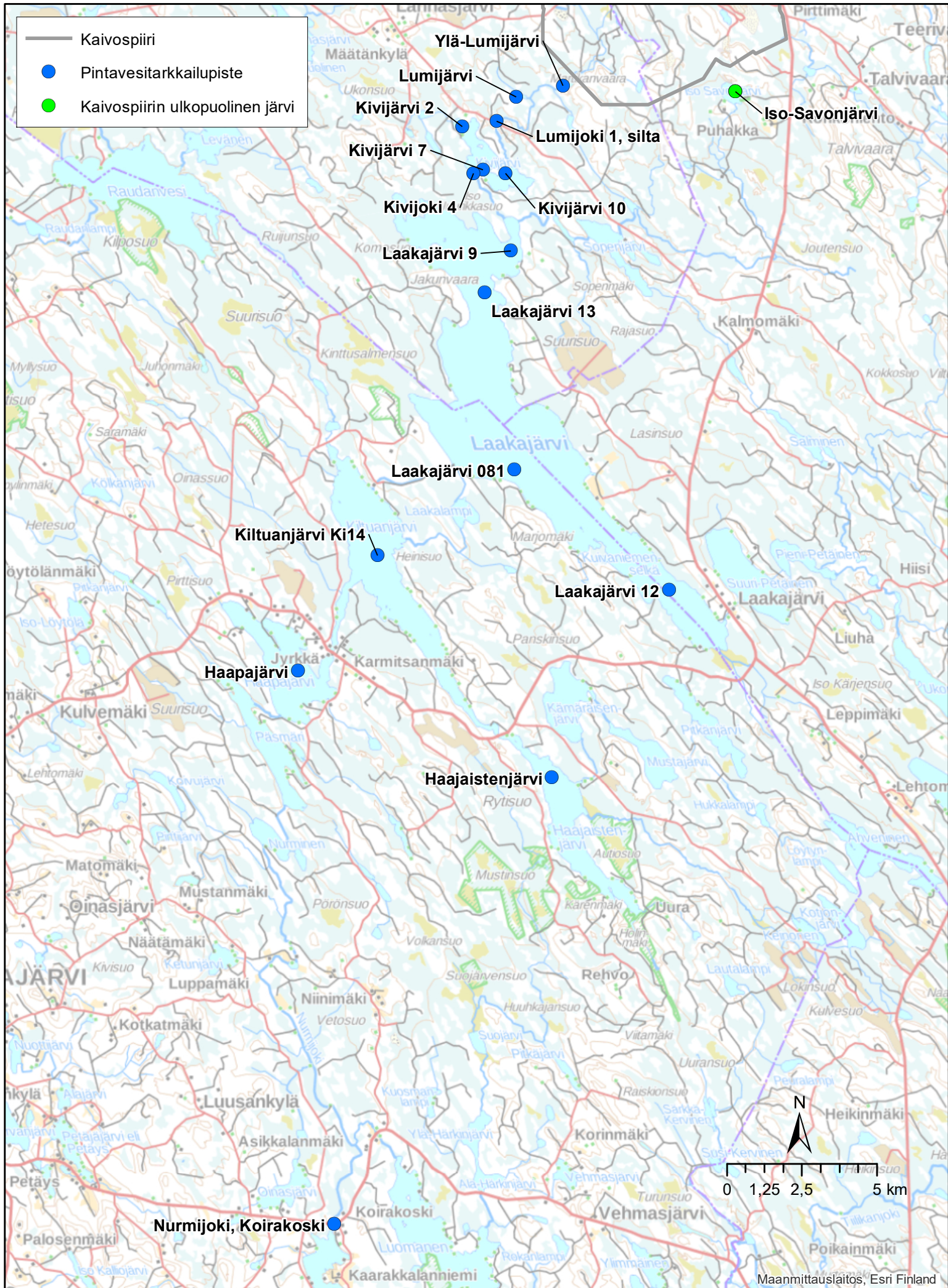
Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden kohonneena sähkönjohtavuutena ja sulfaattipitoisuutena. Osassa syvänteitä oli havaittavissa talvikerrostuneisuus, joka voimistui talven edetessä. Leviämiskartoituksen tarkkailupisteillä alusveden sähkönjohtavuus on viime vuosina pääosin pienentynyt.

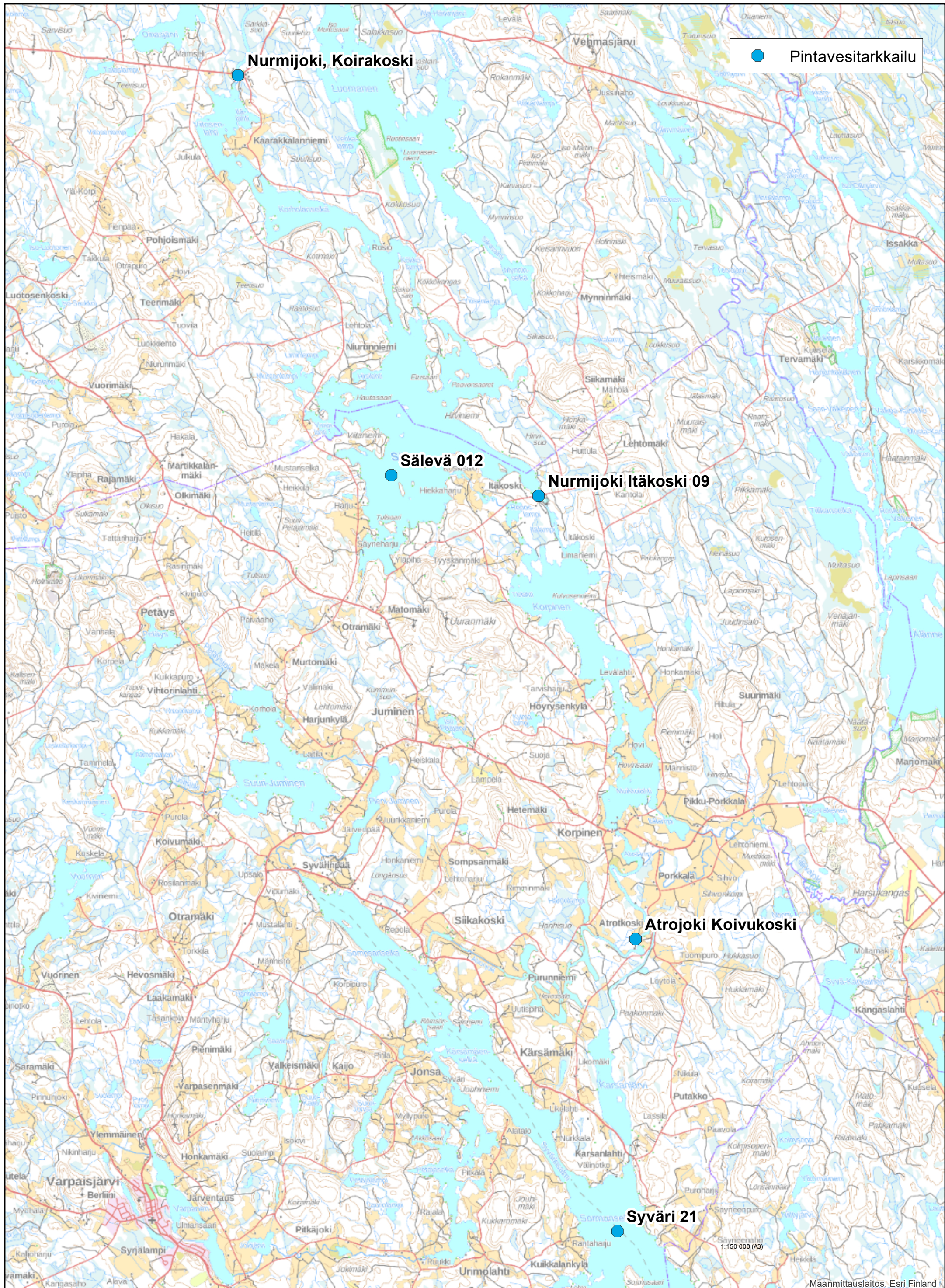
Vuoksen purkusuuntaan ei ole johdettu kaivokselta vesiä toukokuun 2016 jälkeen. Purkusuunnassa ensimmäisellä alapuolisella järvellä, Kivijärvellä, pysyvä kerrostuneisuus on havaittavissa kahdella kolmesta tutkimuspisteestä. Näillä pisteillä alusveden sulfaattipitoisuudet ovat suuria. Kivijärven alapuolisella Laakajärvellä ja Kiltuanjärvellä vedenlaatu on viime vuosina kohentunut ja täyskierrot ovat onnistuneet normaalisti. Kaivoksen aiemman kuormituksen vaikutus voidaan edelleen havaita Vuoksen vesistöissä ainakin Laakajärveen saakka. Kiltuanjärvessä ja Haapajärvessä pitoisuudet alkavat olla luontaisten taustapitoisuuksien tasolla. Haapajärvestä alaspäin vaikutuksia ei voida erottaa taustapitoisuuksista.

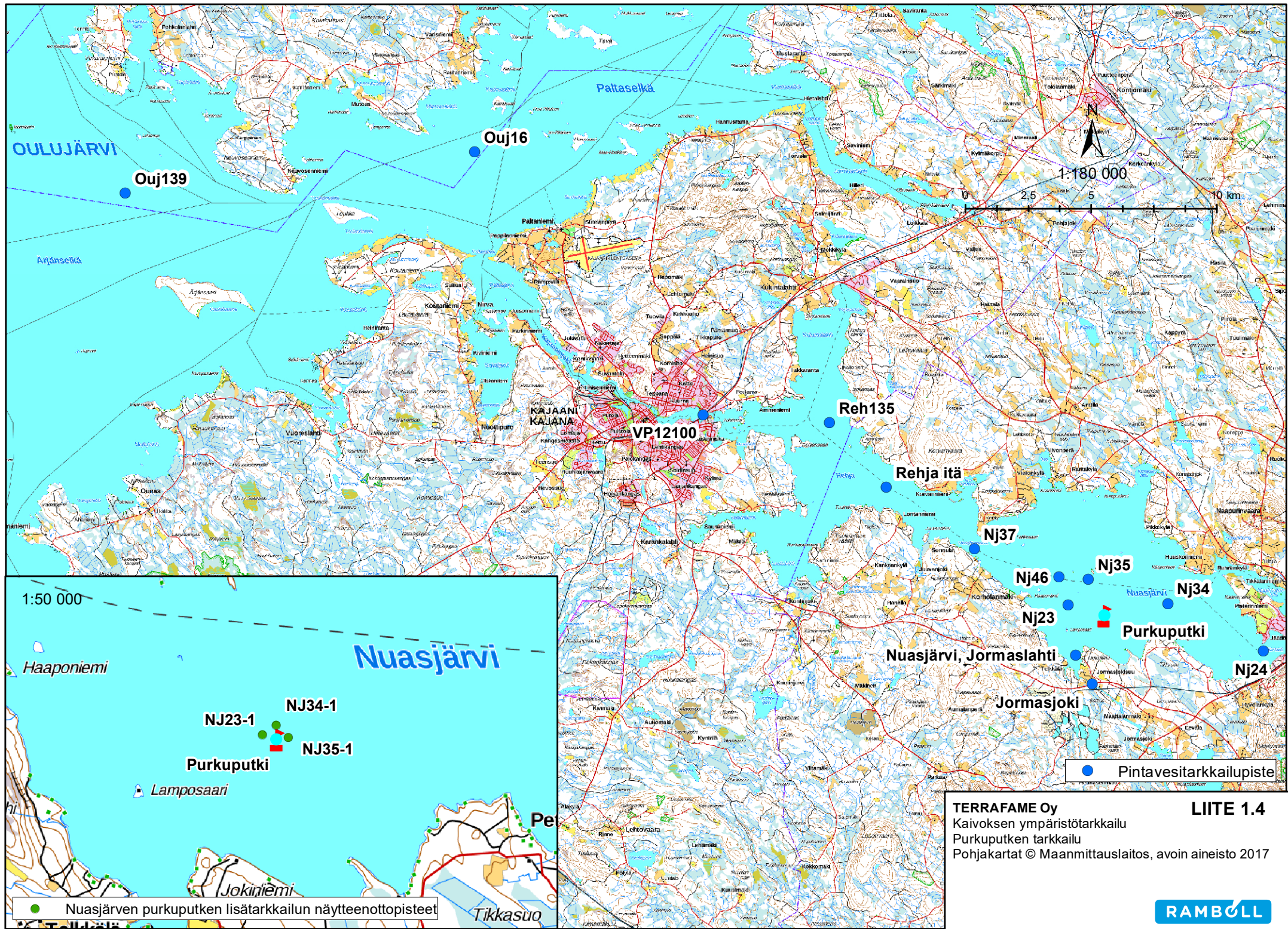
Maaliskuussa otettiin näytteitä kaivospiirin ulkopuolisilta järviltä, Iso-Savonjärveltä, Raatelammelta ja Hakoselta, joihin ei johdeta kaivosvesiä. Maaliskuussa vedenlaadussa ei havaittu poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna.

LIITE 1
TARKKAILUALUE JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT

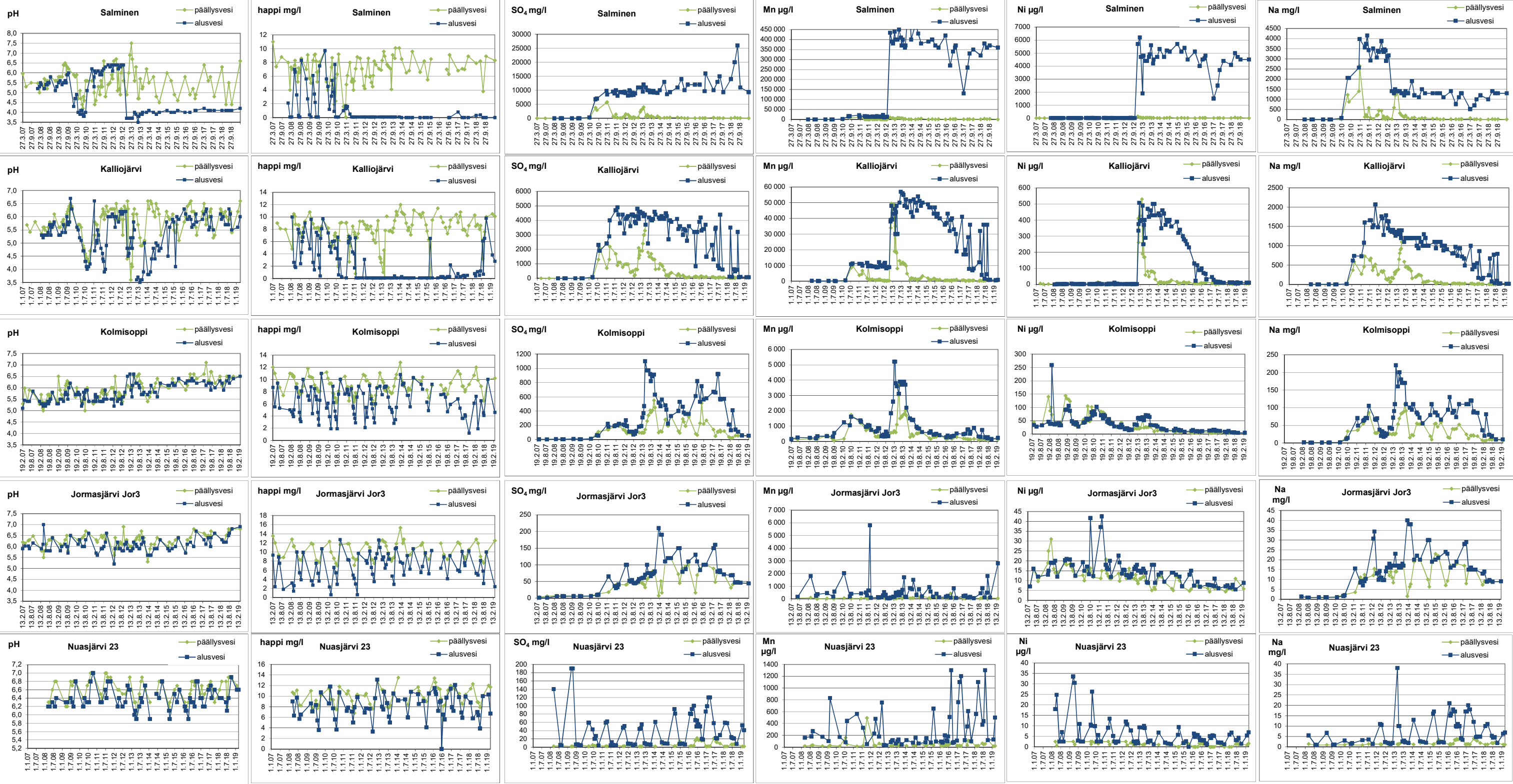




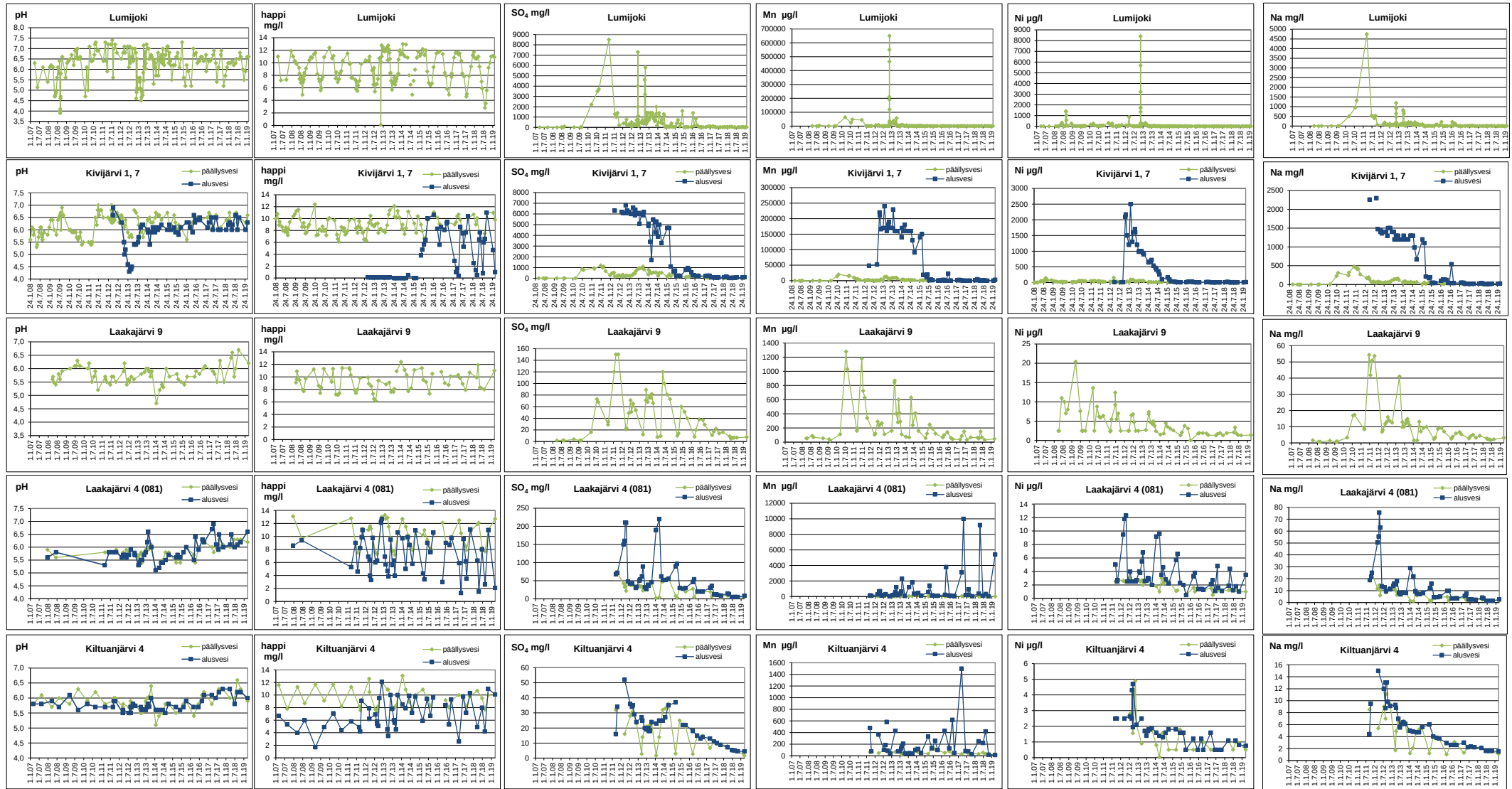




LIITE 2
OULUJOEN SUUNTA - KEHITYSKUVAAJAT



LIITE 3
VUOKSEN SUUNTA – KEHITYSKUVAAJAT



LIITE 4
TULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO

[illegible]