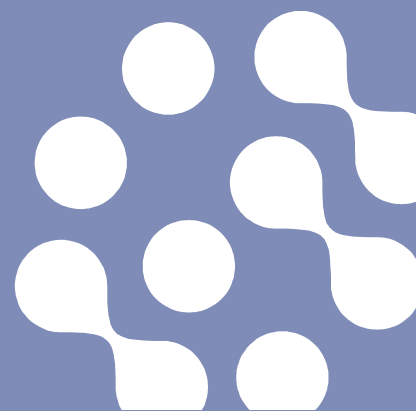




Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
11.9.2020

TERRAFAME OY KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



TERRAFAME OY, KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	2
2.	HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN	3
3.	TARKKAILUTULOKSET Q2/2020	6
3.1	NÄYTTEENOTON TOTEUTUS	6
3.2	OULUJOEN SUUNTA	6
3.2.1	<i>Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi</i>	9
3.2.2	<i>Härkäpuro ja Kuusijoki</i>	12
3.2.3	<i>Korentojoki</i>	13
3.2.4	<i>Talvijoki</i>	13
3.2.5	<i>Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki</i>	13
3.2.6	<i>Jormasjärvi</i>	16
3.2.7	<i>Jormasjoki ja Jormaslahti (Nuasjärvi)</i>	20
3.2.8	<i>Rehja-Nuasjärvi</i>	21
3.2.9	<i>Kajaaninjoki ja Oulujärvi</i>	34
3.2.10	<i>Pirttipuro ja Kivipuro</i>	35
3.3	VUOKSEN SUUNTA.....	36
3.3.1	<i>Ylä-Lumijärvi, Lumijärvi ja Lumijoki</i>	36
3.3.2	<i>Kivijärvi sekä Kivijoki</i>	37
3.3.3	<i>Laakajärvi</i>	40
3.3.4	<i>Kiltuan-, Haajaisten- sekä Haapajärvi</i>	43
3.3.5	<i>Nurmijoki, Sälevä, Atrojoki ja Syväri</i>	44
3.3.6	<i>Kaivoksen ulkopuoliset järvet (Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelampi)</i>	44
4.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	45

LIITTEET

Liite 1. Tarkkailualue ja näytteenottoaikat

Liite 2. Näytteenoton toteumat 2020

Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo

Tiina Härmä

Ympäristöasiantuntija

Projektipäällikkö

Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

Copyright © Eurofins Ahma Oy

1. JOHDANTO

Terrafame Oy:n (Terrafame) kaivospiiri sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Terrafamen alue on Kainuun vaaramaisemalle tyypillistä metsien, soiden, lampien ja järvien vuorottelua. Kaivosalueella maapeite on ohut, keskimäärin vain noin 1,8 m ja yleisesti moreenipeitteistä, alavilla alueilla maapeitteenä pääosin turvetta. Kaivospiirin alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole suojelualueita. Lähimmät asuinrakennukset ja kesämökit sijaitsevat noin 2-3 kilometrin etäisyydellä Hakosen rannalla. Lähin kylä, Tuhkakylä, sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksen pohjoispuolella.

Vuoden 2020 toisen kvartaalin (huhti-kesäkuun) pintavesien tarkkailua tehtiin 6.2.2017 päivitetyn, Kainuun ELY-keskuksen ja Pohjois-Savon ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailuohjelman (Pöyry, 28.11.2016), mukaisesti.

Tarkkailun tavoitteena on selvittää kaivosalueen ulkopuolelle juoksutettavien vesien vaikutusalueen laajuutta sekä vesien johtamisesta aiheutuvia vesistövaikutuksia. Vesistötarkkailua toteutetaan Oulujoen ja Vuoksen vesistöjen suuntaan, eli niillä vesistöreiteillä, joille kaivosalueen vesiä juoksutetaan. Nykyisin kaivoksen purkuvedet juoksutetaan pääsääntöisesti Oulujoen vesistöön.

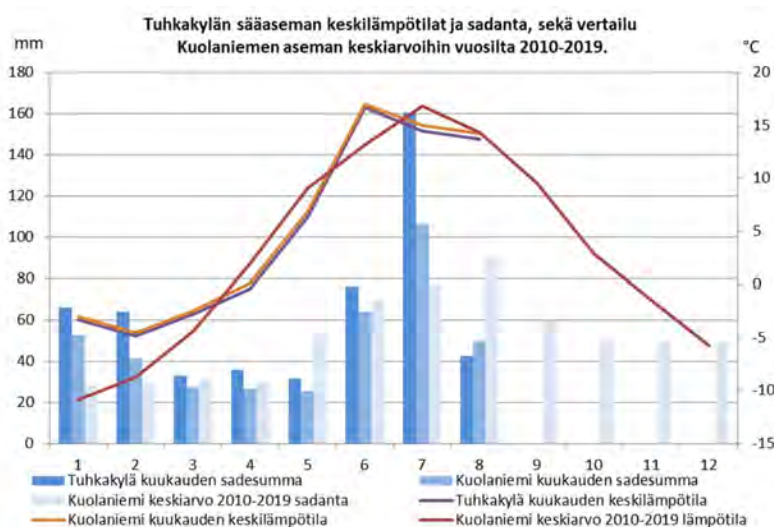
Tarkkailuohjelmaan kuuluu myös Nuasjärven purkuputken tarkkailu, joka on lisätty tarkkailuohjelmaan vuonna 2015. Purkuputken käyttöönoton vuoksi vesistötarkkailua lisättiin Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Vuoden 2020 tarkkailuraporteissa esitetään myös Nuasjärven purkuputken liittyvän lisätarkkailun tulokset.

Lisäksi raportissa esitetään Kivipuron ja Pirttipuron tarkkailutulokset. Tarkkailua näillä puroilla lisättiin vuonna 2018, kun Kuusilammen avolouhoksen itäpuolella sijaitseva sivukivialue KL2 otettiin tuotannolliseen käyttöön.

Vuoden 2020 toisessa neljännesvuosiraportissa (Q2) tarkastellaan huhti-kesäkuun välisenä aikana otettujen vesinäytteiden sekä kenttämittausten tuloksia. Mukana on myös ne heinäkuun tulokset, jotka olivat valmistuneet raportin laadinnan aikaan. Juoksutusvesien johtamisen vaikutuksia tarkkaillaan Oulujoen vesistön suunnalla välillä Salminen-Oulujärvi ja Vuoksen vesistön suunnalla välillä Ylä-Lumijärvi-Syväri. Vesistö pisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

2. HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN

Vuoden 2020 ensimmäiset kuukaudet olivat Kainuussa lämpimiä ja sateisia, varsinkin Tuhkakylällä tammi- ja helmikuussa ero alueen pitkänajan keskiarvoon oli merkittävä. Huhti-toukokuussa lämpötilat olivat sen sijaan hieman pitkänajan vertailutulosten alapuolella, kuten myös heinäkuussa. Sadesummat pysyttelivät maaliskäkuussa tavanomaisilla tasoillaan, heinäkuussa sademäärät olivat huomattavasti vertailuarvoja suuremmat. (Kuva 2-1)



Kuva 2-1. Kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät vuonna 2020 Tuhkakylän ja Kuolaniemen Ilmatieteen laitoksen asemilla, sekä vertailu Kuolaniemen pitkän ajan (2010–2019) keskiarvoihin. (Ilmatieteen laitos, 9/2020)

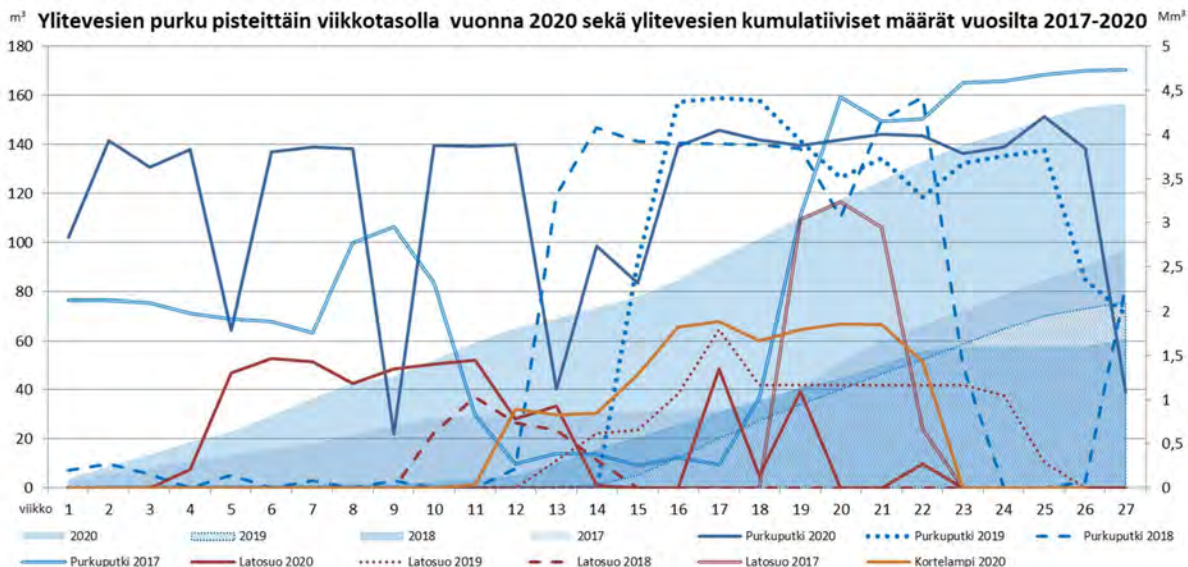
Juoksutukset ovat olleet käynnissä vuoden 2020 alusta lähtien. Suurin osa vesistä johdettiin Latosuon patoaltaalta Nuasjärveen purkuputken kautta. Lisäksi alkuvuodesta (tammikuun loppupuolelta maaliskuun loppuun sekä viikoilla 17,19 ja 22) vesiä juoksutettiin Latosuolta myös ns. vanhoille pohjoisille purkureiteille Kuusiojen kautta Kalliojokeen ja edelleen Kolmisoppeen. Viikoilla 12-23 vesiä johdettiin myös Kortelammen patoaltaan kautta eteläiselle reitille Vuoksen suuntaan Lumijokeen. Edellisen kerran Kortelammen kautta vesiä on johdettu vuonna 2016. Pohjoisen suuntaan lähijärvien kautta kulkevaa purkureittiä on hyödynnetty myös aikaisempina keväinä. (Taulukko 2-1, Kuva 2-2).

Taulukko 2-1. Terrafamen juoksutusmäärät purkupaikoittain vuodelta 2020 (m³)

	Pohjoinen					Etelä	
	Purkuputki	Latosuo	Kärsälampi	Kuusilampi	SEM2	Kortelampi 1	Kortelampi 2
Tammikuu	537 845	37 640	0	0	0	0	0
Helmikuu	454 596	205 180	0	0	0	0	0
Maaliskuu	478 655	171 915	0	0	0	42 673	0
Huhtikuu	548 285	53 400	0	0	0	203 907	0
Toukokuu	628 895	48 952	0	0	0	284 782	0
Kesäkuu	603 316	0	0	0	0	51 337	0
Yhteensä	3 251 592	517 087	0	0	0	582 700	0

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

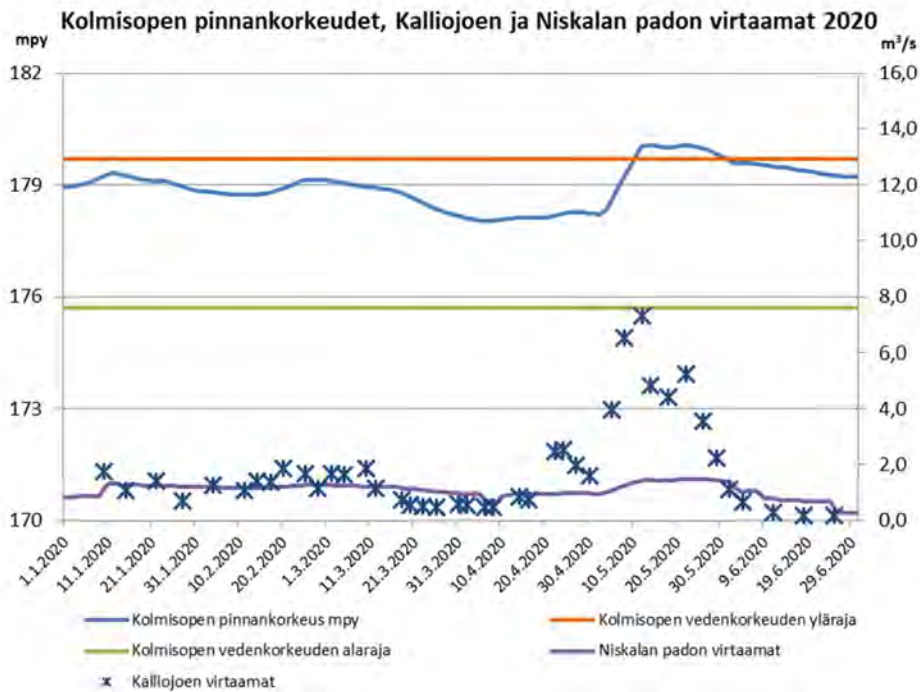
Talvi 2019/2020 oli Kainuussa erittäin runsasluminen, minkä vuoksi sulamisvesiä kerääntyi keväällä runsaasti. Vuoden 2020 ensimmäisellä puoliskolla johdettujen juokutusvesien kokonaismäärä oli n. 4,4 Mm³, kun muutamana edellisvuotena 2017, 2018 ja 2019 vastaavan ajan johtamismäärät ovat olleet 2,7 Mm³, 1,7 Mm³ ja 2,1 Mm³. (Kuva 2-2)



Kuva 2-2. Terrafamen juokutusmäärät purkupaikkoittain viikkotasolla vuodelta 2020 (m³) viivadiagrammeilla ja juokutusvesien kumulatiiviset määrät vuosilta 2017-2020 aluediagrammeilla.

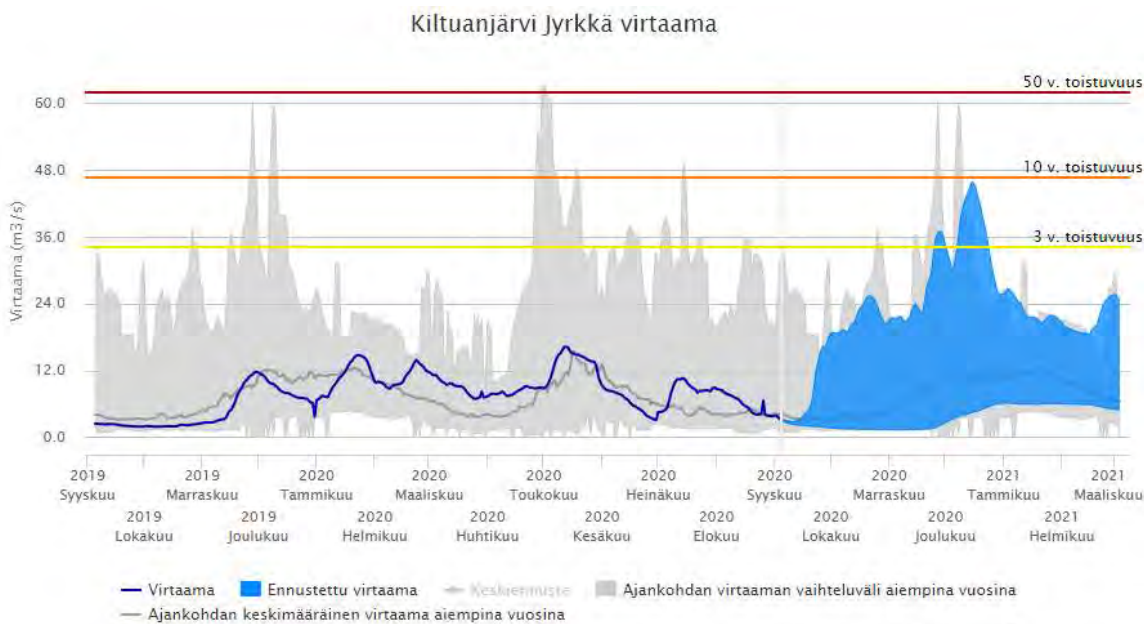
Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamia sekä Kolmisopen vedenkorkeutta tarkkaillaan kaivoksen omassa käyttötarkkailussa. Kalliojoen mittauspiste sijaitsee Korentojoen yhtymäkohdan alapuolella noin 300–400 m ennen Kalliojoen laskua Kolmisoppeen. Niskalan padolla säädellään Kolmisopen vedenkorkeutta ja Tuhkajoen virtaamaa. Kevään sulamiskausi käynnistyi kunnolla vasta huhtikuun jälkimmäisellä puoliskolla, jolloin Kalliojoen virtaamat nousivat talvisista lukemistaan <1,0 m³/s, huhtikuun lopussa lukemiin 1,6-2,6 m³/s ja toukokuussa lukemiin 2,3-7,3 m³/s. Suurimmat virtaamat mitattiin Kalliojoella 12.5., jolloin myös Kolmisopella vedenpinnankorkeus kävi hetkellisesti vesitalousluvan ylärajan (179,70 mpy) yläpuolella aikavälillä 11.5.-31.5.2020. Kolmisopen pinnankorkeus vaihteli tällöin välillä 179,71-180,07 mpy. Vaikka sulamiskauden aiheuttama vesipulssi oli tänä keväänä voimakas, Kolmisopen maksimitulvakorkeus verrattuna ylärajaan jäi lukemaan +0,37 m. Aikaisempina keväinä (2016-2019) maksimitulvakorkeus on vaihdellut välillä +0,51-0,74 m. Niskalan padon kautta vesiä purettiin järvestä tulva-aikana maksimissaan 1,39-1,47 m³/s, kun taas kesäkuun lopulla virtaamat olivat tasolla 0,3 m³/s. (Kuva 2-3)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 2-3. Niskalan padon ja Kalliojoen virtaama, Kolmisopen havaittu pinnankorkeus sekä vesitalousluvan mukaisen pinnankorkeuden säännöstelyn ylä- ja alaraja

Vuoksen puolella purkuvesistössä Terrafamella ei ole omaa virtaamamittausta. Ympäristöhallinnon yhteisen verkkopalvelun kuvassa (Kuva 2-4) on esitetty Kiltuanjärven Jyrkän tarkkailupisteen toteutuneet virtaamat vuoden ajanjaksolta, sekä puolen vuoden ennuste. Virtaamat olivat jonkin verran keskiarvojen yläpuolella loppukevään ja taas kesäkuussa alle keskiarvon, virtaamat korreloivat suoraan alueen sadannan kanssa (Kuva 2-1).



Kuva 2-4. Kiltuanjärven Jyrkän tarkkailupisteen virtaamat vuoden ajanjaksolta (www.ymparisto.fi vesistöennusteet: Vuoksi - Kiltuanjärvi Jyrkkä 4.9.2020)

3. TARKKAILUTULOKSET Q2/2020

3.1 Näytteenoton toteutus

Näytteenotto ja analysointi toteutettiin voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti. Näytteenotosta vastasivat sertifioidut näytteenottajat ja näytteet analysoitiin Eurofinsin Environmental Testing Oy:n ympäristölaboratoriossa Lahdessa. Laboratorio on FINAS:n akkreditoima (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005) testauslaboratorio T039.

Vuoden 2020 ensimmäisen puoliskon vesinäytteiden ja kenttämittausten toteutus on onnistunut kiitettävästi. Poikkeamia näytteenotossa oli vain muutaman näytteenoton siirtyminen tammikuulta helmikuulle haastavien jääolosuhteiden vuoksi, minkä lisäksi Kivipuro oli kuiva maaliskuun näytteenoton aikaan. Alkuvuoden 2020 näytteenottojen toteutumat on esitetty liitteessä 2.

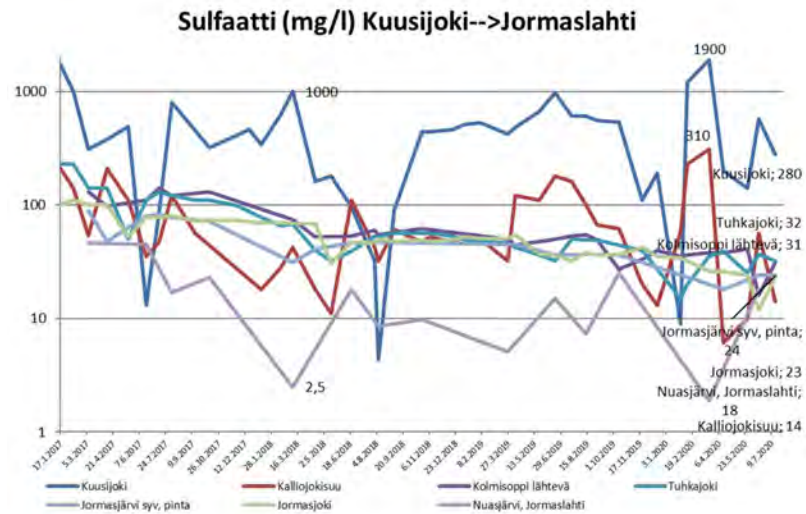
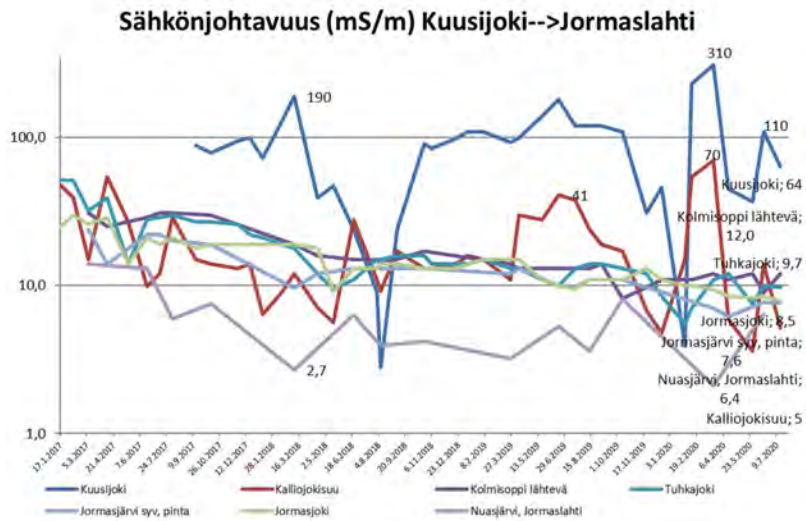
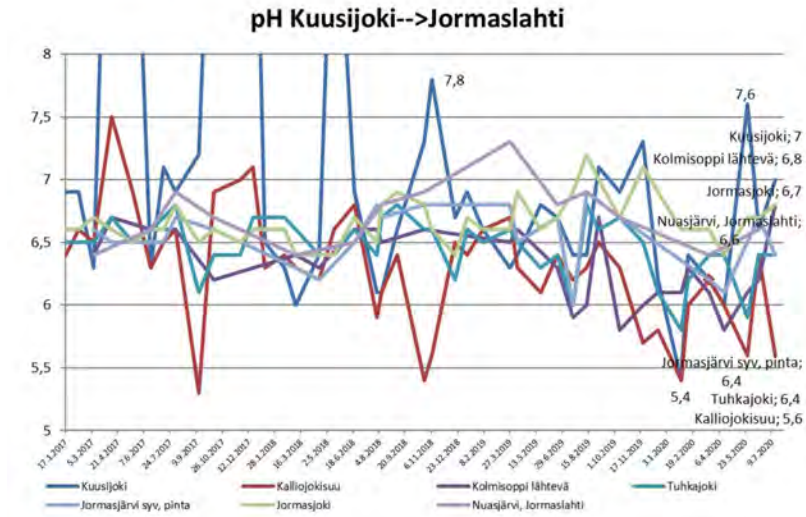
3.2 Oulujoen suunta

Oulujoen suuntaan vettä johdetaan pääasiassa Latosuon patoaltaalta lähtevän purkuputken kautta suoraan Nuasjärveen. Vettä voidaan juoksentaa myös Latosuon patoaltaalta Kuusijokeen ja siitä edelleen Kalliojokeen. Vettä voidaan johtaa Oulujoen suuntaan myös kaivosalueen pohjoiselta vedenkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta suoraan Salmiseen sekä kaivoksen sekundääriiuotusalueen suojapumppausvesiä tai 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 viimeksi vuonna 2016, SEM2-altaan kautta viimeksi vuonna 2015.

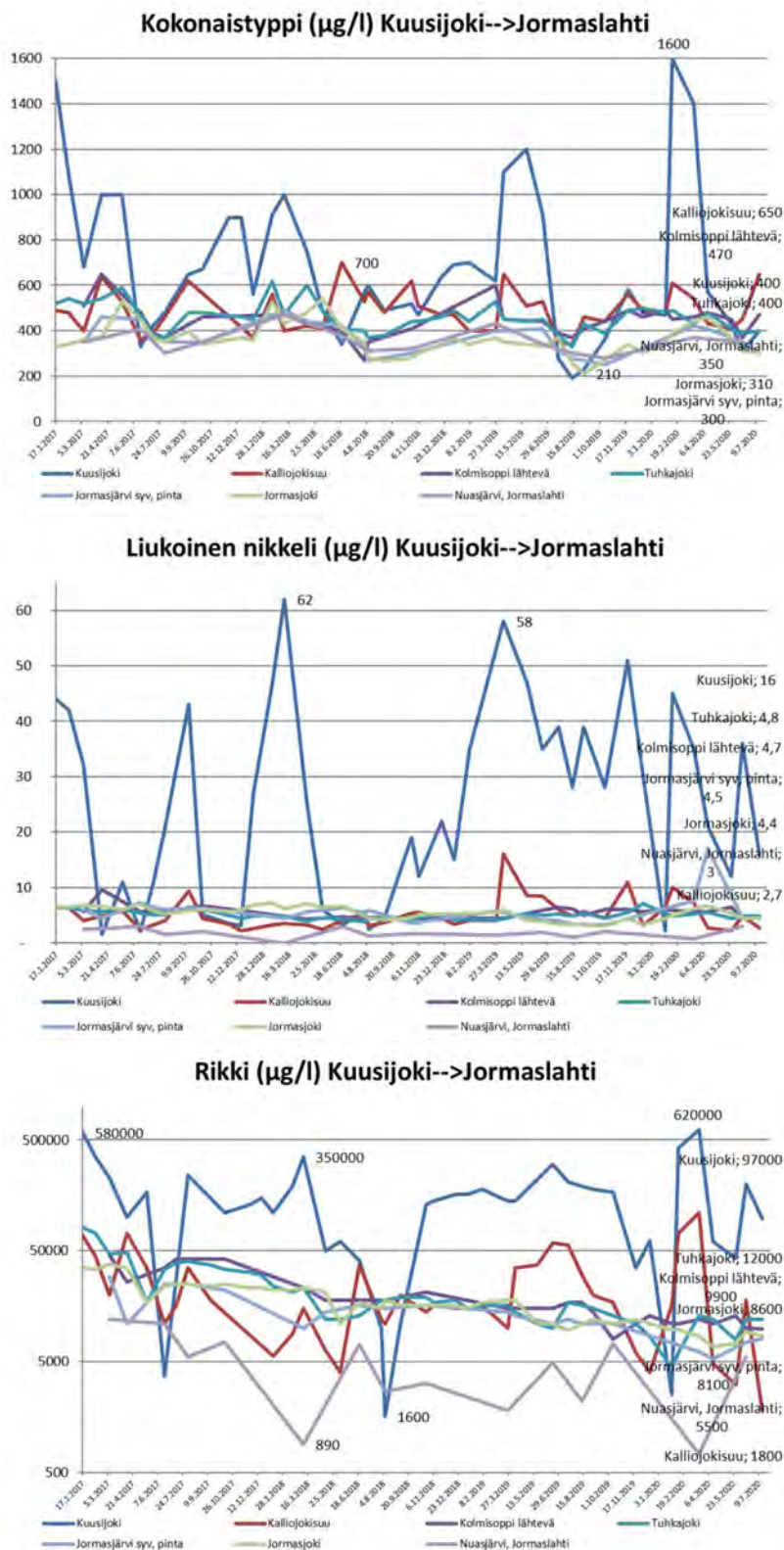
Vuoden 2020 ensimmäisellä puoliskolla Oulujoen suuntaan purettavista vesistä 86% johdettiin purkuputken kautta suoraan Nuasjärveen ja 14% Latosuolta Kuusi- ja Kalliojoen kautta Kolmisoppeen, josta vedet kulkeutuvat Tuhkajoen kautta Jormasjärveen sekä edelleen Jormasjoen kautta Nuasjärveen.

Seuraavaksi esitellään pintavesitulosten yleisiä parametreja Oulujoen purkureitiltä. Tarkemmin yksittäisten havaintopaikkojen tuloksiin pureudutaan seuraavissa luvuissa.

Kuvassa 3-1 on esitetty muutamien keskeisten parametrien tutkimustuloksia vuoden 2017 alusta alkaen luonnollisen purkureitin varrelta eli Kuusijoelta Nuasjärven Jormaslahdelle. Kolmisopen ja Jormasjärven näytteistä kuvaajissa on mukana yhden metrin tulokset, jokiosuuksilta on kuvaajissa esitetty myös viimeisimpien vesinäytteiden tulokset. Yleisesti trendit ovat laskevia Kolmisopelta eteenpäin, varsinkin rikkipitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti viime vuosina, kuten myös sulfaatti ja sitä kautta sähkönjohtavuus. Tänä keväänä vesiä Kuusijoen suuntaan alettiin johtamaan jo helmikuun vaihteessa (Kuvat 2-2 ja 2-3) eli luontaisten alivirtaamien aikaan. Tällöin juoksutusvesien indikoivat pitoisuudet nousivat Kalliojoella, mutta Kolmisopelta eteenpäin juoksutusvesien suhteellinen lisäys vesistöihin ei ollut enää niin selkeä. Jormasjärvellä liukoisen nikkelin pitoisuudet nousivat maaliskuun vaihteessa tarkkailupisteiden pintavesinäytteissä tasolle 7,6-17 µg/l, laskien kesäkuussa tasolle 4,4-4,5 µg/l. Toisella juoksutusjaksolla, ylivirtaamien aikaan huhti-toukokuun vaihteessa vastaavia muutoksia ei ollut havaittavissa. Toukokuun lopun juoksutukset näkyivät Kuusi- ja Kalliojoen tuloksissa, muttei näiden alapuolisilla tarkkailupisteillä. (Kuva 3-1)



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-1. Oulujoen suunnan keskeisiä tuloksia näytepisteiltä Kuusijoki→Jormaslahti. Jokipisteiltä on kuvaajassa esillä viimeaikaisempia lukuarvoja. *Osa kuvaajista logaritmisella asteikolla.**Kuusijoen pH-arvot 11,1 (4/2017), 10,3-10,7 (10-12/2017) ja 9,8 6/2018 eivät näy pH-kuvaajassa skaalauksessa johtuen.

Purkuputken vaikutusalueen vastaavat kuvaajat löytyvät luvusta 3.2.8, missä käsitellään Nuasjärven ja Rehjan tulokset.

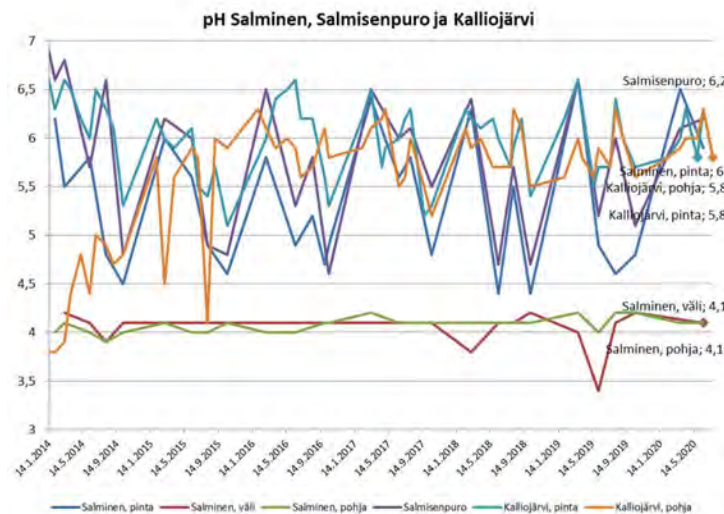
3.2.1 Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi

Salmisesta ja Salmisenpurosta on otettu vuonna 2020 vesinäytteitä maalisi- ja kesäkuussa. Kalliojärveltä näytteitä on haettu tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain helmikuusta lähtien, kenttämittauksia järvellä on tehty maalisi-, huhti- ja kesäkuussa. Salmisen suunnan purkureitille vesiä on johdettu edellisen kerran vuonna 2016.

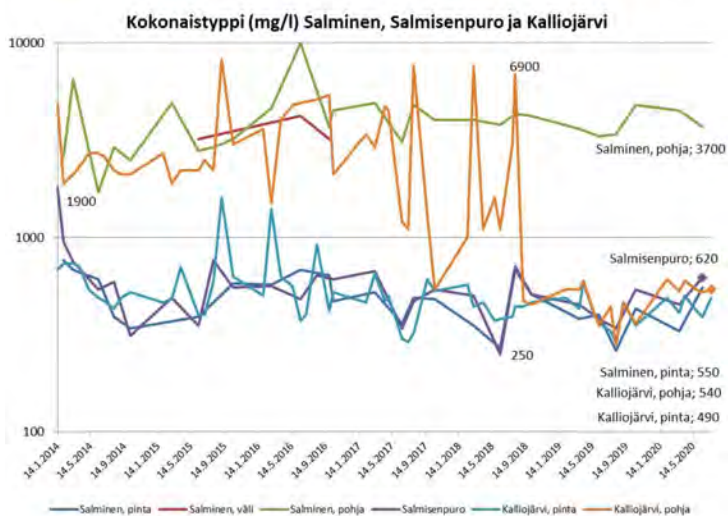
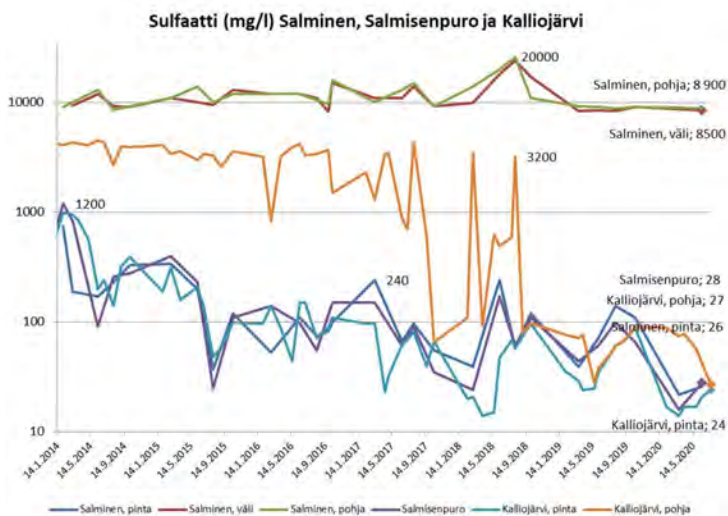
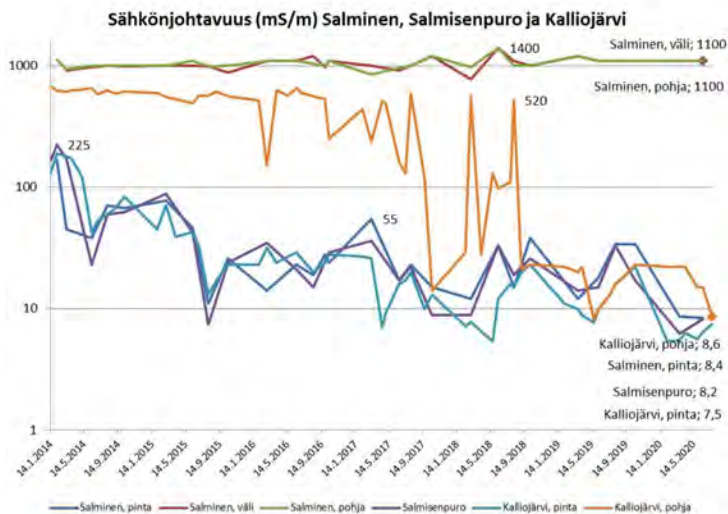
Analyysi- sekä kenttämittaustulosten perusteella Salmisen sekä Kalliojärven vesi on ollut selvästi kerrostunutta. Kerrostuneisuus on havaittavissa esim. sulfaatti- ja nikkelpitoisuuksissa vuosista 2010-2011, jolloin järvien pitoisuudet nousivat ja ominaisuudet muuttuivat. Kalliojärvessä kerrostuneisuus on hävinnyt ja pitoisuudet ovat laskeneet viimeisen 1,5 vuoden aikana, jolloin myös alusveden happitilanne on kohentunut. Metallipitoisuuksissa ja sulfaatissa sekä niiden kautta sähkönjohtavuudessa on edelleen havaittavissa laskeva trendi. (Kuva 3-3)

Salmisessa pintaveden sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa sekä sähkönjohtavuuksissa on myös havaittavissa laskeva trendi. Väli- ja alusvesinäytteiden mukaan kerrosten suhteellinen ero pintavesituloksiin on kuitenkin osittain vahvistumassa esimerkiksi nikkelin osalta. Tosin lammen syvemmät vedet ja ympäristö ovat happamia, jolloin metalleja voi liueta suoraan maaperästä. Sulfaatti- ja metallipitoisuuksissa, pois lukien rauta, on kuitenkin tällä hetkellä laskeva suuntaus myös Salmisen väli- ja alusvesinäytteissä. (Kuva 3-3)

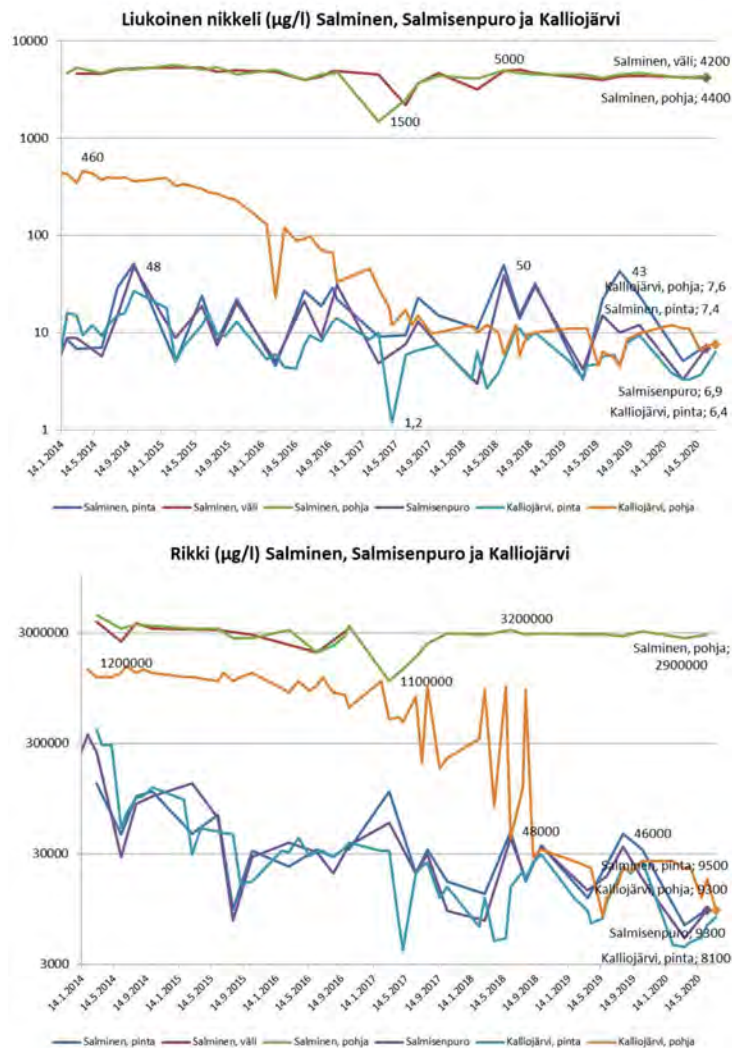
Salmisenpuron alkuvuoden vesinäytteiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailutuloksiin. Puron tulokset vastaavat melko tarkasti Salmisen pintanäytteiden tuloksia myös historian osalta. Salmiselta purkaantuu puron kautta lähinnä vain laimeita pintavesiä mikä osaltaan voimistaa lammen kerrostuneisuutta. (Kuva 3-3)



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



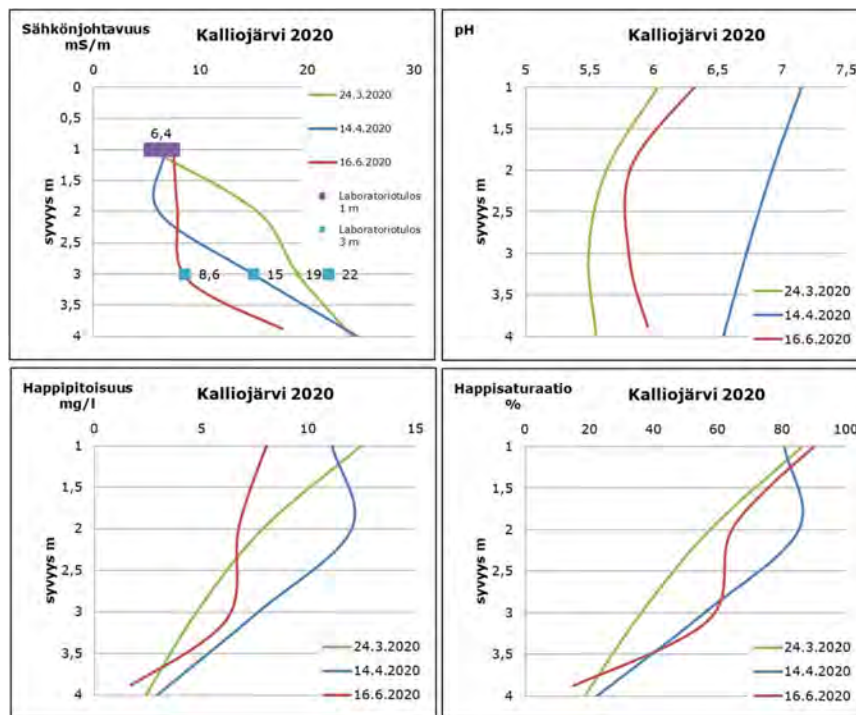
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-3. Salmisen, Salmisenpuron ja Kalliojärven keskeiset tulokset vuodesta 2014 alkaen. Huomaa kuvaajien logaritmiset asteikot.

Kalliojärven vesipatsaan kerrostuneisuuden häviäminen on havaittavissa myös kenttämittauksissa. Tuloksissa ei ole havaittavissa jyrkkiä harppauskerroksia syvyyden funktiona, joten järven vedenkierto näyttäisi toimivan, joskin alusveden happitilanne ei ole missään vaiheessa ollut erityisen hyvä vuonna 2020. Kesäkuun kierroksella sähkönjohtavuus nousi hieman (18mS/m) syvyydeltä 3 metriä syvemmälle mentäessä, mutta johtavuus oli erittäin pientä (vrt. Kuva 3-3). Kalliojärven sähkönjohtavuuden kenttämittauksien yhteyteen on merkitty myös laboratoriotulokset samaisilta näytteenottokierroksilta. Kenttämittausten ja laboratorion tulosten yhteneväisyys on erittäin hyvällä tasolla, ainoa tilastollisesti merkittävä yli >10% eroavaisuus on havaittavissa maaliskuun kierroksen aikaan 19 vs 22 mS/m. Hapen ja pH:n osalta vastaavaa tarkastelua ei ole mielekästä tehdä, koska kyseiset parametrit muuttuvat ajan funktiona. (Kuva 3-4)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-4. Kalliojärven kenttämittausten tulokset vuodelta 2020. Sähkönjohtavuuskuvaajassa on esitetty myös laboratoriotulokset samaisilta kierroksilta ja syvyyksiltä.

3.2.2 Härkäpuro ja Kuusijoki

Kuusilammella varastoituja vesiä voidaan purkaa Härkäpuron kautta Kuusijokeen sekä Latosuolle, mutta vesiä on purettu sitä kautta viimeksi vuonna 2016. Härkäpuron näytepisteellä näkyy kuitenkin tyypillisesti juoksuettavien vesien vaikutus, sillä sen kautta vettä voidaan myös johtaa tuotantoalueen muista vesivarastoista Latosuon altaaseen. Latosuolta purettiin vesiä Kuusijokeen alkuvuoden aikana, keskeisimmät tulokset Kuusijoen osalta on esitetty kuvassa 3-1.

Härkäpurosta on haettu vuonna 2020 näytteitä maalis- ja kesäkuussa. Vesinäytteiden pH oli maaliskuussa aiempaan tapaan emäksinen (9,6), mutta kesäkuussa mitattiin pH-arvo 6,9. Samoin sähkönjohtavuus laski maaliskuun arvosta 130 mS/m arvoon 87 mS/m ja sulfaatti 710→230 mg/l. Edellä mainitut arvot ovat poikkeuksellisen matalia, aikaisemmin vastaavia tuloksia on mitattu kesäkuun alussa 2017. Sen sijaan metallipitoisuudet reagoivat päinvastoin, nikkeli nousi maaliskuussa 19→1400 µg/l, kokonaisrauta 760→4700 µg/l ja sinkki 3,4→5900 µg/l. Kesäkuun tulosten kaltaisia yksittäisiä tuloksia on havaittu myös aikaisempina vuosina silloin tällöin, viimeksi maaliskuussa 2018. Vuoden 2020 tulosten taustalla on Härkäpuron rajoittunut laskeutustilavuus sekä uuden pH:n säätölaitteiston käyttöönoton optimointi, myös kuivien jaksojen vähäiset vesimäärät aiheuttavat hetkittäisiä piikkejä metallipitoisuuksissa.

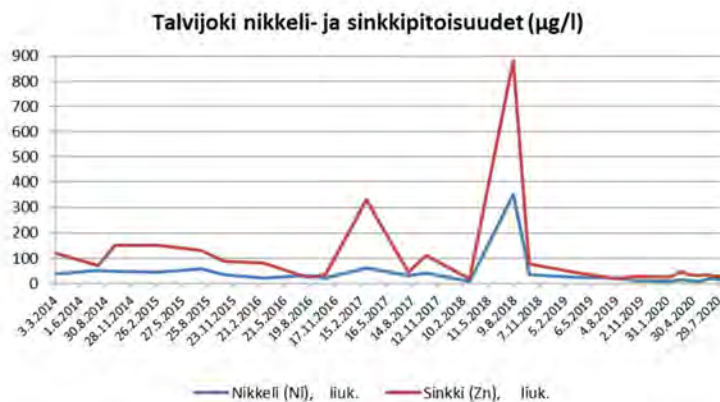
Härkäpuron alapuolisen Kuusijoen vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain ja joen veden laatu vaihtelee juoksuolosuhteiden sekä Härkäpuroilta tulevien vesien mukaan. Kevään juoksuksien käynnistytessä Latosuon kautta jo alivirtaamakaudesta eli helmikuussa 2020 nosti juoksuvesistä indikoivien parametrien pitoisuuksia huomattavasti. Kesäkuuhun mennessä pitoisuudet olivat palautuneet vuodenaikaan verrattaessa tavanomaisille tasoilleen. (Kuva 3-1)

3.2.3 Korentojoki

Korentojoki laskee Kalliojokeen Kalliojärven ja Kolmisopen välissä ja kerää vetensä kaivosalueen länsipuolelta. Korentojokeen ei kohdistu kuormitusta tai muita vaikutuksia Terrafamen toiminnasta. Korentojoelta otettiin näyte maaliskuussa, eikä poikkeamia aiempiin tuloksiin verrattuna havaittu.

3.2.4 Talvijoki

Kaivosalueelta ei johdeta vesiä Talvijoen suuntaan. Talvijoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2020 vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain. Helmikuussa 2020 Kivipuroon pääsi lyhytaikaisen vuodon seurauksena käsittelyä vaativia vesiä, joiden vaikutus on ollut hetkellisesti havaittavissa myös Talvijoen nikkelin ja sinkin pitoisuuksissa. Pitoisuusnousu havaittiin Terrafamen omassa käyttötarkkailussa helmikuussa, jonka jälkeen Talvijoenalta on haettu näytteitä kuukausittain. Vuodon vaikutuksia ei kuitenkaan havaittu helmikuun jälkeen joen nikkeli- tai sinkkipitoisuuksissa (Kuva 3-5), eikä muissakaan parametreissa. Kuvaajaa 3-5 hallitsee elokuussa 2018 mitatut suurehkot pitoisuudet, jotka aiheutuivat sivukivialueen KL2 rakentamisen aikaisista valumavesistä. Edellä mainitun havainnon jälkeen valumavedet on ohjattu joko bioliutoskiertoon tai käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle.



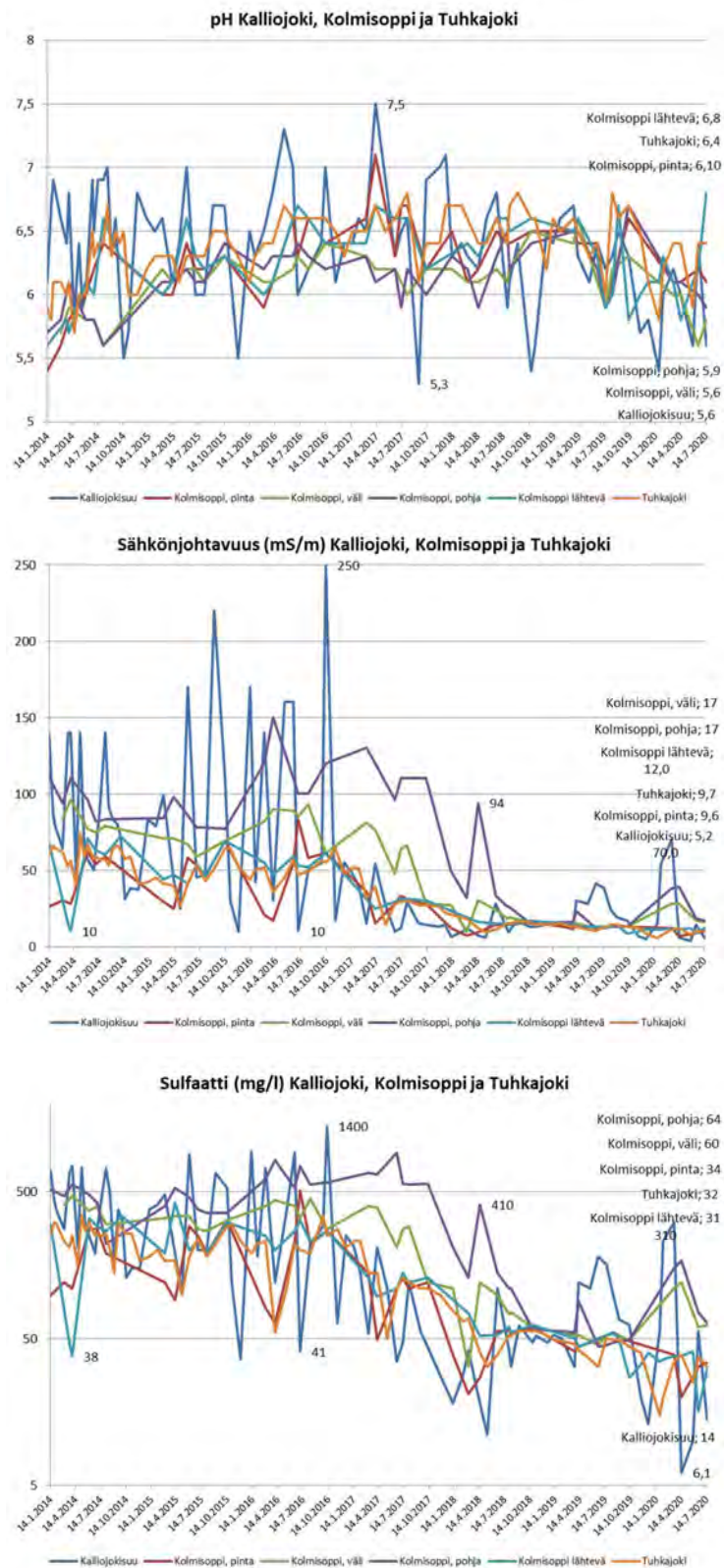
Kuva 3-5. Talvijoen nikkeli- ja sinkkipitoisuudet vuodesta 2014 alkaen.

3.2.5 Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki

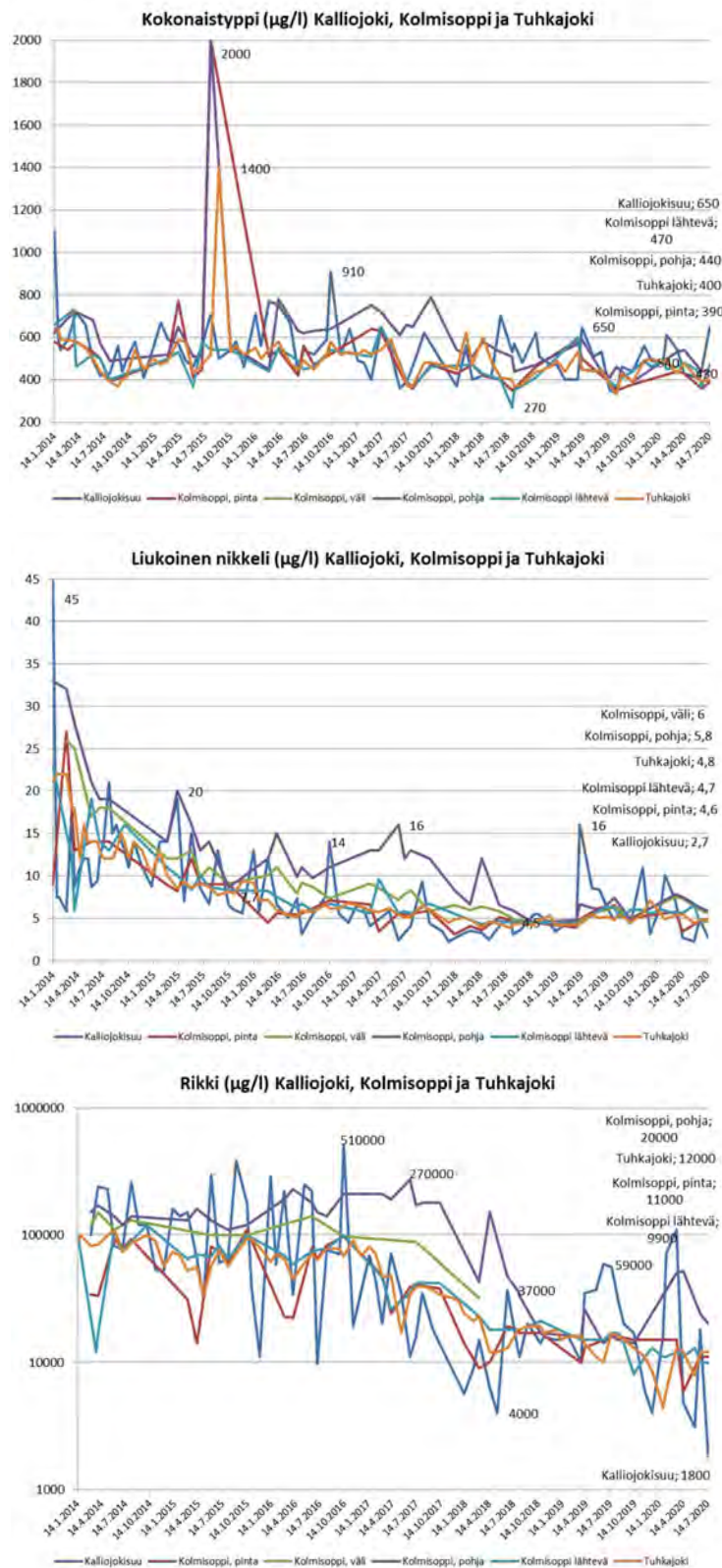
Nuasjärven purkuputkeen juoksutettavia vesiä lukuun ottamatta kaikki pohjoiseen Oulujoen suuntaan kaivosalueelta juoksutettavat vedet kulkevat Kalliojoen ja Kolmisopen kautta Tuhkajokeen. Kalliojoen tarkkailupiste sijaitsee joen laskusuulla Kolmisopeen. Kolmisopessa on kaksi tarkkailupistettä. Toinen tarkkailupiste keskellä järveä, josta otetaan näytteet päälly-, väli- sekä alusvesistä. Toinen Kolmisopen piste, "lähtevä" sijaitsee järven luusuassa, josta vedet ohjautuvat Niskalan padon kautta Tuhkajokeen. Tuhkajoen näytteenottopiste on noin jokiosuuden puolivälissä.

Yleisesti Kalliojoen, Kolmisopen sekä Tuhkajoen vesinäytteiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailutuloksiin ja mm. sulfaatti- sekä metallipitoisuuksien osalta selvästi alle vuosien 2014-2016 tulosten. Kevään 2020 edellisvuosia suuremmat juoksutukset nostivat hetkellisesti pitoisuuksia kaikilla pisteillä helmikuuhuhtikuussa, mutta laskeva trendi luonnehtii edelleen sulfaatti- ja alkalimetalli- mukaan lukien rikkipitoisuuksia sekä johtavuutta. Nikkelipitoisuudet ovat laskeneet jo lähelle alueen taustatasoja. (Kuva 3-6)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



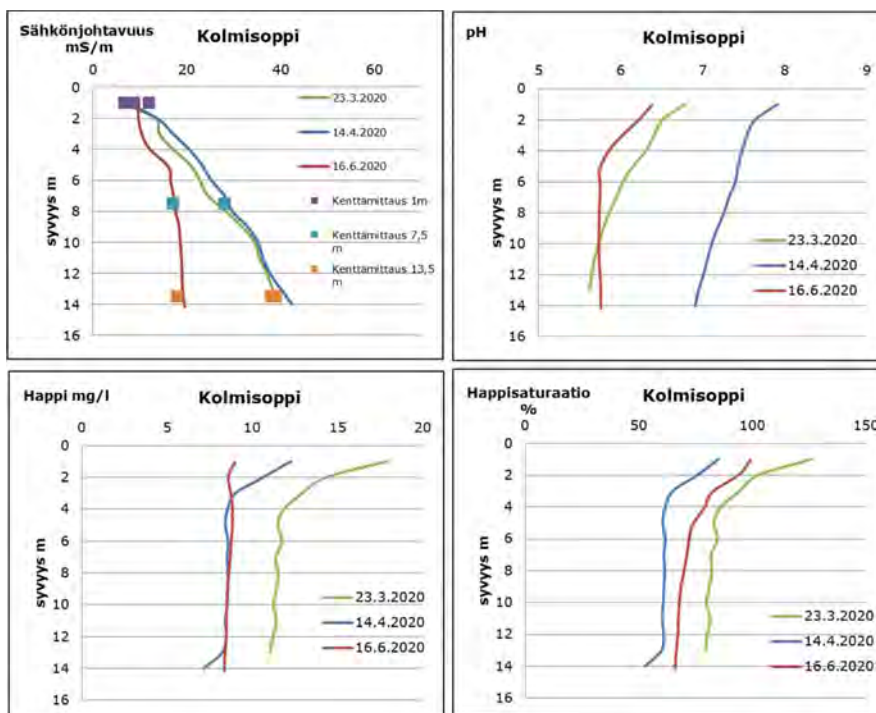
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-6. Kalliojoen, Kolmisopen ja Tuhkajoen keskeiset tulokset vuodesta 2014 alkaen. Huomaa kuvaajien logaritmiset asteikot. Kuvaajissa esillä viimeisimmät eli heinäkuun näytteiden tulokset.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

Kolmisopelta tehdään myös kenttämittauksia näytteenottojen yhteydessä. Kuvassa 3-7 on esitetty vuoden 2020 kenttämittausten tulokset. Kenttämittausten, kuten vesinäytteiden analyysitulosten, mukaan Kolmisopen vesi on melko tasalaatuista koko vesipatsaan osalta eikä muuta kuin luonnollista kerrostuneisuutta ole havaittavissa.



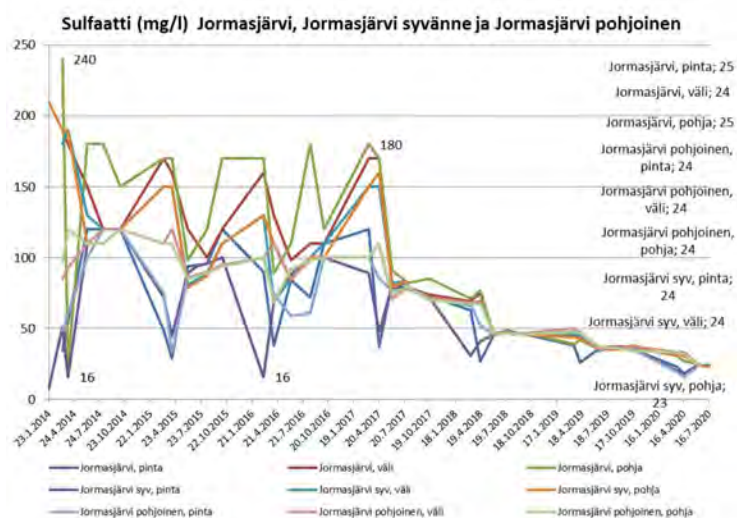
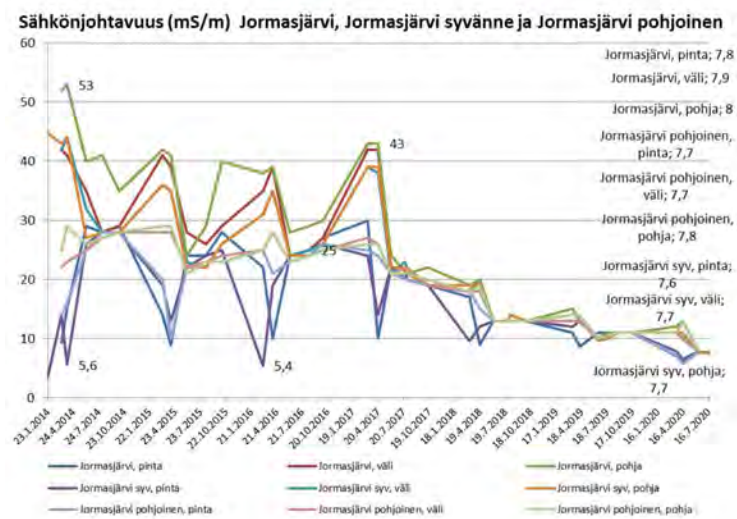
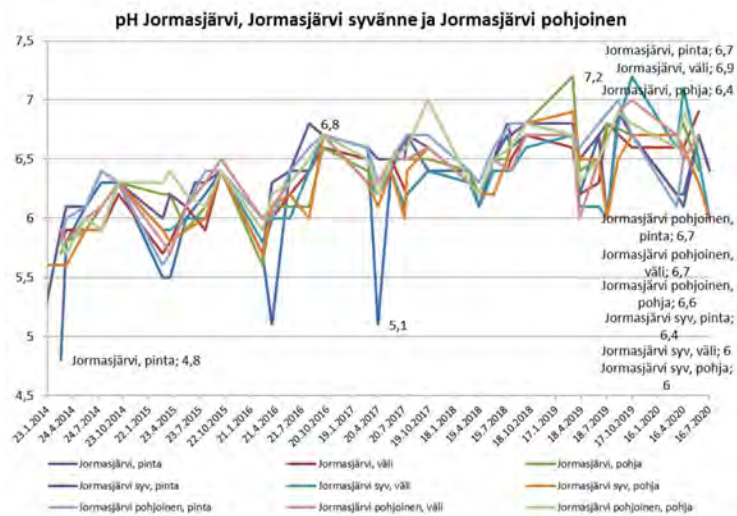
Kuva 3-7. Kolmisopen kenttämittausten tulokset vuodelta 2020. Sähkönjohtavuuskuvaajassa on esitetty myös laboratoriotulokset samaisilta kierroksilta.

3.2.6 Jormasjärvi

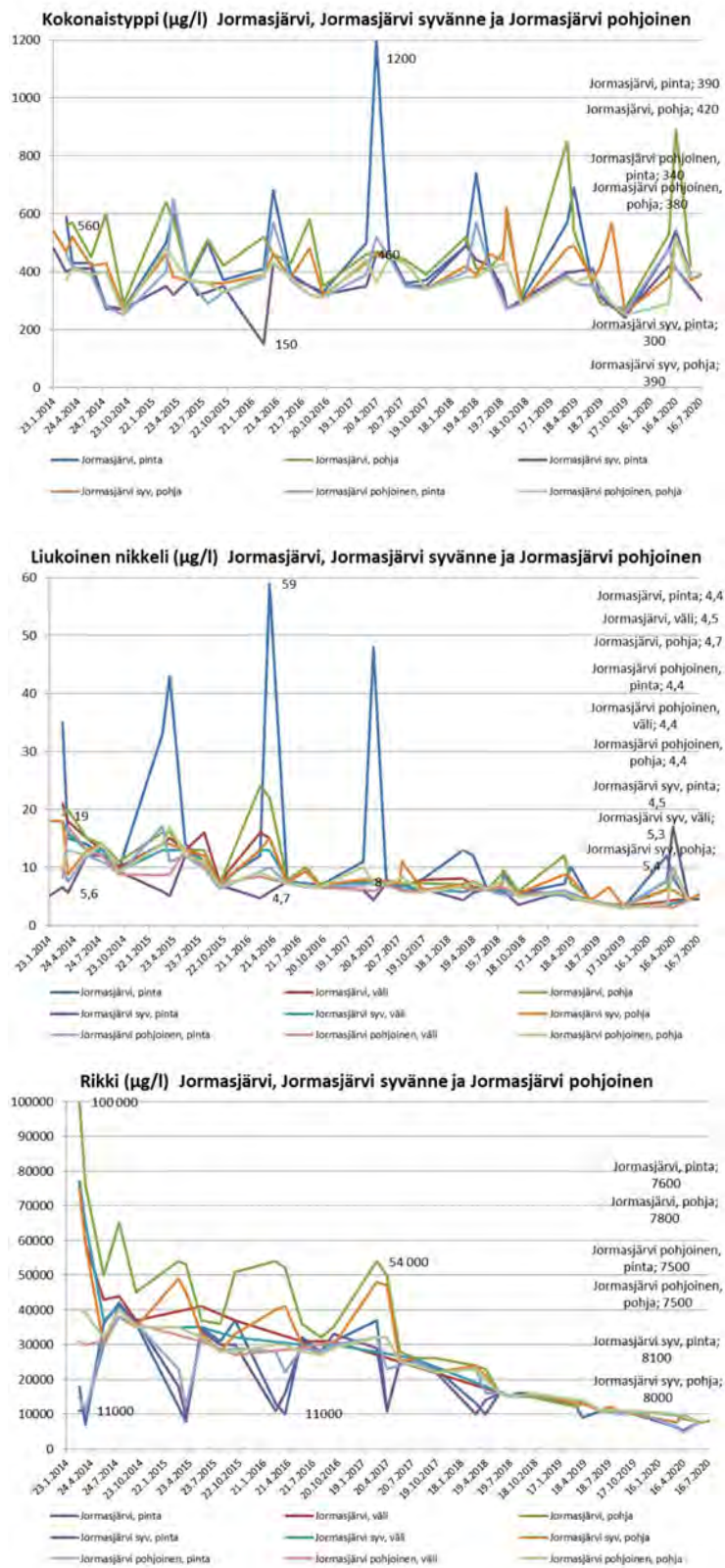
Jormasjärvellä on kolme näytteenottopistettä; *Jormasjärvi*, järven eteläpäädyssä Tuhkajoen laskusuun lähetyvillä, järven keskiosissa *Jormasjärvi syväanne* - sekä järven pohjoisosissa, lähellä Jormasjoen luusuaa piste nimeltään *Jormasjärvi pohjoinen*. Syvännepisteellä toimii myös automaattinen vedenlaadun mittausasema.

Jormasjärven tulokset olivat tavanomaisia, sulfaatin sekä metallipitoisuuksien laskevat trendit jatkuivat edelleen, kuten myös pH-arvojen pienenoinen nousu. Edellä mainitut parametrit ovat palautumassa lähelle taustapitoisuuksiaan vuosien 2014/2015 huippupitoisuuksista. Pohjanäytteiden happitulokset paranivat kevätkierron myötä, talvisin alusvesien happitilanne on heikko. Kuvaajissa on nähtävissä myös muut vuodenkierron aiheuttamat muutokset vesipatsaan ominaisuuksissa. Esimerkiksi sähkönjohtavuudet laskevat yleisesti keväisin sulamisvesien vaikutuksesta, kunnes kevätkierron myötä vesipatsas sekoittuu ja johtavuudet tasoittuvat. Vedenlaadun parantuessa ero päällis- ja alusveden välillä on pienentynyt. (Kuva 3-8)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

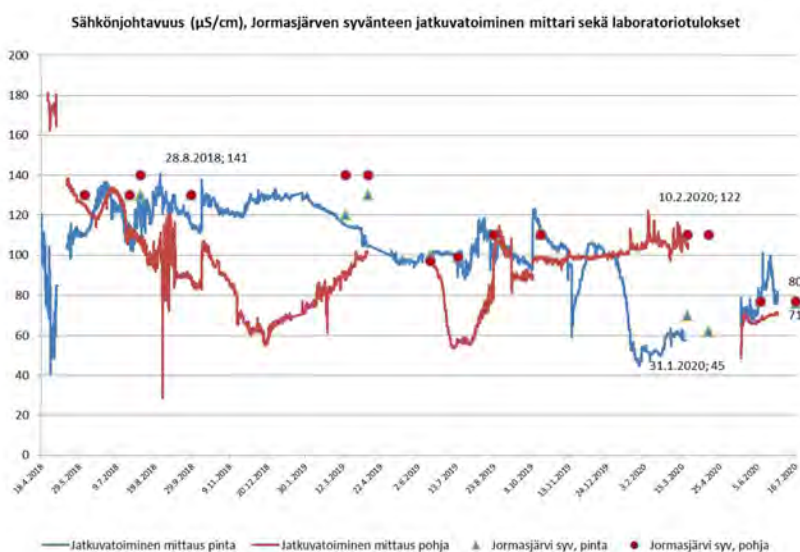


Kuva 3-8. Jormasjärven näytteenottopisteiden keskeiset tulokset vuodesta 2014 alkaen. Kuvaajissa esillä viimeisimmät eli heinäkuun näytteiden tulokset.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

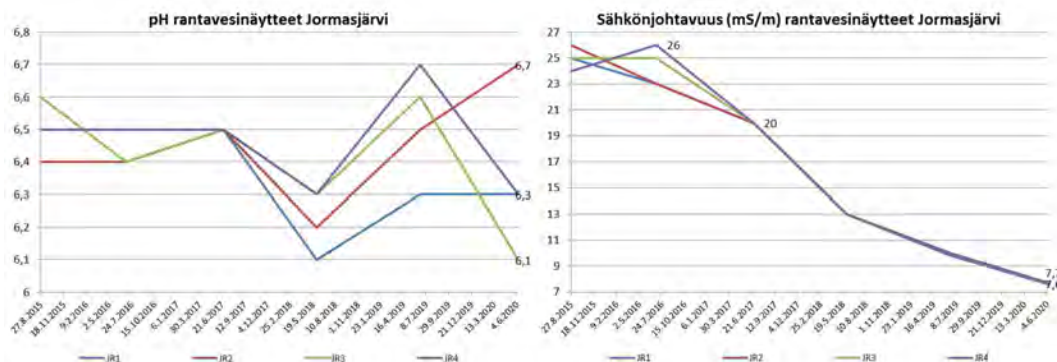
Osana Nuasjärven purkuputken tarkkailua Jormasjärven syvänpisteellä on ollut syksystä 2015 lähtien käytössä automaattinen mittausasema, joka seuraa lämpötilaa, sähkönjohtavuutta ja pH:ta 1 metrin syvyydessä sekä pohjanläheisessä vesikerroksessa. Mittausaseman avulla voidaan seurata, miten vesien johtaminen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

Jatkuvatoimisen mittausaineiston perusteella on havaittavissa pintavesissä sähkönjohtavuuden pienoinen laskeva suuntaus, joskin mittarilta ei saatu dataa 10.4.-6.5.2020 välisenä aikana. Alusvesien sähkönjohtavuus oli keväällä 2020 hieman, keskimäärin n. 2 mS/m korkeampi kuin 2019. Kevätkierron myötä johtavuudet laskivat huomattavasti, mutta ovat edelleen pari yksikköä edellisvuoden vastaavaa ajankohtaa korkeampia. Vuonna 2020 Jormasjärven juoksuutettiin edellisvuoden runsaammin vesiä tammikuun lopulta lähtien. Automaattisen mittausaseman ja laboratorioanalyysien tulosten yhteneväisyys on parantunut viimeisen vuoden aikana ja suhteelliset trendit voi tulkita jommankumman aineiston pohjalta, aineistojen absoluuttista yhteneväisyyttä ei kohteen luonteen vuoksi voi saavuttaa. (Kuva 3-9)

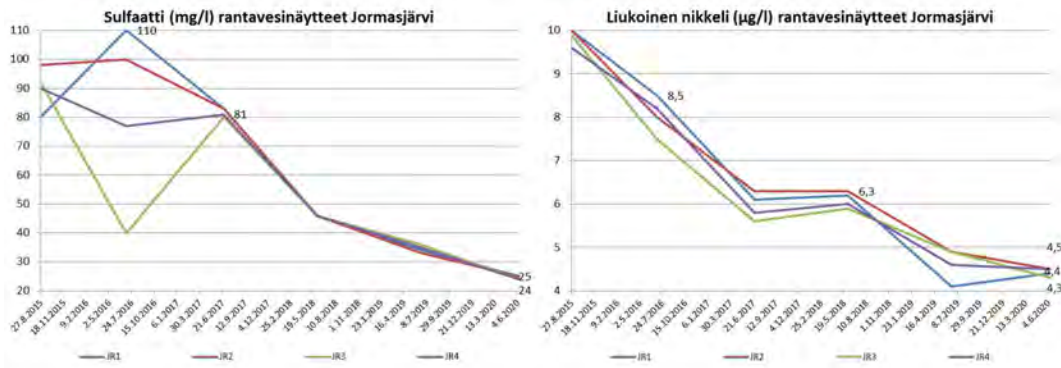


Kuva 3-9. Jormasjärven jatkuvatoimisen mittausaseman sähkönjohtavuudet huhtikuusta 2018 alkaen. Kuvaajassa esillä myös kronologisesti sidottujen vesinäytteiden sähkönjohtavuudet. Huomaa kuvaajassa sähköjohtavuuden yksikkönä käytetty µS/cm. Jatkuvassa aineistossa on jonkin verran katkoksia, lähinnä jääolosuhteista johtuen.

Kesäkuussa tarkkailuun kuuluivat myös Jormasjärven rantavesinäytteiden haku neljältä havaintopisteeltä. Vedenlaatu on parantunut lineaarisesti vuodesta 2017 alkaen, kesäkuussa 2020 esimerkiksi nikkelpitoisuudet ovat jo lähellä taustapitoisuuksiaan. (Kuva 3-10)



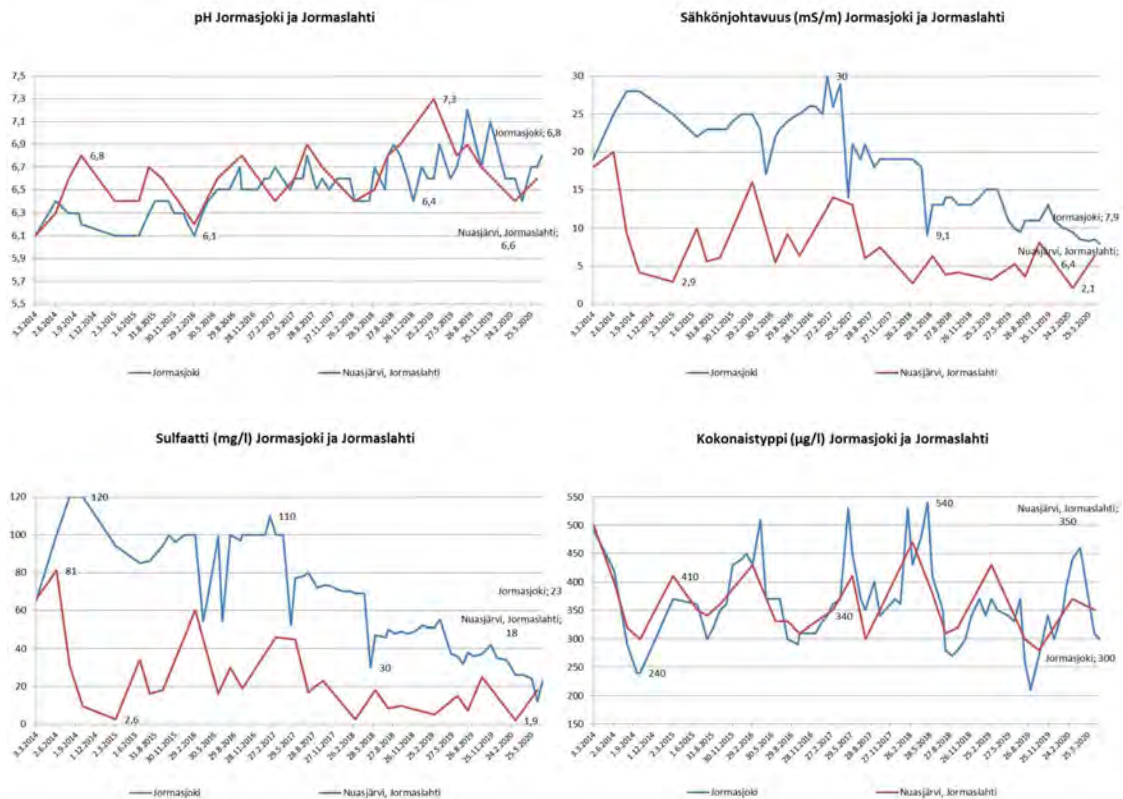
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



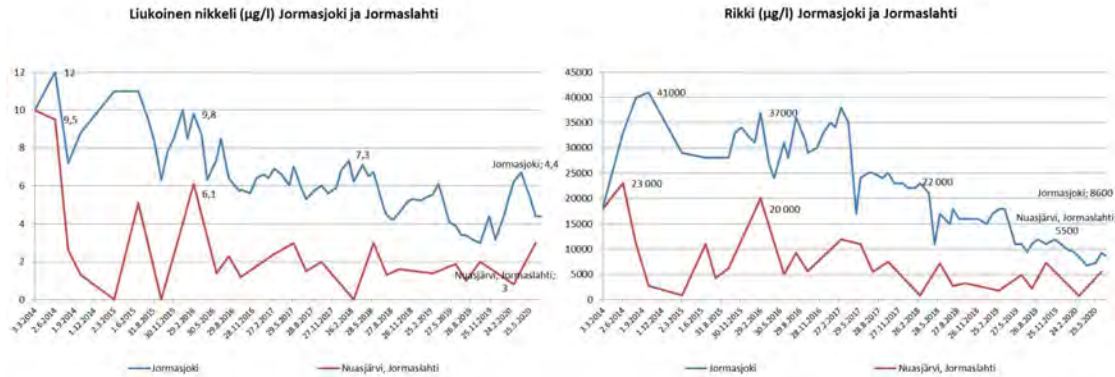
Kuva 3-10. Jormasjärven rantavesinäytteiden tuloksia elokuusta 2015 alkaen.

3.2.7 Jormasjoki ja Jormaslahti (Nuasjärvi)

Jormasjoen vedenlaatua tarkkailtiin kuukausittain maantiesillan kohdalta ennen joen laskusuuta Nuasjärven Jormaslahteen. Tarkkailupiste kuuluu myös Elementis Mineralsin Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Jormaslahdelta näytteitä haetaan neljästi vuodessa maaliskuu-, kesä-, elokuu- ja lokakuussa. Jormaslahden vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia toisella kvartaalilla aiempaan tarkkailuun verrattuna, pitempiä aikaisia pH-arvojen nousu ja sulfaatti- sekä metallipitoisuuksien tasoittuminen jatkuivat. Jormasjoella mm. sulfaatti-, nikkeli- ja rikkipitoisuudet, sekä sitä kautta sähkönjohtavuus ovat edelleen laskussa. Jormasjoen vedenlaatu on parantunut tarkkailun aikana viime vuosina. (Kuva 3-11)



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-11. Jormasjoen ja Jormaslahden vesinäytteiden tulokset vuodesta 2014 alkaen. Kuvaajissa esillä viimeisimmät eli heinäkuun näytteiden tulokset.

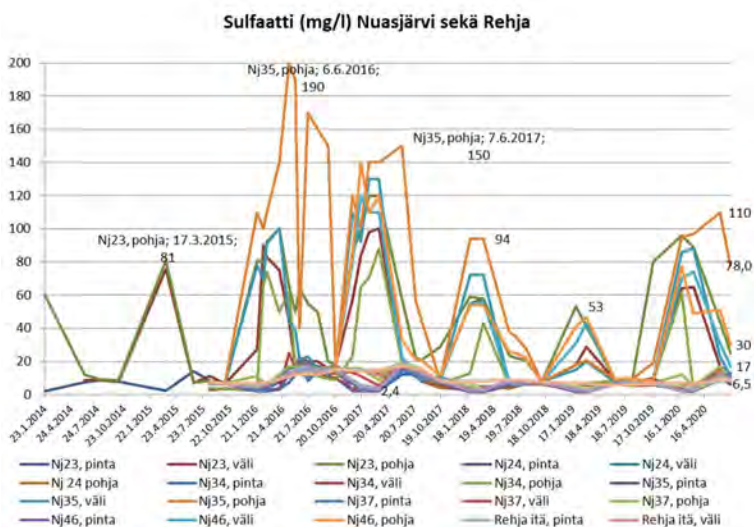
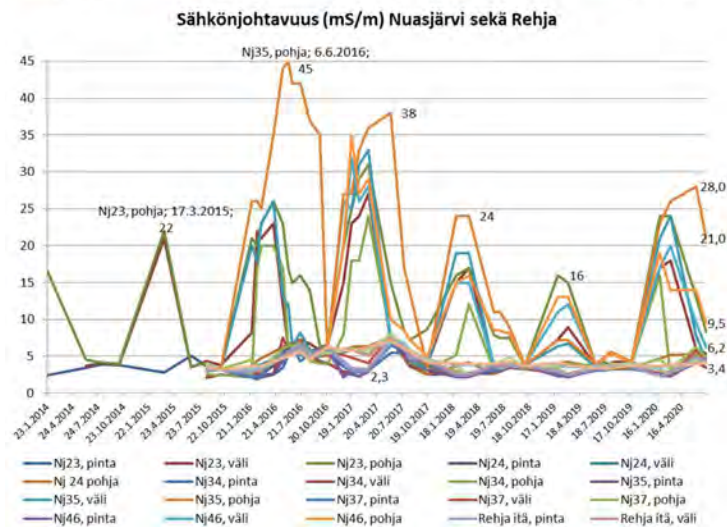
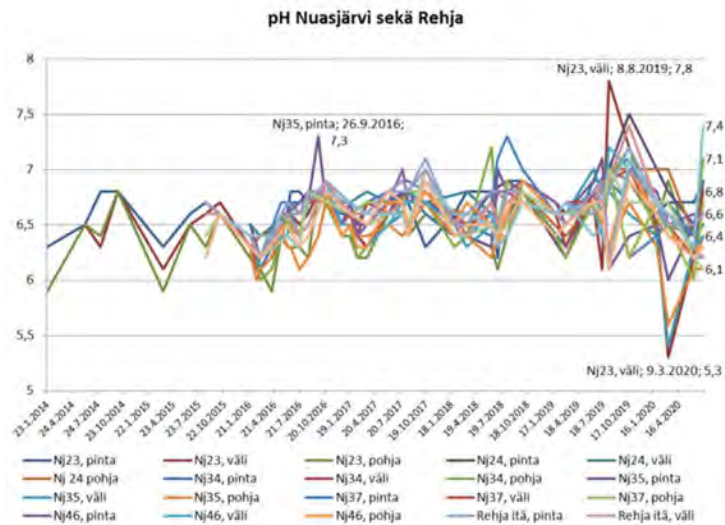
3.2.8 Rehja-Nuasjärvi

Rehja-Nuasjärven vedenlaatua tarkkaillaan kaikkiaan kahdeksalta (yhdeksältä) tarkkailupisteeltä (Nj23, Nj24, Nj34, Nj35, Nj37, Nj46, (Jormaslahti) Rehja Itä ja Reh135) sekä kolmelta purkuputken lisätarkkailuun kuuluvalta pisteeltä (Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1). Aikaisemmin Jormaslahden tulokset on esitetty tässä yhteydessä, mutta tässä raportissa Jormaslahden tulokset on liitetty edelliseen lukuun Jormasjoen yhteyteen. Jormaslahti on matala, vesisyvyys noin 2 metriä, kun muut Nuasjärven ja Rehjan näytepisteiden vesisyvyydet ovat välillä 7-42 metriä. Kaikilla Nuasjärven ja Rehjan tarkkailupisteillä tehdään kenttämittaukset näytteenottojen yhteydessä. Nuasjärvi kuuluu myös Lahnaslammen kaivoksen vaikutusalueelle ja Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Rehja-Nuasjärven alueella on myös kolme automaattista vedenlaadun mittausasemaa.

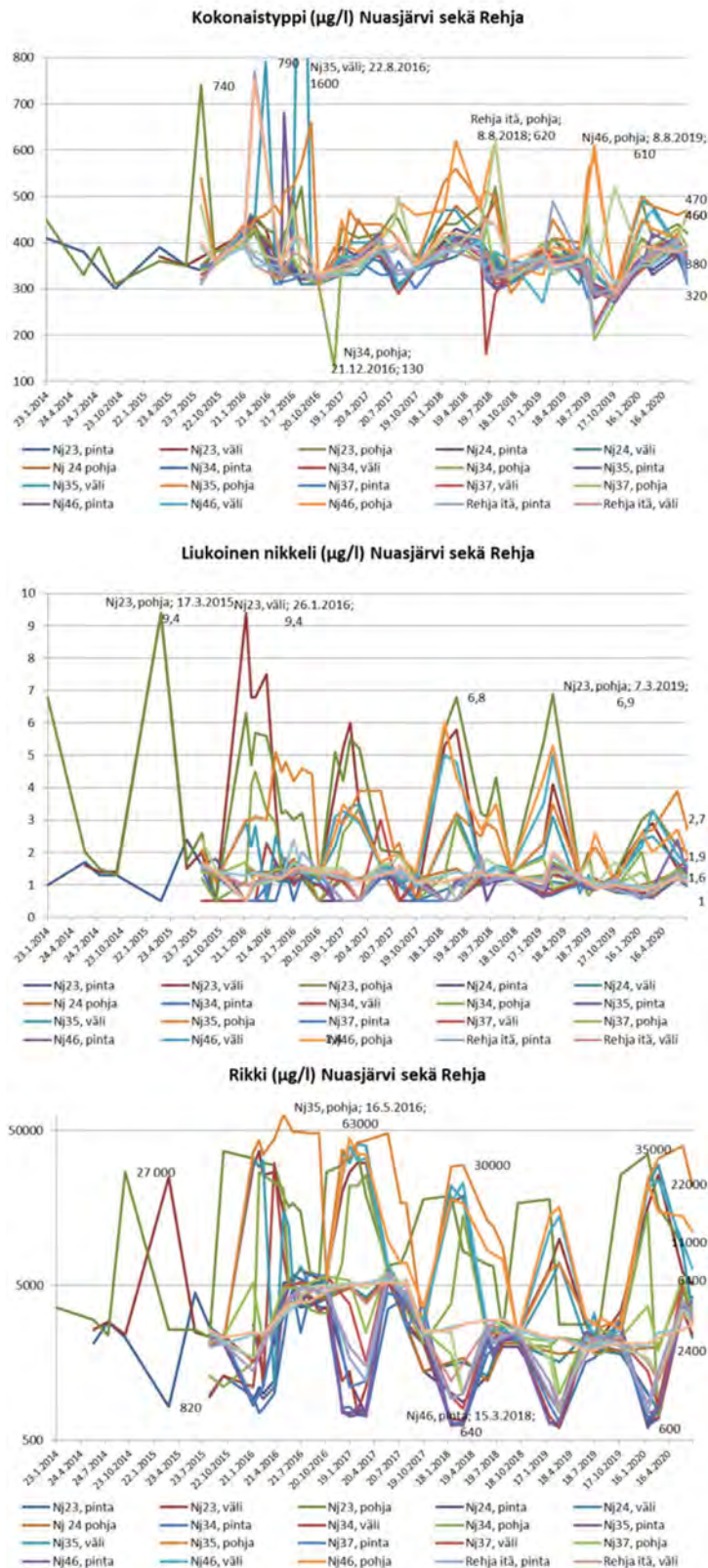
Vesinäytteiden tulokset

Kuvassa 3-11 on esitetty osa keskeisimmistä parametreista. Kuvaajista on yleisesti nähtävissä vuodenvaihtelun perustuvat pitoisuusvaihtelut sekä myös juoksutusvesien vaikutus. Vuonna 2016 vesiä purettiin purkuputken kautta n. 7,1 Mm³, 2017 n. 4,9 Mm³, 2018 n. 2,4 Mm³, 2019 n. 4,1 Mm³. Vuoden 2019 juoksutusvesien purku painottui loppuvuoteen, viikoista 41/2019 eteenpäin vesiä purettiin viikkotasolla >100 000 m³ koko loppuvuoden ajan. Juoksutukset jatkuivat käytännössä samalla tasolla alkuvuonna 2020 viikolle 12 asti, vain viikoilla 5 ja 9 juoksutusmäärät olivat alle 100 000 m³ (64 425 ja 21 944 m³). Sulamiskauden suuremmat juoksutukset (>136 000 m³/vk) purkuputken käynnistyivät viikolla 16, kestäen viikolle 26. Vuoden 2016 ja 2019/2020 suuremmat juoksutusvesimäärät näkyvät tuloksissa sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa, sekä sitä kautta sähkönjohtavuudessa. Sen sijaan nikkelipitoisuudet eivät näyttäisi reagoivan suoraan juoksutusvesien määrään. Vallitsevista virtaussuunnista ja pisteiden sijainnista riippuen parametrit reagoivat eri tahtiin juoksutusvesien määrään, nopeimmat ja suurimmat muutokset näkyvät purkupisteeltä koilliseen olevalla pisteellä Nj35. Sama suuntaus on havaittavissa myös lisätarkkailussa, jossa muutokset ovat voimakkaimmat pisteellä Nj35-1 (Kuva 3-13). Vesinäytteiden tarkkailutulokset ovat kuitenkin olleet vuoden 2020 kahdella ensimmäisellä kvartaalilla pääosin tavanomaisia, pH-arvojen hetkittäinen muutaman kymmenyksen lasku maaliskuun alussa pisteillä Nj23 ja Nj35 palautui heti seuraavalla kierroksella. (Kuvat 3-12 ja 3-13)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

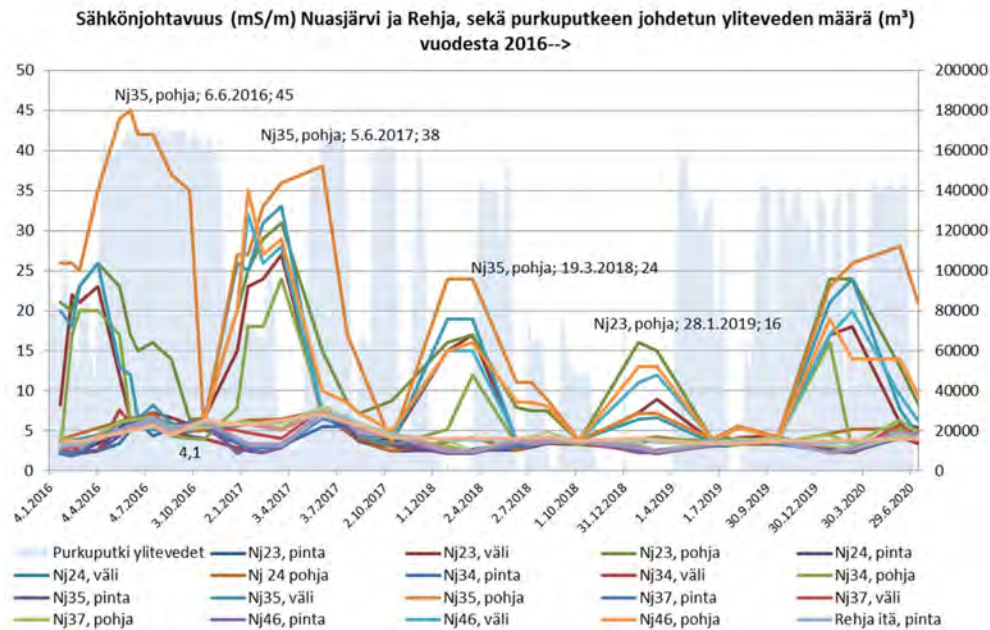


KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



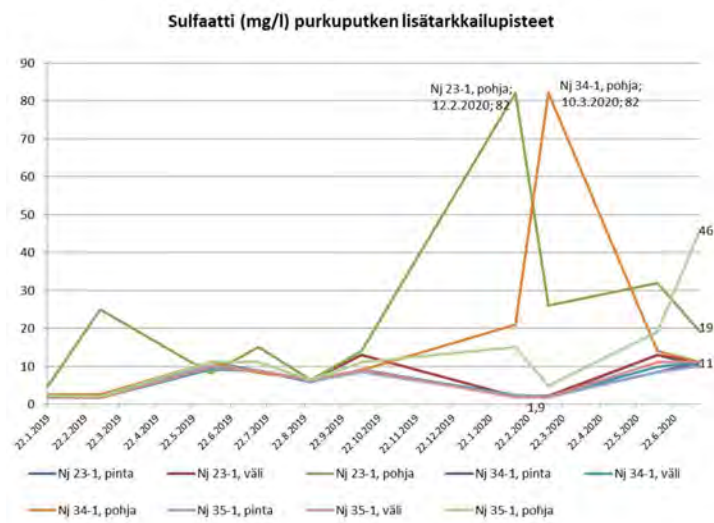
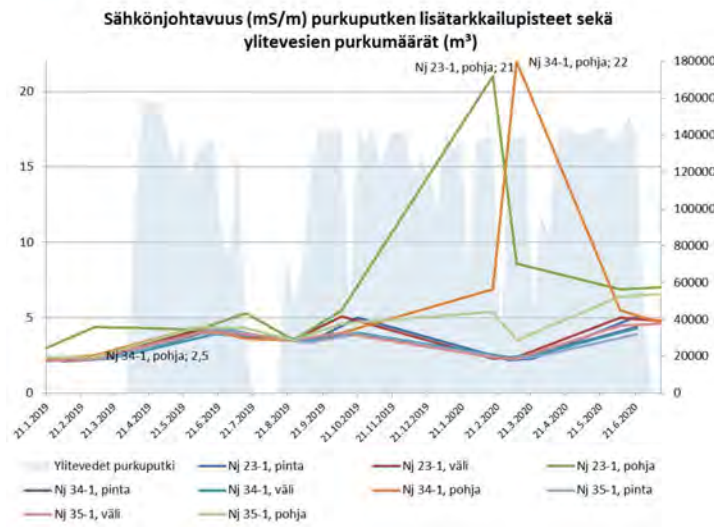
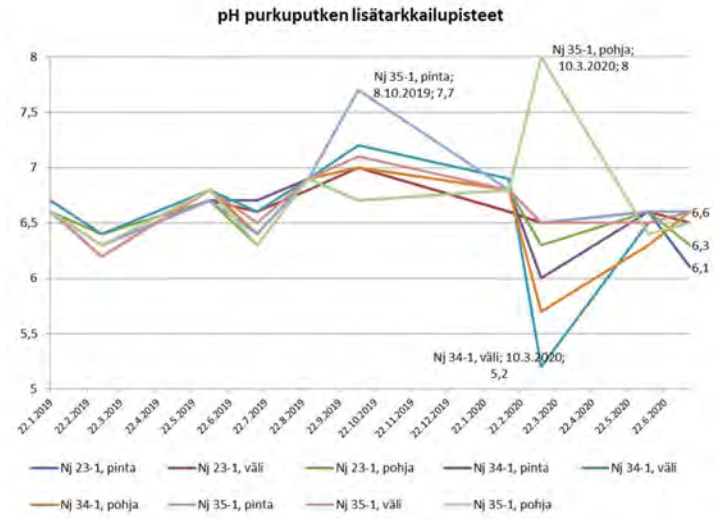
Kuva 3-12. Nuasjärven ja Rehjan vesistö tarkkailupisteiden tuloksia. Pisteeltä Nj23 tulokset vuoden 2014 alusta ja pisteeltä Nj46 lokakuusta 2016 alkaen, muilta tarkkailupisteiltä tulokset elokuusta 2015 alkaen. Huomaa rikkikuvaajan logaritminen asteikko.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

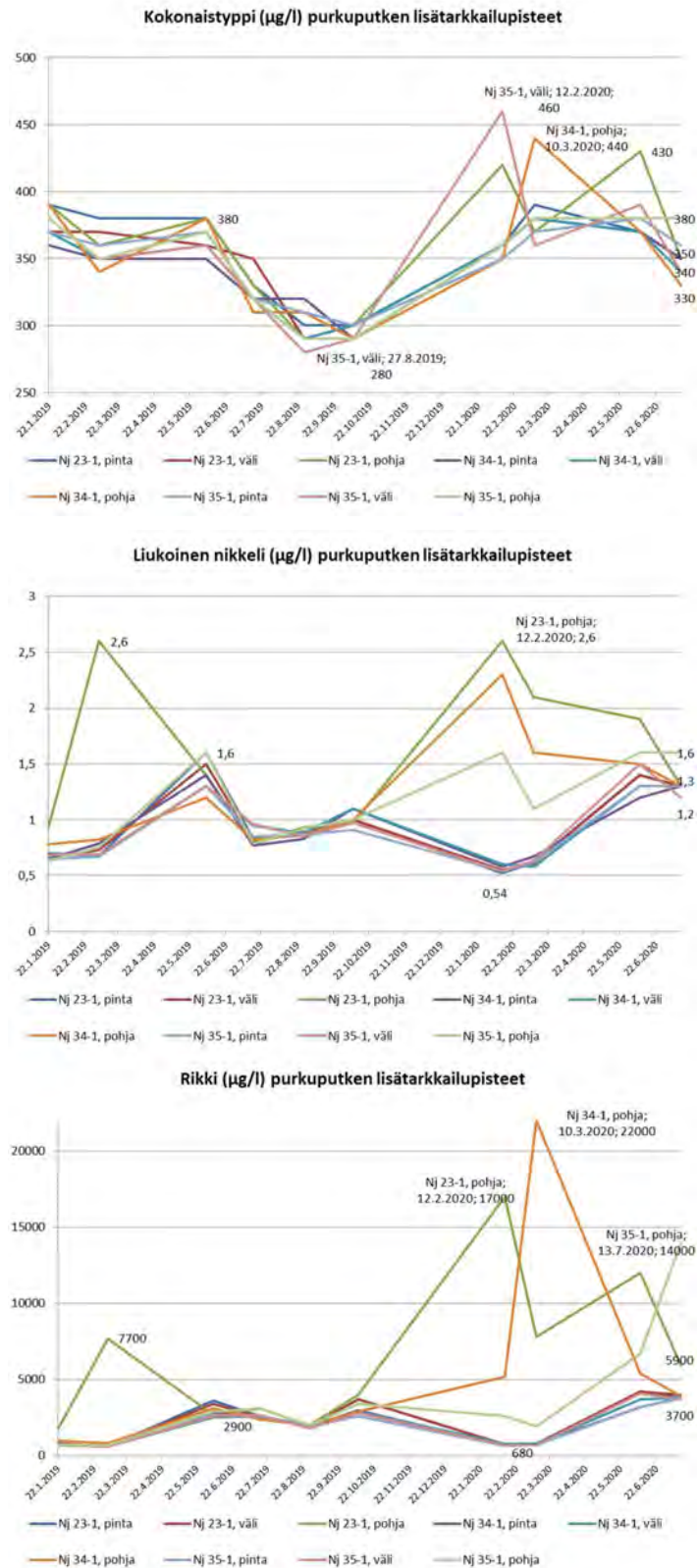


Kuva 3-13. Nuasjärven ja Rehjan vesistö tarkkailupisteiden sähkönjohtavuuksien ja Nuasjärveen purettavien juoksuvesien relaatio.

Vuoden 2019 alusta alkaen purkutupkeen tarkkailua laajennettiin kolmella lisätarkkailupisteellä. Piste Nj23-1 sijaitsee veden virtausreitillä purkutupkesta kohti näytenpistettä Nj23. Pisteet Nj34-1 ja Nj35-1 sijaitsevat purkutupkeen pään itäpuolisen matalikon reunamilla kohti pisteitä Nj34 ja Nj35 meneviä virtauksia. Myös uudet pisteet on esitetty kartalla liitteessä 1.4. Uusilta pisteiltä otetaan vesinäytteitä ja tehdään kenttämittaukset tammi-, maaliskuu-, kesä-, heinä-, elokuu- ja lokakuussa. Tammikuun huonojen jääolosuhteiden vuoksi tammikuun näytteet pystyttiin noutamaan helmikuussa. Aikaisemmassa kappaleessa mainitut juoksuvesien vaikutukset ovat havaittavissa myös näillä pisteillä, nopeiden yleiset muutokset on havaittavissa pisteellä Nj35-1.



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-14. Purkupunken lisätarkkailupisteiden tuloksia tarkkailun alusta lähtien. Sähköjohtavuuskuvaajan yhteydessä myös purkupunken juoksutusvesien määrät kuvattu.

Kenttämittaukset vesinäytteiden yhteydessä

Kenttämittaukset tehtiin kaikilla Nuasjärven ja Rehjan pisteillä kesäkuussa, mittaukset tehtiin myös kolmella purkuputken lisätarkkailupisteellä sekä kymmenellä leviämiskartoituspisteellä. Kuvassa 3-14 on esitetty velvoitetarkkailupisteiden sekä purkuputken lisätarkkailupisteiden kenttämittausten sähköjohtavuustulokset skaalattuna samaan tasoon.

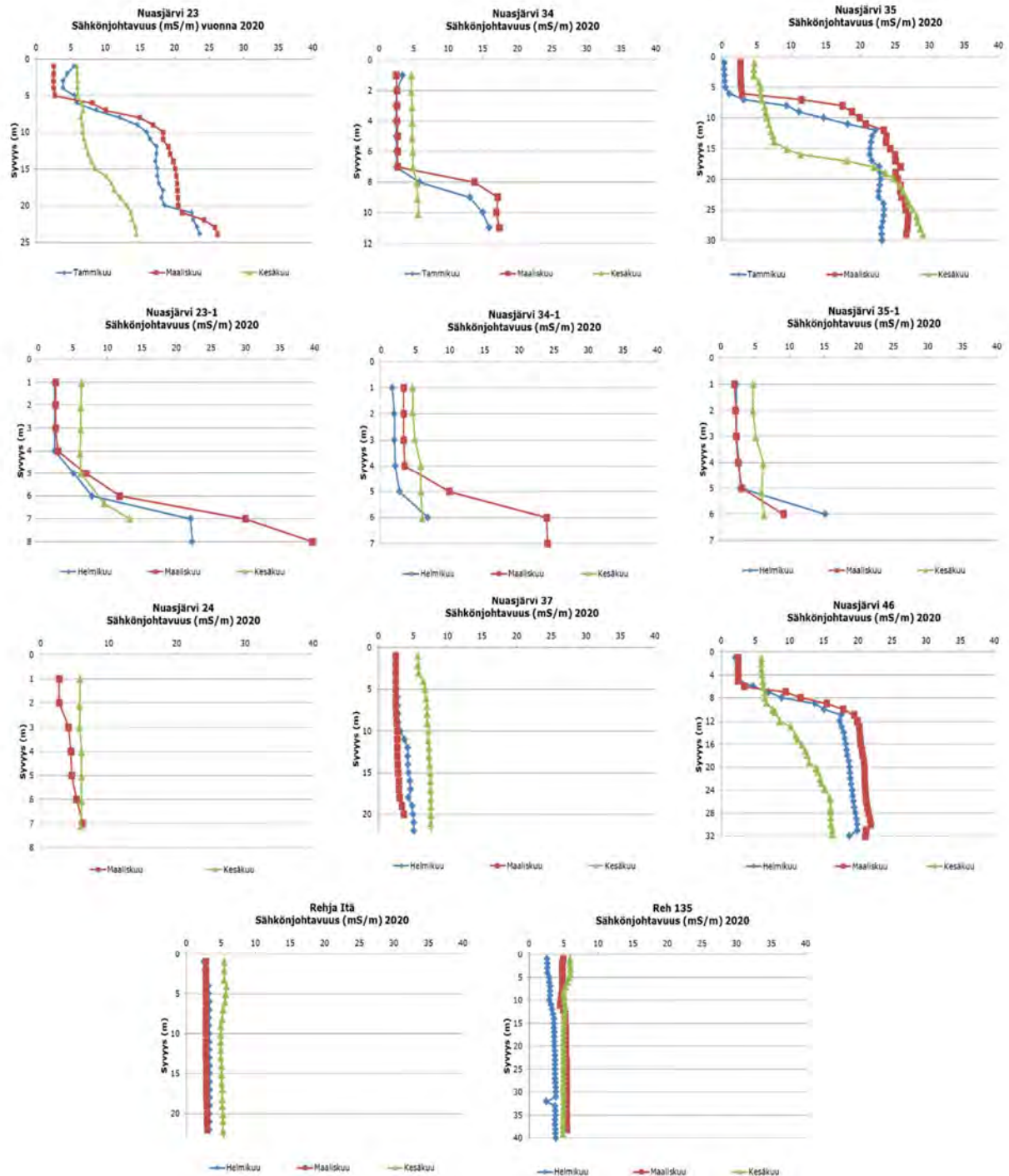
Tarkkailupisteellä Nj23 sähköjohtavuudet nousivat kesäkuussa melko tasaisesti pohjaa kohden. Tammi- ja maaliskuussa oli havaittavissa kaksi erillistä harppauskerrosta 5-10 metrin syvyydellä sekä n. 20 metrin syvyydellä. Johtavuudet mukailevat pistettä kohden suuntautuvien virtaamien johtavuuksiin. (Kuva 3-15)

Tarkkailupisteellä Nj34 havaittiin tammi- ja maaliskuussa jyrkkä harppauskerros n. 7 metrin syvyydellä. Kesäkuussa vastaavaa kerrosta ei havaittu, kuten ei myöskään lisätarkkailupisteellä Nj34-1. (Kuva 3-15)

Tarkkailupisteellä Nj35 tammi- ja maaliskuussa havaittu harppauskerros n. 10 metrin syvyydeltä oli kesäkuussa painunut syvyydelle 15-18 metriä (Kuva 3-15). Vastaava on ollut havaittavissa myös edellisinä vuosina juoksutusvesien purkamisen jälkeen.

Tarkkailupisteellä Nj46 kevätkierron myötä vesipatsaan kerrostuneisuus on pienentynyt, mutta samalla päällysvesikerrosten johtavuudet ovat hieman nousseet. Muilla tarkkailupisteillä johtavuudet olivat tavanomaisia, eikä kerrostuneisuutta ollut havaittavissa kenttämittauksissa. (Kuva 3-15)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



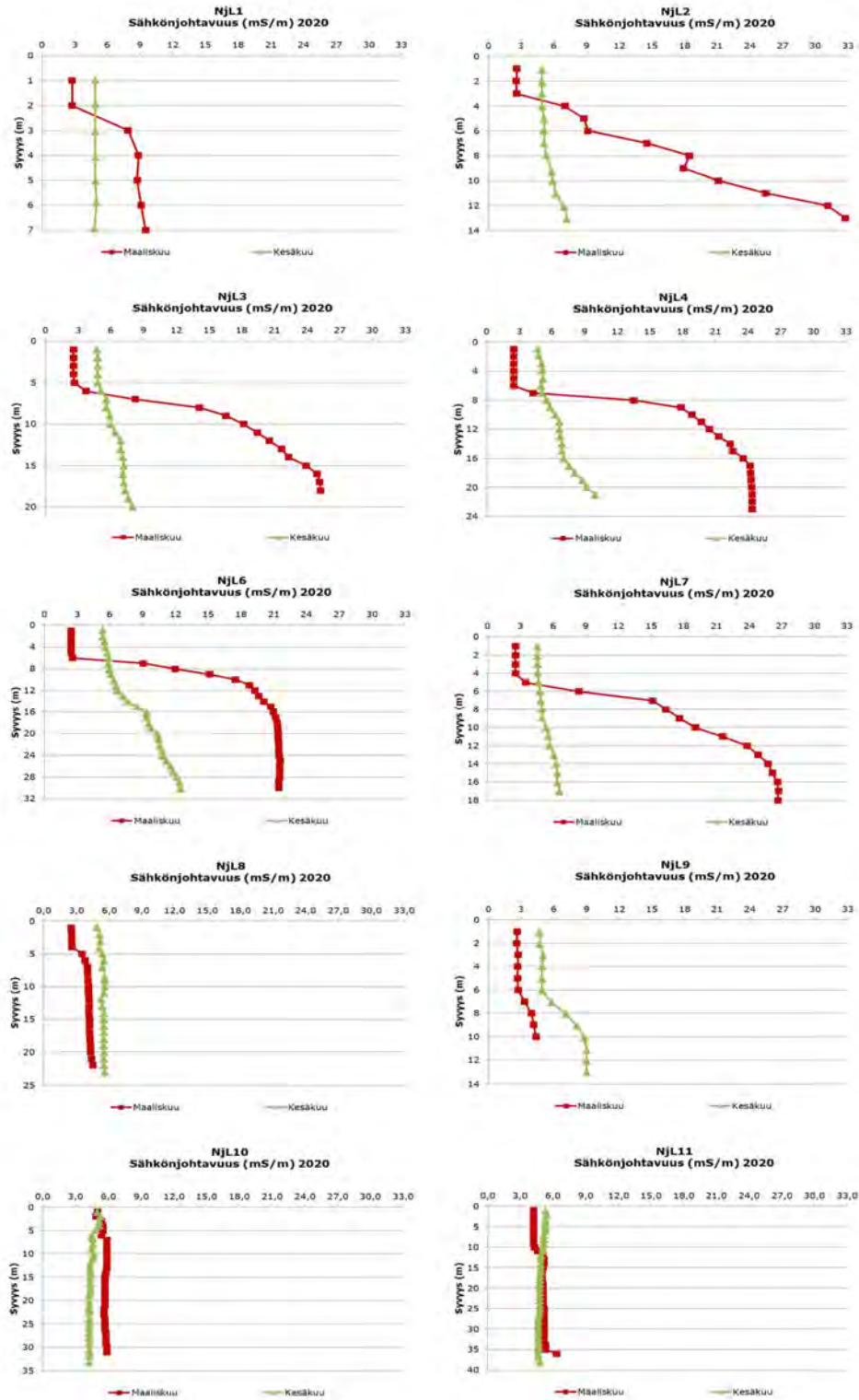
Kuva 3-15. Nuasjärven ja Rehjan normaalitarkkailun sekä purkupuutken lisätarkkailun kenttämittausten sähkönjohtavuudet vuodelta 2020.

Leviämiskartoitusta varten suoritettavat kenttämittaukset

Nuasjärven purkupuutken tarkkailuun liittyvän purkuveden leviämiskartoituksen kenttämittauksia on tehty vuonna 2020 maaliskuu- ja kesäkuussa. Kuvassa 3-15 on esitetty leviämiskartoituspisteiden sähkönjohtavuudet. Avoveden ja kevätkierron myötä maaliskuussa havaittuja selviä harppauskerroksia purkupuutkea lähimmillä

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

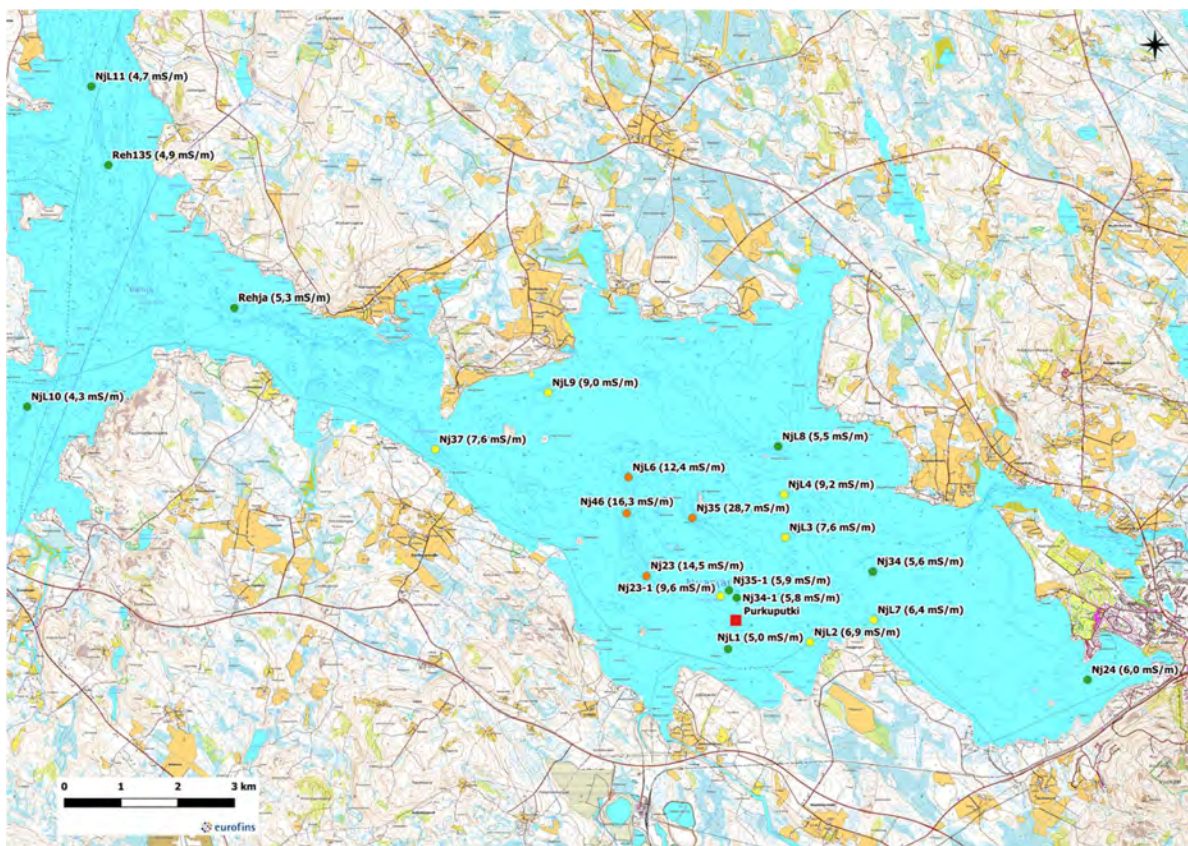
pisteillä ei enää kesäkuussa ole selvästi havaittavissa. Pisteillä NJI8 ja NjL9 johtavuudet ovat sen sijaan nousseet hieman maaliskuusta, sekä pisteellä NjL9 myös harppauskerros korostunut. Johtavuudet ovat kuitenkin edelleen pieniä. (Kuva 3-16)



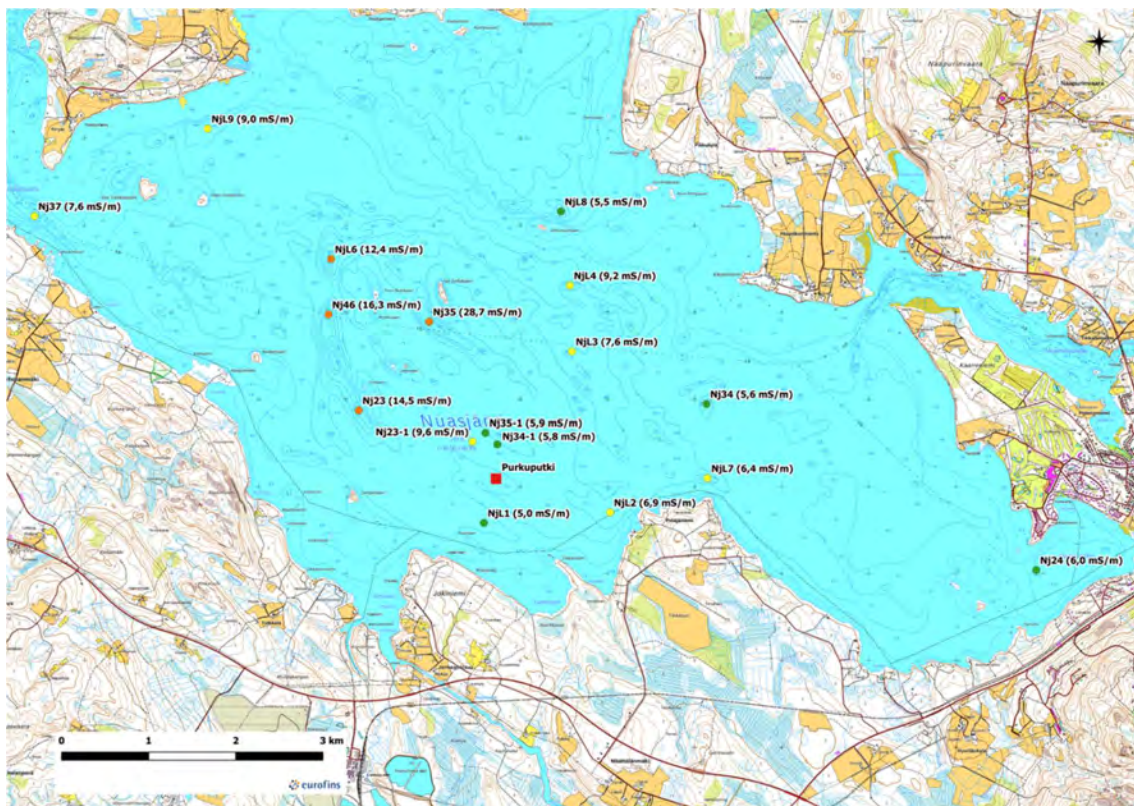
Kuva 3-15. Leviämiskartoitusta varten tehtyjen kenttämittausten sähkönjohtavuudet 2020.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

Tarkkailupisteiden sijainti sekä sähkönjohtavuudet metrin etäisyydellä pohjasta on esitetty alla olevilla kartoilla (Kuva 3-17). Maaliskuussa purkupunken läheisiltä pisteiltä (Nj23, Nj46, NjL6, NjL4, Nj35, NjL3, Nj34, NjL7, ja NjL2) mitattiin suuria sähkönjohtavuuden arvoja alusvedessä, tällöin sähkönjohtavuudet olivat myös suurempia kuin vastaavaan aikaan 2019. Kesäkuuhun mennessä juoksumiesien vaikutus on suuntautunut luoteiseen kohti Nuasjärven syvännepisteitä Nj23, Nj35, Nj46 ja NjL6, johtavuudet olivat kumminkin laskussa ko. pisteillä maaliskuun tuloksista (vrt kuva 3-14 ja 3-15). Sen sijaan edellä mainituilta pisteiltä luoteeseen olevilla pisteillä NjL9 ja Nj37 johtavuudet olivat nousussa kesäkuussa.



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-17. Nuasjärven ja Rehjan kesäkuun 2020 kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset metrin korkeudelta pohjasta. Ylinnä aluekartta, alla osasuurennot.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

Jatkuvatoimiset 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 vesikerroksesta. Jatkuvatoimisia mittauksia toteuttaa ulkopuolinen mittaustekniikan asiantuntijayritys. Talvella 2020, kuten aiempinakin talvina, aineistossa on jonkin verran katkoksia hankalan jäätilanteen vuoksi.

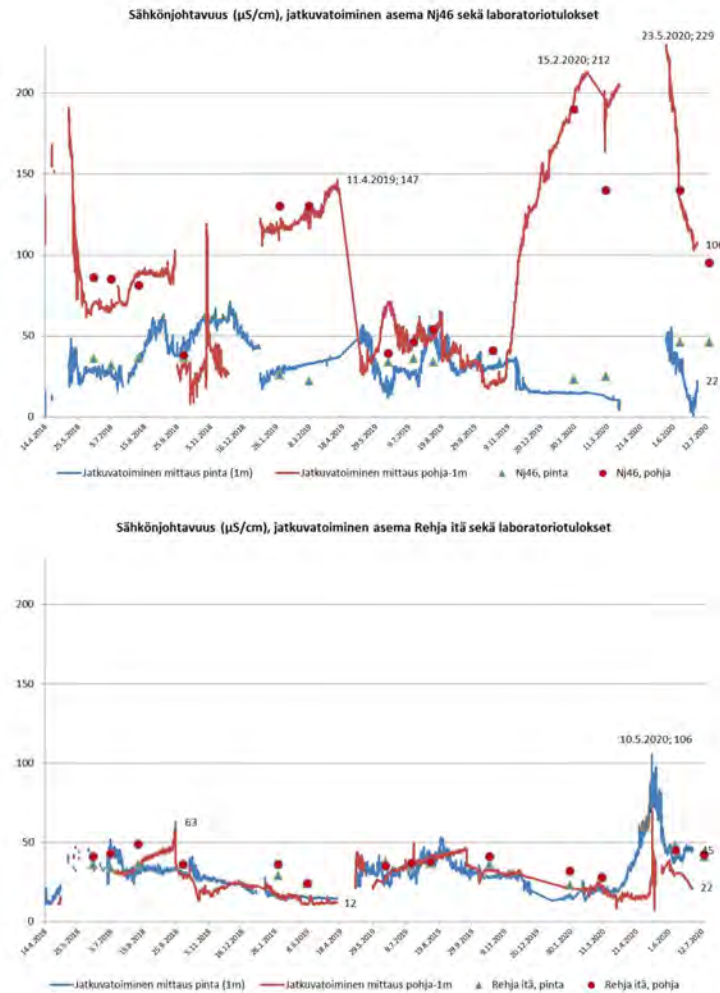
Nuasjärven itäisellä mittauspisteellä Nj34 näkyy juoksutusvesien suuremmat purkumäärät talvella 2020 myös tässä aineistossa. Mittari rikkooontui marraskuussa 2019 ja saatiin uudelleen toimimaan tammikuussa 2020, tässä välissä alusvesien johtavuudet olivat nousseet tasolta n. 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (3mS/m) tasolle >120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (12 mS/m). Johtavuudet tippuvat sulamiskauden sekä kevätkierron myötä takaisin lähtötasolle kesäkuussa. (Kuva 3-18)

Talven runsaammat jouksutusvedet ovat havaittavissa myös Nuasjärven läntisellä mittauspaikalla (Nj46). Alusvesien johtavuudet lähtivät nousuun marraskuussa 2019, nousten loppukevästä 2020 lukemiin >200 $\mu\text{S}/\text{m}$ (20mS/m). Kevätkierron myötä johtavuudet lähtivät laskuun alusvesissä mutta samalla nousivat päällysvesissä. Laboratorio- ja kenttämittauksissa määritetyt sähkönjohtavuudet vastasivat hyvin jatkuvatoimisen mittarin tuloksia kesäkuun kierroksella. (Kuva 3-18)

Mittauspisteellä Rehja itä, mahdollinen juoksutusvesien vaikutus on havaittavissa toukokuussa tasoltaan pienenä johtavuuksien nousuna päällys- sekä alusvesissä. Vastaavia pieniä nousuja on havaittu myös edellisinä kesinä, joten ilmiön taustalla voi olla myös muut ympäristössä olevat kuormituslähteet. (Kuva 3-18)



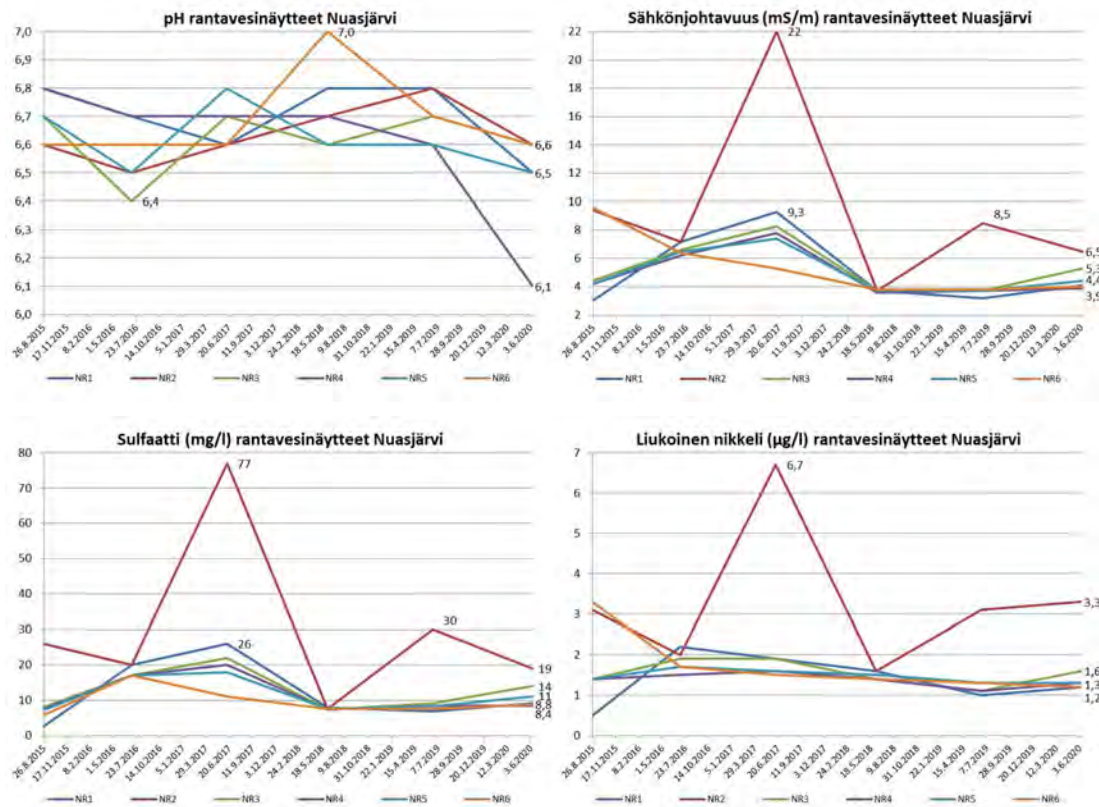
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



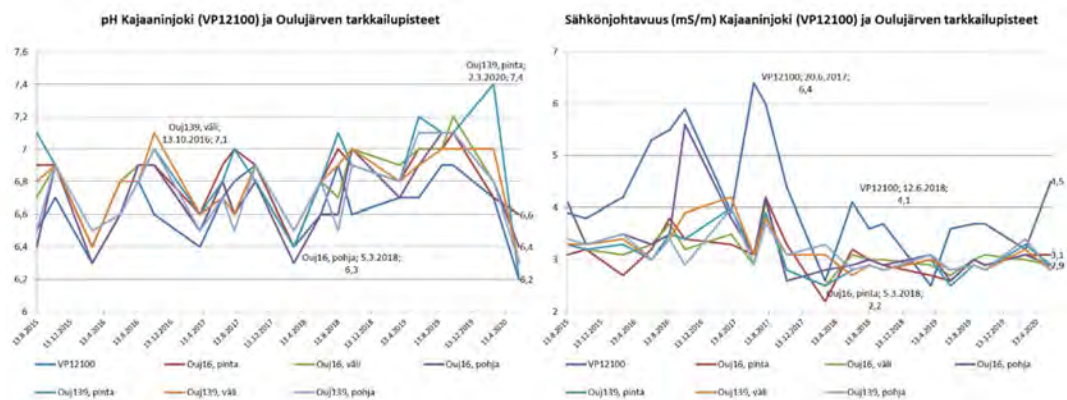
Kuva 3-18. Tarkkailupisteiden Nj34, Nj46 ja Rehja itä jatkuvatoimisen mittausaseman sähkönjohtavuudet huhtikuusta 2018 alkaen. Kuvaajassa esillä myös kronologisesti sidottujen vesinäytteiden sähkönjohtavuudet. Huomaa kuvaajassa sähkönjohtavuuden yksikkönä käytetty µS/cm. Jatkuvassa aineistossa on jonkin verran katkoksia, lähinnä jääolosuhteista johtuen.

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 pitoisuudet ovat yleensä korkeampia kuin päällysvedessä. Rehja-Nuasjärven veden sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat alusvedessä korkeimmillaan talvikerrostuneisuuden lopulla maaliskuussa sekä kesäkerrostuneisuuden lopulla elokuussa. Vuodenkierron ja kerrostuneisuuden vaikutus vedenlaatuun on havaittavissa Nuasjärven velvoitetarkkailun tuloksissa koko seurantahistorian aikana.

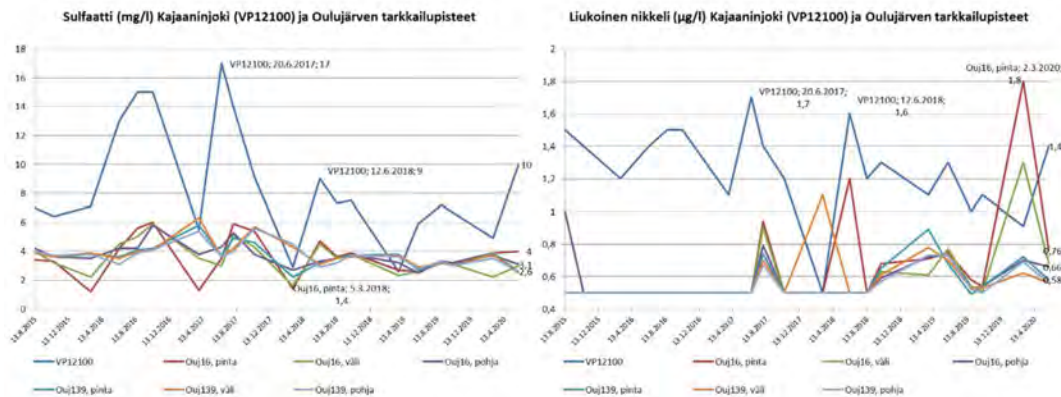
Kesäkuussa haettiin myös Nuasjärven rantavesinäytteitä yhteensä kuudelta tarkkailupisteeltä. Näytteiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailutuloksiin, joskin tuloksissa on jonkin verran hajontaa. Rantavesinäytteenotto on herkkä mm. tuulen aiheuttamille muutoksille matalilla rannoilla. (Kuva 3-19)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

Kuva 3-19. Nuasjärven rantavesinäytteiden tulokset elokuusta 2015 alkaen.
3.2.9 Kajaaninjoki ja Oulujärvi

Kajaaninjoki (VP12100) otettiin mukaan sekä Oulujärvelle lisättiin kaksi näytepistettä tarkkailuun vuonna 2015 Nuasjärven purkupuutteen käyttöönoton myötä. Tässä aineistossa kyseisillä näytepisteillä ei ole havaittavissa juoksuvesien vaikutusta. Nikkeliä on havaittu pisteillä vuodesta 2017 alkaen järjestelmällisesti pieniä määriä (0,5-1,0 µg/l), havainnot johtuvat tarkentuneista menetelmistä eivätkä vedenlaadun muutoksista. Uusien menetelmien myötä laboratoriossa voidaan määrittää nikkeli alle 1 µg/l tarkkuudella, mikä oli aikaisemmin määritysrajana. Yleisesti pitoisuudet ovat pieniä ja vaihtelevat luontaisia (Kuva 3-20). Kenttämittauksissa ei ollut havaittavissa veden kerrostumista Oulujärvellä.



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



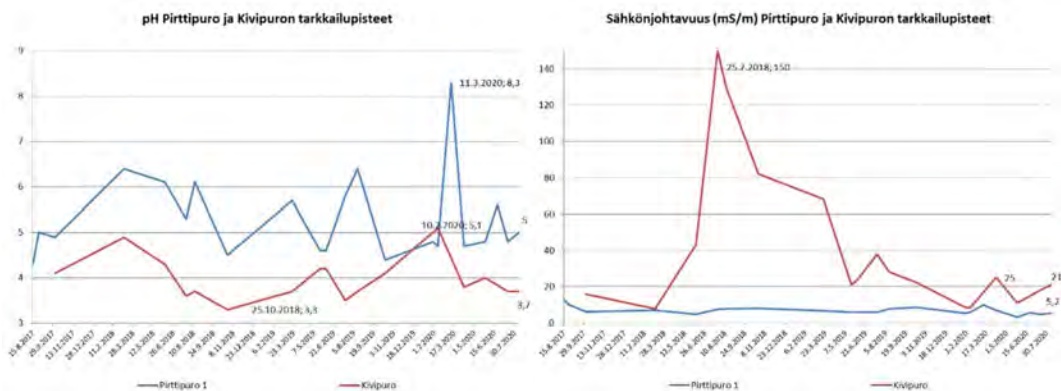
Kuva 3-20. Kajaaninjoen sekä Oulujärven pisteiden tuloksia tarkkailun alusta lähtien.

3.2.10 Pirttipuro ja Kivipuro

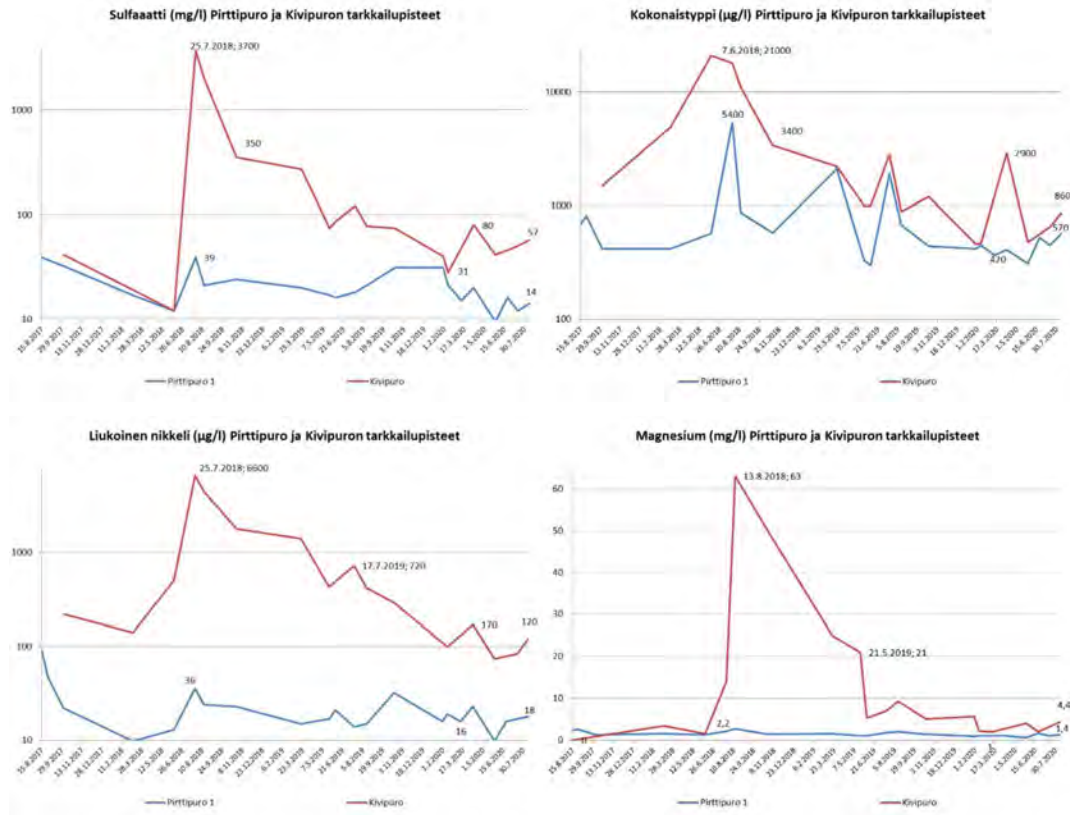
Pirttipuron ja Kivipuron vedenlaatua on seurattu osana kaivoksen velvoitetarkkailua ja kaivoksen omaa ympäristötarkkailua säännöllisesti. Pirttipuro laskee Talvijokeen, josta vedet laskevat edelleen Jormasjärveen. Nykyisellä tarkkailulla seurataan erityisesti sivukivialueen maanrakennustyömaan ja sivukiven läjitysalueen mahdollisia vaikutuksia Kivipuron ja Pirttipuron vedenlaatuun. Sivukivialueen rakentaminen on aloitettu talvella 2016-2017 ja sen ensimmäinen osa otettiin tuotannolliseen käyttöön loppuvuonna 2017. Rakentaminen ja sivukiven läjittäminen alueelle jatkuu edelleen, läjitystä suoritetaan lohkolle 3 ja lohkoa 4 rakennetaan. Helmikuussa 2020 tapahtuneen vuodon seurauksena Kivipuroon pääsi valumaan metallipitoisia vesiä. Ympäristön suojaustoimenpiteenä Kivipuroon rakennettiin maapato näytenäytteen alapuolelle, jotta kontaminoituneet vedet eivät kulkeutuisi Talvijokeen. Kaivosalueelta tulevat vedet pumpataan padon yläpuolelta käsiteltäviksi siihen saakka, kunnes pitoisuudet ovat palautuneet tavanomaiselle tasolle.

Kivipuron näytteet tammi- ja helmikuussa otettiin ennen poikkeustilannetta, maaliskuussa näytettä ei saatu uoman kuivuuden vuoksi. Seuraava näyte otettiin huhtikuun 8. päivänä. Tuloksissa on havaittavissa tällöin hetkellinen nousu, muuten poikkeustilanteen vaikutus näyttäisi jäävän pieneksi. (Kuva 3-21)

Pirttipurolla veden pH kävi maaliskuussa arvossa 8,3, kun normaalitaso on alle 6,5. Arvot palautuivat kesällä tasolle n. 5. Muuten Pirttipuron vesinäytteiden tulokset ovat olleet tavanomaisia alkuvuoden 2020. (Kuva 3-21)



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-21. Pirtti- ja Kivipuron tuloksia elokuusta 2017 alkaen. Huomaa logaritmit asetukset.

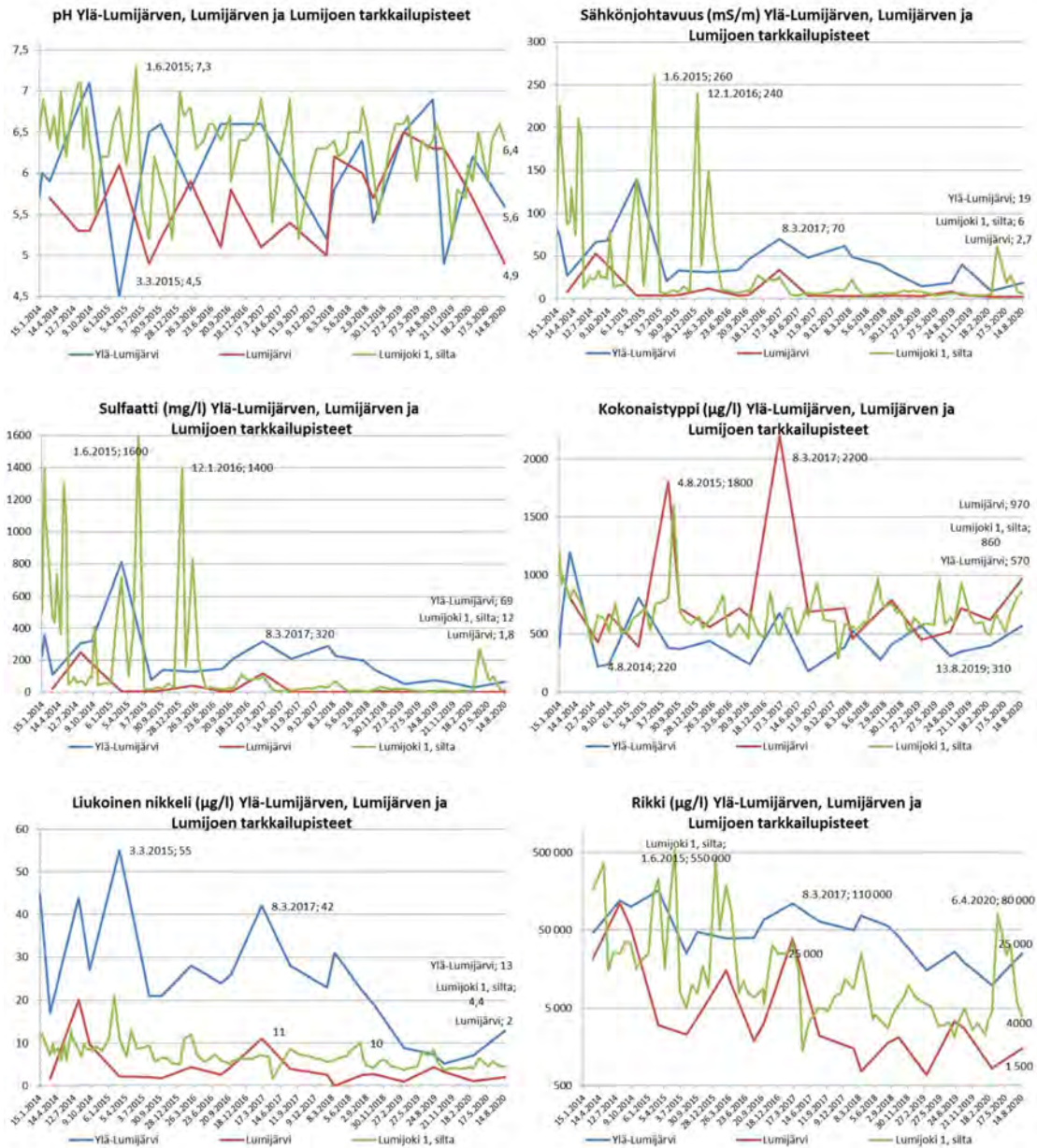
3.3 Vuoksen suunta

Keväällä, viikoilla 12-23 johdettiin vesiä myös Vuoksen suuntaan yhteensä n. 0,58 Mm³, edellisen kerran vesiä on johdettu Vuoksen suuntaan toukokuussa 2016.

3.3.1 Ylä-Lumijärvi, Lumijärvi ja Lumijoki

Kyseessä olevien pisteiden tuloksia on esitelty kuvassa 3-22. Järvistä maaliskuussa otettujen vesinäytteiden analyysitulokset ovat olleet vuonna 2020 tavanomaisia. Vuoden 2020 juoksuotokset ovat nähtävissä Lumijoen huhtikuun tuloksissa pienoisena pitoisuuspiikkinä lähinnä sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa sekä sähkönjohtavuudessa, pitoisuudet olivat palautuneet elokuuhun mennessä. Edellisiin juoksuotuksiin vuodelta 2016 verrattaessa muutokset olivat pieniä. (Kuva 3-22)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



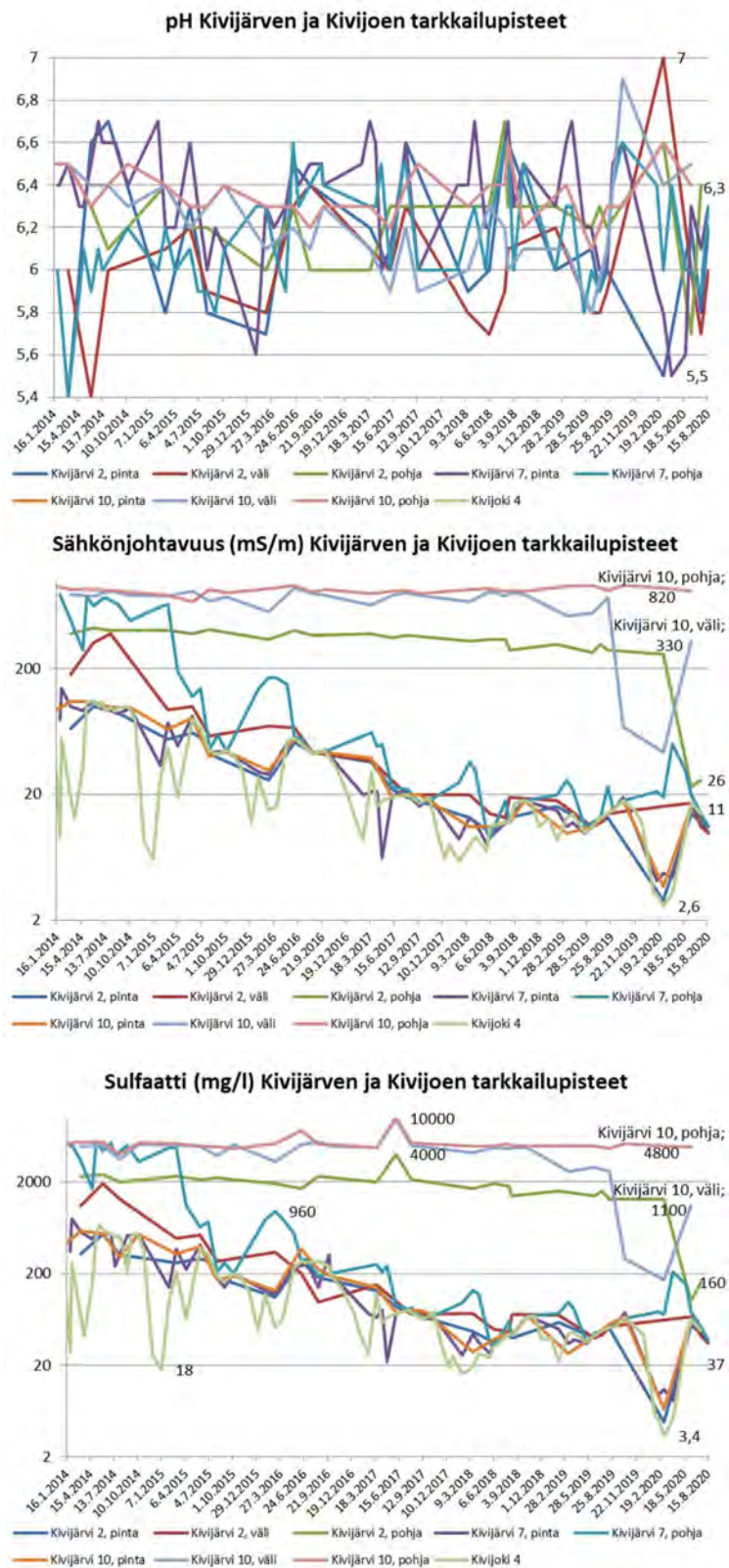
Kuva 3-22. Lumijärvien sekä Lumijoen tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen. Huomaa rikkikuvaajat logaritminen asteikko.

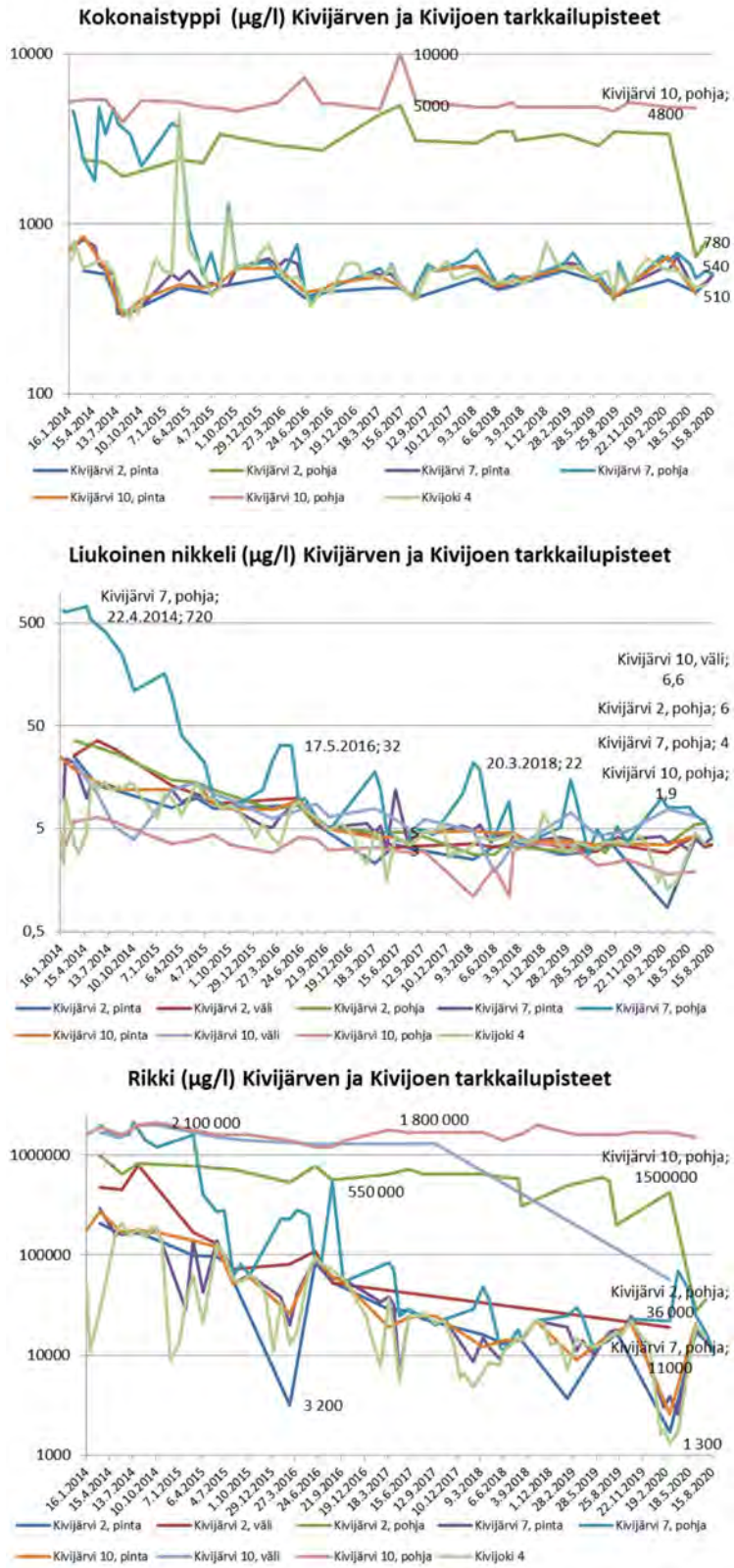
3.3.2 Kivijärvi sekä Kivijoki

Kivijärvellä vedenlaatua seurattiin kaikkiaan kolmella pisteellä, joiden näytteenottoiheys hieman vaihtelee. Kaikilta kolmelta pisteeltä haetaan näytteet yhtä aikaa maaliskuu-, kesä- ja elokuussa. Kivijoki on tarkkailussa kuukausittain. Kuvan 3-22 kuvaajissa on esitetty joidenkin parametrien tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen. Yleisesti pitoisuuksissa on nähtävissä laskevaa trendiä, myös tarkkailupisteellä Kivijärvi 10, jossa vesi on tulosten mukaan kerrostunutta. Alusvesinäytteiden pitoisuudet ovat kyseisellä pisteellä edelleen korkeita verrattuna päällysveteen, kuitenkin ko. pisteen väliveden pitoisuudet ovat tällä hetkellä laskussa ja jatkuvan laskevan trendin odotetaan jatkuvan myös alusvesissä. Pisteeseen Kivijärvi 2 alusvesien tulokset ovat laskeneet jyrkästi alkuvuonna 2020 ja ovat tällä hetkellä lähellä päällysvesien pitoisuuksia. Kevään juoksuvesien vaikutus on havaittavissa ainoastaan pisteen Kivijärvi 7 huhtikuun alusvesinäytteissä, mutta vaikutukset

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

palautuivat jo kesäkuussa. Kivijoen tulokset olivat tavanomaisia, seuraten Kivijärven pintavesien kehitystä. (Kuva 3-22)

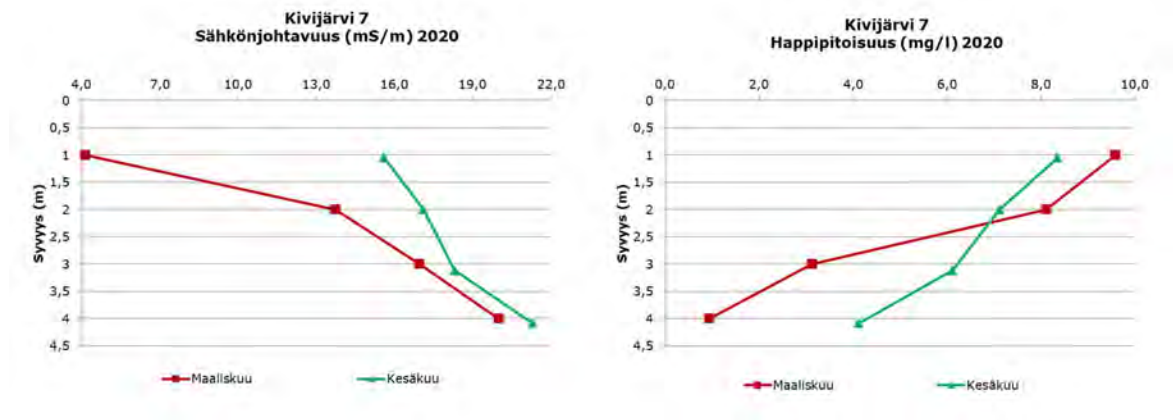




Kuva 3-22. Kivijärven sekä Kivijoen tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen. Huomaa, osassa kuvaajissa logaritminen asteikko.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

Vuoden 2020 kenttämittausten mukaan pisteellä Kiv7 happipitoisuus pienenee ja sähkönjohtavuus kasvaa aiempaan tapaan pinnasta pohjaan (Kuva 3-23). Pohjan tuntumasta mitatut sähköjohtavuudet (n. 20 mS/m) olivat maaliskuussa pienempiä kuin vuotta aiemmin (n.29 mS/m). Kesäkuussa johtavuudet olivat suurempia kuin kesäkuun 2019 mittauksissa (n.11 mS/m).

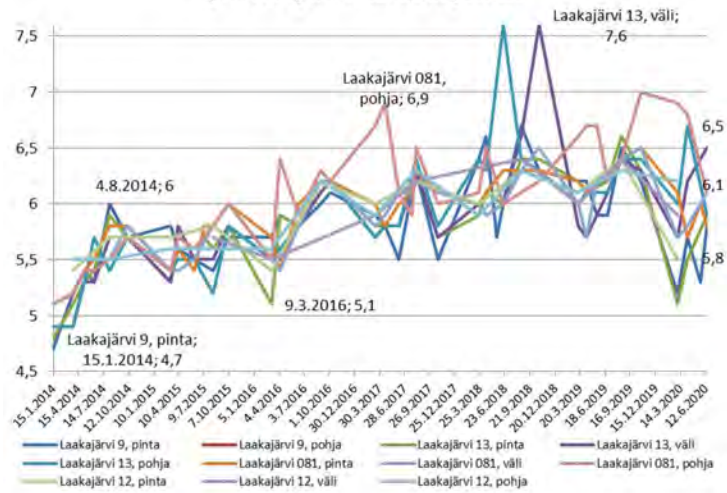


Kuva 3-23. Kivijärven tarkkailupisteen 7 kenttämittausten sähkönjohtavuus ja happitulokset vuodelta 2020.

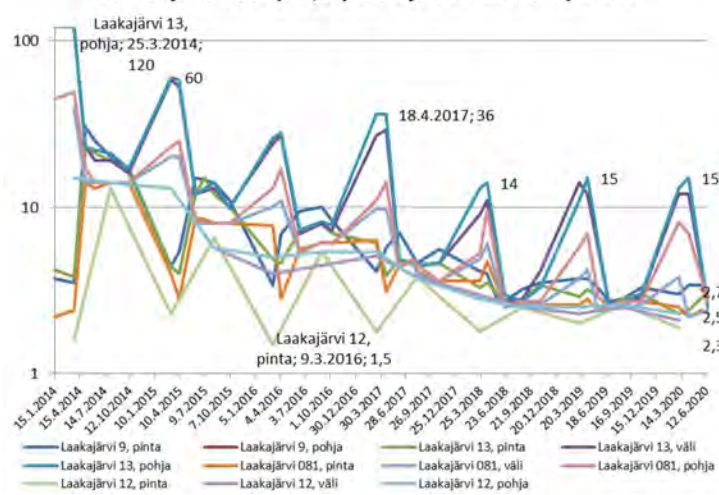
3.3.3 Laakajärvi

Laakajärven vedenlaatua seurataan neljältä näytepisteeltä. Lisäksi syvänpisteeltä Laakajärvi 081 tehdään kenttämittaukset. Yleisesti Laakajärven vedenlaatu on parantunut vuodesta 2014, pH-arvot ovat nousseet ja sulfaatti- sekä rikkipitoisuudet laskeneet. Toisaalta keväisin typen pitoisuuspiikkejä on havaittavissa pisteellä Laaka 081. Aineiston perusteella ilmiön taustalla ei ole kaivoksen juoksutusvedet vaan jokin muu paikallinen ilmiö. Laakajärven kerrostuminen on tulosten perusteella luontaista talvi-/lämpötilakerrostumista, mikä häviää aina kevät- ja syyskierron aikana. (Kuvat 3-24 ja 3-25).

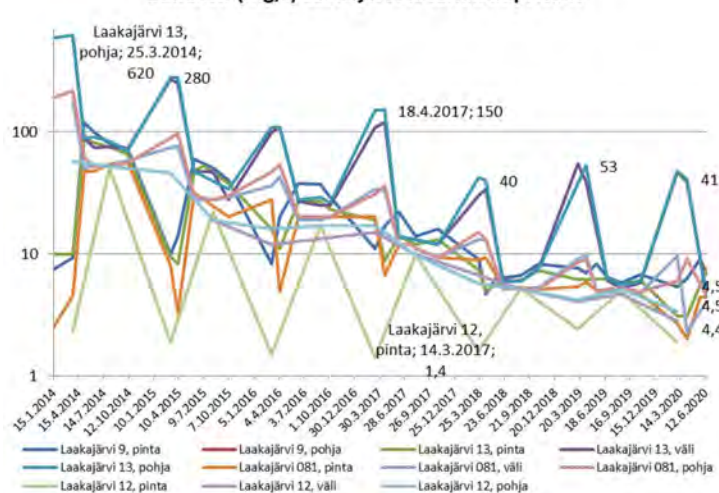
pH Laakajärven tarkkailupisteet



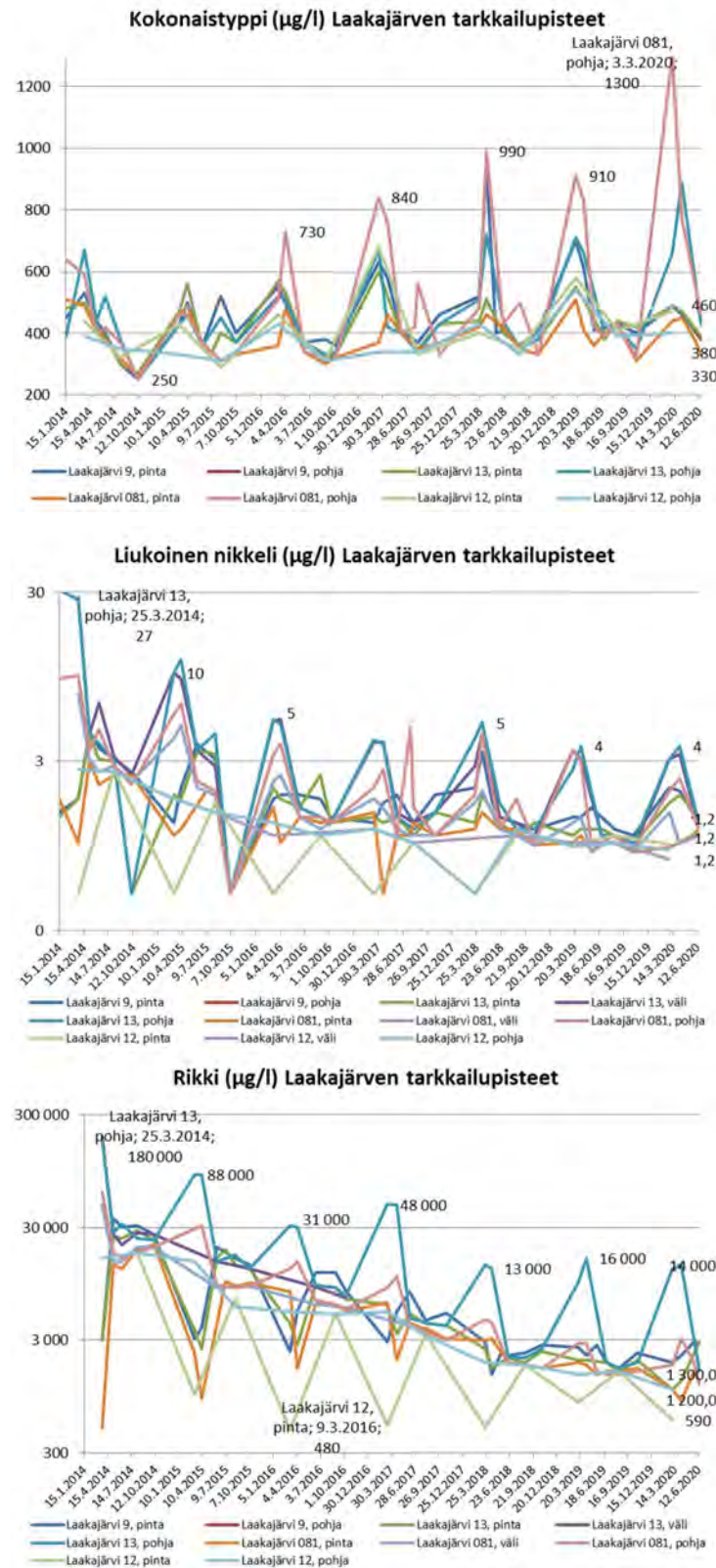
Sähköjohtavuus (mS/m) Laakajärven tarkkailupisteet



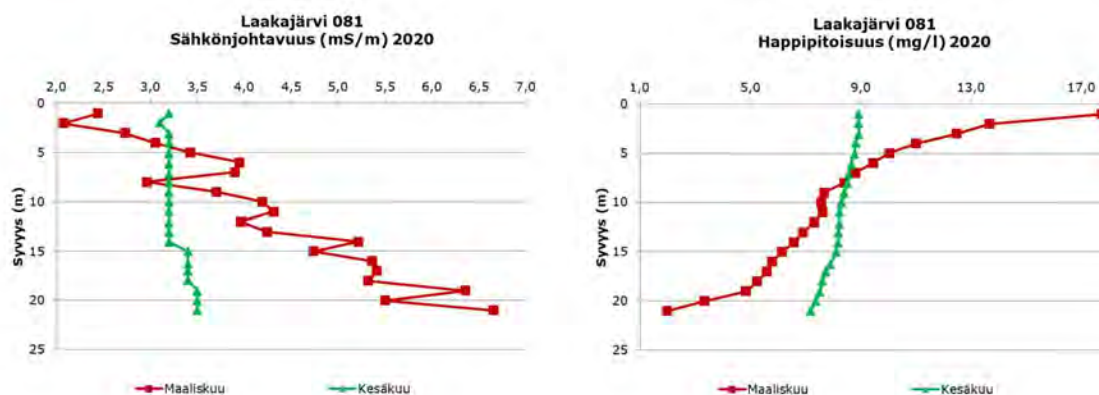
Sulfaatti (mg/l) Laakajärven tarkkailupisteet



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



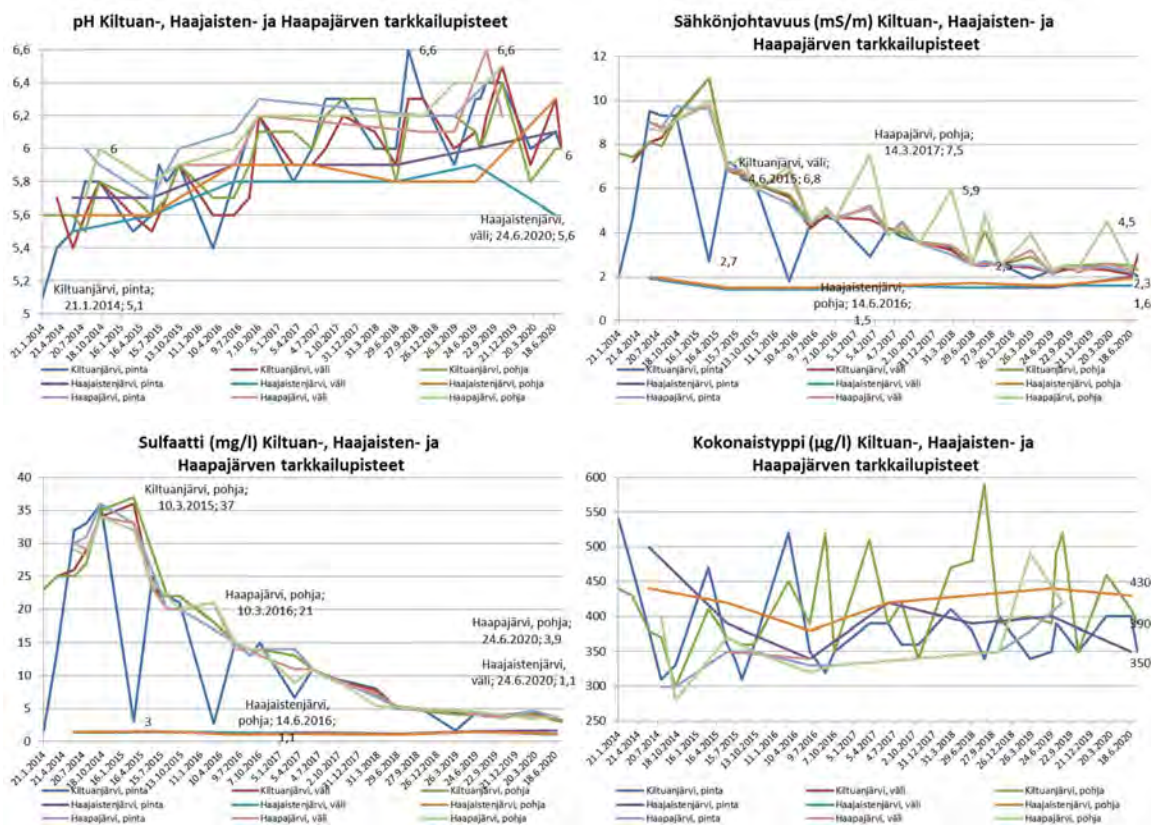
Kuva 3-24. Laakajärven tarkkailupisteiden vesinäytteiden tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen. Huomaa, osassa kuvia logaritminen asteikko.



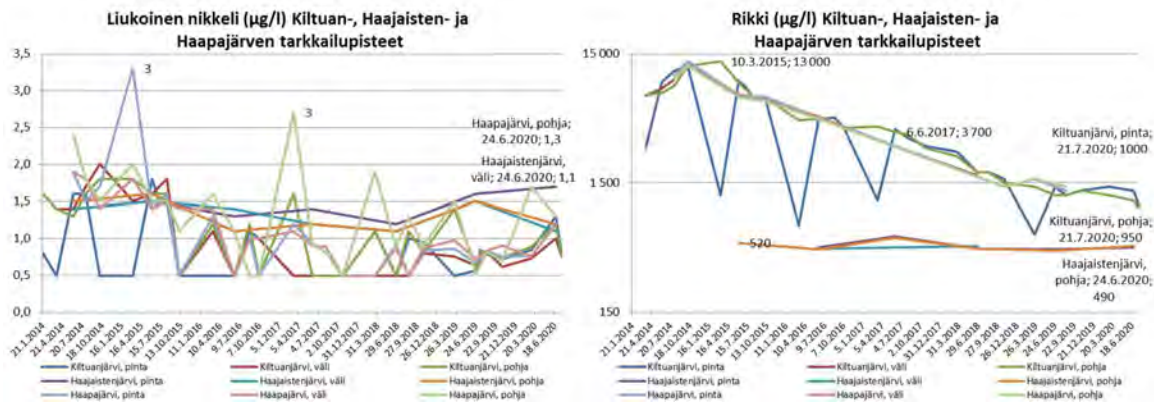
Kuva 3-25. Laakaärven tarkkailupisteen 081 kenttämittausten sähkönjohtavuus ja happitulukset vuodelta 2020.

3.3.4 Kiltuan-, Haajaisten- sekä Haapajärvi

Kiltua-, Haajaisten- sekä Haapajärven vesitulokset ovat Laakajärven tavoin parantunut ja pitoisuudet ovat lähellä taustatasojaan. Kevään 2020 juoksuvesien johtaminen Vuoksen suuntaan ei näy vesinäytteiden tuloksissa. (Kuva 3-26)



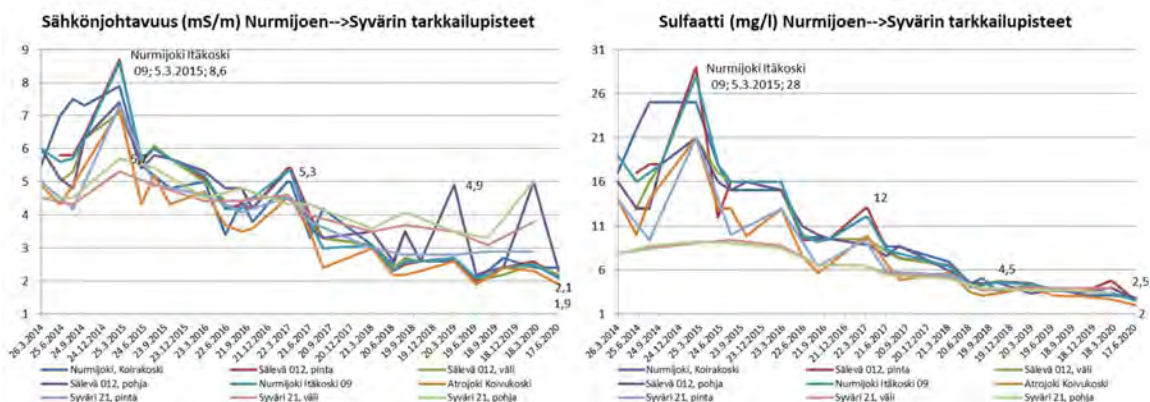
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020



Kuva 3-26. Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteiden vesinäytteiden tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen. Huomaa, osassa kuvia logaritminen asteikko.

3.3.5 Nurmijoki, Sälevä, Aatrojoki ja Syväri

Nurmijoen, Sälevän, Aatrojoen ja Syvärin pisteiden tulokset ovat olleet vuonna 2020 tavanomaisen pieniä. Pitoisuudet ovat laskeneet lähelle perustasojaan. (Kuva 3-27)



Kuva 3-27. Nurmijoen→Syvärin tarkkailupisteiden vesinäytteiden sähkönjohtavuus ja sulfaattituloksia vuoden 2014 alusta alkaen.

3.3.6 Kaivoksen ulkopuoliset järvet (Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelampi)

Kaivoksen ulkopuolisilta järviltä haetaan seuraavat näytteet kvartaalilla 3. Ensimmäisen kvartaalin tulokset olivat samaa tasoa kuin edellisinä vuosina.

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

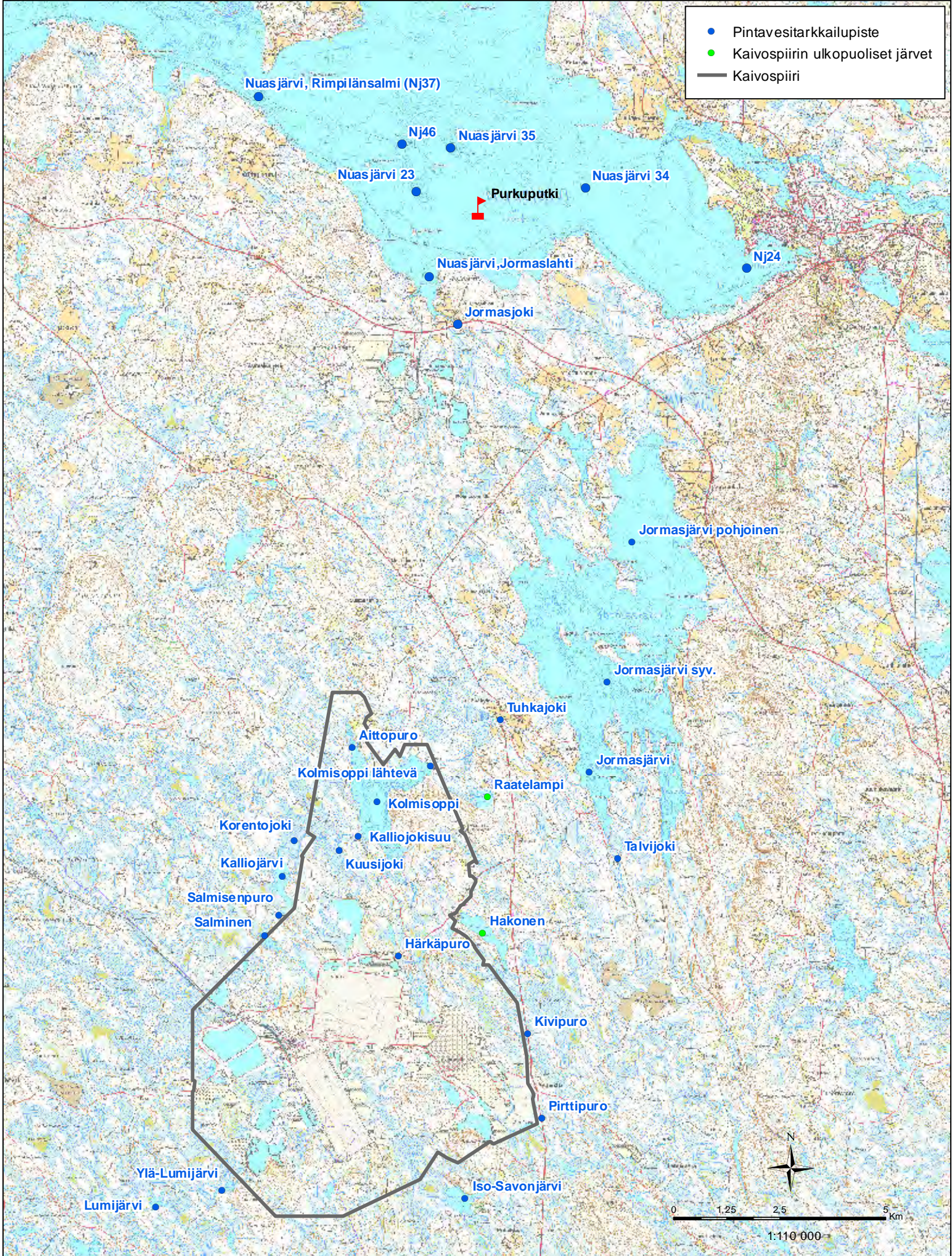
Kaivoksen vesiä on purettu vuonna 2020 sekä pohjoiselle että eteläiselle purkureitille. Suurin osa vesistä johdettiin purkuputken kautta Nuasjärveen. Alkuvuosi oli teollisuusalueella paljon tavanomaista sateisempi ja lämpimämpi. Kevään sulamiskausi käynnistyi kunnolla vasta huhtikuun jälkimmäisellä puoliskolla, jolloin Kalliojoen virtaamat nousivat talvisista lukemistaan <math><1,0 \text{ m}^3/\text{s}</math>, huhtikuun lopussa lukemiin 1,6-2,6 m^3/s ja toukokuussa lukemiin 2,3-7,3 m^3/s . Suurimmat virtaamat mitattiin Kalliojoella 12.5., jolloin myös Kolmisopella vedenpinnankorkeus kävi hetkellisesti vesitalousluvan ylärajan yläpuolella aikavälillä 11.5.-31.5.

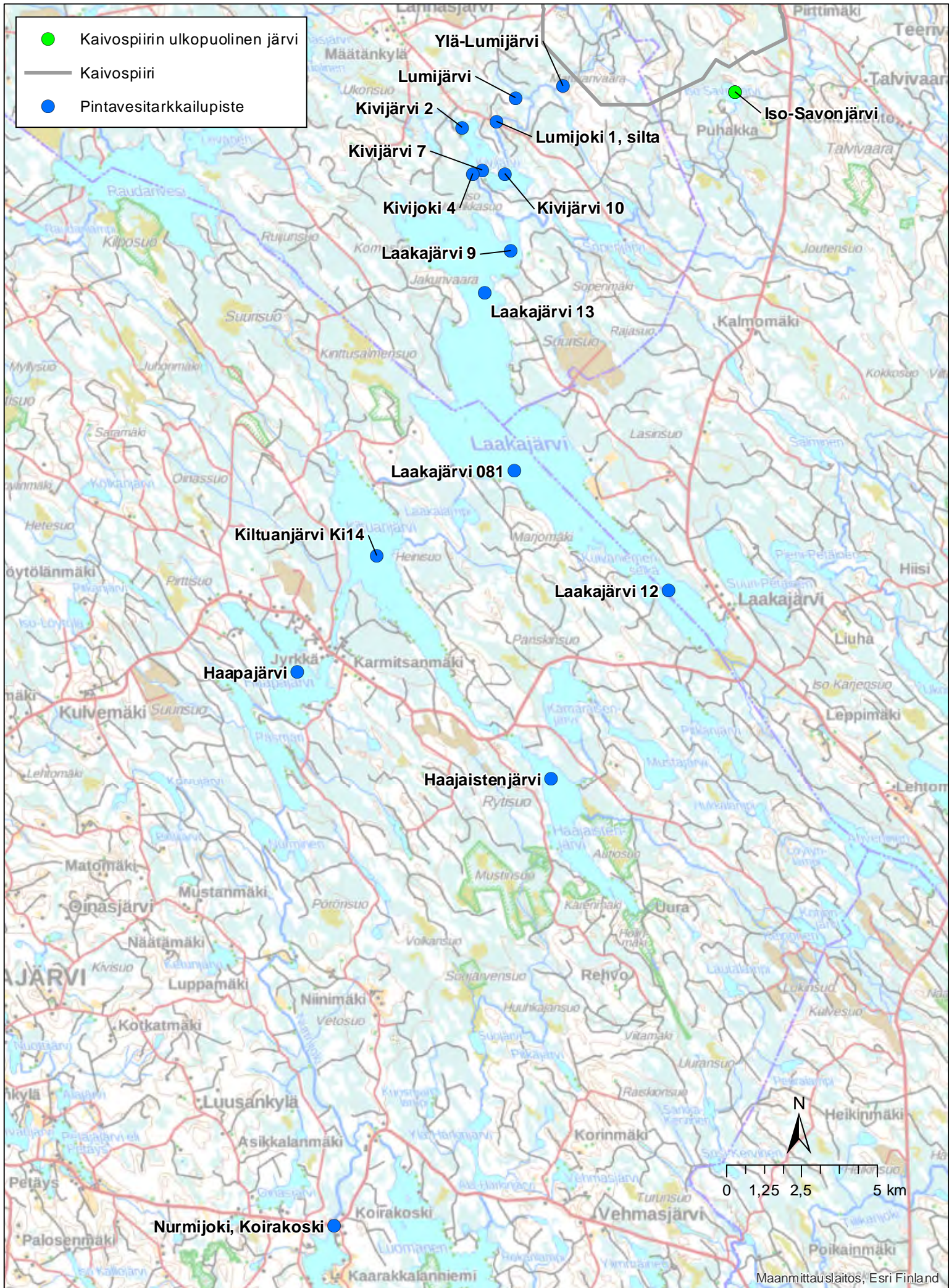
Oulujoen suunnan luonnollisen purkureitin varrella yleisesti trendit ovat laskevia Kolmisopelta eteenpäin. Keväällä 2020 vesiä alettiin johtamaan jo helmikuun vaihteessa eli alivirtaamien aikaan. Tällöin juoktutusvesistä indikoivat pitoisuudet nousivat Kalliojoella, mutta Kolmisopelta eteenpäin juoktutusvesien suhteellinen lisäys vesistöihin ei ollut enää niin selkeä. Toisella juoktutusjaksolla, ylivirtaamien aikaan huhti-toukokuun juoktutusvesien johtaminen näkyi Kuusi- ja Kalliojoen tuloksissa, muttei näiden alapuolisilla tarkkailupisteillä.

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden kohonneena sulfaatti- ja rikkipitoisuuksina, sekä sitä kautta sähköjohtavuuden nousuna. Vuoden 2019/2020 suuremmat juoktutusvesien määrät näkyvät tuloksissa lähimpien pisteiden tuloksissa maaliskuussa, kesäkuuhun mennessä juoktutusvesien vaikutus oli laimentunut mutta samalla laajentunut. Vallitsevista virtaussuunnista ja pisteiden sijainnista riippuen parametrit reagoivat eri tahtiin, nopeimmat ja suurimmat muutokset näkyvät purkupisteeltä koilliseen olevalla pisteellä Nj35. Kevätkierron myötä vesipatsaan talvinen kerrostuneisuus pieneni ja katosi joillain pisteillä, pisteellä Nj35 harppauskerros laskeutui syvemmälle muttei lieventynyt.

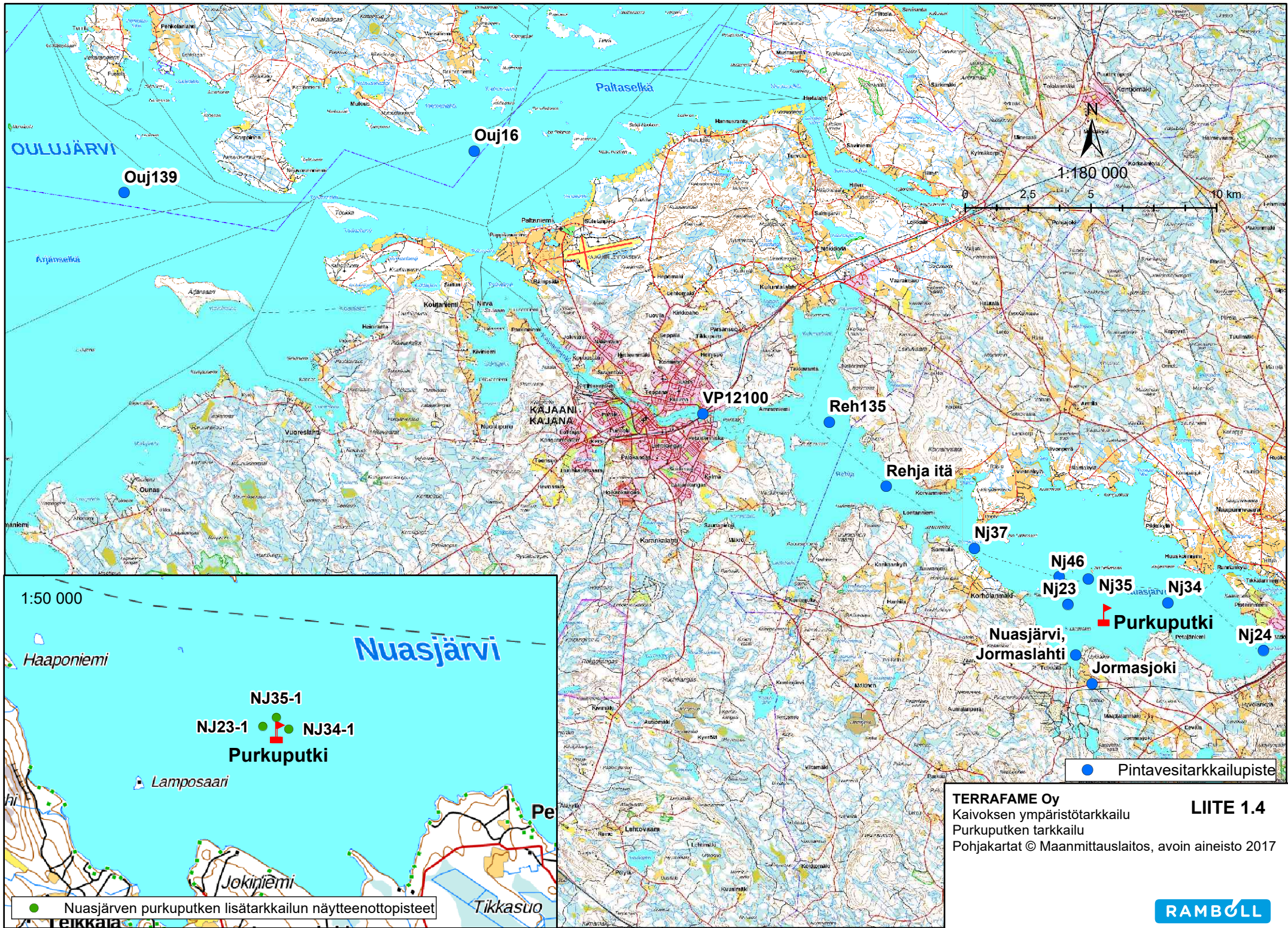
Keväällä, viikoilla 12-23 johdettiin vesiä myös Vuoksen suuntaan yhteensä n. 0,58 Mm^3 , edellisen kerran vesiä on johdettu Vuoksen suuntaan toukokuussa 2016. Vuoden 2020 juoktutukset ovat nähtävissä Lumijoen sekä Kivijärvi 7 pisteen alusveden huhtikuun tuloksissa pienoisenä pitoisuuspiikkinä lähinnä sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa että sähköjohtavuudessa. Vaikutukset palautuivat jo kesäkuussa normaalitasoilleen. Kivijärveltä eteenpäin juoktutusvesistä johtuvia muutoksia ei havaittu. Yleisesti Vuoksen suunnan vesistöjen tila on parantunut viime vuosina ja Laakajärveltä eteenpäin vesistöjen täyskierrat ovat onnistuneet normaalisti. Kiltuan-, Haajaisten ja Haapajärvillä pitoisuudet alkavat olla luontaisten taustapitoisuuksien tasolla. Edellä mainittujen vesistöjen alapuolisten vesistöjen pitoisuudet ovat olleet melko tasaisia loppuvuodesta 2018 alkaen, joten pitoisuudet ovat todennäköisesti palautuneet taustapitoisuuksien tasolle.

LIITE 1
TARKKAILUALUE JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT









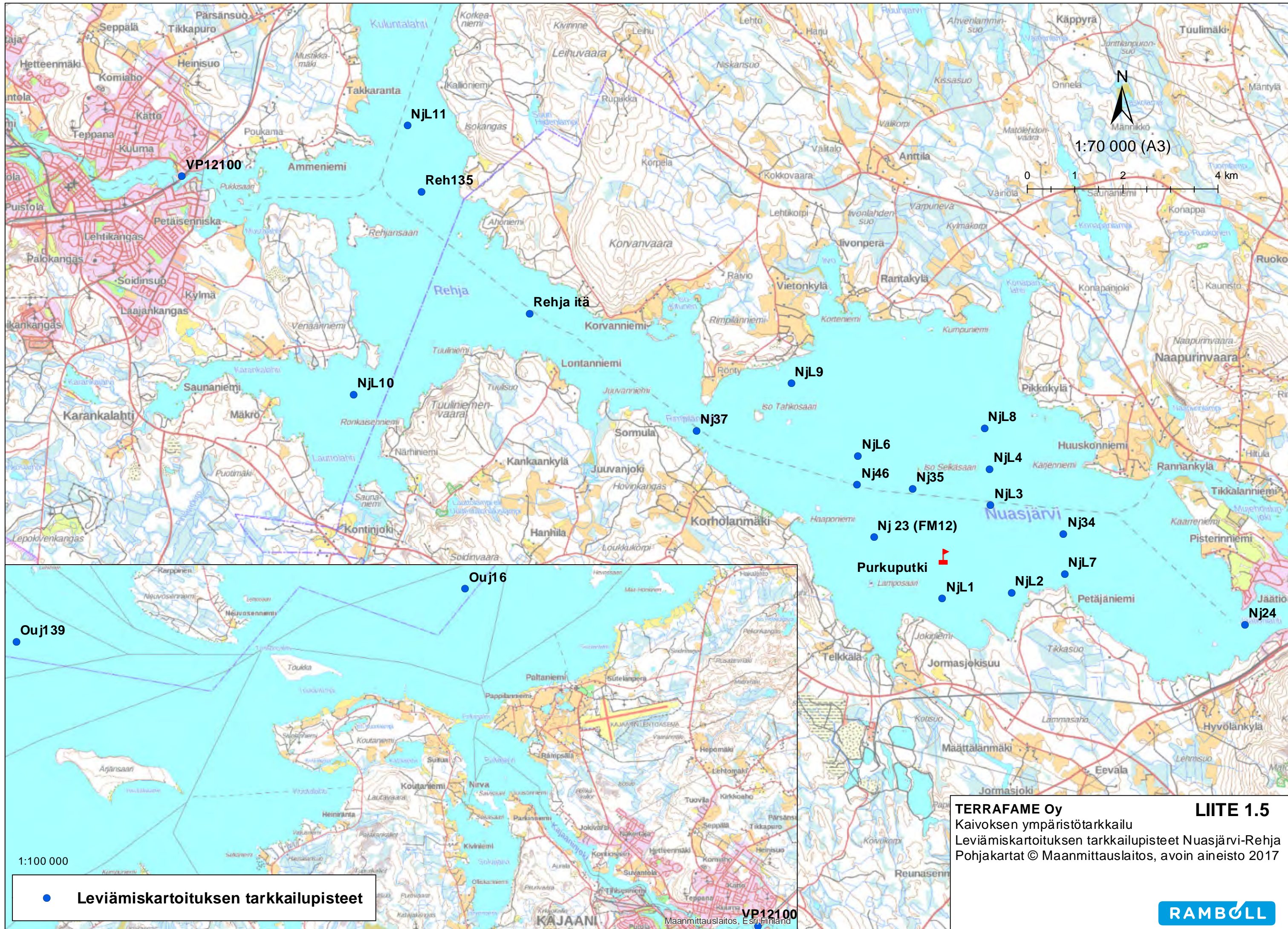
● Pintavesitarkkailupiste

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

LIITE 1.4



● Nuasjärven purkuputken lisätarkkailun näyteenottopisteet



N
1:70 000 (A3)

0 1 2 4 km

1:100 000

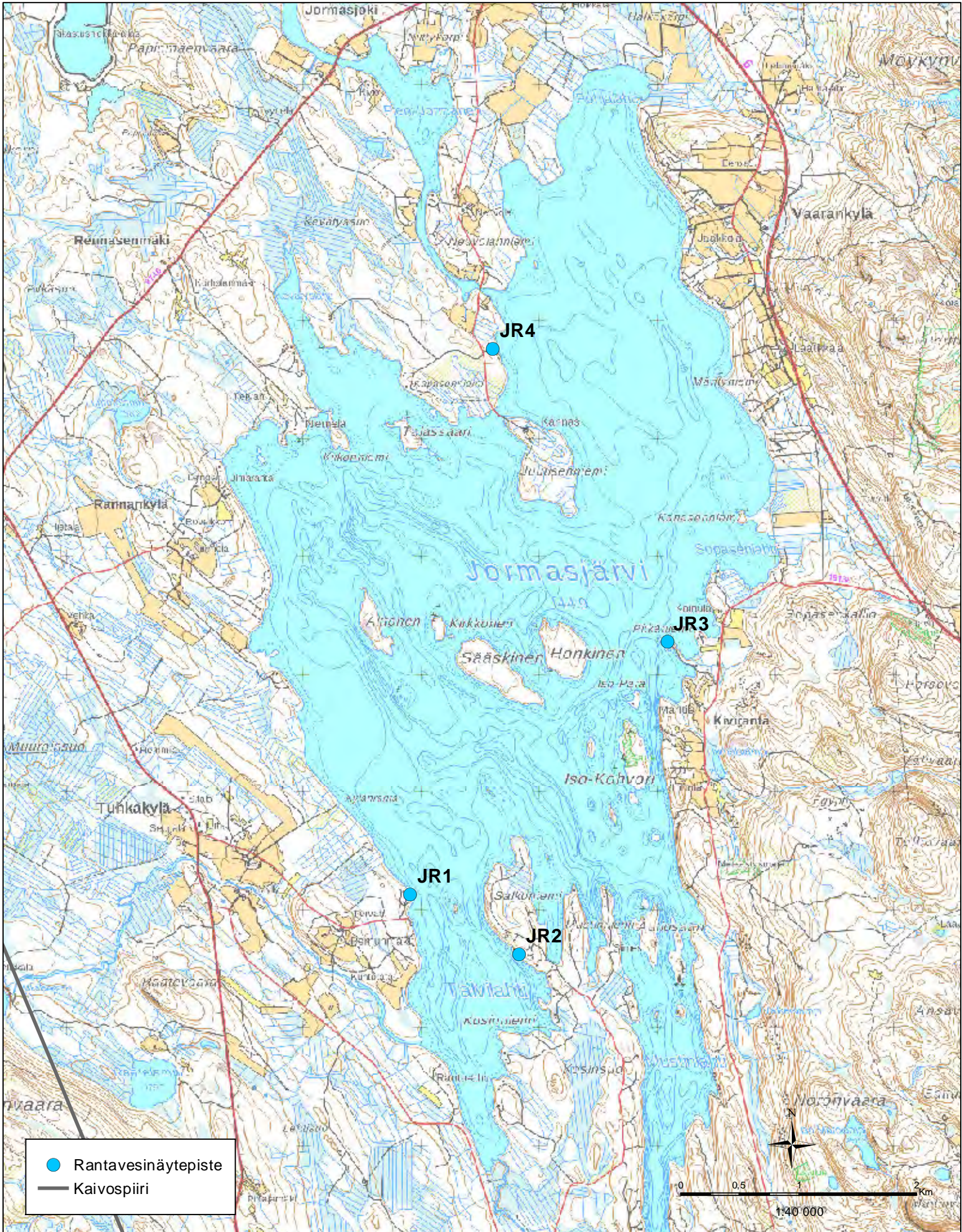
● Leviämiskartoituksen tarkkailupisteet

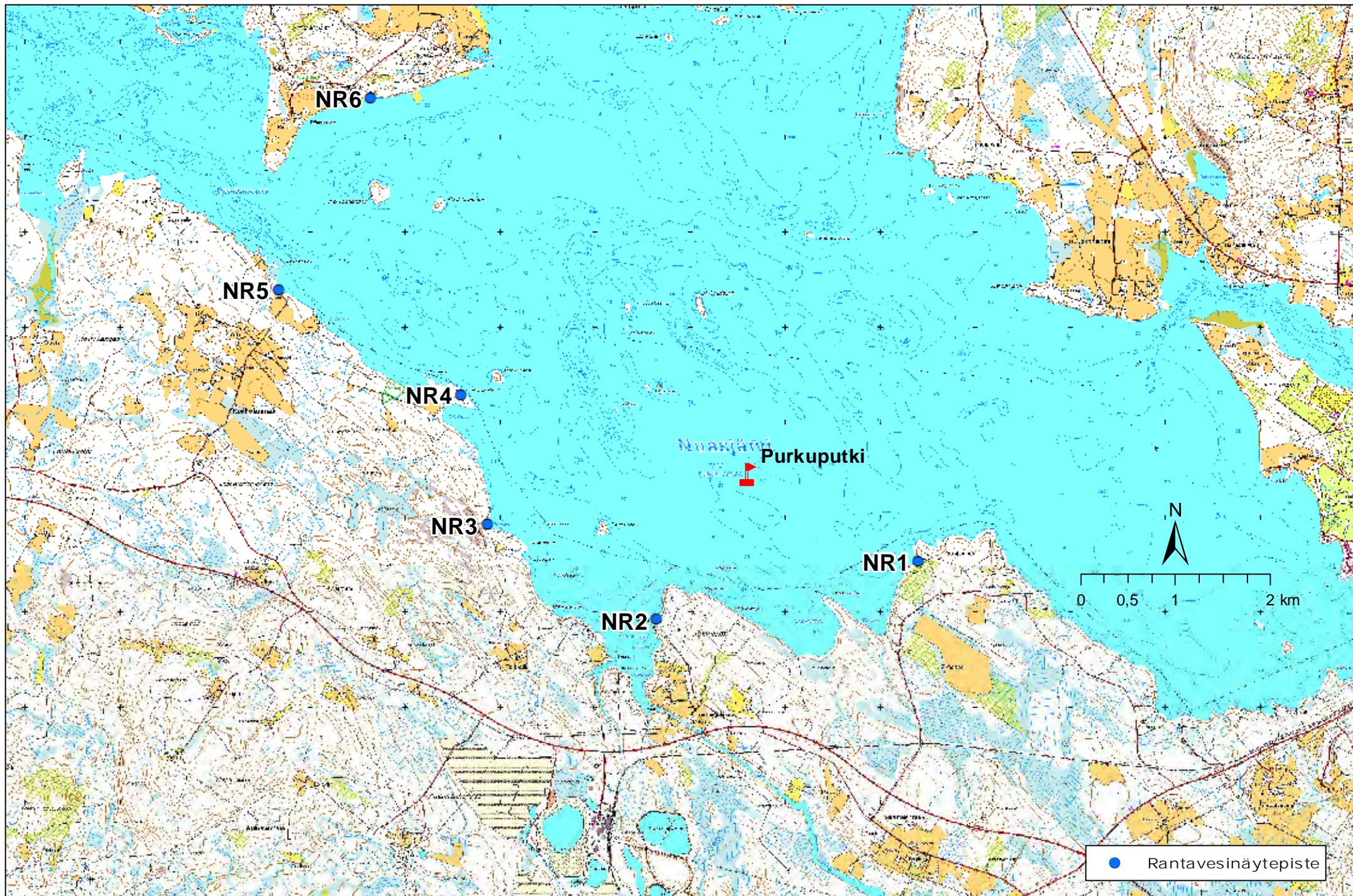
TERRAFAME Oy
 Kaivoksen ympäristötarkkailu
 Leviämiskartoituksen tarkkailupisteet Nuasjärvi-Rehja
 Pohjakartat © Maanmittauslaitos, avoin aineisto 2017

LIITE 1.5

RAMBOLL

Maanmittauslaitos, Esri Finland





● Rantavesinäytipiste

LIITE 2
TOTEUTUNEET NÄYTTEENOTOT 2020

Vuoden 2020 ensimmäisen puoliskon vesinäytteiden ja kenttämittausten (merkitty lyhenteellä K) toteutuneet näytteenotot. Taulukkoon on merkitty myös vesinäytteistä tehdyt analyysipaketit numerokoodein, eri analyysipakettien sisällöt on tarkistettavissa tarkkailuohjelmasta. Tarkkailuohjelman mukaisesti toteutuneet näytteenotot on merkitty taulukkoon vihreällä, poikkeamat sekä ”ei näytettä”-tapaukset punaisella ja sanallisesti.

Oulujoen suunta						
	I	II	III	IV	V	VI
Salminen			5			5+5A+5B
Salmisenpuro			1			1+1A+1B
Kivipuro	2	2	Oja kuiva, ei näytettä	2	2	2
Pirttipuro	2	2	2	2	2	2
Kalliojärvi		5	5+K	5+5A	5+K	5+5A+5B+K
Korentojoki			1			
Härkäpuro			1			1+1A+1B
Kuusijoki	1	1	1	1+1A	1	1+1A+1B
Kalliojokisuu	1	1	1	1+1A	1	1+1A+1B
Kolmisoppi			5	5+5A		5+5A+5B+K
Kolmisoppi lähtevä		Ylimääräinen näyte, kahdesti	1*, näytteitä viikoittain	1+1A		1+1A+1B
Tuhkajoki	1	1	1	1+1A	1	1+1A+1B
Talvijoki		*ylimääräinen näyte, maaliskuusta alkaen kuukausittain näytteenotto	1	1+1A	1	1+1A+1B
Jormasjärvi etelä			4	4+4A		4+4A+4B
Jormasjärvi syv			4	4+4A		4+4A+4B
Jormasjärvi pohj			4	4+4A		4+4A+4B
Jormasjoki	3	3	3	3+3A	3	3+3A+3B
Nuasjärvi, Jormaslahti			7			7+7A+7B

Nuasjärvi 24			6+K			6+6B+K
Nuasjärvi 34	6+K		6+K			6+6B+K
Nuasjärvi 23	8+K		8+8C+K			8+8A+8B+K
Nuasjärvi 35	6+K		6+K			6+6B+K
Nuasjärvi 44 (ennen 37)	Jäätilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K
Nuasjärvi 46	Jäätilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K
Rehja itä	Jäätilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K
Rehja 135	Jäätilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K
Kajaaninjoki (VP12100)			9+K			9+K
Oulujärvi 16			9+K			9+K
Oulujärvi 139			9+K			9+K
Nj23-1	Jäätilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K
Nj34-1	Jäätilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K
Nj35-1	Jäätilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K
Vuoksen suunta						
	I	II	III	IV	V	VI
Ylä-Lumijärvi			4			
Lumijärvi			4			
Lumijoki 1. silta	1	1	1	1+1A+1B	1	1+1A+1B
Kivijärvi 2			5			5+5A+5B
Kivijärvi 7		5	5+K	5+5A	5+K	5+5A+5B+K
Kivijärvi 10			5			5+5A+5B
Kivijoki 4	1	1	1	1	1	1

Laakajärvi 9			4	4+4A	4	4+4A+4B
Laakajärvi 13			4	4+4A		4+4A+4B
Laakajärvi 081			4+K	4+4A		4+4A+4B+K
Laakajärvi 12			4			
Kiltuanjärvi			4			4+4A+4B
Haajaistenjärvi						4+4A+4B
Haapajärvi			11			11
Nurmijoki, Koirakoski			11			11
Sälevä 012			12			12
Nurmijoki itäkoski 09			12			12
Atrojoki Koivukoski			12			12
Syväri 21			10			
Kaivospiirin ulkopuoliset järvet						
	I	II	III	IV	V	VI
Iso-Savonjärvi			4			
Hakonen			4			
Raatelampi			4			