

Vastaanottaja  
**Terrafame Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Neljännesvuosiraportti (1/4) 2020**

Päivämäärä  
**27.5.2020**

Viite  
**1510053564-001**

# **TERRAFAME OY**

## **KAIVOKSEN PINTAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2020 – Q1**

Laatija **Niklas Virkkala, Hanna Kangas, Anna Hakala**  
Tarkastaja  
Kuvas **Ympäristötarkkailun neljännesvuosiraportti**

Viite 1510053564-001

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIT</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>OULUJOEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET</b>	<b>5</b>
4.1	Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi	6
4.2	Härkäpuro ja Kuusijoki	8
4.3	Korentojoki	8
4.4	Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki	8
4.5	Talvijoki	10
4.6	Jormasjärvi	10
4.7	Jormasjoki	12
4.8	Rehja-Nuasjärvi	12
4.8.1	Vesinäytteiden tulokset	13
4.8.2	Kenttämittaukset	14
4.8.3	Jatkuvatoimiset mittaukset	16
4.8.4	Leviämiskartoitus	19
4.9	Kajaaninjoki	21
4.10	Oulujärvi	21
4.11	Pirttipuro ja Kivipuro	22
<b>5.</b>	<b>VUOKSEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET</b>	<b>22</b>
5.1	Ylä-Lumijärvi ja Lumijärvi	22
5.2	Lumijoki	22
5.3	Kivijärvi	23
5.4	Kivijoki	24
5.5	Laakajärvi	25
5.6	Kiltuanjärvi	26
5.7	Haapajärvi, Nurmijoki, Sälevä, Atrojoki ja Syväri	26
<b>6.</b>	<b>KAIVOSPIIRIN ULKOPUOLISET JÄRVET</b>	<b>27</b>
<b>7.</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>27</b>

## LIITTEET

### Liite 1

Tarkkailualue ja näytteenottopaikat

### Liite 2

Oulujoen suunta - kehityskuvaajat

### Liite 3

Vuoksen suunta - kehityskuvaajat

### Liite 4

Tulosten yhteenvetotaulukko

## 1. JOHDANTO

Vuoden 2020 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 seurantapaikkojen ja osin myöhemmin tarkkailuun lisättyjen seurantapaikkojen veden laadun seurantaan.

Nuasjärven purkuputken tarkkailu lisättiin tarkkailuohjelmaan vuonna 2015. Purkuputken myötä vesistötarkkailua lisättiin Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Vuoden 2020 tarkkailuraporteissa esitetään myös Nuasjärven purkuputkeen liittyvän lisätarkkailun tulokset. Kivipuron 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. Tarkkailun tavoitteena on selvittää kaivosalueelta johdettavien vesien vaikutusalueen laajuutta sekä vesien johtamisesta aiheutuvia vesistövaikutuksia.

Vuoden 2020 ensimmäisessä neljännesvuosiraportissa (Q1) tarkastellaan tammikuun ja maaliskuun välisenä aikana otettujen vesinäytteiden ja tehtyjen mittauksien tuloksia. Vesien johtamisen vaikutuksia tarkkaillaan Oulujoen vesistössä välillä Salminen - Oulujärvi ja Vuoksen vesistössä välillä Ylä-Lumijärvi - Syväri. Vesistö pisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 kartoissa.

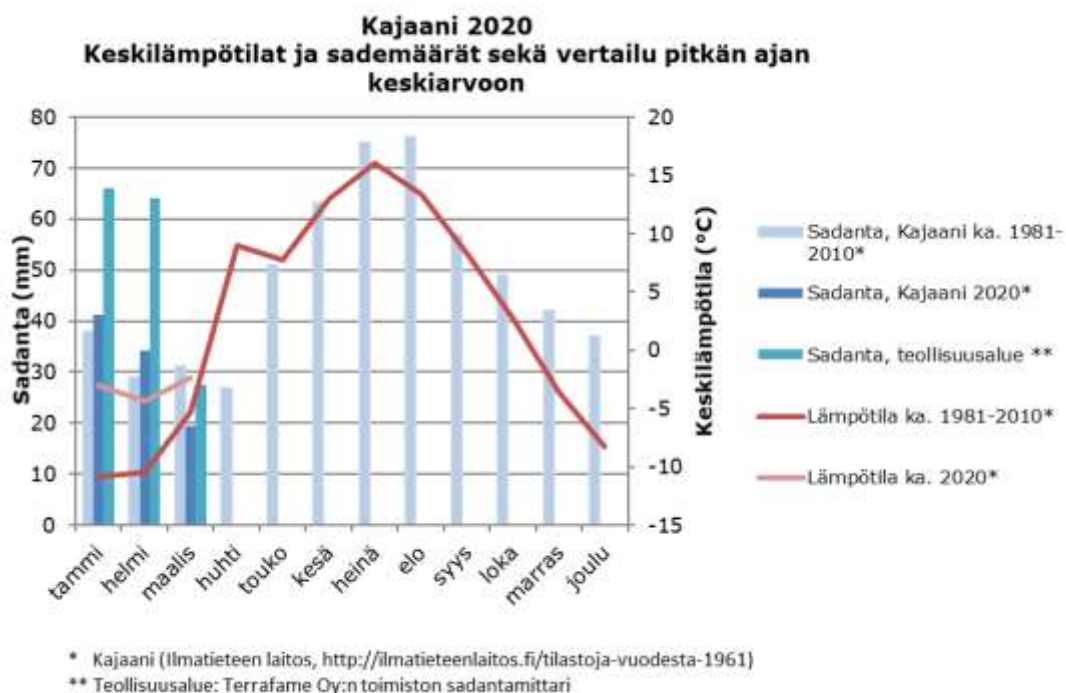
## 2. HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN

Käsiteltyä vesiä johdettiin kaivokselta vesistöön koko alkuvuoden ajan. Suurin osa vesistä vuoden 2020 ensimmäisellä kvartaalilla johdettiin purkuputkeen ja Latosuon altaan kautta pohjoiselle purkureitille (Taulukko 2-1). Vesistöön johdettujen vesien kokonaismäärä (n. 2 000 000 m<sup>3</sup>) oli huomattavasti suurempi kuin vuonna 2019 (11 200 m<sup>3</sup>) tai vuonna 2018 (245 000 m<sup>3</sup>) samana ajanjaksona. Myös eteläiselle purkureitille johdettiin käsiteltyä vesiä maaliskuussa. Edellisen kerran Vuoksen vesistöön on johdettu vesiä vuonna 2016.

**Taulukko 2-1. Terrafamen juoksutusmäärät purkupaikoittain (m<sup>3</sup>)**

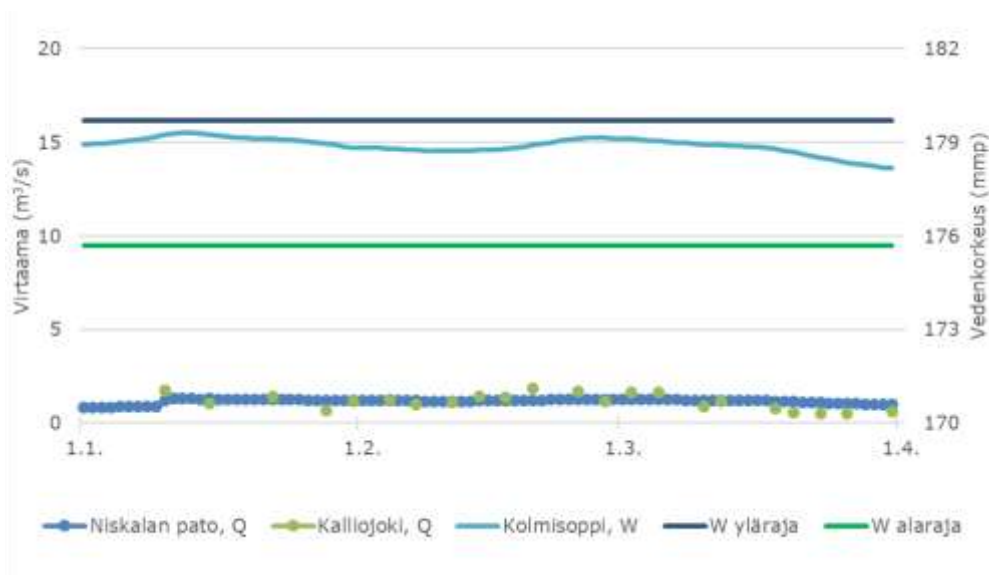
	Pohjoinen					Etelä	
	Purkuputki	Latosuo	Kärsälampi	Kuusilampi	SEM2	Kortelampi 1	Kortelampi 2
<b>Tammikuu</b>	537 845	37 640	0	0	0	0	0
<b>Helmikuu</b>	454 596	205 180	0	0	0	0	0
<b>Maaliskuu</b>	478 655	171 915	0	0	0	42 673	0
<b>Yhteensä</b>	1 471 096	414 735	0	0	0	42 673	0

Vuoden 2020 alku oli Kajaanissa lämpimämpi ja sateisempi kuin pitkän ajan keskiarvo (Kuva 2-1). Teollisuusalueella mitattu sademäärä oli kaikkina kuukausina suurempi kuin Ilmatieteen laitoksen Kajaanin mittauspisteeltä mitattu sademäärä.



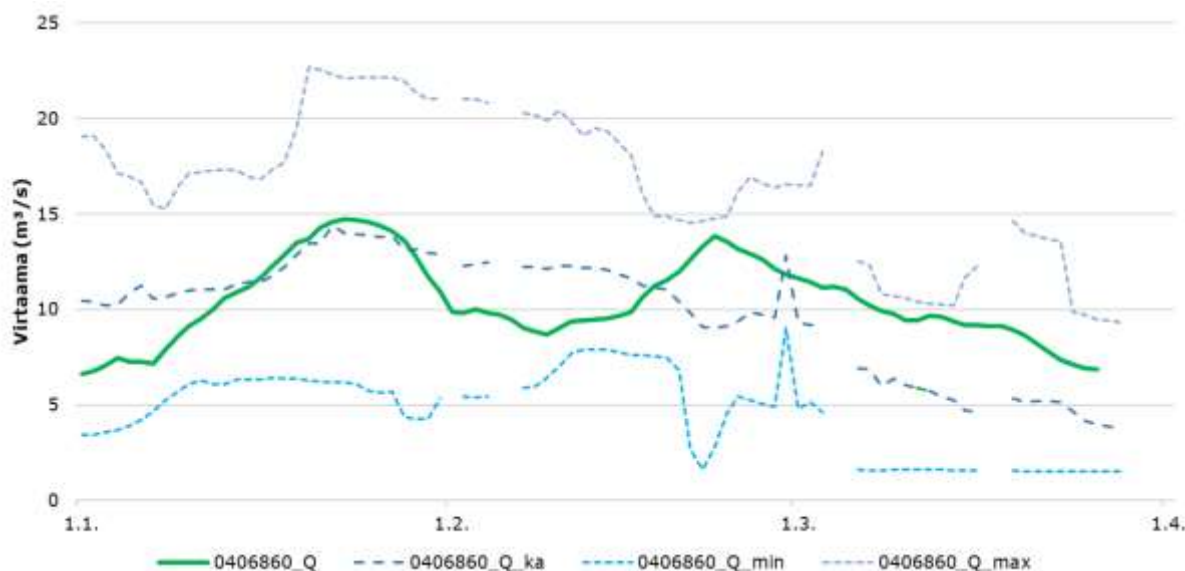
**Kuva 2-1. Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2020 sekä vertailu pitkän ajan (1981–2010) keskiarvoihin**

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). Virtaamat pysyivät samansuuruisena tarkkailujakson ajan. Kolmisopen 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.–31.3.2020 Ympäristöhallinnon mittausaineiston perusteella (Ympäristöhallinnon avoin tieto 2020, 6.4.2020). Havaintopiste sijaitsee Kiltuanjärven ja Haapajärven välisessä salmessa. Virtaama oli alkuvuodesta pitkän ajan keskiarvon tasolla ja maaliskuussa hieman sitä korkeampi (keskiarvo 10 m<sup>3</sup>/s, vaihteluväli 6,6–5,6 m<sup>3</sup>/s).



Kuva 2-3. Kiltuanjärven (04.643) Jyrkän tarkkailupisteen virtaamat tammi-maaliskuussa 2020 (Ympäristöhallinnon avoin tieto 2020)

### 3. NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIT

Näytteet otettiin ja analyysit tehtiin voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti. 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.

Maaliskuussa Kivipurosta ei otettu näytettä uoman kuivuuden vuoksi. Osa Rehja-Nuasjärven näytteistä otettiin vaikean jäätilanteen vuoksi helmikuussa tammikuun sijaan. Kolmisoppi lähtevä -pisteeltä ja Talvijoesta otettiin ylimääräisiä vesinäytteitä.

**Taulukko 3-1. Toteutunut näytteenotto tammi-maaliskuussa Oulujoen suunnalla. Numerolla merkitty tarkkailuohjelman mukainen analyysipaketti ja K tarkoittaa kenttämittausta. Poikkeukset tarkkailuohjelman mukaiseen näytteenottoon on merkitty tähdellä.**

Paikka	VESLA-nimi	Q1		
		I	II	III
<b>Oulujoen suunta</b>				
Salminen	Salminen			5
Salmisenpuro	Salmisenpuro 1			1
Kivipuro	Kivipuro KL2	2	2	*
Pirttipuro	Pirttipuro 1	2	2	2
Kalliojärvi	Kalliojärvi		5	5+K
Korentojoki	Korentojoki 2			1
Härkäpuro	Härkäpuro 1			1
Kuusijoki	Kuusijoki	1	1	1
Kalliojokisuu	Kalliojoki, suu	1	1	1
Kolmisoppi	Kolmisoppi			5
Kolmisoppi lähtevä	Kolmisoppi lähtevä		*	1*
Tuhkajoki	Tuhkajoki 1	1	1	1
Talvijoki	Talvijoki 1		*	1
Jormasjärvi etelä	Jormasjärvi 5			4
Jormasjärvi syv	Jormasjärvi syv p3			4
Jormasjärvi pohj	Jormasjärvi 8			4
Jormasjärvi 16	Jormasjärvi 16			2
Jormasjärvi 17	Jormasjärvi 17			2
Jormasjoki	Jormasjoki 9	3	3	3
Nuasjärvi, Jormaslahti	Nuasjärvi, Jormaslahti 6			7
Nuasjärvi 24	Nuasjärvi 24			6+K
Nuasjärvi 34	Nuasjärvi 34	6+K		6+K
Nuasjärvi 23	Nuasjärvi 23	8+K		8+8C+K
Nuasjärvi 35	Nuasjärvi 35	6+K		6+K
Nuasjärvi 37	Nuasjärvi 44		6+K*	6+K
Nuasjärvi 46	Nuasjärvi 46		6+K*	6+K
Rehja itä	Nuasjärvi 45		6+K*	6+K
Rehja 135	Rehjanselkä 135		6+K*	6+K
Kajaaninjoki (VP12100)	Kajaaninjoki 40			9+K
Oulujärvi 16	Paltaselkä 138			9+K
Oulujärvi 139	Ärjänselkä 139			9+K
Nj23-1	Nuasjärvi 23-1		6+K*	6+K
Nj34-1	Nuasjärvi 34-1		6+K*	6+K
Nj35-1	Nuasjärvi 35-1		6+K*	6+K

**Taulukko 3-2. Toteutunut näytteenotto tammi-maaliskuussa Vuoksen suunnalla sekä kaivospiirin ulkopuolisilla järvillä. Numerolla on merkitty tarkkailuohjelman mukainen analyysipaiketti ja K tarkoittaa kenttämittausta.**

Paikka	VESLA-nimi	Q1		
		I	II	III
<b>Vuoksen suunta</b>				
Ylä-Lumijärvi	Ylä-Lumijärvi			4
Lumijärvi	Lumijärvi			4
Lumijoki 1. silta	Lumijoki 4	1	1	1
Kivijärvi 2	Kivijärvi 2			5
Kivijärvi 7	Kivijärvi 7		5	5+K
Kivijärvi 10	Kivijärvi 10			5
Kivijoki 4	Kivijoki 4	1	1	1
Laakajärvi 9	Laakajärvi 9			4
Laakajärvi 13	Laakajärvi 13			4
Laakajärvi 081	Laakajärvi 081			4+K
Laakajärvi 12	Laakajärvi 12			4
Kiltuanjärvi	Kiltuanjärvi 4			4
Haapajärvi	Haapajärvi 070			11
Nurmijoki, Koirakoski	Nurmijoki Koirakoski 7			11
Sälevä 012	Sälevä 012			12
Nurmijoki itäkoski 09	Nurmijoki Itäkoski 9			12
Atrojoki Koivukoski	Atrojoki Koivukoski			12
Syväri 21	Syväri 21			10
<b>Kaivospiirin ulkopuoliset järvet</b>				
Iso-Savonjärvi	Iso-Savonjärvi			4
Hakonen	Hakonen			4
Raatelampi	Raatelampi			4

## 4. OULUJOEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET

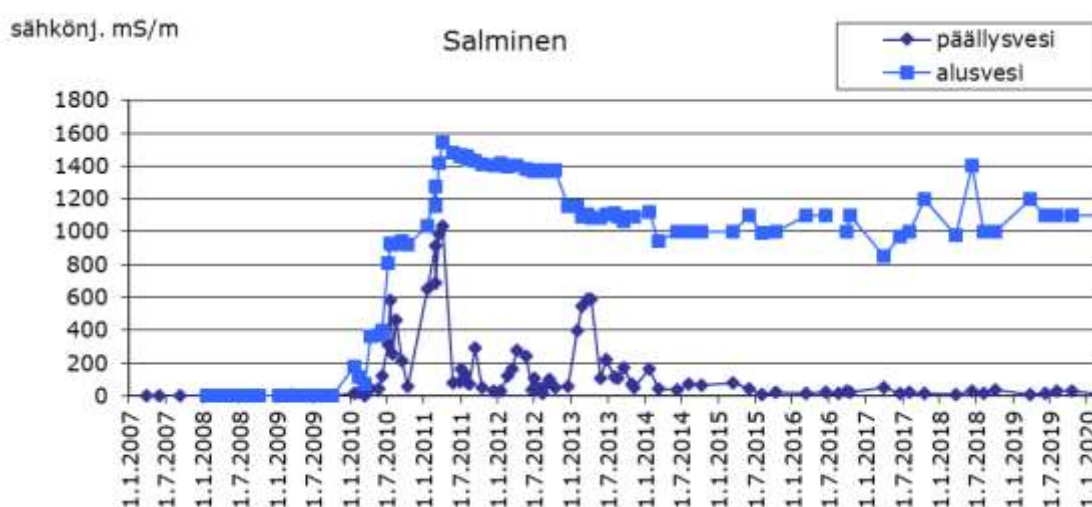
Oulujoen suuntaan vettä johdetaan pääasiassa Latosuon patoaltaalta lähtevän purkuputken kautta Nuasjärveen sekä Latosuon patoaltaalta Kuusijokeen ja edelleen Kalliojokeen. Vettä voidaan johtaa Oulujoen suuntaan myös kaivosalueen pohjoiselta vedenkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta Salmiseen sekä kaivoksen 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 2020 tammi-maaliskuun tarkkailujaksolla vesiä johdettiin kaivosalueelta Oulujoen suuntaan Latosuon vesivarastoaltaalta sekä purkuputken kautta.



#### 4.1 Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi

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

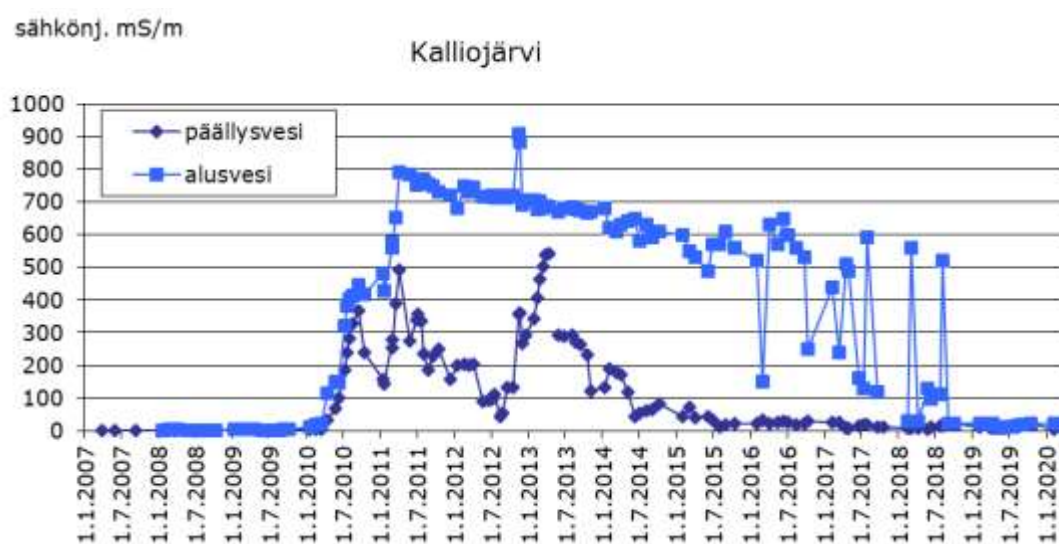
Vesinäytteiden analyysitulosten perusteella **Salmisen** vesi on ollut selvästi kerrostunutta vuodesta 2010 alkaen (Kuva 4-1). Sekä päällys- että alusveden sähkönjohtavuus on pienentynyt vuosien 2011-2012 tasosta, mutta siinä on viime vuosina ollut havaittavissa suurta näytteenotokertojen välistä vaihtelua. Alusvesi oli hapanta (pH 4,1) ja hapetonta (<2,0 % O<sub>2</sub>). Sähkönjohtavuus ja sulfaattipitoisuus olivat suuria. Myös metallipitoisuudet olivat edelleen suuria.



Kuva 4-1. Sähkönjohtavuus Salmisen päällys- ja alusvedessä tarkkailuvuosina 2007-2020

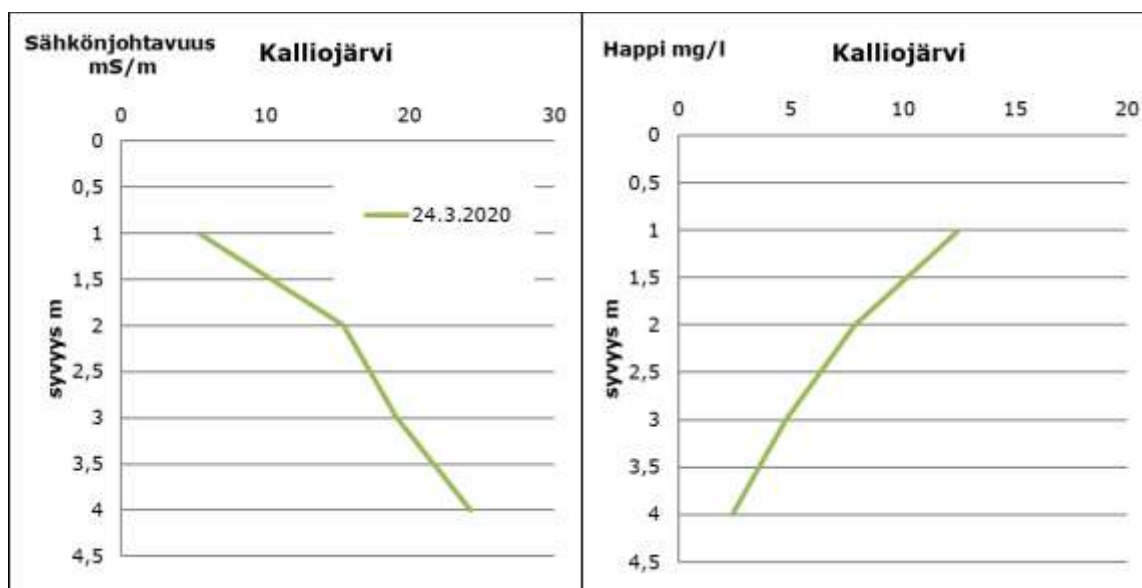
**Salmisenpurossa** veden pH oli 6,1. Puskurikyky oli tyydyttävä (0,09 mmol/l). Näytteen orgaanisen aineen (TOC 20 mg/l) ja hapen pitoisuus (12 mg/l) olivat samalla tasolla kuin aiempina vuosina samaan ajankohtaan otetuissa näytteissä. Sulfaattipitoisuus (16 mg/l) oli hieman pienempi kuin Salmisen päällysvedessä (22 mg/l). Kiintoaine- (<1,0 mg/l) ja typpipitoisuuksissa (450 µg/l) ei ollut merkittäviä poikkeamia aiempaan nähden. Metallipitoisuudet vastasivat pääosin Salmisen päällysveden pitoisuuksia.

**Kalliojärnessä** on vuosina 2011-2018 havaittu voimakasta kerrostuneisuutta (Kuva 4-2). Vesinäytteiden analyysitulosten perusteella Kalliojärven päällysveden sulfaattipitoisuus (14-17 mg/l) sekä metallien pitoisuudet pääosin vastasivat Salmisenpuron vedenlaatua, eikä tuloksissa ollut havaittavia poikkeamia aiempiin tarkkailutuloksiin verrattuna. Kalliojärven alusveden happitilanne oli huono (10-18 % O<sub>2</sub>). Sulfaattipitoisuus (75-89 mg/l) oli edellisvuoden tasolla. Ravinnepitoisuudet (N 530-610 µg/l, P 18-20 µg/l) olivat myös edellisvuoden tasolla. Metallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa selvä laskeva suuntaus jo usean vuoden ajan. Liukoisien kadmiumin pitoisuudet olivat alle määrittärajän (0,03 µg/l). Salmisen tapaan myös Kalliojärnessä veden sähkönjohtavuus on pienentynyt.



Kuva 4-2. Sähkönjohtavuus Kalliojärven päällys- ja alusvedessä tarkkailuvuosina 2007-2020

Aiempiä vuosina kenttämittaustietojen perusteella Kalliojärven harppauskerros on hyvin jyrkkä ja alusveden osuus koko vesitilavuudesta vaihtelee kierto-olosuhteiden ja veden pinnankorkeuden vaihtelun mukaan. Vuoden 2020 maaliskuussa tätä ilmiötä ei havaittu (Kuva 4-3). Happipitoisuus pieneni melko tasaisesti syvyyden kasvaessa.



Kuva 4-3. Kalliojärven kenttämittausten (YSI-mittari) tulokset 24.3.2020

#### 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 alkuvuodesta. Härkäpuron ja Kuusijoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2012 alkaen.

**Härkäpurosta** maaliskuussa otettujen vesinäytteiden pH oli aiempaan tapaan emäksinen (9,6). Sähkönjohtavuus 130 mS/m ja sulfaattipitoisuus 710 mg/l olivat suuria, mutta 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. Sähkönjohtavuus (4-310 mS/m) ja sulfaatin pitoisuus (9-1900 mg/l) olivat helmi- ja maaliskuun näytteenottokerroilla suurempia kuin muutamana viime vuotena, mutta sitä aiempien tarkkailuvuosien tasolla.

#### 4.3 Korentojoki

Korentojoki laskee Kalliojokeen Kalliojärven ja Kolmisopen välissä ja kerää vetensä kaivosalueen länsipuolelta. Korentojoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2014 alkaen. Korentojolta otettiin näyte maaliskuussa, eikä poikkeamia aiempiin tuloksiin verrattuna havaittu. Korentojokeen ei kohdistu kuormitusta tai muita vaikutuksia Terrafamen kaivoksen toiminnasta.

#### 4.4 Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki

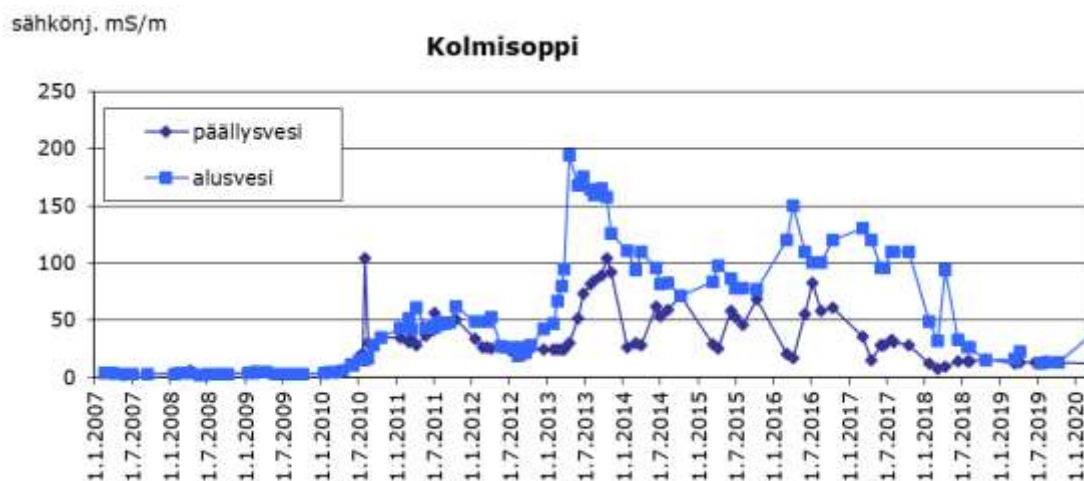
Nuasjärven purkuputkeen juoksutettavia vesiä lukuun ottamatta kaikki pohjoiseen Oulujoen suuntaan kaivosalueelta juoksutettavat vedet kulkevat Kalliojoen ja Kolmisopen kautta Tuhkajokeen. Kalliojoen tarkkailupiste sijaitsee jokisuussa laskussa Kolmisoppeen. Kolmisopessa on kaksi tarkkailupistettä, keskellä 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 5,4–6,2). Sähkönjohtavuus (15–70 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (57–310 mg/l) olivat helmi- ja maaliskuussa aiempaan verrattuna koholla.

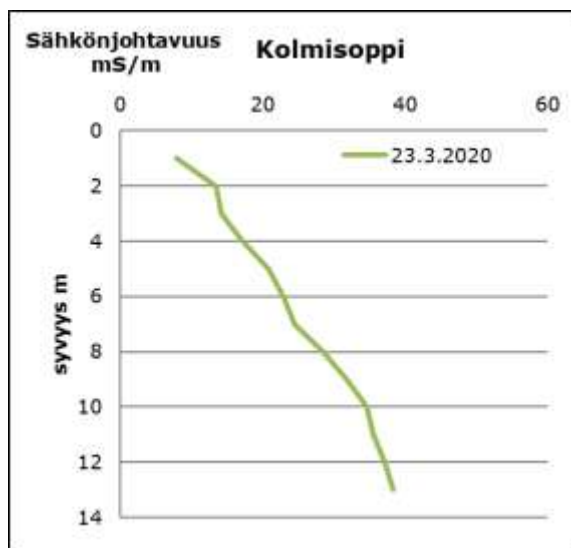
**Kolmisopesta** otettiin vesinäytteitä maaliskuussa. Kolmisopesta lähtevän veden tarkkailupisteeltä otettiin järvellä suoritettavien tutkimuskairausten vaikutusten tarkkailemiseksi viikoittaisia näytteitä 19.2.–25.3. Kolmisopessa tehtiin lisäksi kenttämittaukset metrin syvyydvälein. Vesinäytteissä pH oli 5,8–6. Alusveden happitilanne oli välttävä (47 % O<sub>2</sub>). Päällys- ja alusveden sähkönjohtavuus on laskenut vuodesta 2013 vuoteen 2018 (Kuva 4-4). Toisin kuin vuonna 2019, maaliskuun näytteenotossa alusvedestä mitattiin päällysvettä korkeampi sulfaattipitoisuus ja sähkönjohtavuustulos. Myös liukoisten metallien pitoisuudet alusvedessä olivat suuremmat kuin vuoden 2019 maaliskuussa.

Kolmisopesta lähtevän veden vedenlaadussa ei havaittu muutoksia aiempiin vuosiin ja se vastasi suurelta osin Kolmisopen päällysveden vedenlaatua.



Kuva 4-4. Sähkönjohtavuuden kehitys Kolmisopessa v. 2007–2020

Kenttämittausten perusteella Kolmisopen vedessä ei maaliskuussa havaittu jyrkkää sähkönjohtavuuden harppauskerrosta (Kuva 4-5).



**Kuva 4-5. Kolmisopen kenttämittausten (YSI-mittari) mukainen sähkönjohtavuus eri syvyyksissä maaliskuussa 2020**

Tuhkajoesta otettiin näytteet kuukausittain. Veden pH oli lievästi hapan 5,8–6,4 ja happitilanne oli hyvä (79-83 %). Sähkönjohtavuus (5-11 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (15-435 mg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2014 alkaen. Liukoisen kadmiumin pitoisuus oli kaikkina näytteenotokertoina pieni (0,044-0,061 µg/l) ja liukoisen nikkelin pitoisuus 4,9-5,4 µg/l. Niiden osalta pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin samaan aikaan aiempina tarkkailuvuosina. Tuhkajoen vesi oli laadultaan samaa tasoa kuin Kolmisopesta lähtevä vesi.

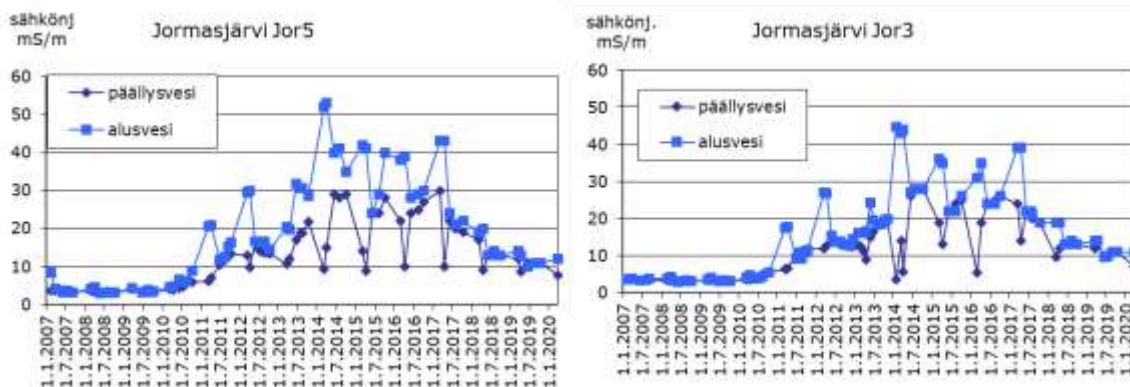
#### 4.5 Talvijoki

Kaivosalueelta ei johdeta vesiä Talvijoen suuntaan. Talvijoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2012 alkaen ja vuonna 2020 vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain. Helmikuussa Talvijokeen pääsi lyhytaikaisesti Kivipuron kautta vuodon takia metallipitoisia suotovesiä. Vuodon seurauksena nikkelin ja sinkin pitoisuudet nousivat Talvijoen suuntaan hetkellisesti. Pitoisuusnousu havaittiin Terrafamen omassa käyttötarkkailussa helmikuussa, mutta helmi- ja maaliskuun pintavesitarkkailun näytteenotokertoilla pitoisuudet olivat tavanomaisia.

#### 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) ja lisäksi kahdesta lisäpisteestä läheltä Talvijoen laskukohtaa (Jormasjärvi 16 ja Jormasjärvi 17). Syvänteestä toimii myös automaattinen vedenlaadun mittausasema. Jormasjärven pohjoisen pisteen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2014 alkaen ja kahden muun pisteen vedenlaatua vuodesta 2004 alkaen.

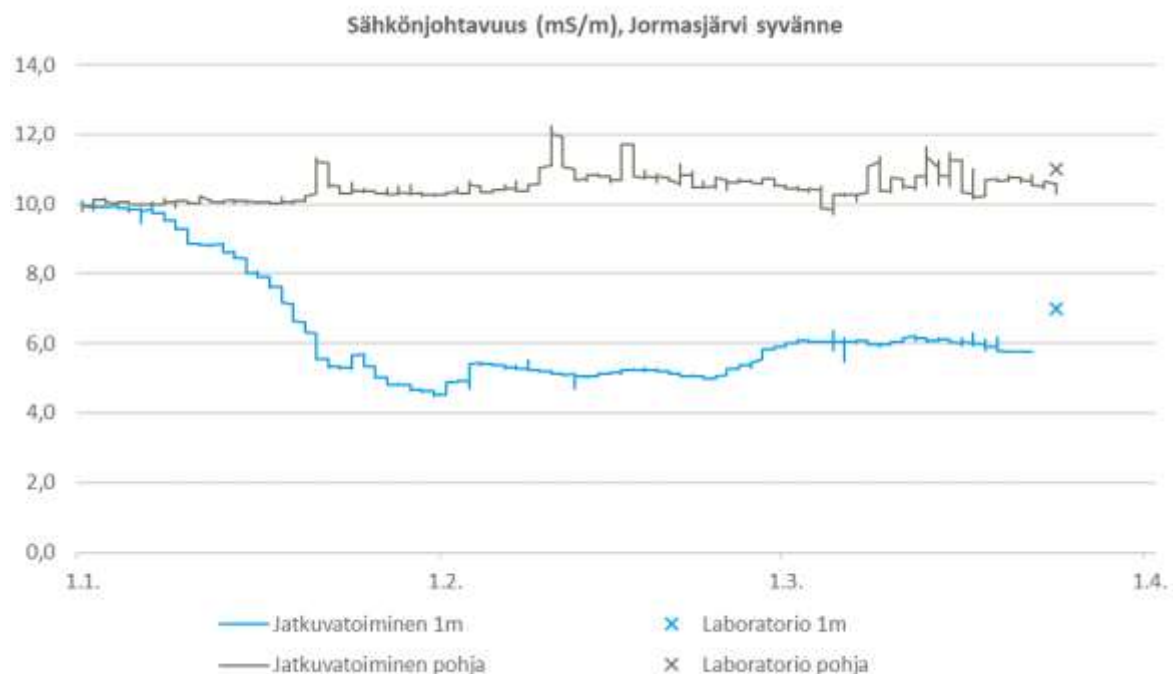
Jormasjärven happitilanne oli päällyksivedessä tyydyttävä tai hyvä (61-87 %) ja alusvedessä huono tai välttävä (13-64 %). Veden happamuus oli ajankohdalle tyypillisellä tasolla pH-arvojen vaihdelllessa välillä 6,1–6,7. Veden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 7–11 mS/m ollen alusvedessä lähes samalla tasolla kuin päällyksivedessä (Kuva 4-6). Sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 19-33 mg/l, ollen lähes samalla tasolla kaikkialla järvestä. Sähkönjohtavuudessa ja sulfaattipitoisuudessa on ollut havaittavissa laskeva suuntaus vuodesta 2015 alkaen. Vedenlaatu oli ajankohta huomioon ottaen samalla tasolla aiempiin vedenlaatutuloksiin verrattuna, eikä merkittäviä poikkeamia ei ollut havaittavissa. Lisäpisteiden vedenlaadussa ei myöskään havaittu poikkeamia.



Kuva 4-6. Sähkönjohtavuuden kehitys Jormasjärvestä pinta- ja alusvedessä (Jor3, Jor5) vuosina 2007–2020

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 Jormasjärven ohi vaikuttaa Jormasjärven tilaan.

Alkuvuoden 2020 mittausaineiston perusteella sähkönjohtavuus 1 metrin syvyydellä laski hieman ja pohjanläheisessä vesikerroksessa pysyi samalla tasolla (Kuva 4-7). Sähkönjohtavuudet olivat 1 metrin syvyydessä tasolla 5-10 mS/m ja pohjanläheisessä vesikerroksessa välillä 10-12 mS/m. Automaattisen mittausaseman ja laboratorioanalyysin mukaiset sähkönjohtavuudet olivat hyvin linjassa keskenään.



**Kuva 4-7. Jormasjärven syvännepisteen sähkönjohtavuus tammi-maaliskuussa 2020.**

#### 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 9–10 mS/m, sulfaattipitoisuus 26–34 mg/l, liukoisien kadmiumin pitoisuus oli <0,03-0,056 µg/l ja liukoisien nikkelin pitoisuus 4,5–6,2 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 praseodyymien pitoisuudet.

Nuasjärven vesi oli näytepisteestä riippumatta aiempaan tapaan lievästi hapanta (pH 6,8-7). Hapetilanne oli päällysvedessä hyvä tai erinomainen ja syvänteiden alusvedessä tyydyttävä. Alhaisimmillaan hapen kyllästysaste oli 44 % pisteen Nj24 alusvedessä maaliskuussa. Liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä <0,030–0,061 µg/l, liukoisen nikkelin välillä 0,52–3,3 µg/l ja sinkin välillä 1,3–8,1 µg/l. Strontiumin pitoisuudet vaihtelivat välillä 9,5–47 µg/l.

Tammimaaliskuun aikana päällysvesinäytteistä (1 m syvyydestä) mitatut sähkönjohtavuudet olivat pieniä (2,3–2,6 mS/m). Alus- ja välivedessä sähkönjohtavuusarvot olivat pääosin suurempia. Suurimmillaan sähkönjohtavuudet olivat purkupuutken läheisillä syvänteillä (Nj23 ja Nj35) alusvedessä (23–24 mS/m). Keskimäärin pitoisuustaso oli hieman korkeampi kuin vuotta aiemmin samaan aikaan. Nuasjärven pisteillä 23 ja 35 sähkönjohtavuudet ovat vaihdelleet pääosin kerrostuneisuusolojen muutosten mukaisesti siten, että alusvedessä sähkönjohtavuus on suurimmillaan kerrostuneisuuskaudella ja päällysvedessä veden ollessa sekoittunutta (Kuva 4-8). Uusilla, purkupuutken lisätarkkailuun liittyvillä pisteillä sähkönjohtavuus alusvedessä oli vaihteleva (3,5–22 mS/m).



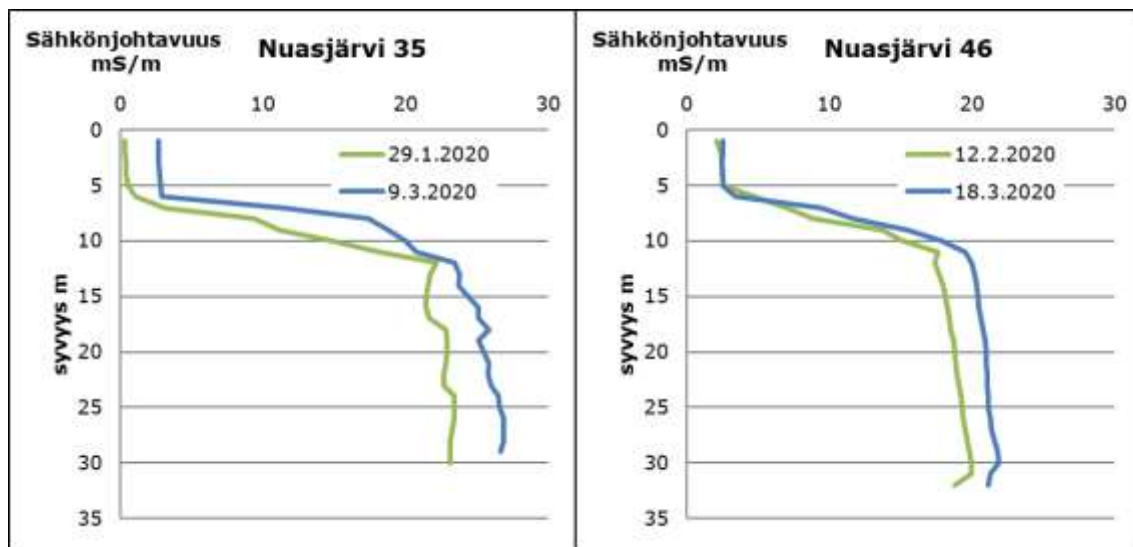
**Kuva 4-8. Sähkönjohtavuuden kehitys Nuasjärvessä pisteellä Nj23 vuosina 2008–2020 ja pisteellä Nj35 vuosina 2015–2020**

Sulfaattipitoisuudessa voidaan havaita sähkönjohtavuuden tapaan vaihtelua kerrostuneisuusolojen vaihtelun myötä. Näytepisteiden päällysvesinäytteistä (1 m syvyydestä) mitatut sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 1,9–2,7 mg/l. Alusvedessä sulfaattipitoisuudet olivat sähkönjohtavuusarvojen tapaan korkeimmat purkupuutken läheisillä syvänteillä (Nj23 ja Nj35) (89–97 mg/l). Mitatut sulfaattipitoisuudet eivät poikenneet aiemmin tarkkailussa havaituista.



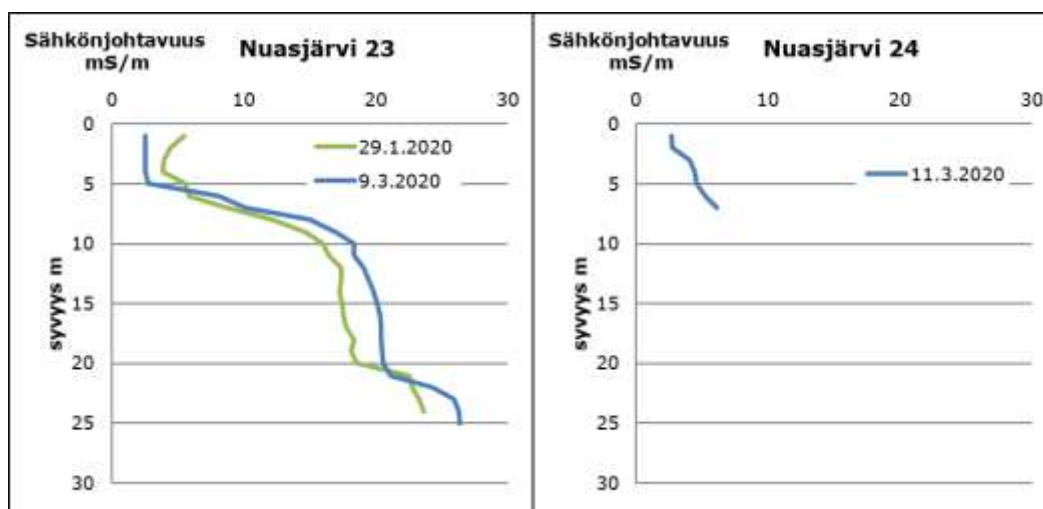
## 4.8.2 Kenttämittaukset

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).



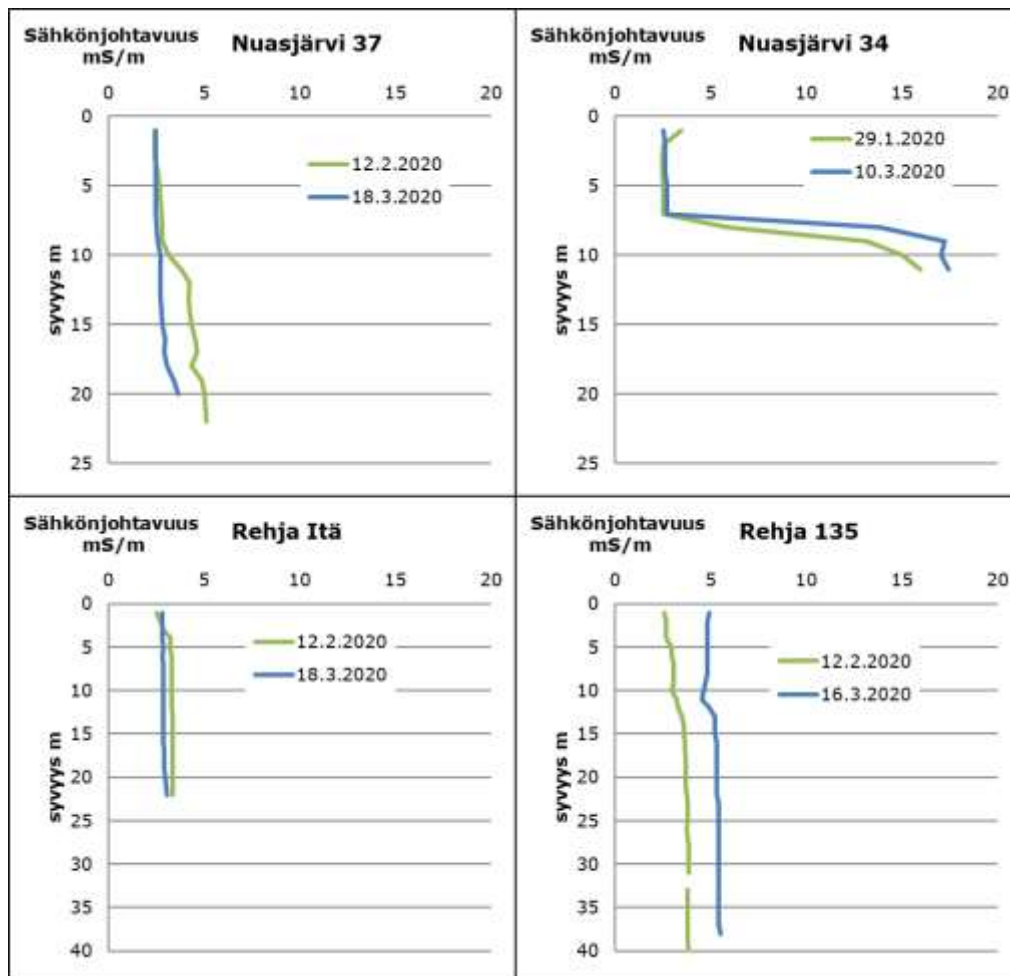
Kuva 4-9. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteillä Nj35 ja Nj46 tammi-maaliskuussa vuonna 2020

Pisteellä Nj23 havaittiin harppauskerros 5-10 metrin syvyydellä sekä n. 20 metrin syvyydellä. Matlammalla pisteellä Nj24 sähkönjohtavuus kasvoi melko tasaisesti pohjaan saakka (Kuva 4-10).



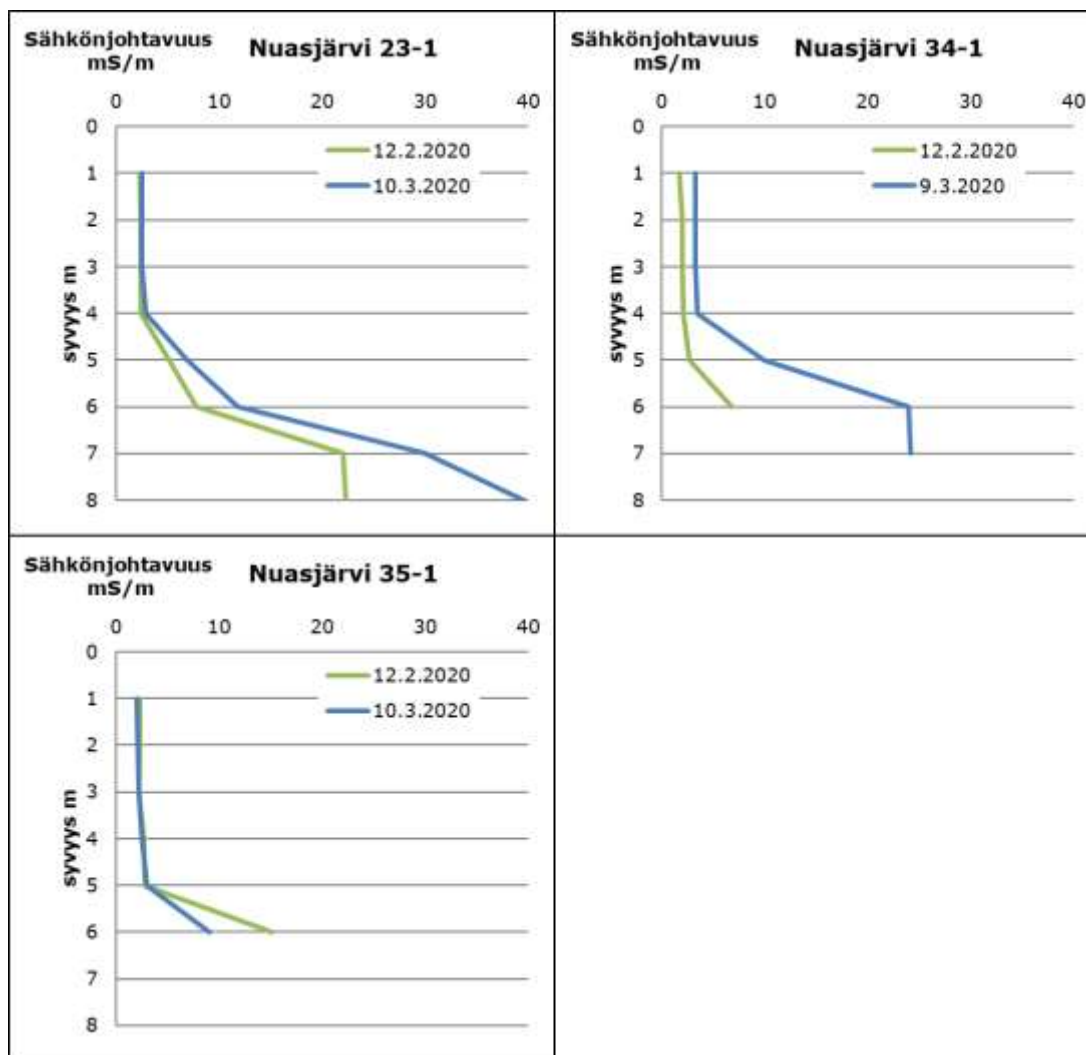
Kuva 4-10. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteellä Nj23 ja Nj24 tammi-maaliskuun näytteenottokerroilla vuonna 2020

Pisteillä Nj37, Rehja itä ja Reh135 ei havaittu kerrostuneisuutta sähkönjohtavuuden suhteen. Pisteellä Nj34 sähkönjohtavuus kasvoi pohjan tuntumassa sekä tammikuun että maaliskuun mittauskerroilla (Kuva 4-11).



Kuva 4-11. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven tarkkailupisteillä Nj37, Nj34, Rehja Itä sekä Rehja 135 tammi maaliskuussa 2020

Rehja-Nuasjärven matalista lisätarkkailupisteistä kaikilla sähkönjohtavuus kasvoi pohjan tuntu-  
massa. Korkein sähkönjohtavuus mitattiin alusvedestä pisteellä Nj23-1 (Kuva 4-12).

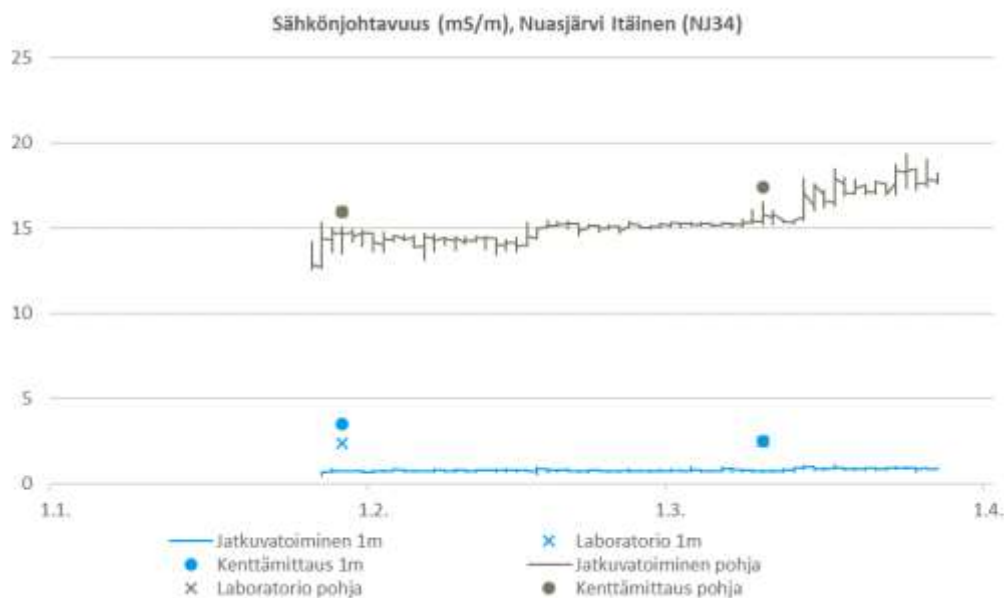


**Kuva 4-12. Sähkönjohtavuus Rehja-Nuasjärven lisätarkkailupisteillä Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1 helmikuussa ja maaliskuussa vuonna 2019**

#### 4.8.3 Jatkuvatoiniset mittaukset

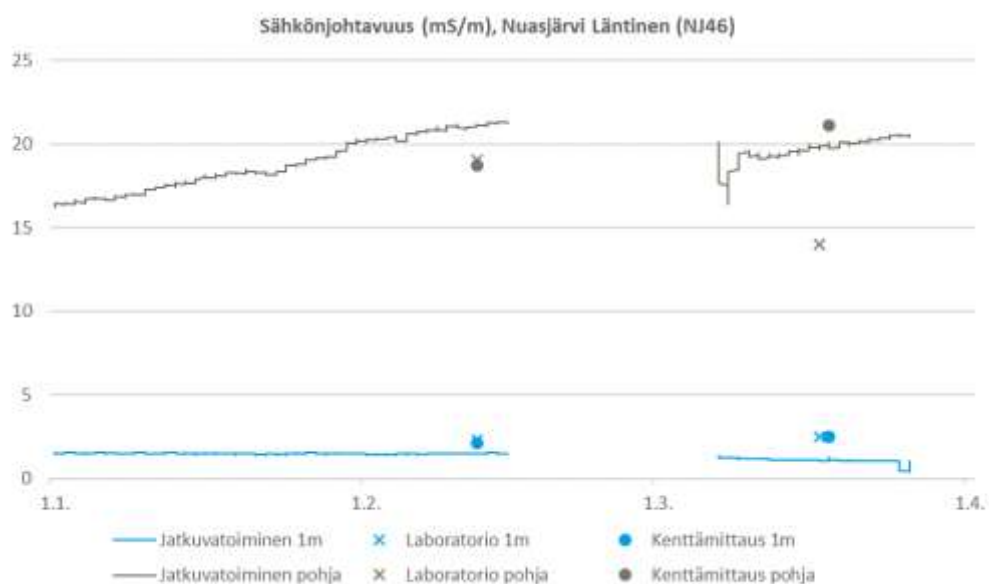
Osana purkuputken tarkkailua Nuasjärvellä on ollut käytössä syksystä 2015 lähtien kaksi (Nj34, Nj46) ja Rehjassa yksi (Rehja itä) automaattinen mittausasema, joka seuraa lämpötilaa, sähkönjohtavuutta ja pH:ta 1 metrin syvyydessä sekä pohjanläheisessä vesikerroksessa. Jatkuvatoinisia mittauksia toteuttaa ulkopuolinen mittaustekniikan asiantuntijayritys. Talven 2020 hankalan jäätilan-  
teen vuoksi jatkuvatoimisten mittarien tuottamassa datassa on katkoksia.

Nuasjärven itäisellä mittauspisteellä tammi-maaliskuussa päällysveden anturin havaitsema sähkönjohtavuus oli n. 1 mS/m ja alusvedessä arvot vaihtelivat välillä 13-19 mS/m (Kuva 4-13). Laboratorio- ja kenttämittaukset vastasivat hyvin jatkuvatoimisten mittarien tuloksia. Laboratorio-, kenttä ja jatkuvatoimisen mittarin tulosten perusteella sähkönjohtavuus pysyi varsin tasaisena koko alkuvuoden tarkkailujakson ajan.



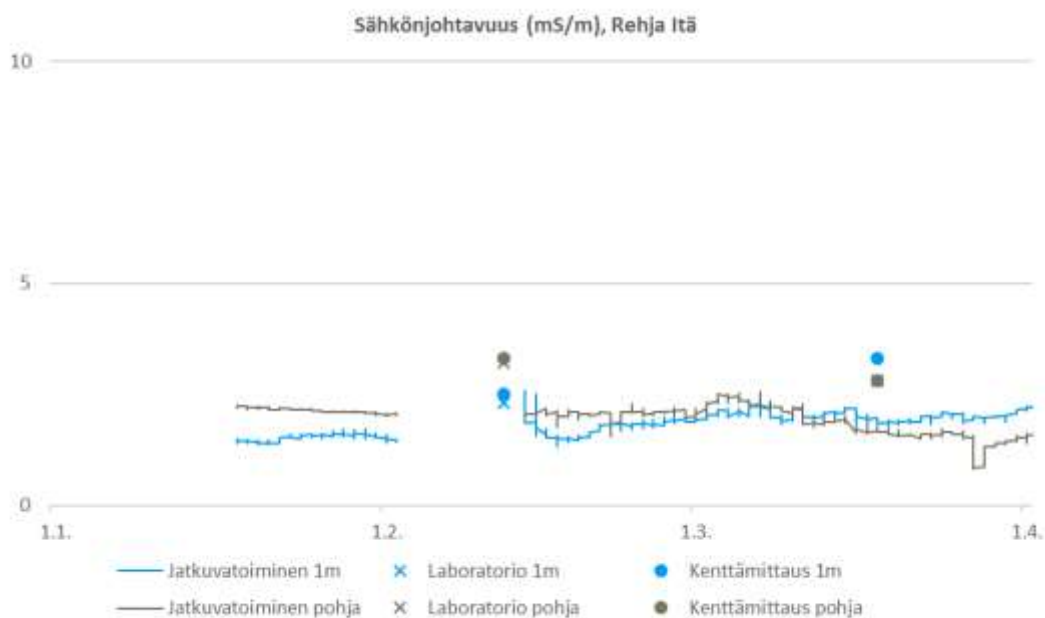
**Kuva 4-13. Nuasjärven itäisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj34) tuottama sähkönjohtavuusaineisto, kenttämittausten tiedot sekä vedenlaatuhavainnot tammi-maaliskuussa 2020**

Nuasjärven läntisellä mittauspaikalla (Nj46) päällysveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 1-2 mS/m ja alusveden välillä 16-21 mS/m (Kuva 4-14). Molemmissa vesikerroksissa sähkönjohtavuus pysyi liki samalla tasolla koko tarkkailujakson ajan. Laboratorio- ja kenttämittauksissa määritetyt sähkönjohtavuudet vastasivat hyvin jatkuvatoimisen mittarin tuloksia lukuun ottamatta maaliskuun laboratoriotulosta.



**Kuva 4-14. Nuasjärven itäisen jatkuvatoimisen mittauslaitteen (Nj46) tuottama sähkönjohtavuusaineisto, kenttämittaustiedot sekä vedenlaatuhavainnot tammi-maaliskuussa 2020**

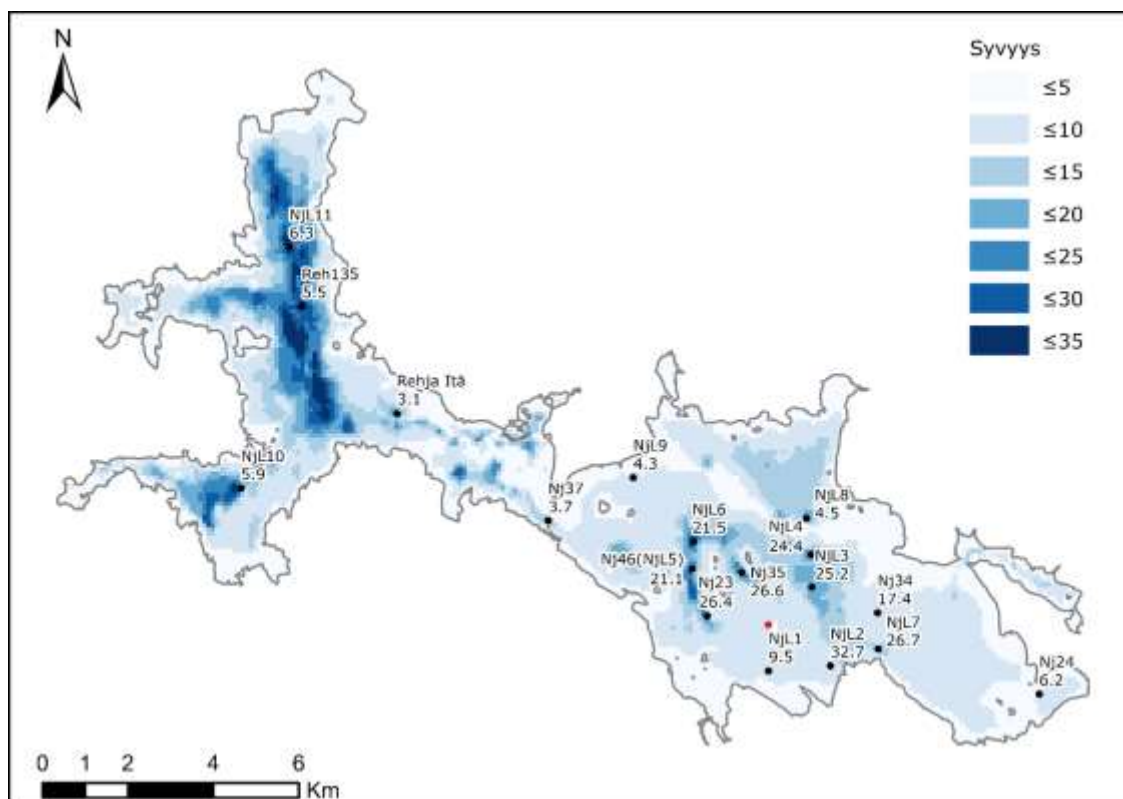
Mittauspisteessä Rehja Itä tammi-maaliskuussa alusveden sähkönjohtavuus vaihteli jatkuvatoimisessa mittauksessa 1 metrin sekä pohjassa syvyydessä välillä 1-2 mS/m (Kuva 4-15). Jatkuvatoimisen mittarin mittaama sähkönjohtavuusarvot olivat hieman pienempiä kuin kenttä- ja laboratoriomittausten mukaiset. 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 2020.**

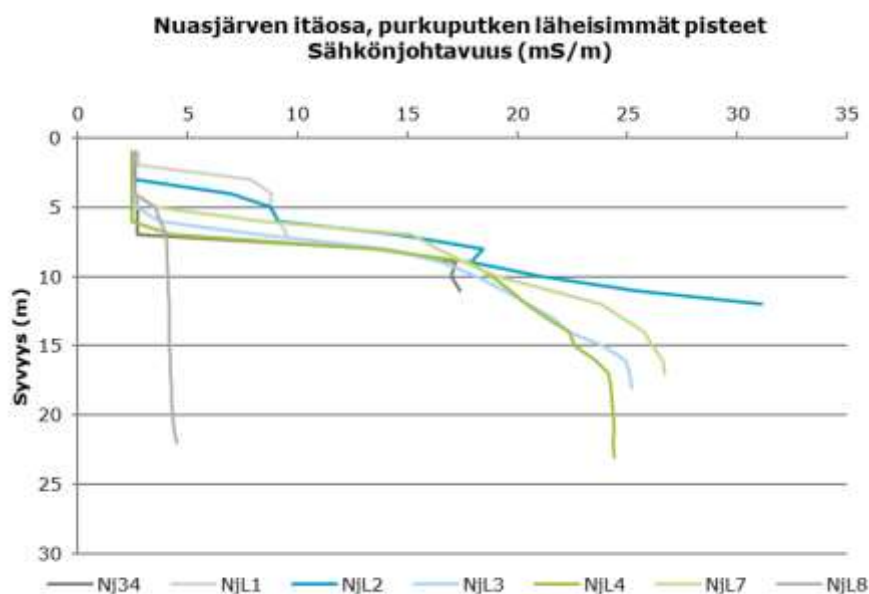
#### 4.8.4 Leviämiskartoitus

Nuasjärven purkupuutken tarkkailuun liittyvän purkuveden leviämiskartoituksen mittaukset tehtiin maaliskuussa. Tarkkailupisteiden sijainti sekä sähkönjohtavuudet metrin etäisyydellä pohjasta on esitetty alla olevalla kartalla (Kuva 4-16). Purkupuutken läheisiltä pisteiltä (Nj23, Nj46, NjL6, NjL4, Nj35, NjL3, Nj34, NjL7, ja NjL2) mitattiin suuria sähkönjohtavuuden arvoja alusvedessä. Näillä pisteillä alusveden sähkönjohtavuus oli myös suurempi kuin maaliskuussa 2019. Rehjan altaasta tai Oulujärvestä ei mitattu alusvedestä korkeita sähkönjohtavuustuloksia.



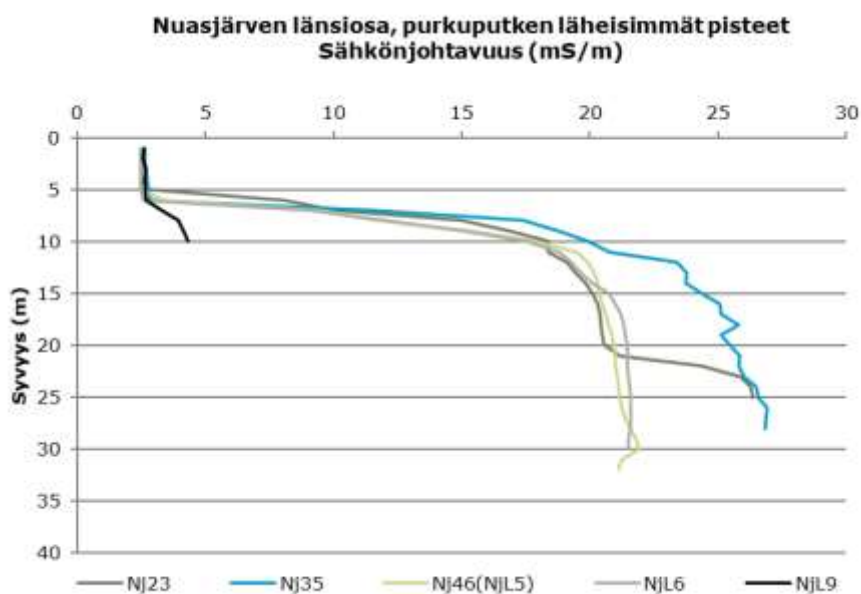
Kuva 4-16. Rehja-Nuasjärven leviämiskartoituksen kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset (mS/m) metrin etäisyydellä pohjasta maaliskuussa 2020. Purkupuutken sijainti kuvassa punaisella. Syvyytiedot: © Maanmittauslaitoksen maastotieto.

Purkuputken läheisimmillä pisteillä Nuasjärven itäosassa pintakerros oli noin 5 metrin syvyydelle asti sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut, mutta sen alapuolella mitattiin korkeampia sähkönjohtavuuden arvoja lukuun ottamatta pistettä NjL8 (Kuva 4-17).



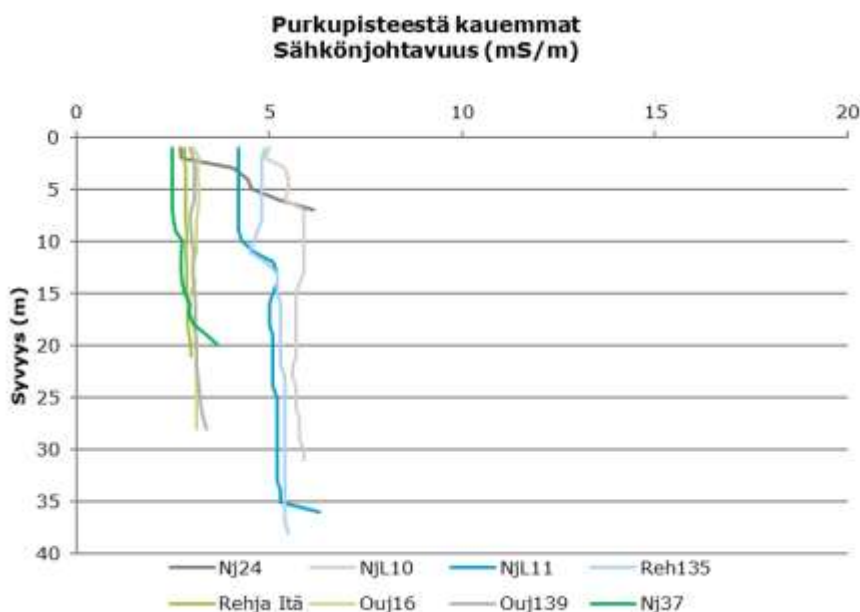
**Kuva 4-17. Leviämiskartoituksen kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset (mS/m) pinnasta pohjaan purkuputken läheisimmillä tarkkailupisteillä Nuasjärven itäosassa maaliskuussa 2020.**

Myös Nuasjärven länsiosan purkupistettä läheisimmillä tarkkailupisteillä pintakerros oli noin 5 metrin syvyydelle asti sähkönjohtavuuden suhteen sekoittunut, mutta sen alapuolella sähkönjohtavuus kasvoi kohti pohjaa (Kuva 4-18).



**Kuva 4-18. Leviämiskartoituksen kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset (mS/m) pinnasta pohjaan purkuputken läheisimmillä tarkkailupisteillä Nuasjärven länsiosassa maaliskuussa 2020.**

Leviämiskartoituksen purkupisteestä kauimmilla pisteillä ei ollut havaittavissa samankaltaista sähkönjohtavuuden kasvua pohjaa kohti kuin purkupistettä lähemmillä pisteillä Nuasjärvellä (Kuva 4-19). Millään Rehjan altaan tai Oulujärven pisteellä ei havaittu kerrostumista sähkönjohtavuuden mukaan maaliskuussa 2020.



**Kuva 4-19. Leviämiskartoituksen kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset (mS/m) pinnasta pohjaan purkuputken kauimmilla tarkkailupisteillä Rehja-Nuasjärvessä sekä Oulujärvessä länsiosassa maaliskuussa 2020.**

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 syvemmissä vedessä alusveden ainepitoisuudet ovat yleensä korkeampia kuin päänvedessä. Rehja-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 veloitettarkkailun tuloksissa koko seurantahistorian aikana.

#### 4.9 Kajaaninjoki

Kajaaninjoki (VP12100) otettiin mukaan vuosittaiseen tarkkailuun vuonna 2015 Nuasjärven purkuputken tarkkailun myötä. Maaliskuussa otetun näytteen vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia aiempaan tarkkailuun nähden. Sähkönjohtavuus (3,2 mS/m), sulfaattipitoisuus (4,9 mg/l), mangaanipitoisuus (21 µg/l) ja natriumpitoisuus (1,5 µg/l) olivat aiempaa vastaavalla tasolla. Kajaaninjoen tarkkailupiste kuuluu ainoana virtavesipisteenä leviämiskartoitukseen, jolla selvitetään purkuputken vaikutuksia. Kenttämittauksessa ei havaittu poikkeavia sähkönjohtavuustuloksia.

#### 4.10 Oulujärvi

Nuasjärven purkuputken tarkkailun myötä myös Oulujärvelle lisättiin vuonna 2015 kaksi näytekäytettä (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. Pirttipuro laskee Talvijokeen, josta vedet laskevat edelleen Jormasjärveen.

Nykyisellä tarkkailulla seurataan erityisesti sivukivialueen maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen mahdollisia vaikutuksia Kivipuron ja Pirttipuron vedenlaatuun. Sivukivialueen rakentaminen on aloitettu talvella 2016-2017 ja sen ensimmäinen osa otettiin tuotannolliseen käyttöön loppuvuonna 2017. Rakentaminen alueella jatkuu edelleen. Helmikuussa tapahtuneen vuodon seurauksena Kivipuroon pääsi valumaan metallipitoisia vesiä. Ympäristön suojaustoimenpiteenä Kivipuroon rakennettiin maapato näytenpisteen alapuolelle, jotta kontaminoituneet vedet eivät kulkeutuisi Talvijokeen. Kaivosalueelta tulevat vedet pumpataan padon yläpuolelta käsiteltäviksi siihen saakka, kunnes pitoisuudet ovat palautuneet tavanomaiselle tasolle.

**Kivipuron** näytteet otettiin tammi- ja helmikuussa ennen poikkeustilannetta. Maaliskuussa näytettä ei uoman kuivuuden vuoksi otettu. Alkuvuodesta Kivipuron vesi oli hapanta pH (5-5,1) ja vähähapista ( $O_2$  39-44 %). Sähkönjohtavuus (8,2-8,5 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (28-40 mg/l) olivat aiempaa pienempiä.

**Pirttipuron** vesi oli tammi- ja helmikuussa hapanta (pH 4,7-4,8), mutta maaliskuussa pH oli korkeampi (8,3). Happipitoisuus oli tyydyttävä ( $O_2$  72-74 %). Sähkönjohtavuus (5,4-10 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (15-31 mg/l) olivat aiemmin havaitulla tasolla. Metallipitoisuudet olivat edellisvuoden tasolla.

## 5. VUOKSEN SUUNTAAN LASKEVAT VEDET

Maaliskuussa teollisuusalueelta johdettiin Vuoksen suuntaan vesiä ensimmäisen kerran 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 (63 %  $O_2$ ). Sähkönjohtavuus oli 9,6 mS/m, sulfaattipitoisuus 30 mg/l, mangaanipitoisuus 2 400 µg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus 7 µg/l. Liukoisen kadmiumin (<0,03 µg/l), kalsiumin (3,6 mg/l), magnesiumin (3,9 mg/l), rikin (10 000 µg/l) ja uraanin (0,12 µg/l) pitoisuudet olivat aiemmin tarkkailussa havaittua pienempiä.

**Lumijärven** happitilanne oli välttävä (71 %  $O_2$ ). Sähkönjohtavuus (2,4 mS/m), sulfaattipitoisuus (2,5 mg/l), ja metallien pitoisuudet olivat pienempiä kuin Ylä-Lumijärvellä. Vesinäytteen pH (5,7) oli yhä hapanta. Mangaanin (53 µg/l), liukoisen nikkelin (1,1 µg/l), rikin (1300 µg/l) ja liukoisen sinkin (8,1 µg/l) pitoisuudet olivat aiemmin tarkkailussa havaitulla tasolla.

### 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 3,9-5,2 mS/m, sulfaattipi-

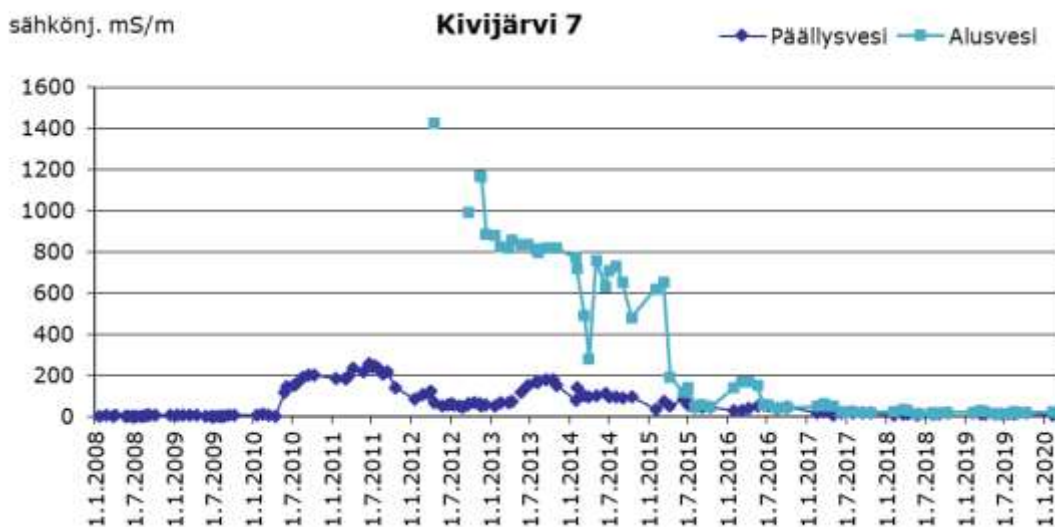
toisuus 8-13 mg/l, mangaanipitoisuus 190-200 µg/l ja liukoisen nikkelin pitoisuus 4-4,3 µg/l. Liukois-  
sen kadmiumin pitoisuus oli alle määrittämissä rajan tai sen lähellä. Juoksu-  
tusten vaikutusta Lumijoessa ei havaittu.

### 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 kenttä-  
mittaukset maaliskuussa. Vuosittainen vedenlaadun seuranta aloitettiin näytteenottopisteellä Kiv2  
vuonna 2011, näytteenottopisteellä Kiv7 vuonna 2008 ja näytteenottopisteellä Kiv10 vuonna 2012.

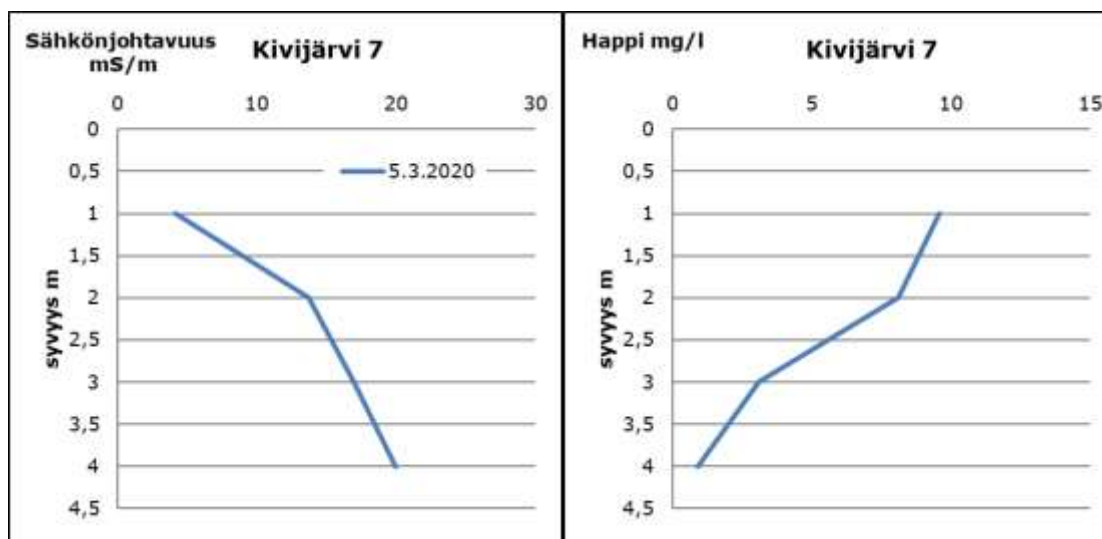
Pisteellä **Kiv2** alusveden happitilanne oli maaliskuussa huono (4 % O<sub>2</sub>). Päällysveden happitilanne  
oli tyydyttävä (69 %). Sähkönjohtavuuden (pinta 2,9 mS/m, pohja 280 mS/m), sulfaattipitoisuuden  
(pinta 59 mg/l, pohja 1400 mg/l) sekä useiden metallien pitoisuuksien kehitys on ollut laskeva vuo-  
den 2011 jälkeen. Alusveden raudan ja mangaanin pitoisuudet olivat maaliskuussa aiempaan tark-  
kailuun verrattuna alhaiset.

Myös pisteellä **Kiv7** alusveden happitilanne oli helmi-maaliskuussa huono (8-16 % O<sub>2</sub>). Sähkönjoh-  
tavuuden (pinta 4,1-4,7 mS/m, pohja 19-21 mS/m), sulfaattipitoisuuden (pinta 9-11 mg/l, pohja  
72-76 mg/l) sekä useiden metallien pitoisuuden kehitys on ollut jo usean vuoden ajan laskeva (Kuva  
5-1, sähkönjohtavuus).



Kuva 5-1. Sähkönjohtavuuden kehitys Kivijärvessä vuosina 2008–2020

Maaliskuussa pisteeltä Kiv7 kenttämittarilla mitattu happipitoisuus pienei ja sähkönjohtavuus kasvoi aiempaan tapaan pinnasta pohjaan (Kuva 5-2). Pohjan tuntumasta mitattu sähköjohtavuus (20 mS/m) oli pienempi kuin vuotta aiemmin.



Kuva 5-2. Kivijärven kenttämittausten tulokset maaliskuussa vuonna 2020.

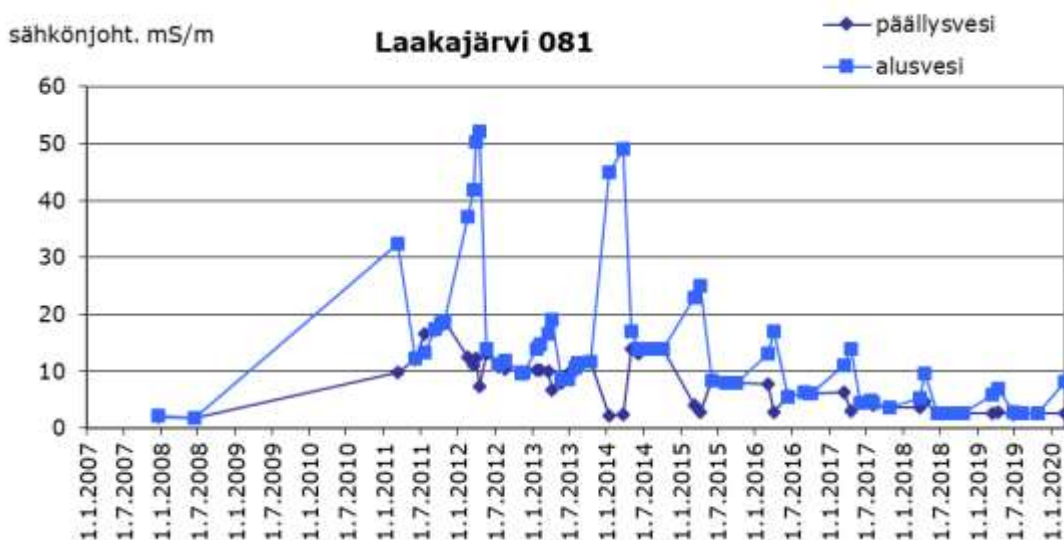
Muiden näytteenottopisteiden tapaan myös Kivijärven pisteellä **Kiv10** alusveden happitilanne oli maaliskuussa huono (3 %), kuten aiempina tarkkailuvuosina samaan aikaan. Pintaveden happitilanne oli tyydyttävä (66 %). Päälysveden sähkönjohtavuudessa (3,7 mS/m), sulfaattipitoisuudessa (6,7 mg/l) sekä useiden metallien pitoisuuksissa voidaan havaita laskeva suuntaus vuodesta 2014 alkaen. Alusvedessä ei samankaltaista laskevaa pitoisuuskehitystä ole vielä ollut havaittavissa.

#### 5.4 Kivijoki

Kivijärvestä lähtevän Kivijoen vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain. Vedenlaatu vastasi suurelta osin Kivijärven päälysveden vedenlaatua eikä muutoksia aiempaan verrattuna havaittu. Kuten Kivijärvestä, myös Kivijoesta mitattu sähkönjohtavuus sekä sulfaattipitoisuus ovat pienentyneet (sähkönjohtavuus vuonna 2019 2,6-3,7 mS/m, SO<sub>4</sub> 3,4-5,5 mg/l).

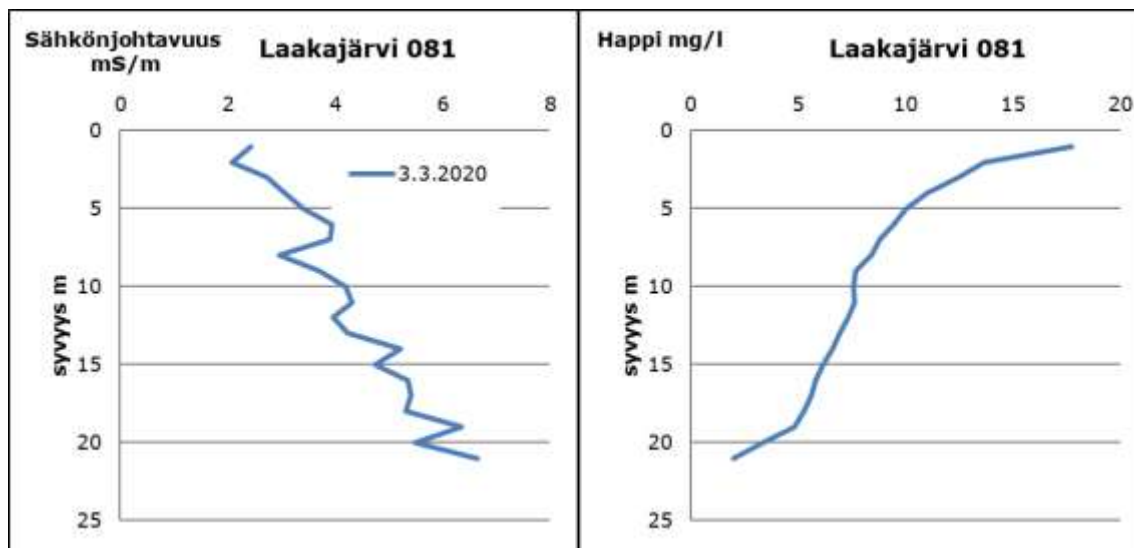
## 5.5 Laakajärvi

Laakajärven vedenlaatua seurattiin maaliskuussa neljältä näytepisteeltä. Lisäksi syvännepisteeltä Laakajärvi 081 tehtiin maaliskuussa kenttämittauksia. Laakajärven tarkkailupisteillä päänlysvden happitilanne oli tyydyttävä tai hyvä ( $O_2$  63-81 %). Syvimmillä pisteillä alusvedessä happitilanne oli huono 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 sähköjohtavuus on pienentynyt vuodesta 2014 alkaen sekä päänlysv- että alusvedessä (Kuva 5-3).



Kuva 5-3. Sähkönjohtavuuden kehitys Laakajärven syvänteellä 081 vuosina 2008–2020

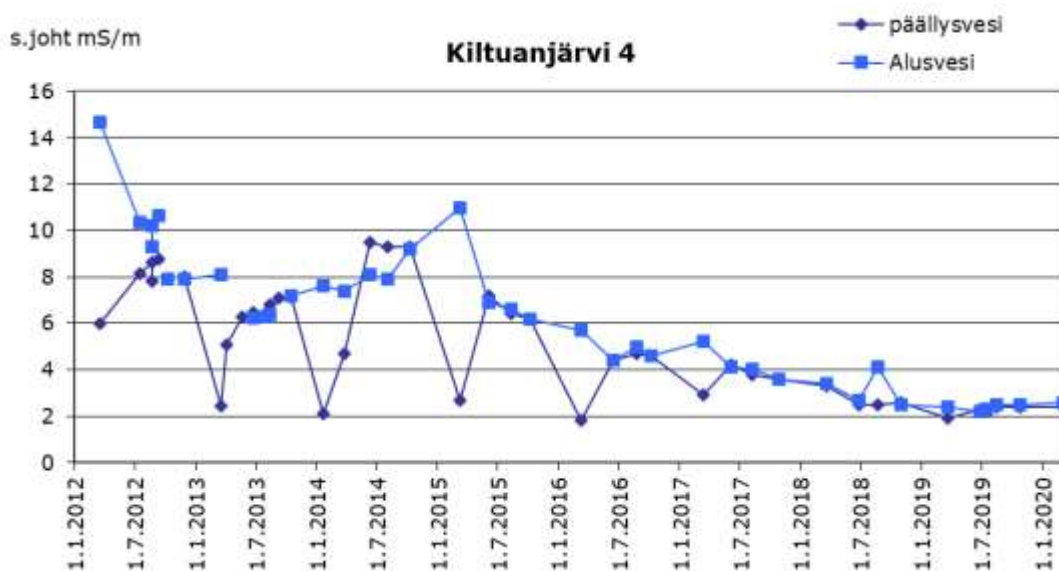
Kenttämittaustulosten perusteella sähköjohtavuus kasvoi syvyyden kasvaessa ilman selkeää harppauskerrosta (Kuva 5 4). Happipitoisuus pieneni pinnasta pohjaan.



Kuva 5-4. Laakajärven kenttämittausten tulokset maaliskuussa vuonna 2020

## 5.6 Kiltuanjärvi

Kiltuanjärven vedenlaatua tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa syvänetarkkailupisteeltä. Kiltuanjärven näytteenottopiste on ollut mukana vuosittaisessa tarkkailussa vuodesta 2007 alkaen. Laboratoriotulosten perusteella happitilanne oli maaliskuussa pintavedessä tyydyttävä (71 % O<sub>2</sub>) ja alusvedessä välttävä (41 % O<sub>2</sub>). Muun muassa sähkönjohtavuus (Kuva 5-5), sulfaattipitoisuus (pinta 4,5 mg/l, pohja 4,1 mg/l) ja natriumpitoisuus (pinta 1,7 mg/l, pohja 1,6 mg/l) sekä liukoisen nikkelin pitoisuus (pinta 0,85 µg/l, pohja 0,89 µg/l) ovat viime vuosina pienentyneet.



Kuva 5-5. Sähkönjohtavuuden kehitys Kiltuanjärvässä vuosina 2012–2020.

## 5.7 Haapajärvi, Nurmijoki, Sälevä, Atrojoki ja Syväri

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

**Haapajärvellä** sähkönjohtavuus (pinta 2,4 mS/m, pohja 4,5 mS/m) ja sulfaattipitoisuus (pinta 4,7 ja pohja 3,4 mg/l) ovat viime vuosina pienentyneet. Metallipitoisuudet olivat hieman nousseet edellisvuoden tasosta.

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

Myös **Sälevän** sähkönjohtavuus (pinta 2,6 mS/m, pohja 5 mS/m) sekä sulfaatti- (pinta 4,8 mg/l, pohja 4 mg/l) ja natriumpitoisuus ovat pienentyneet vuodesta 2015 alkaen. Alusveden mangaanipitoisuus oli suuri (5400 µg/l) aiempiin tarkkailutuloksiin verrattuna.

Kuten Nurmijoen Koirakoskella, myös **Nurmijoen Itäkoskella** sähkönjohtavuus (2,5 mS/m) sekä sulfaatti- (3,4 mg/l) ja natriumpitoisuus (1,6 mg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2016 alkaen. Poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna ei havaittu.

**Atrojollakin** veden sähkönjohtavuus (2,3 mS/m) sekä sulfaatti- (2,7 mg/l) ja natriumpitoisuus (1,4 µg/l) ovat pienentyneet vuodesta 2015 alkaen, eikä poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna havaittu.

**Syvärin** 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. Alusveden happilanne oli huonompi kuin aiempina vuosina. Ravinteiden pitoisuudet olivat nousseet.

**Hakoselta** on otettu vesinäytteitä vuosittain vuodesta 2006 alkaen. Pääosin pitoisuudet ovat olleet suurimmillaan vuosina 2012-2013 ja pienimmillään ensimmäisinä tarkkailuvuosina. Maaliskuussa päällysveden sähkönjohtavuus oli 6,1 mS/m ja alusveden 15 mS/m. Päällysveden sulfaattipitoisuus oli 15 mg/l ja alusveden 37 mg/l.

**Raatelammen** vuosittaista vedenlaadun tarkkailua on tehty vuodesta 2010 alkaen. Maaliskuussa vedenlaatu ei poikennut aiemmin tarkkailussa havaitusta. Päällysveden sähkönjohtavuus oli 4,8 mS/m ja alusveden 5,8 mS/m. Päällysveden sulfaattipitoisuus oli 5,8 mg/l ja alusveden 7,1 mg/l.

## 7. YHTEENVETO

Kaivoksen ylitevesiä purettiin vuoden 2020 tammi- ja maaliskuun välisellä jaksolla sekä pohjoiselle että eteläiselle purkureitille. Suurin osa vedestä johdettiin purkuputken kautta Nuasjärveen. Alkuvuosi oli teollisuusalueella paljon tavanomaista sateisempi ja lämpimämpi. Kalliojoessa ja Niskalan padon virtaamat olivat tammi-maaliskuussa kuitenkin pieniä. Kolmisopen 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 Kärälammelta toukokuussa vuonna 2016. Seuraavilla, virtausuunnassa kaivosalueen alapuolisilla järville, Kolmisopessa ja Jormasjärvellä sekä päällysveden ja alusveden vedenlaatu on kohentunut viime vuosien aikana. Vuoden 2020 maaliskuussa Kolmisopesta mitattiin jälleen hieman suurempia aineiden pitoisuuksia. Kaivostoiminnan vaikutus on yhä Kolmisopessa ja Jormasjärvessä havaittavissa. Kivipuron vedenlaadussa on havaittavissa sivukivialueen vaikutus. Sen sijaan Pirttipuron vedenlaatu oli parempi kuin aiempina tarkkailuvuosina kaivostoiminnan aikana ja pääosin kaivostoimintaa edeltäneellä tasolla.

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden kohonneena sähkönjohtavuutena ja sulfaattipitoisuutena. Nuasjärven leviämiskartoituksen tarkkailupisteillä kerrostuneisuus oli voimakkaampaa kuin maaliskuussa 2019. Rehjan puolella ja Oulujärvessä ei havaittu kaivoksen vaikutusta.

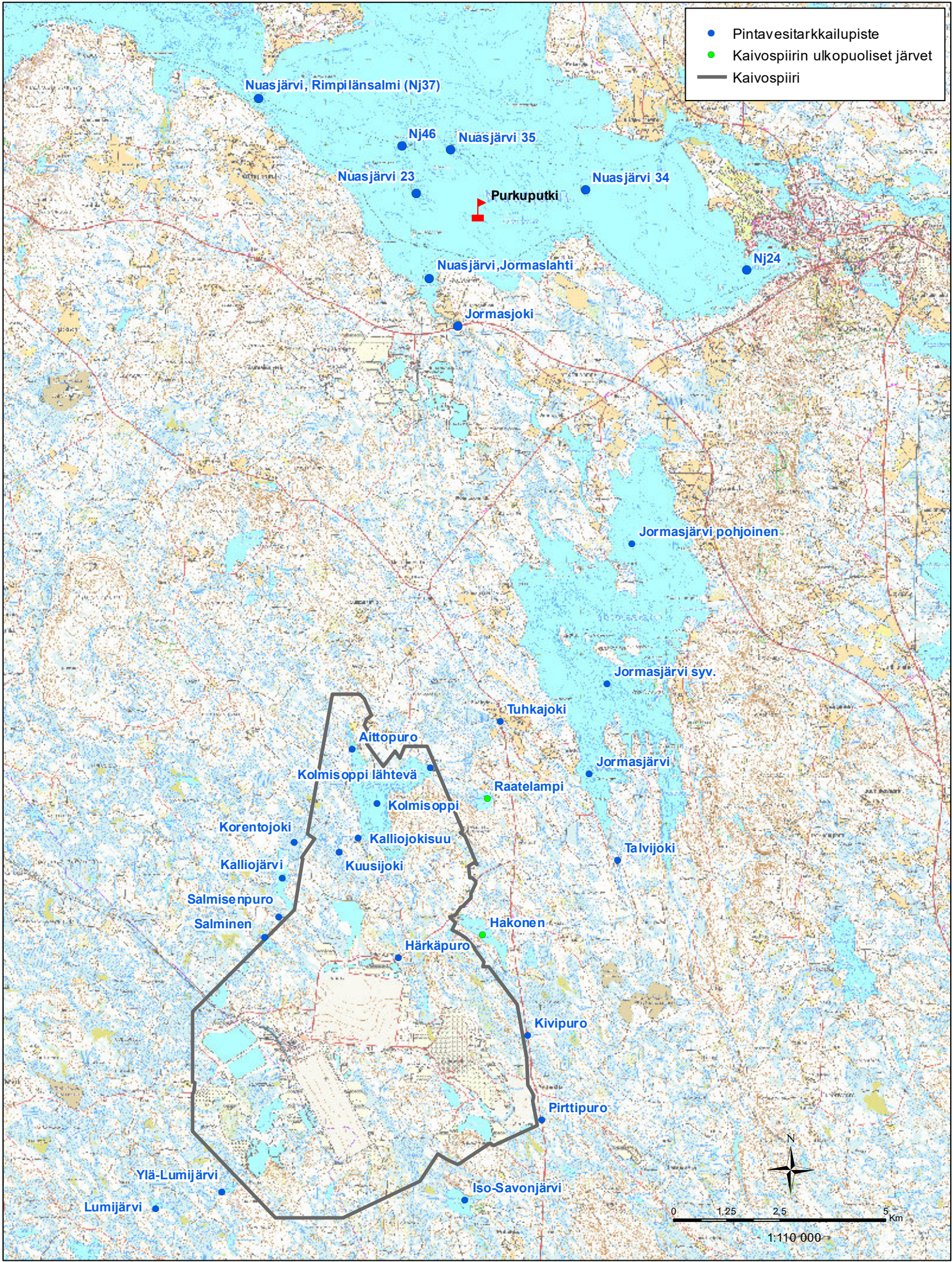
Vuoksen purkusuuntaan johdettiin teollisuusalueelta vesiä maaliskuussa ensimmäistä kertaa toukokuun 2016 jälkeen. Purkusuunnassa ensimmäisellä alapuolisella järvellä, Kivijärvellä, pysyvä kerrostuneisuus on yhä havaittavissa kahdella kolmesta tutkimuspisteestä. Näillä pisteillä alusveden sulfaattipitoisuudet ovat suuria. Kivijärven alapuolisella Laakajärvellä ja Kiltuanjärvellä vedenlaatu on viime vuosina kohentunut ja täyskierrot ovat onnistuneet normaalisti. Maaliskuun juoksutusten vaikutusta Vuoksen vesistöön ei havaittu. Kaivoksen aiemman kuormituksen vaikutus voidaan kui-

tenkin edelleen havaita Vuoksen vesistöissä ainakin Laakajärveen saakka. Kiltuanjärvestä ja Haapajärvestä 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.

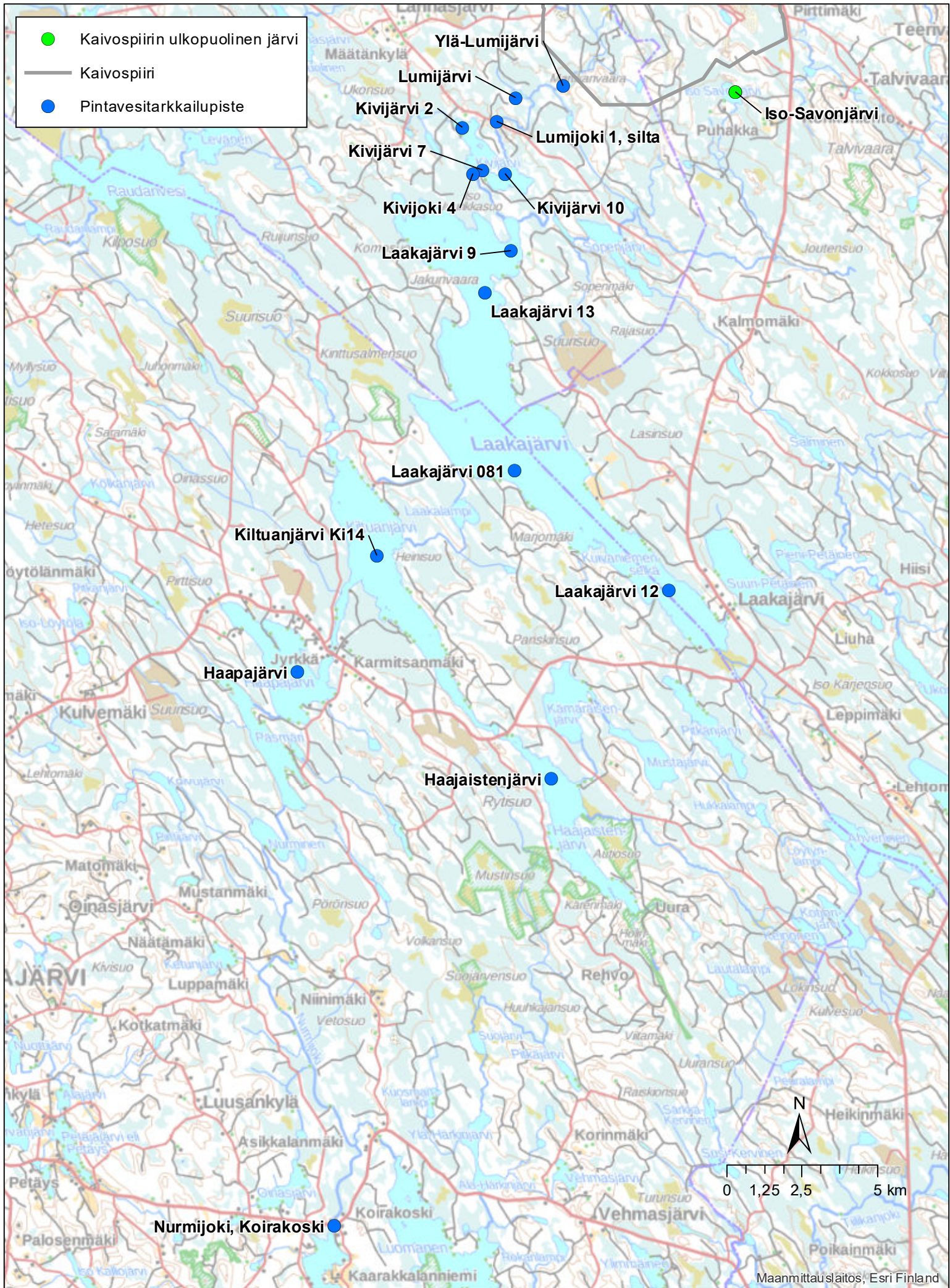
**LIITE 1**  
**TARKKAILUALUE JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT**







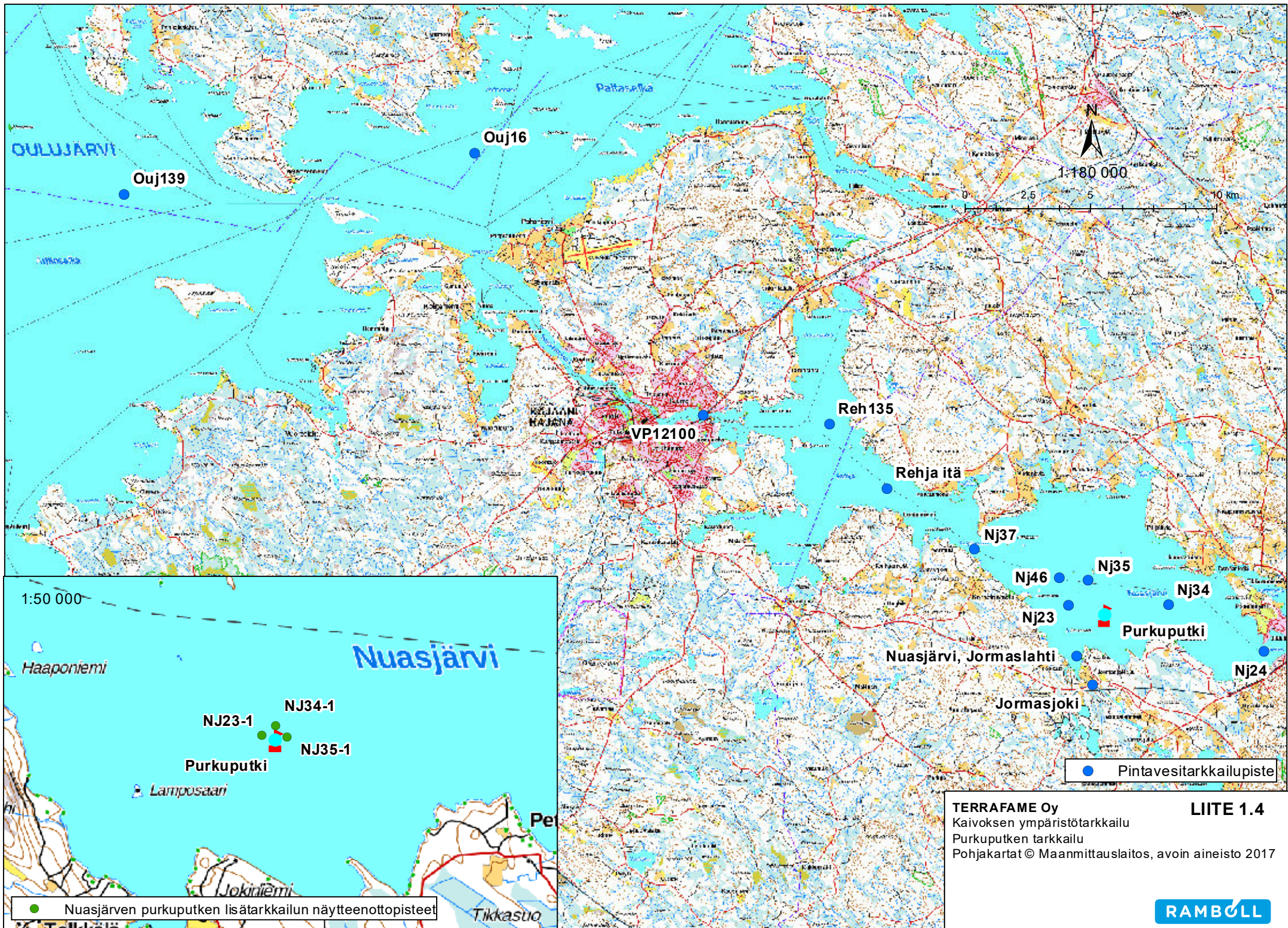
- Kaivospiirin ulkopuolinen järvi
- Kaivospiiri
- Pintavesitarkkailupiste











Ouj139

Ouj16

1:180 000

0 2.5 5 10 km

VP12100

Reh135

Rehja itä

Nj37

Nj46

Nj35

Nj34

Nj23

Purkuputki

Nuasjärvi, Jormaslahti

Nj24

Jormasjoki

● Pintavesitarkkailupiste

1:50 000

Nuasjärvi

NJ23-1  
NJ34-1  
NJ35-1  
Purkuputki

Lamposaari

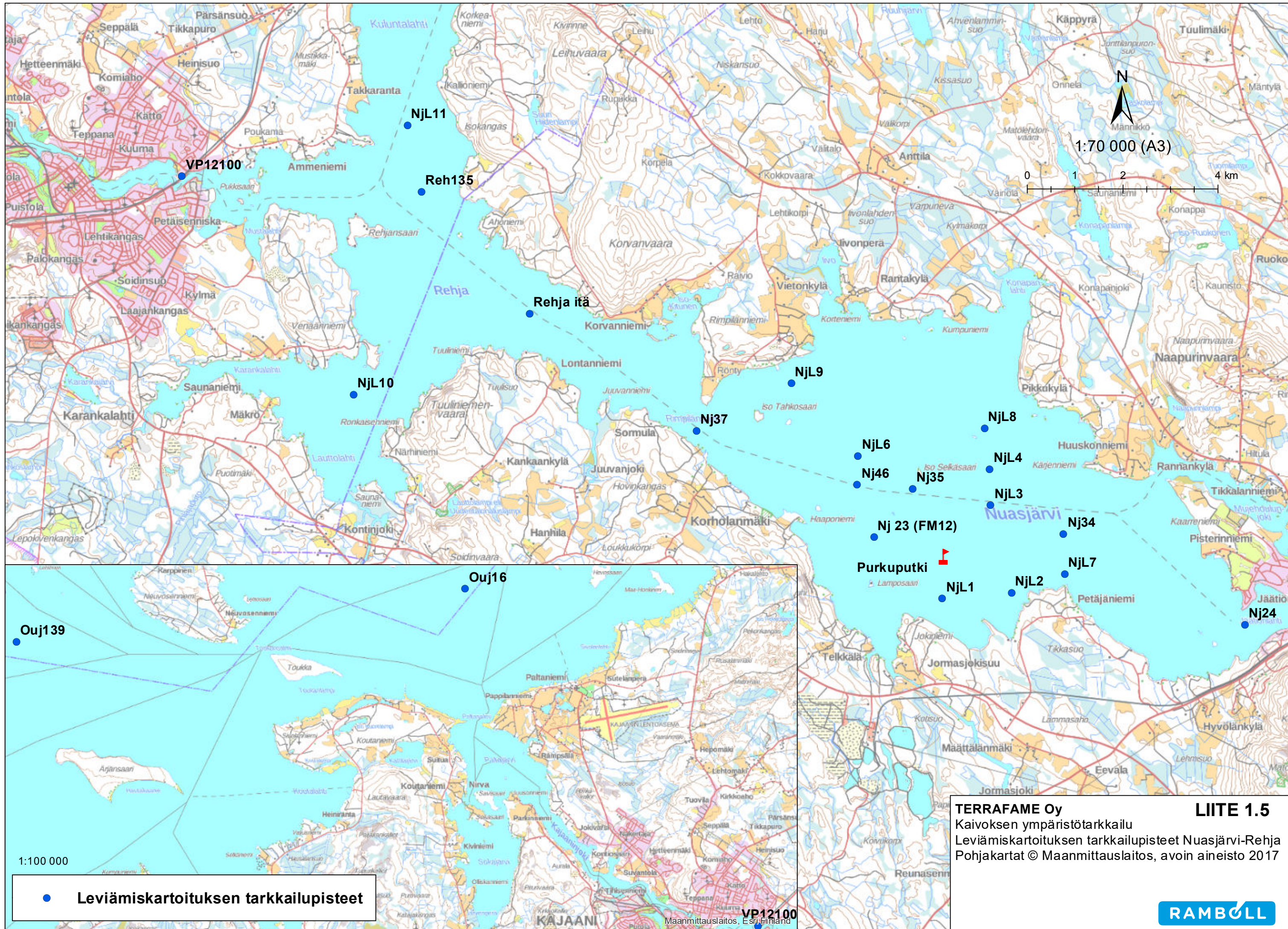
● Nuasjärven purkupunken lisätarkkailun näytteenottopisteet

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

LIITE 1.4

RAMBOLL





N  
1:70 000 (A3)

0 1 2 4 km

1:100 000

● Leviämiskartoituksen tarkkailupisteet

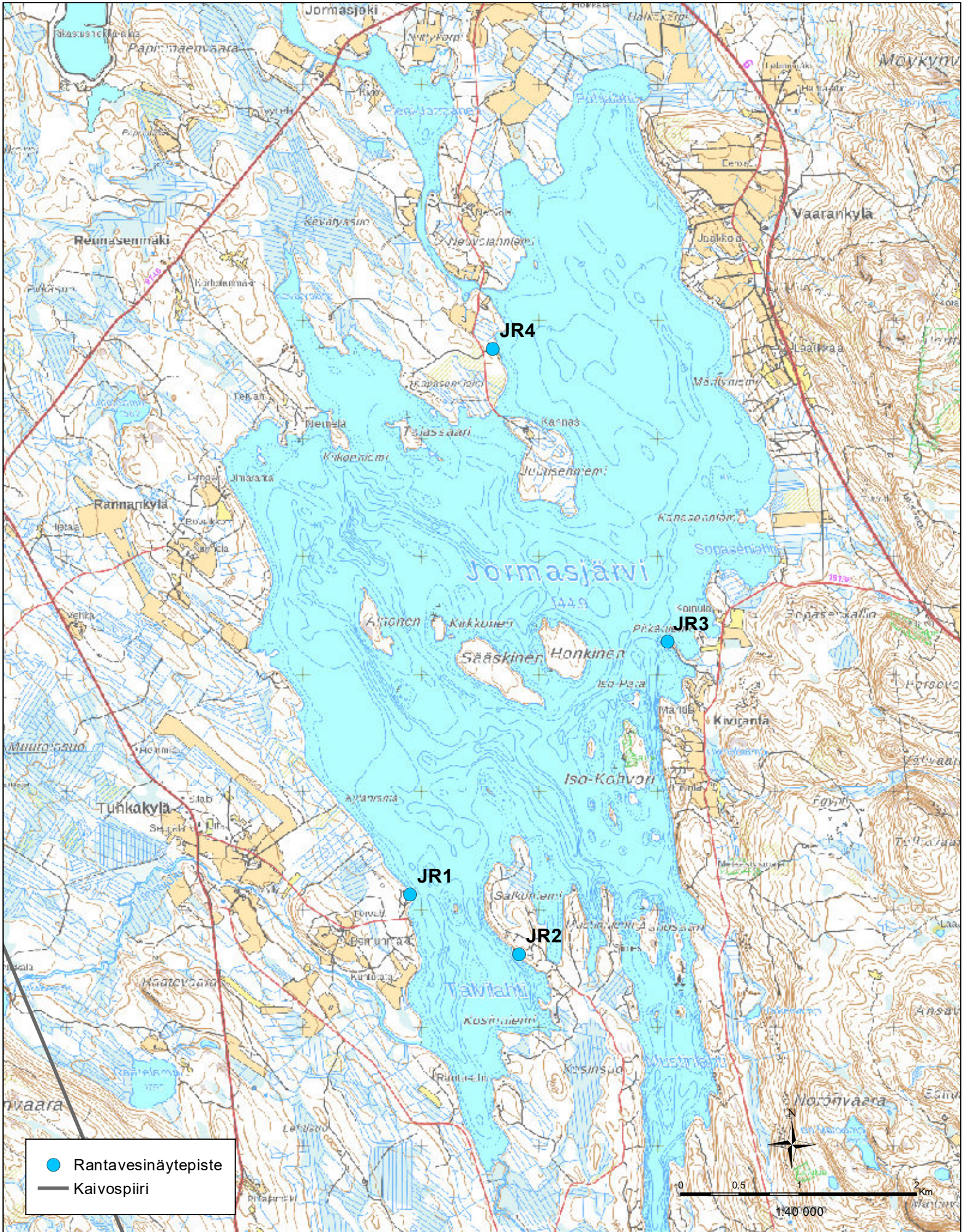
**TERRAFAME Oy**  
 Kaivoksen ympäristötarkkailu  
 Leviämiskartoituksen tarkkailupisteet Nuasjärvi-Rehja  
 Pohjakartat © Maanmittauslaitos, avoin aineisto 2017

**LIITE 1.5**

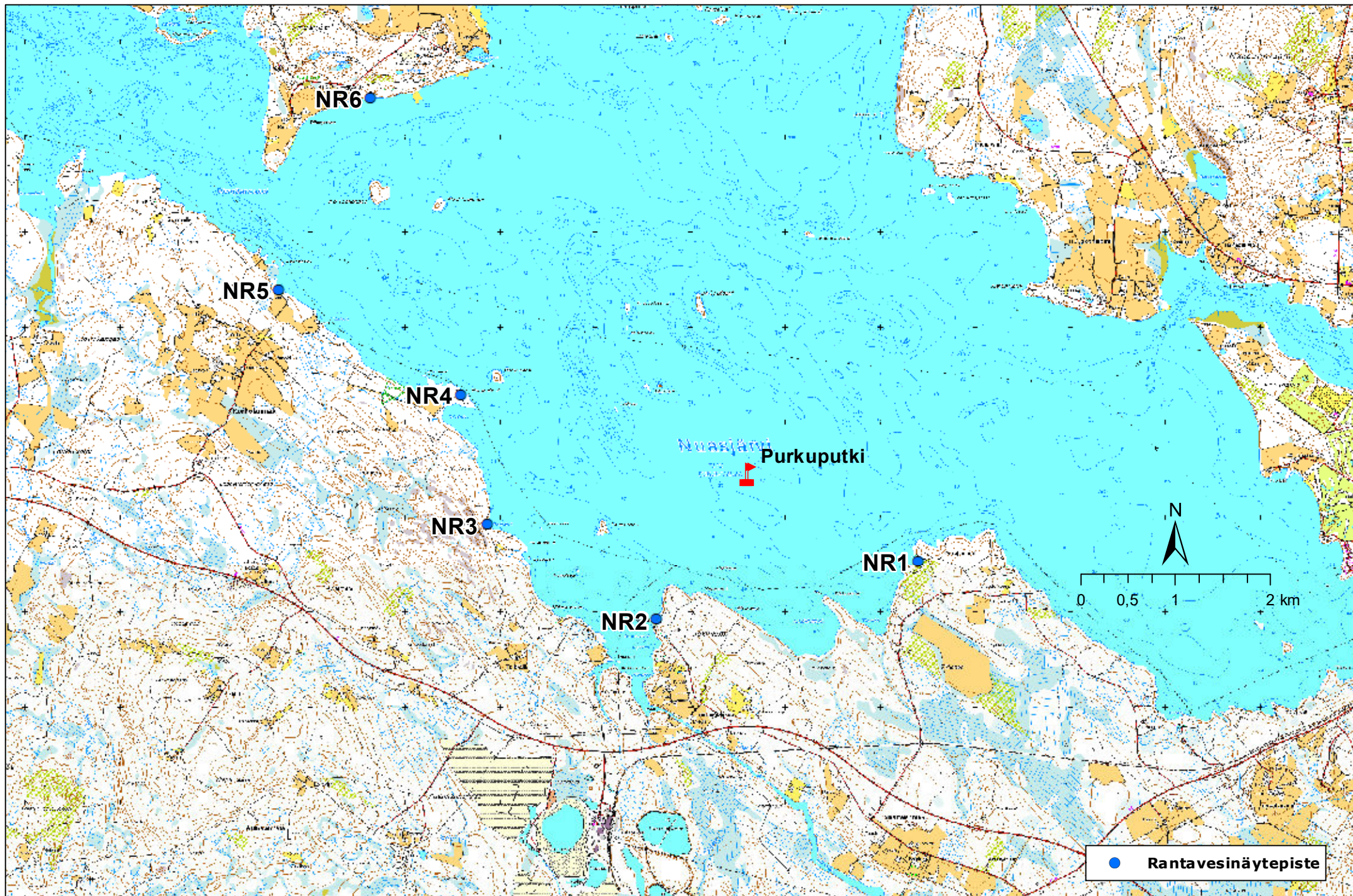
**RAMBOLL**

Maanmittauslaitos, Esri Finland









● Rantavesinäytepiste

**LIITE 2**  
**OULUJOEN SUUNTA - KEHITYSKUVAAJAT**

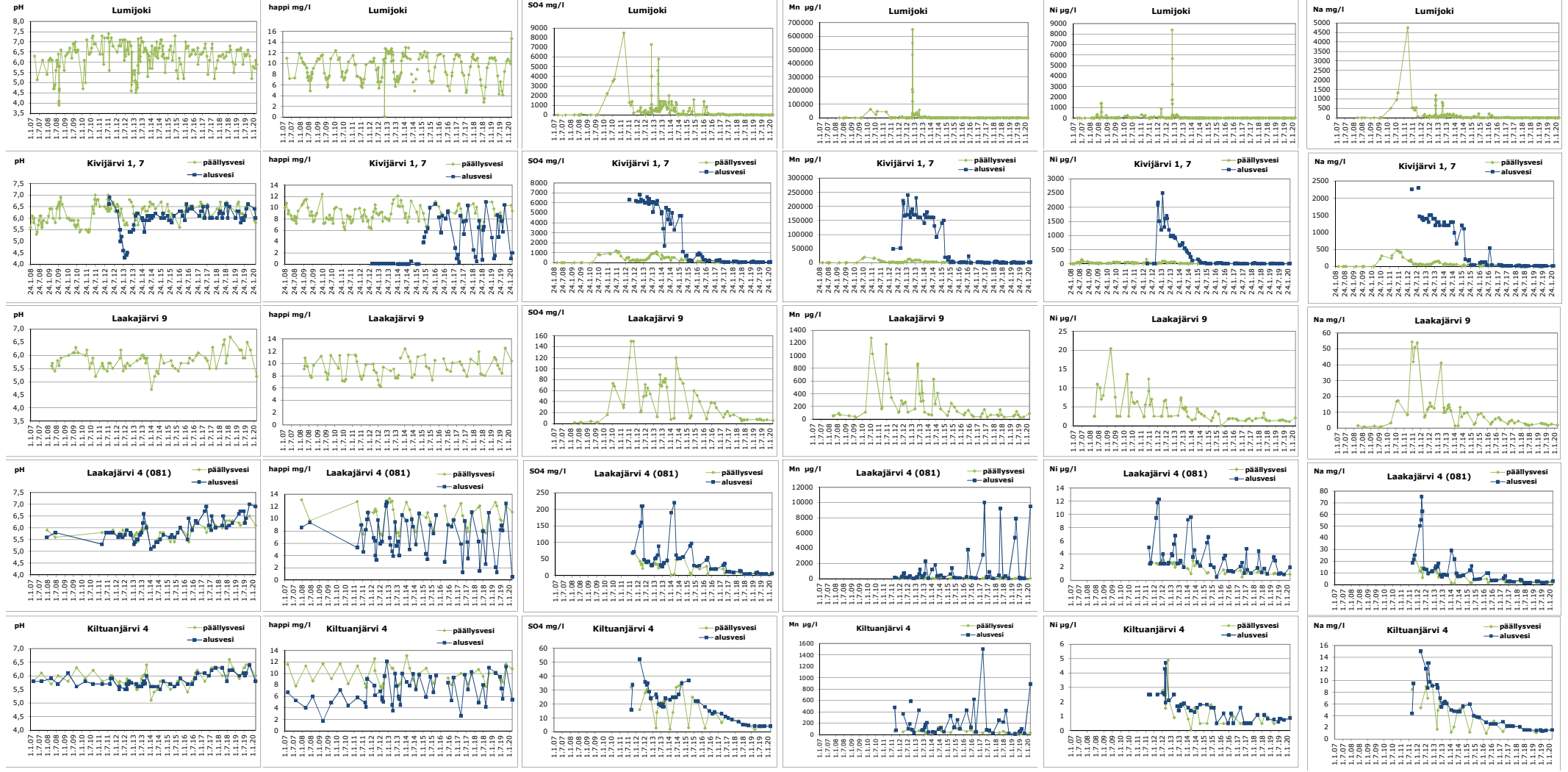




**LIITE 3**  
**VUOKSEN SUUNTA – KEHITYSKUVAAJAT**

Vuoksen suunta

Liite 4 (2020 Q1)



**LIITE 4**  
**TULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO**







