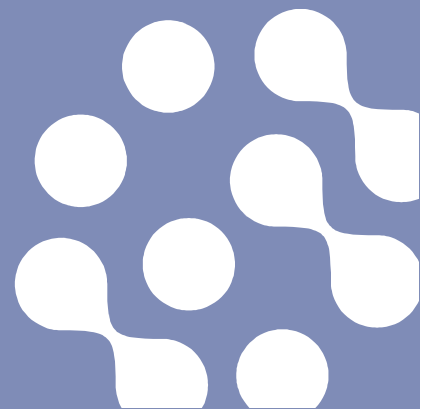




Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
5.11.2020

TERRAFAME OY KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



TERRAFAME OY, KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q2/2020

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	2
2.	HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN	3
3.	TARKKAILUTULOKSET Q3/2020	6
3.1	NÄYTTEENOTON TOTEUTUS	6
3.2	OULUJOEN SUUNTA	6
3.2.1	<i>Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi</i>	7
3.2.2	<i>Härkäpuro ja Kuusijoki</i>	10
3.2.3	<i>Korentojoki</i>	10
3.2.4	<i>Talvijoki</i>	10
3.2.5	<i>Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki</i>	11
3.2.6	<i>Jormasjärvi</i>	13
3.2.7	<i>Jormasjoki ja Jormaslahti (Nuasjärvi)</i>	15
3.2.8	<i>Rehja-Nuasjärvi</i>	16
3.2.9	<i>Kajaaninjoki ja Oulujärvi</i>	25
3.2.10	<i>Pirttipuro ja Kivipuro</i>	26
3.3	VUOKSEN SUUNTA.....	27
3.3.1	<i>Ylä-Lumijärvi, Lumijärvi ja Lumijoki</i>	28
3.3.2	<i>Kivijärvi sekä Kivijoki</i>	29
3.3.3	<i>Laakajärvi</i>	31
3.3.4	<i>Kiltuan-, Haajaisten- sekä Haapajärvi</i>	32
3.3.5	<i>Nurmijoki, Sälevä, Atrojoki ja Syväri</i>	33
3.3.6	<i>Kaivoksen ulkopuoliset järvet (Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelampi)</i>	33
4.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35

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

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. Sivukivialueen KL2 on erityisesti suojeltavan lajin, rotkokehräjäkälän raja-alue. Lähimmät asuinrakennukset ja kesämökit sijaitsevat noin 2-3 kilometrin etäisyydellä Hakosen rannalla. Lähin kylä, Tuhkakylä, sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksen pohjoispuolella.

Vuoden 2020 kolmannen kvartaalin (heinä-syyskuun) 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. Vesistö tarkkailua toteutetaan Oulujoen ja Vuoksen vesistöjen suuntaan, eli niillä vesistöreiteillä, joille kaivosalueen vesiä juoksutetaan. Nykyisin kaivoksen purkuvedet juoksutetaan pääsääntöisesti Oulujoen vesistöön.

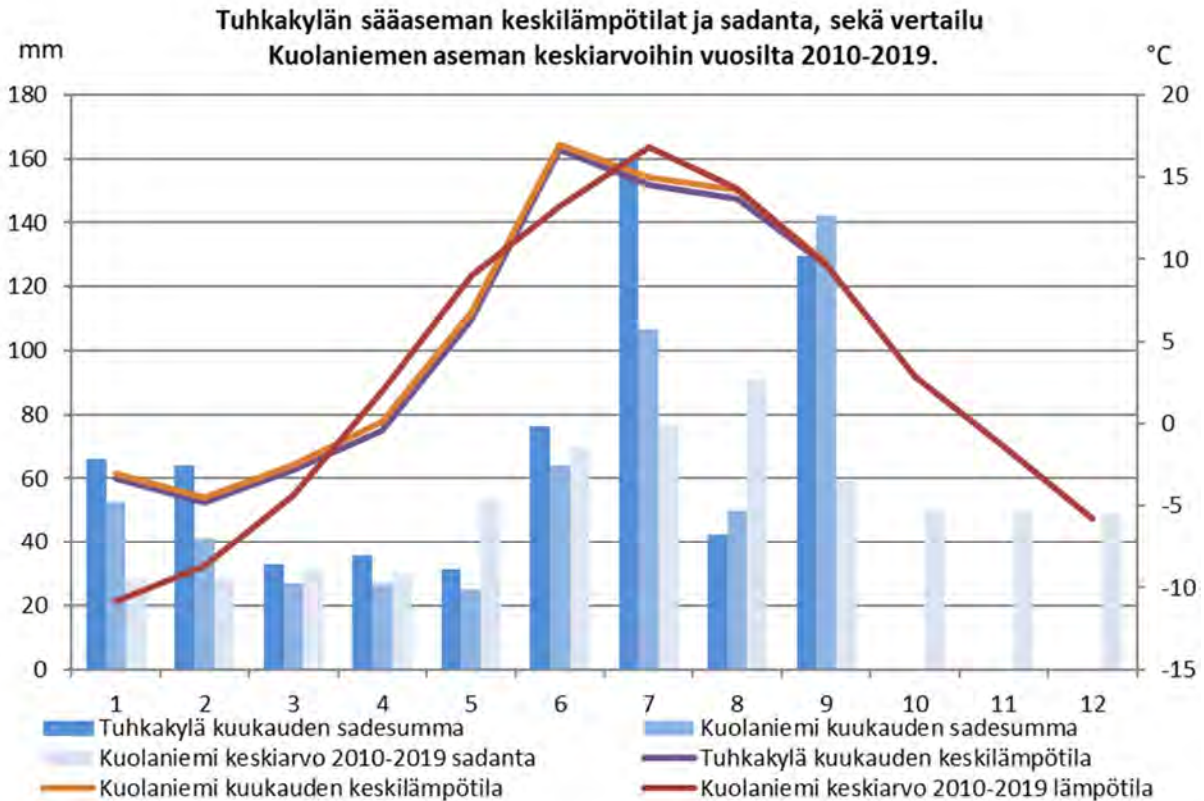
Tarkkailuohjelmaan kuuluu myös Nuasjärven purkupuutken tarkkailu, joka on lisätty tarkkailuohjelmaan vuonna 2015. Purkupuutken käyttöönoton vuoksi vesistö tarkkailua lisättiin Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Vuoden 2020 tarkkailuraportteissa esitetään myös Nuasjärven purkupuutken 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 kolmannessa neljännesvuosiraportissa (Q3) tarkastellaan heinä-syyskuun välisenä aikana otettujen vesinäytteiden sekä kenttämittausten tuloksia aikaisempiin tuloksiin. 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 maaliskesäkuussa tavanomaisilla tasoillaan. Heinäkuun sademäärät olivat huomattavasti vertailuarvoja suuremmat, kun taas elokuussa sadetta kertyi niukasti. Syyskuun 16. päivän sadekertymä Kuolaniemen asemalla oli 64,4 mm, joka oli suurempi kuin koko elokuun kertymä (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)

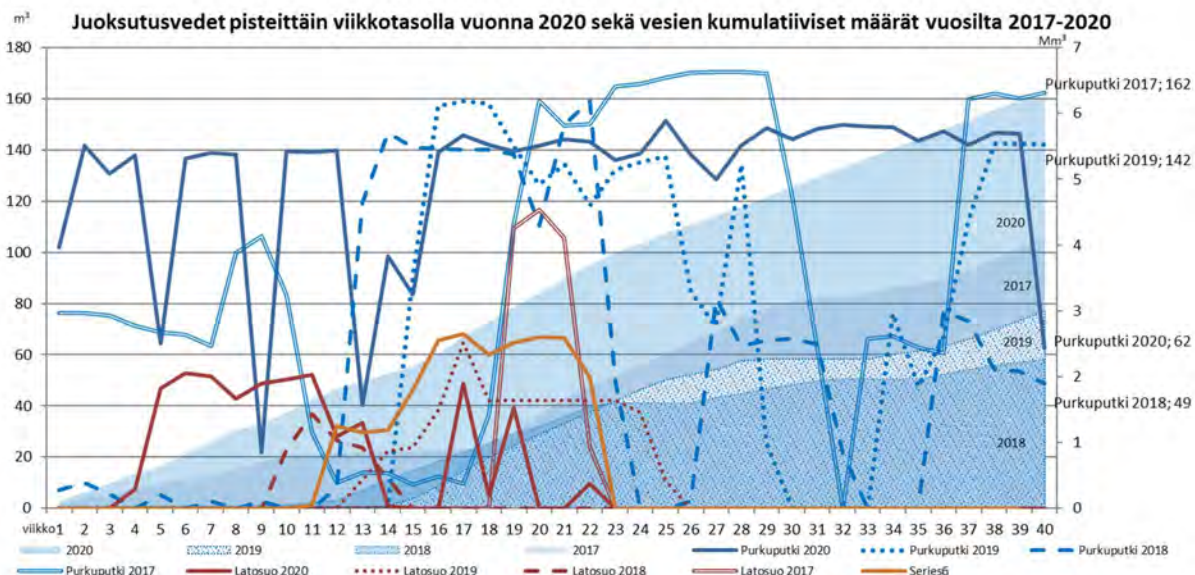
Juoksutukset ovat olleet käynnissä vuoden 2020 alusta lähtien. Suurin osa vesistä on johdettu Latosuon patoaltaalta purkupuutken kautta Nuasjärveen. Alkuvuodesta, tammikuun loppupuolelta maaliskuun loppuun sekä viikoilla 17,19 ja 22 vesiä juoksutettiin Latosuolta myös ns. vanhalle pohjoiselle purkureitille Kuusijoen 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).

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020

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

	Pohjoinen					Etelä	
	Purkputki	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
Heinäkuu	629 135	0	0	0	0	0	0
Elokuu	655 289	0	0	0	0	0	0
Syyskuu	623 839	0	0	0	0	0	0
Yhteensä	5 159 855	517 087	0	0	0	582 700	0

Talvi 2019/2020 oli Kainuussa erittäin runsasluminen, minkä vuoksi sulamisvesiä kerääntyi keväällä runsaasti. Vuonna 2020 syyskuun loppuun mennessä juoksutusvesien kokonaismäärä oli n. 6,3 Mm³, kun muutamana edellisvuotena 2017, 2018 ja 2019 vastaavan ajan johtamismäärät ovat olleet 4,1 Mm³, 2,3 Mm³ ja 3,0 Mm³. (Kuva 2-2)

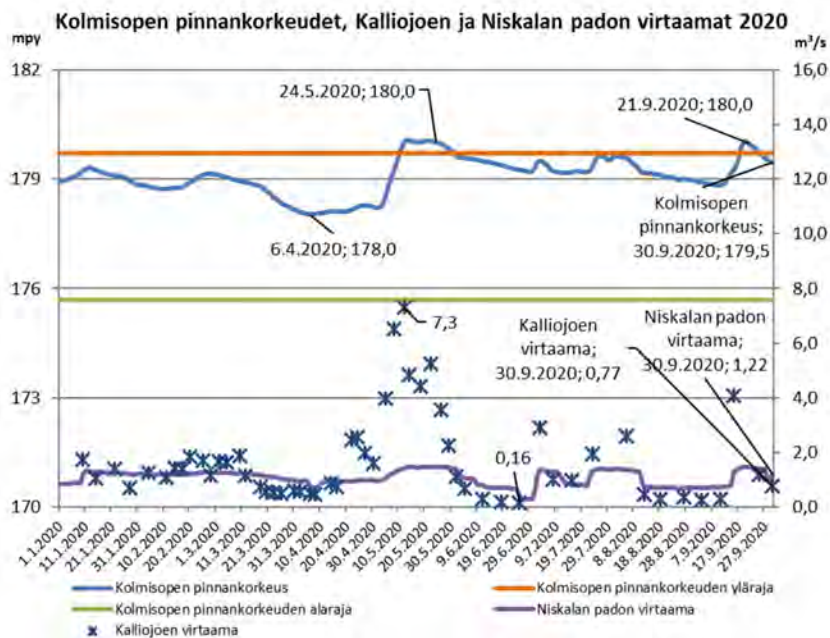


Kuva 2-2. Terrafamen juoksutusmäärät purkupaikoittain viikottasolla vuodelta 2020 (m³) viivadiagrammeilla ja juoksutusvesien kumulatiiviset määrät vuosilta 2017-2020 aluediagrammeilla.

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 sulamiskaudella Kalliojoen virtaamat nousivat 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. Syyskuussa erittäin rankkojen sateiden jälkeen Kolmisopen pinnankorkeus nousi hetkellisesti ylärajan yläpuolelle.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020

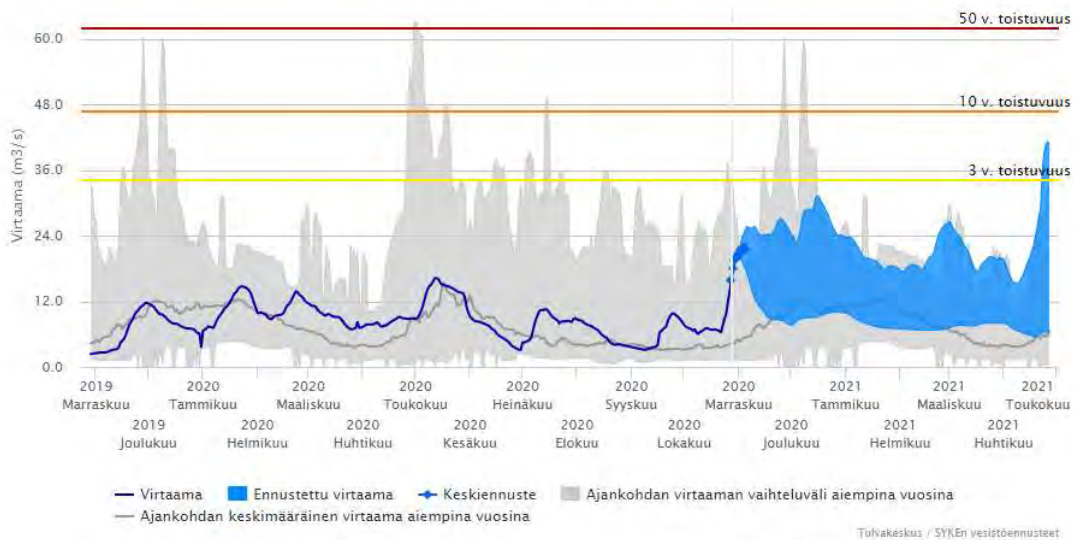
Aikavälillä 18.-25.9. pinnankorkeudeksi mitattiin lukemat 179,74-180,02 mpy, jolloin myös Niskalan padon virtaamat nousivat tasoon $>1,0$ m³/s. (Kuva 2-3)



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

Vuoksen puolella purkuvesistössä Terrafamalla ei ole omaa virtaamamittausta. Ympäristöhallinnon yhteisen verkkopalvelun kuvassa (Kuva 2-4) on esitetty Kiltuanjärven Jyrkän tarkkailupisteiden toteutuneet virtaamat vuoden ajanjaksolta, sekä puolen vuoden ennuste. Virtaamat olivat keskiarvojen yläpuolella loppukesän ja syksyn, virtaamat korreloivat suoraan alueen sadannan kanssa (Kuva 2-1).

Kiltuanjärvi Jyrkkä virtaama



Kuva 2-4. Kiltuanjärven Jyrkän tarkkailupisteiden virtaamat vuoden ajanjaksolta (www.ymparisto.fi vesistöennusteet: Vuoksi - Kiltuanjärvi Jyrkkä 28.10.2020)

3. TARKKAILUTULOKSET Q3/2020

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.

Näytteenotossa on ollut muutamia poikkeamia vuoden 2020 aikana. Osa Nuasjärven ja Rehjan (Nuasjärvi 44, 46, Nj23-1, NJ34-1, NJ35-1, Rehja Itä ja Rehja 135) tammikuun näytteistä jouduttiin siirtämään helmikuulle haastavien jääolosuhteiden vuoksi. Kivipurolta ei myöskään saatu otettua maaliskuun näytettä, koska puron näytteenottoaika oli kuiva näytteenoton aikaan. Kolmannella kvartaalilla vesinäytteet saatiin haettua suunnitelmien mukaan. Alkuvuoden 2020 näytteenottojen toteutumat on esitetty liitteessä 2.

3.2 Oulujoen suunta

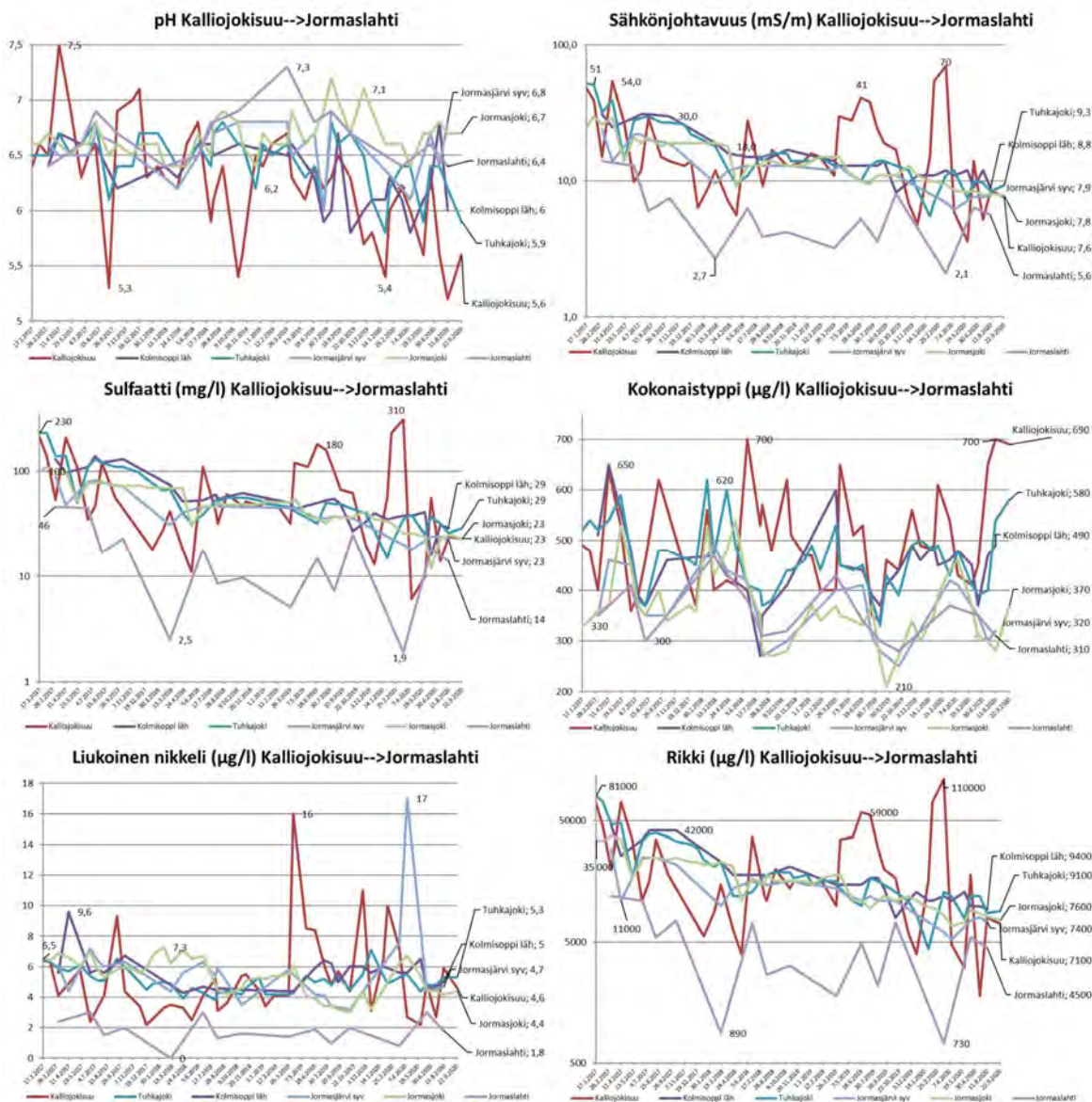
Oulujoen suuntaan vettä johdetaan pääasiassa Latosuon patoaltaalta lähtevän purkuputken kautta suoraan Nuasjärveen. Vettä voidaan juoksuttaa myös Latosuon patoaltaalta Kuusijokeen ja siitä edelleen Kalliojokeen. Vettä voidaan johtaa Oulujoen suuntaan myös kaivosalueen pohjoiselta vedenkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta suoraan Salmiseen sekä kaivoksen sekundäärialueen 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.

Vuonna 2020 Oulujoen suuntaan purettavista vesistä 91% on johdettu purkuputken kautta suoraan Nuasjärveen ja 9% 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 Kalliojokisuulta Nuasjärven Jormaslahdelle. Kuvaajissa on esitetty Kolmisopelta lähtevän veden tulokset ja Jormasjärveltä syvänpisteeltä yhden metrin tulokset. Yleisesti trendit ovat laskevia Kolmisopelta eteenpäin, varsinkin rikkipitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti viime vuosina, kuten myös sulfaatti ja sitä kautta sähköjohtavuus. Tänä keväänä vesiä Kalliojoen suuntaan alettiin johtaa 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 huhtikuussa 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 Kalliojoen tuloksissa, mutta eivät näiden alapuolisilla tarkkailupisteillä. Toukokuun jälkeen vesiä ei ole enää juoksutettu tälle reitille, vaan vedet on johdettu purkuputkeen ja kesän sekä syksyn tulokset ovat olleet tavanomaisia. (Kuva 3-1)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-1. Oulujoen suunnan keskeisiä tuloksia näytesteiltä Kalliojokisuu→Jormaslahti. *Osa kuvaajista logaritmisella asteikolla.

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

3.2.1 Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi

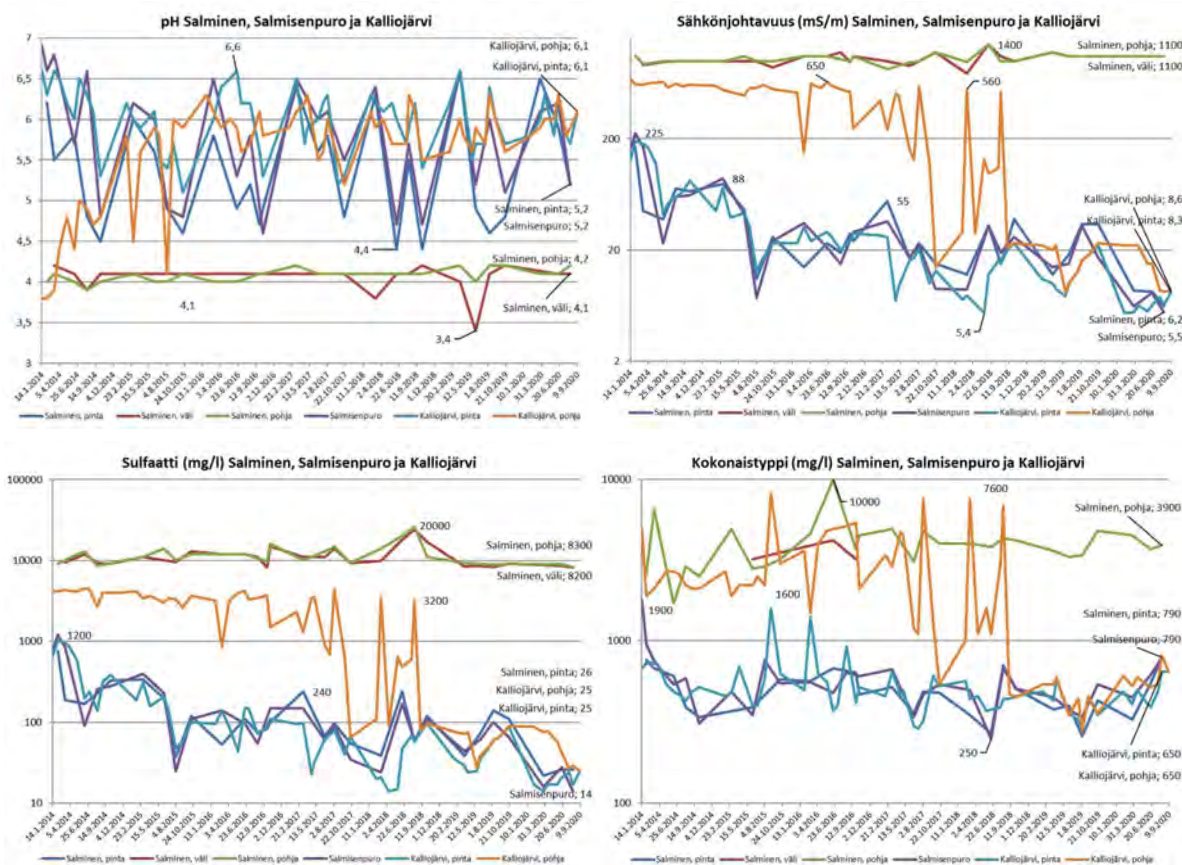
Salmisesta ja Salmisenpurosta on otettu vuonna 2020 vesinäytteitä maalís-, kesä- ja elokuussa. Kalliojärveltä näytteitä on haettu tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain helmikuusta lähtien ja kentämittauksia järvellä on tehty maalís-, huhti-, elo- ja syyskuussa. Salmisen suunnan purkureitille vesiä on johdettu edellisen kerran vuonna 2016.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020

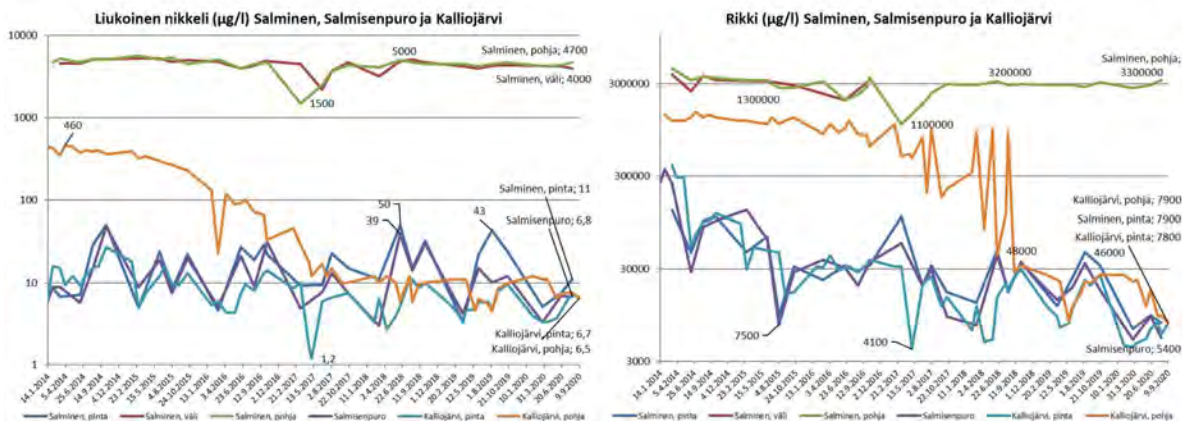
Analyyssi- sekä kenttämittaustulosten perusteella Salmisen sekä Kalliojärven vesi on ollut selvästi kerrostunutta. Kerrostuneisuus on havaittavissa esim. sulfaatti- ja nikkelpitoisuuksissa vuosista 2010–2011 alkaen, jolloin järvien pitoisuudet nousivat ja ominaisuudet muuttuivat. Kalliojärnessä pitoisuudet ovat systemaattisesti laskeneet viimeisen 1,5 vuoden ajan ja kerrostuneisuus on hävinnyt, tällöin myös alusveden happitilanne on kohentunut. Metallipitoisuuksissa ja sulfaattissa sekä niiden kautta sähköjohtavuudessa on edelleen havaittavissa laskeva trendi Kalliojärvellä. (Kuva 3-3)

Salmisessa päällysveden sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa sekä sähköjohtavuuksissa on havaittavissa laskeva trendi. Myös väliveden tuloksissa on havaittavissa pienoinen laskeva trendi sulfaattissa sekä nikkelissä. Uraanipitoisuudet ovat laskeneet systemaattisesti elokuusta 2018 lähtien. Alusvesinäytteissä pitoisuudet ovat pysytelleet viimeiset pari vuotta melko stabiileina, jolloin kerrostuneisuus on vahvistunut. Tosin lammen syvemmät vedet ja ympäristö ovat happamia, jolloin metalleja voi liueta myös suoraan maaperästä. (Kuva 3-3)

Salmisenpuron alkuvuoden vesinäytteiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisten vuosien vastaavan ajan 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)

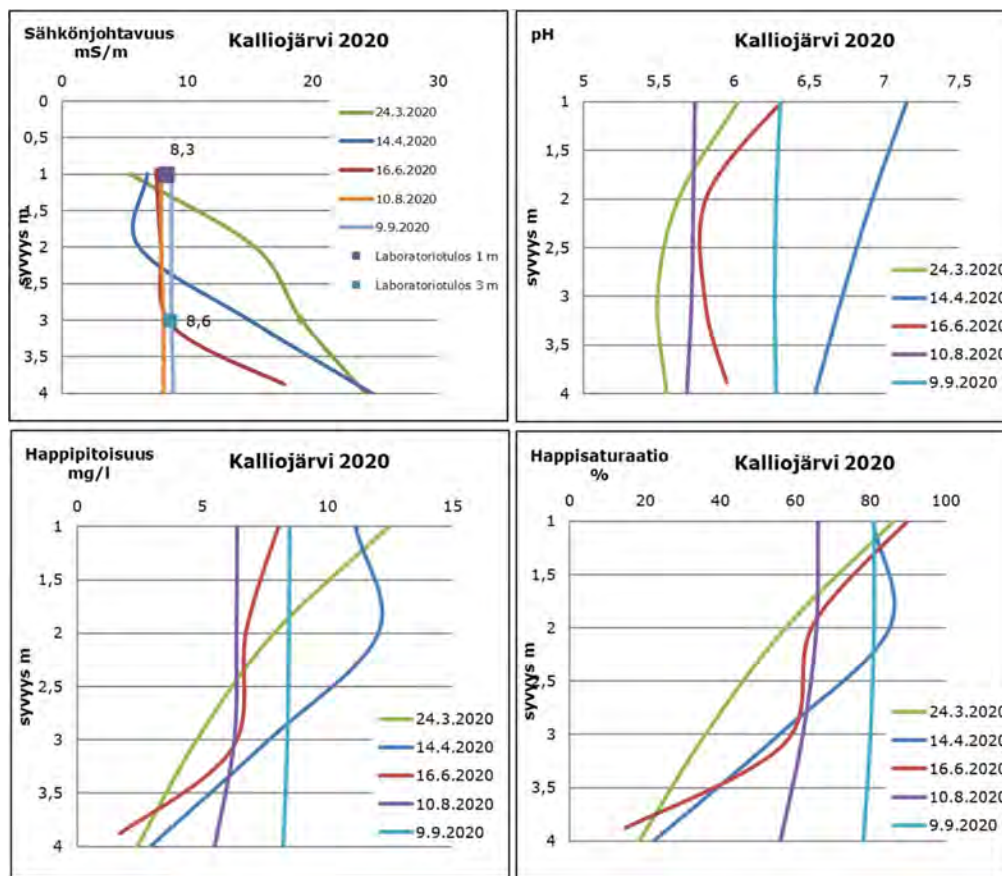


KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



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 oli hyvällä tasolla vasta syyskuussa. Kevättalvella ja kesäkuussa havaittu sähköjohtavuuden kasvu syvyyden funktiona ei ollut enää havaittavissa elokuussa eikä syyskuussa. Myöskin laboratoriotulosten perusteella sähköjohtavuus oli tasaisia koko vesipatsaassa. (Kuva 3-4)



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

3.2.2 Härkäpuro ja Kuusijoki

Kuusilammella varastoituja vesiä voidaan purkaa Härkäpuron kautta Kuusijokeen sekä Latosuolle. Edellisen kerran vesiä Kuusilammelta Kuusijokeen on johdettu vuonna 2016. Härkäpuron näytepisteellä näkyy kuitenkin tyypillisesti juoksutettavien vesien vaikutus, sillä sen kautta vettä voidaan myös johtaa tuotantoalueen muista vesivarastoista Latosuon altaaseen. Latosuolta purettiin vesiä Kuusijokeen alkuvuoden aikana, mikä nosti joitain pitoisuuksia hetkellisesti. Pitoisuudet palautuivat tavanomaisille tasoilleen kuitenkin heti kesän alussa, heinä-/syyskuun tulokset olivat tavanomaisia.

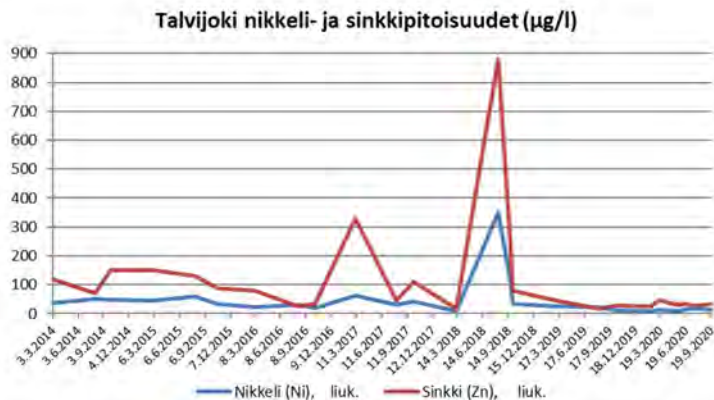
Härkäpurosta on haettu vuonna 2020 näytteitä maalís-, kesä- ja elokuussa. Vesinäytteiden pH oli maaliskuussa aiempaan tapaan emäksinen (9,6), mutta kesäkuussa mitattiin pH-arvo 6,9. Elokuussa pH palautui jälleen tasoon 9,1. Sulfaattipitoisuudet ovat laskeneet kesällä pitoisuuksiin 230 ja 260 mg/l, maaliskuussa sulfaattia havaittiin vielä 710 mg/l. Samalla myös sähkönjohtavuus on laskenut arvoihin 87 ja 64 mS/m. Edellä mainitut arvot ovat poikkeuksellisen matalia, aikaisemmin vastaavia tuloksia on mitattu kesäkuun alussa 2017. Sen sijaan metallipitoisuudet nousivat kesäkuussa jyrkästi mutta palautuivat pääsääntöisesti elokuussa. Esimerkiksi nikkelpitoisuuksien kehitys maalís-/elokuussa oli 19→1400→6,5 µg/l, kokonaisraudan 760→4700→3800 µg/l ja sinkin 3,4→5900→3,2 µg/l. Vuoden 2020 tulosten taustalla on Härkäpuron rajoittunut laskeutustilavuus sekä uuden pH:n säätölaitteiston käyttöönoton optimointi, lisäksi kuivien jaksojen vähäiset vesimäärät aiheuttavat hetkittäisiä piikkejä metallipitoisuuksissa.

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. Joen vesitilavuus on pieni, mikä voi aiheuttaa vaihtelua tuloksissa kierrosten välillä. Korentojokeelta on otettu vuonna 2020 näytteet maalís- ja elokuussa. Vuoden 2020 tulokset ovat olleet tavanomaisia.

3.2.4 Talvijoki

Kaivosalueelta ei johdeta vesiä Talvijoen suuntaan. Talvijoen vedenlaatua on tarkkailtu vuosittain vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2020 vedenlaatua tarkkailaan kuukausittain. Helmikuussa 2020 Kivipuroon pääsi lyhytaikaisen vuodon seurauksena käsittelyä vaativia vesiä, joiden vaikutus oli hetkellisesti havaittavissa myös Talvijoen nikkelin ja sinkin pitoisuuksissa. Pitoisuusnousu havaittiin Terrafamen omassa käyttötarkkailussa helmikuussa, jonka jälkeen Talvijokeelta on haettu näytteitä tarkkailuohjelman mukaisesti 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, joissa havaittiin kohonneita metallipitoisuuksia. Edellä mainitun havainnon jälkeen valumavedet on ohjattu joko bioliuotuskiertoon tai käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle.

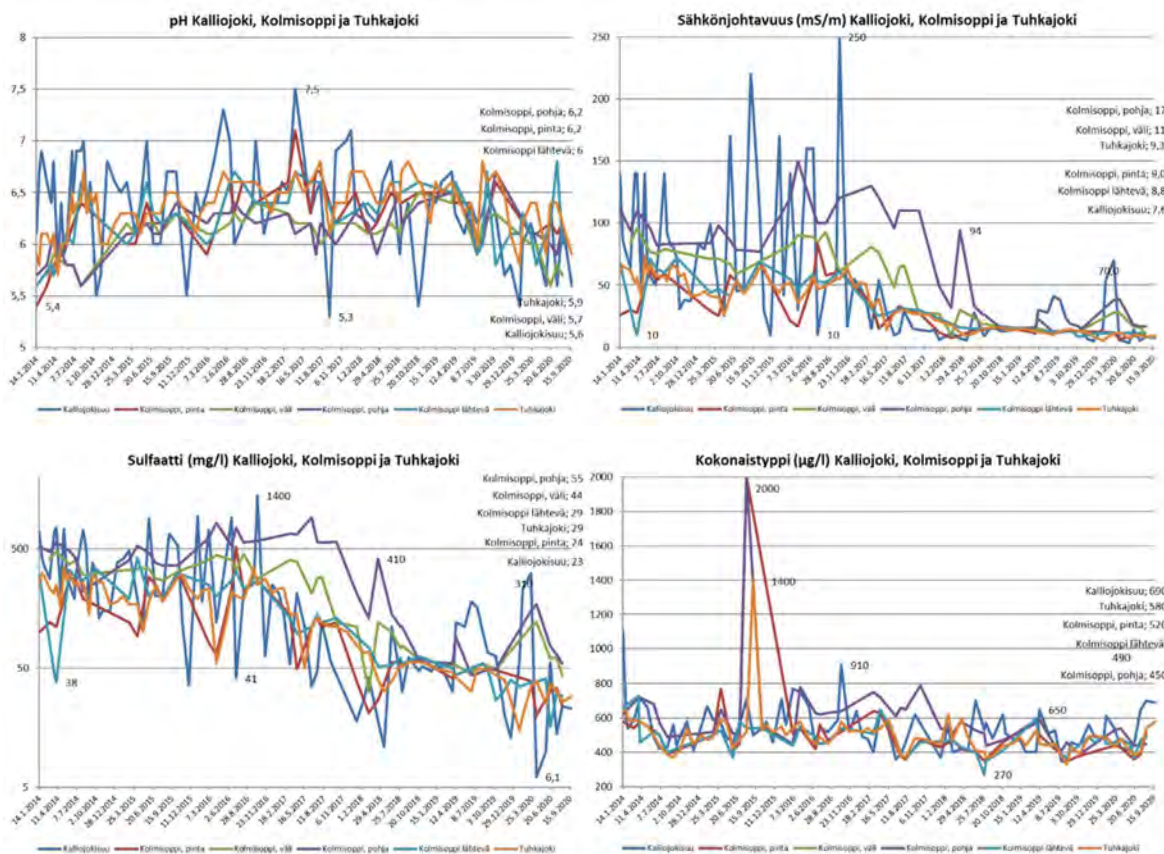


Kuva 3-5. Talvijoen nikkeli- ja sinkkipitoisuudet vuodesta 2014 alkaen.

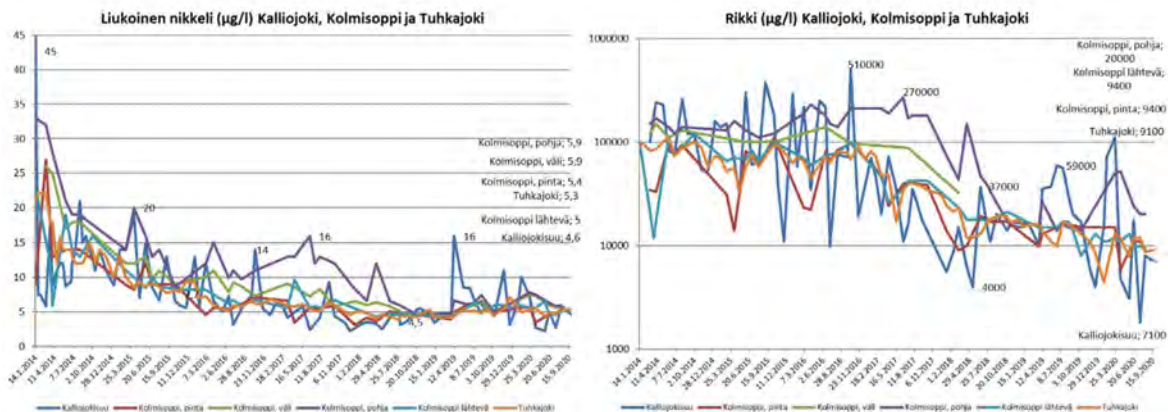
3.2.5 Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki

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 helmikuuhikuussa, mutta laskeva trendi luonnehtii edelleen sulfaatti- ja alkalimetalli- mukaan lukien rikkipitoisuuksia sekä johtavuutta. Nikkelipitoisuudet ovat laskeneet jo lähelle alueen taustatasoja. (Kuva 3-6)

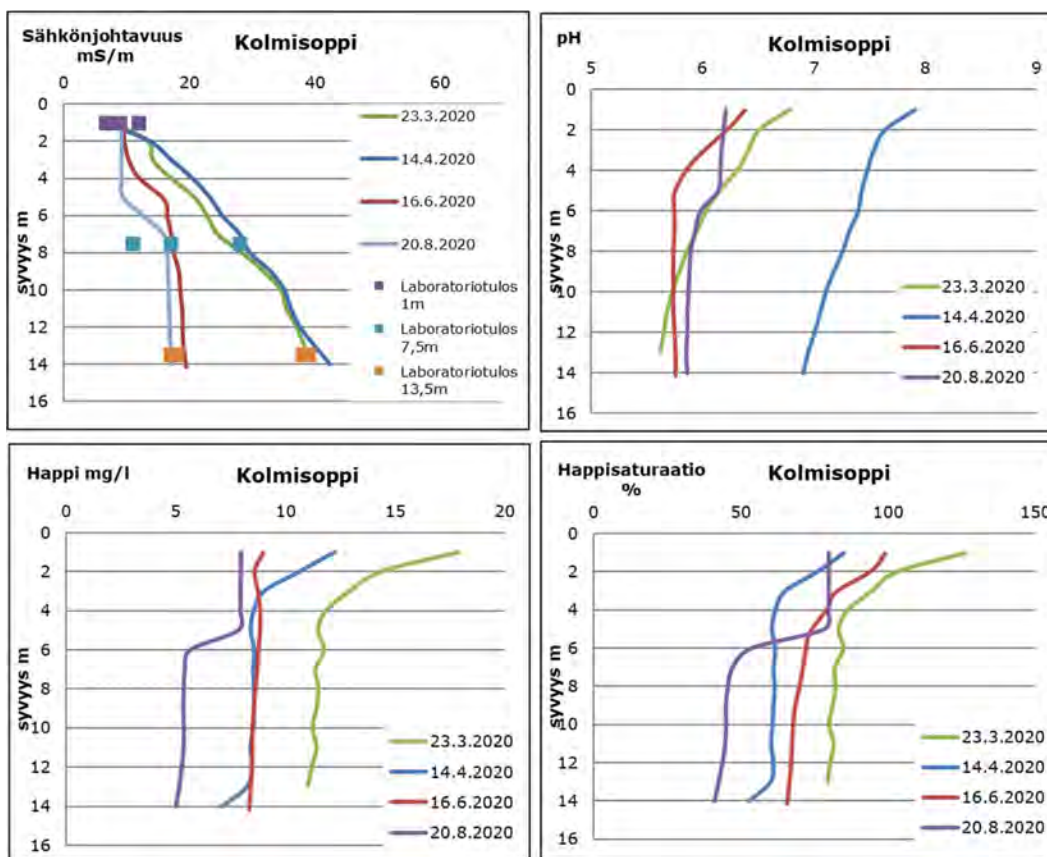


KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-6. Kalliojoen, Kolmisopen ja Tuhkajoen keskeiset tulokset vuodesta 2014 alkaen. Huomaa kuvaajien logaritmiset asteikot.

Kolmisopelta tehdään myös kenttämittauksia näyteenottojen yhteydessä. Kuvassa 3-7 on esitetty vuoden 2020 kenttämittausten tulokset. Kenttämittausten ja analyysitulosten mukaan Kolmisopen vesi on melko tasalaatuista koko vesipatsaan osalta. Elokuun mittauksissa havaittiin happipitoisuuden lasku noin viiden metrin syvyydeltä alaspäin, sama muutos on havaittu myös edellisinä vuosina loppukesästä. Ilmiön taustalla on todennäköisesti kasviplanktonlevät tai syanobakteerit, jotka vapauttavat happea päällysvesiin mutta eivät enää menesty syvemmällä.

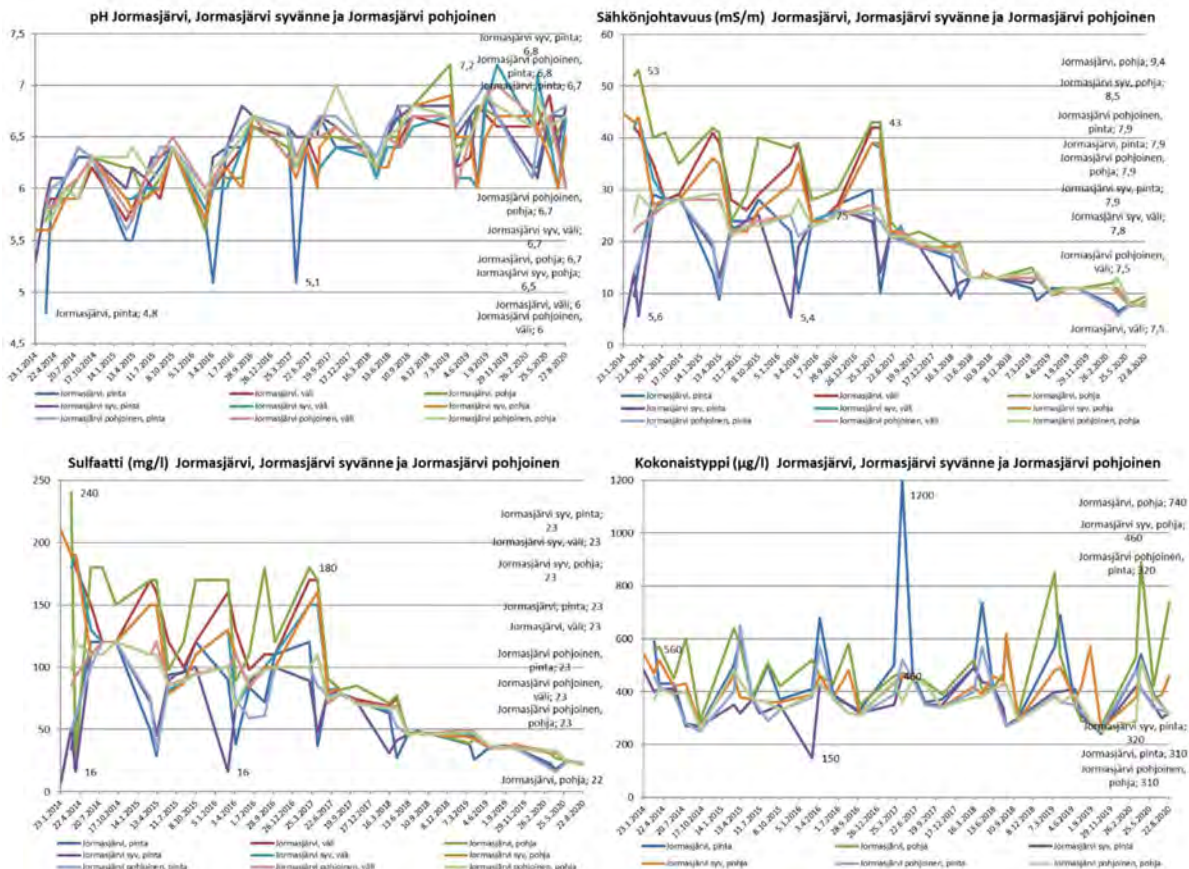


Kuva 3-7. Kolmisopen kenttämittausten tulokset vuodelta 2020. Sähkönjohtavuuskuvaajassa on esitetty myös laboratoriotulokset samaisilta kierroksilta.

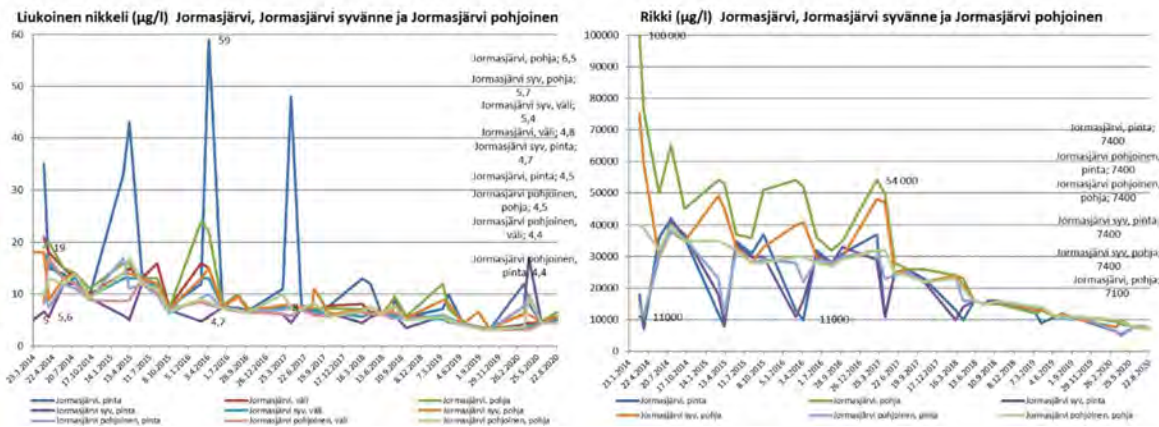
3.2.6 Jormasjärvi

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

Jormasjärven tulokset olivat tavanomaisia kolmannella kvartaalilla. Sulfaatin sekä metallipitoisuuksien laskevat trendit jatkuivat edelleen ja pH-arvot ovat tasoittuneet tasolle 6,5. Edellä mainitut parametrit ovat palautumassa lähelle taustapitoisuuksiaan vuosien 2014/2015 huippupitoisuuksista. 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 myös ero päänlys- ja alusveden välillä on pienentynyt ja Jormasjärvellä ei ole havaittavissa näiden parametrien mukaan kerrostuneisuutta. Elokuun kierroksen aikaan syyskierto ei ollut vielä alkanut ja pohjanäytteiden happitilanne oli heikko eteläisellä ja syvänteen pisteellä, pohjoisen pisteen alusveden happitilanne on ollut hyvä/kiitettävä (saturaatio 86%). (Kuva 3-8)



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



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

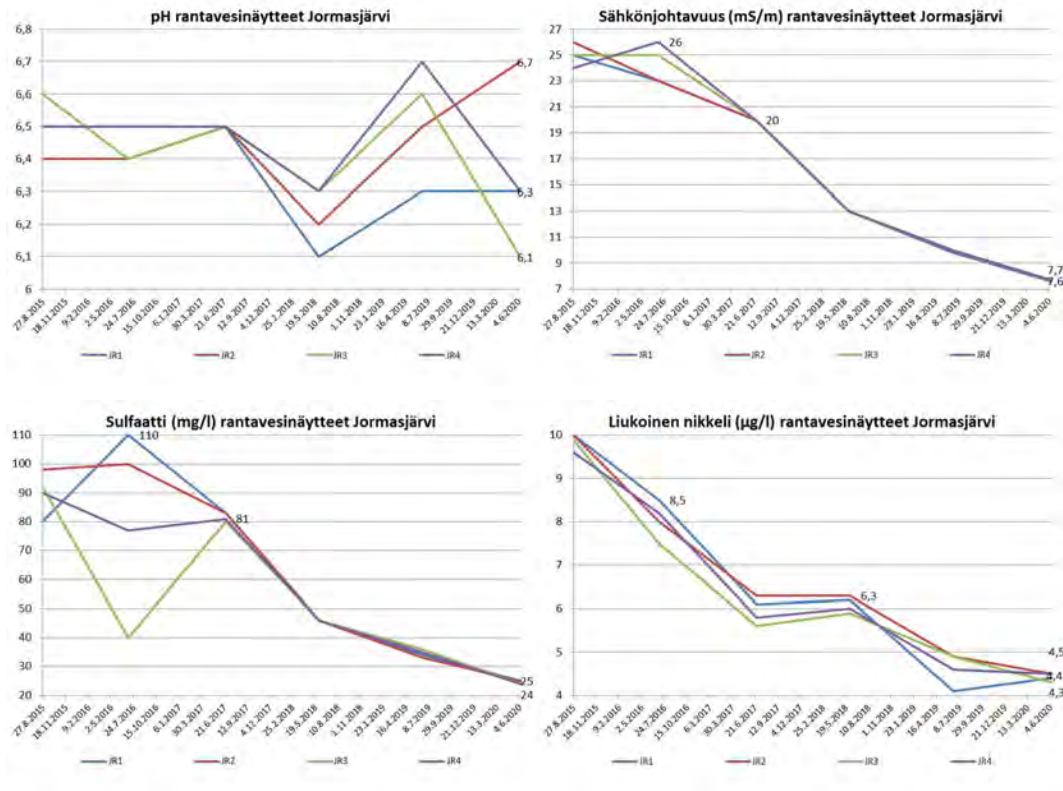
Osana Nuasjärven purkupuutken tarkkailua Jormasjärven syvänepestieellä on ollut syksystä 2015 lähtien käytössä automaattinen mittausasema, joka seuraa lämpötilaa, sähkönjohtavuutta ja pH:ta 1 metrin syvyydessä sekä pohjanläheisessä vesikerroksessa. Mittausaseman avulla voidaan seurata, miten vesien johtaminen purkupuutken 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 Jormasjärvelle juoksetettiin edellisvuosia 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 kesäkuusta 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.

Jormasjärven rantavesinäytteitä haetaan kesäisin neljältä havaintopisteeltä. Vedenlaatu on parantunut lineaarisesti vuodesta 2017 alkaen, kesäkuussa 2020 esimerkiksi nikkelpitoisuudet ovat jo lähellä taustapitoisuuksiaan. Seuraava näytteenotto pisteillä on kesällä 2021. (Kuva 3-10)



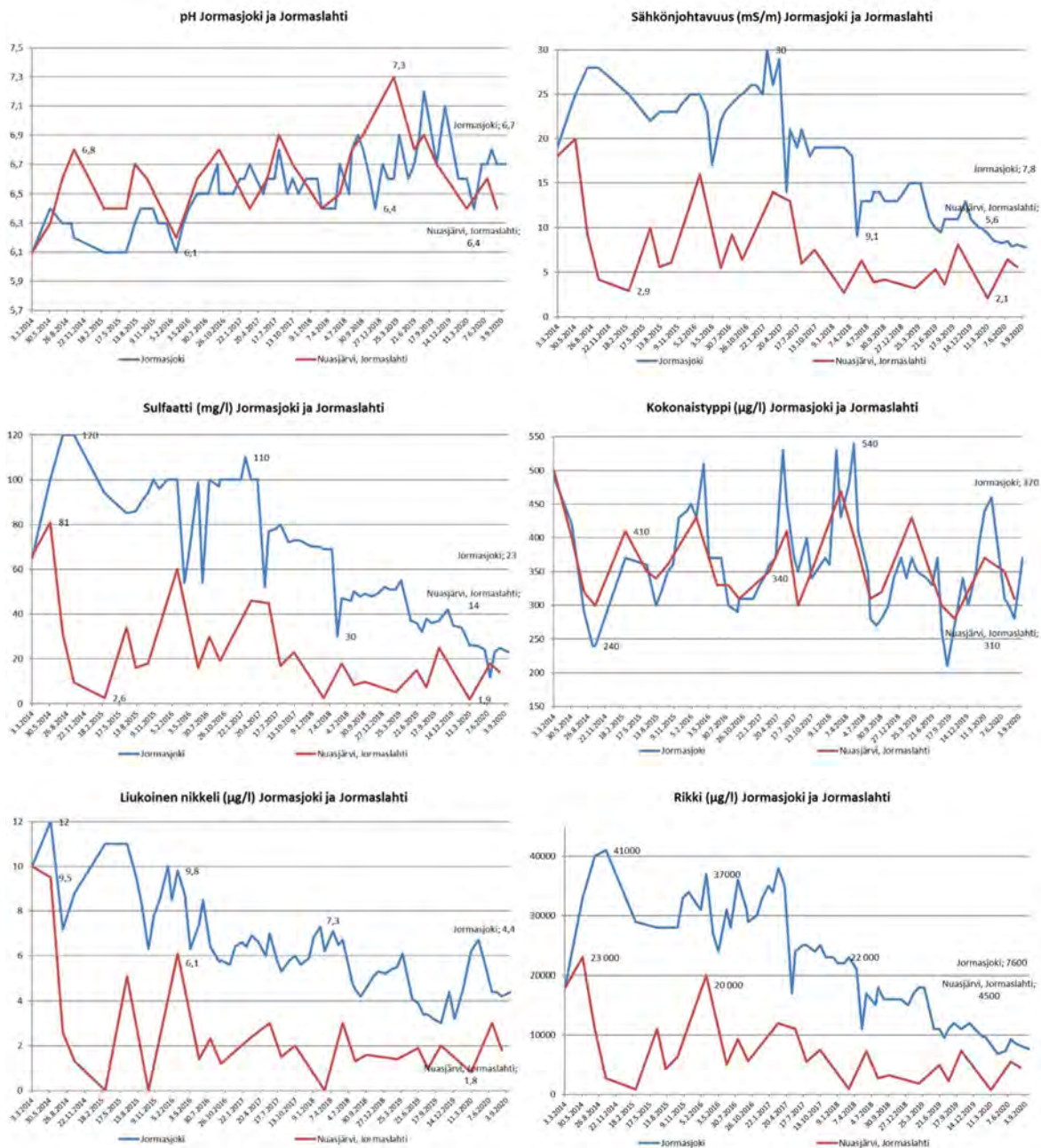
Kuva 3-10. Jormasjärven rantavesinäytteiden tuloksia elokuusta 2015 alkaen.

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. Jormasjoella mm. sulfaatti-, nikkeli- ja rikkipitoisuudet, sekä sitä kautta sähkönjohtavuus ovat edelleen laskussa. (Kuva 3-11)

Jormaslahdelta näytteitä haetaan neljästi vuodessa maaliskuu-, kesä-, elokuu- ja lokakuussa. Jormaslahden vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna, pitempiäaikainen sulfaatti- sekä metallipitoisuuksien tasoittuminen jatkuivat myös tällä pisteellä. (Kuva 3-11)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-11. Jormasjoen ja Jormaslahden vesinäytteiden tulokset vuodesta 2014 alkaen.

3.2.8 Rehja-Nuasjärvi

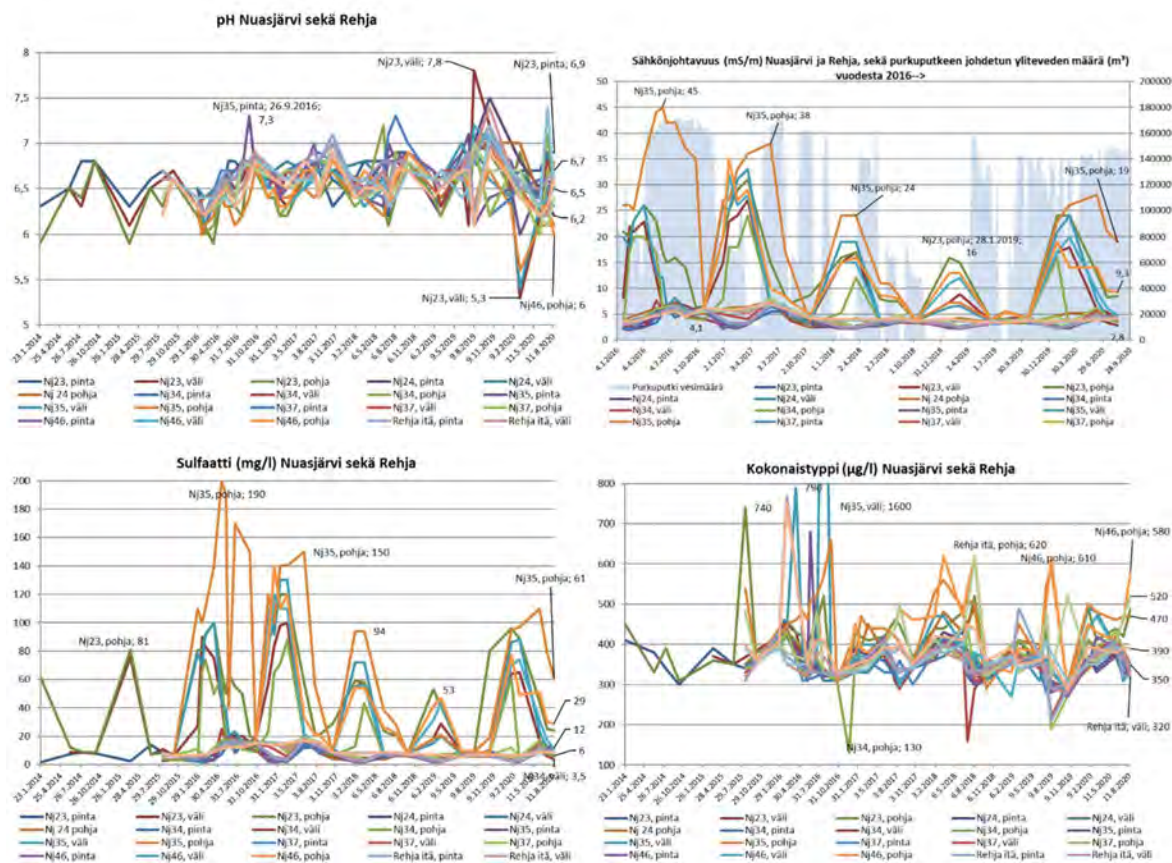
Rehja-Nuasjärven vedenlaatua tarkkaillaan kaikkiaan kahdeksalta (yhdeksältä) tarkkailupisteeltä (Nj23, Nj24, Nj34, Nj35, Nj37, Nj46, (Jormaslahti) Rehja Itä ja Reh135) sekä kolmelta purkuputken lisätarkkailuun kuuluvalta pisteeltä (Nj23-1, Nj34-1 ja Nj35-1). Aikaisemmin Jormaslahden tulokset on esitelty edellisessä luvussa Jormasjoen yhteydessä. Jormaslahti on matala, vesisyvyys noin 2 metriä, kun muut Nuasjärven ja Rehjan näytepisteiden vesisyvytydet ovat välillä 7-42 metriä. Kaikilla Nuasjärven ja Rehjan tarkkailupisteillä tehdään kenttämittaukset näytteenottojen yhteydessä. Nuasjärvi kuuluu myös Lahnaslammen kaivoksen

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020

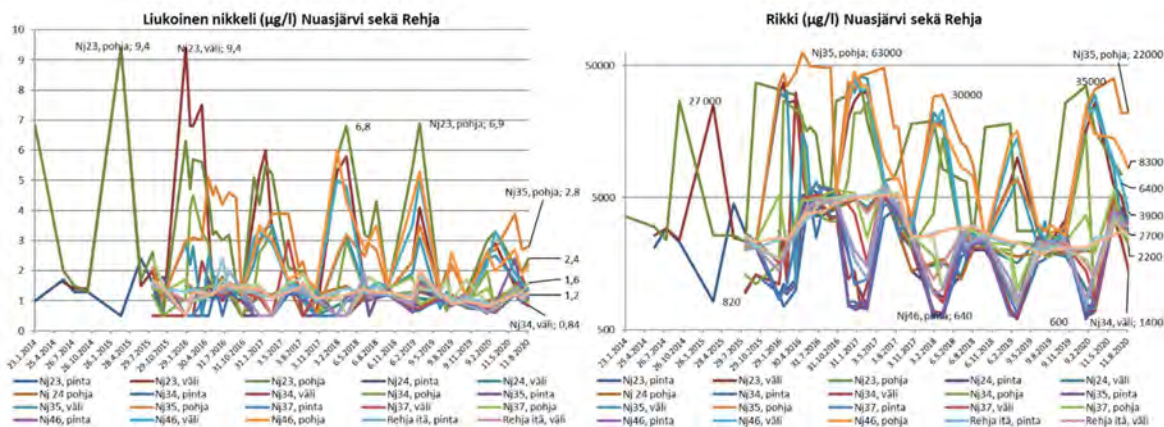
vaikutusalueelle ja Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Rehja-Nuasjärven alueella on myös kolme automaattista vedenlaadun mittausasemaa.

Vesinäytteiden tulokset

Kuvassa 3-12 on esitetty osa keskeisimmistä parametreistä. Kuvaajista on yleisesti nähtävissä vuodenvaihtelun perustuvat pitoisuusvaihtelut sekä 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) purkuputkeen 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 pääosin tavanomaisia, pH-arvojen hetkittäinen mutaman kymmenyksen lasku maaliskuussa pisteillä Nj23 ja Nj35 palautui heti seuraavalla kierroksella. (Kuvat 3-12 ja 3-13)

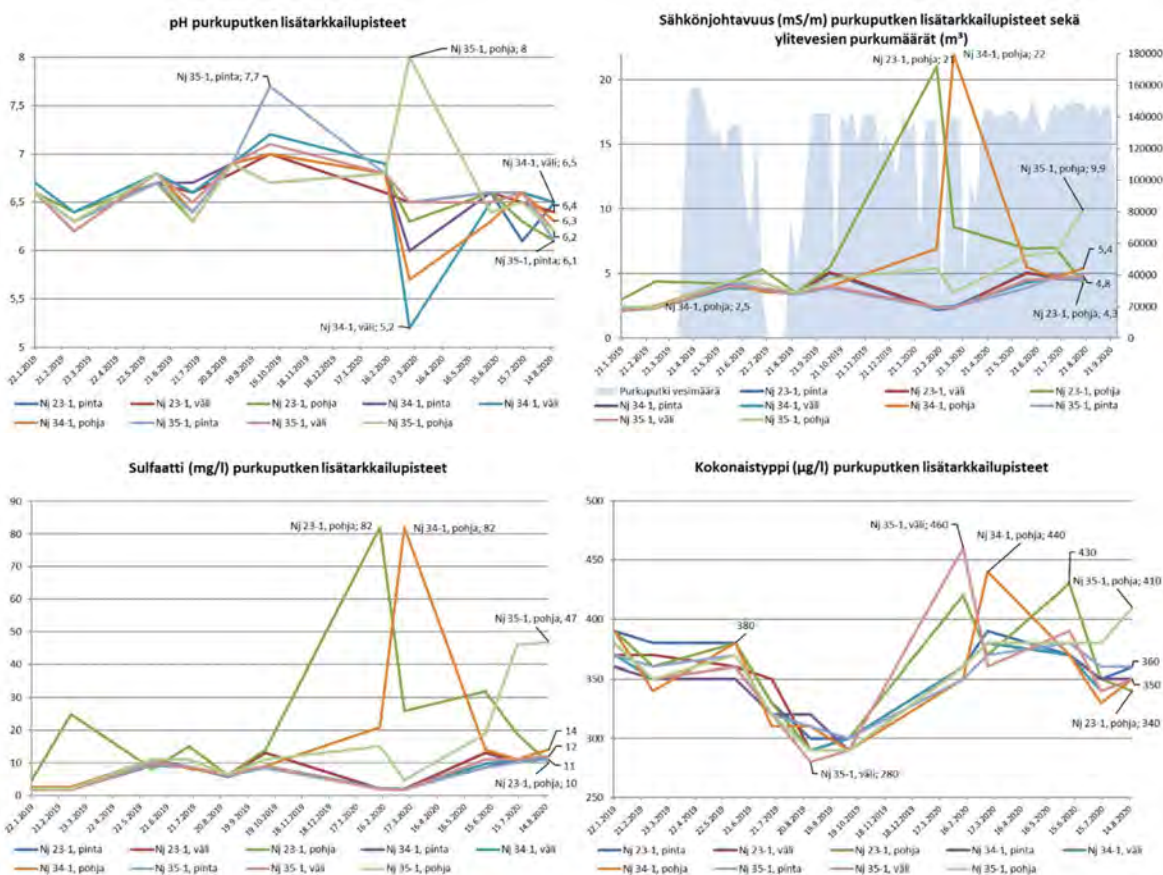


KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020

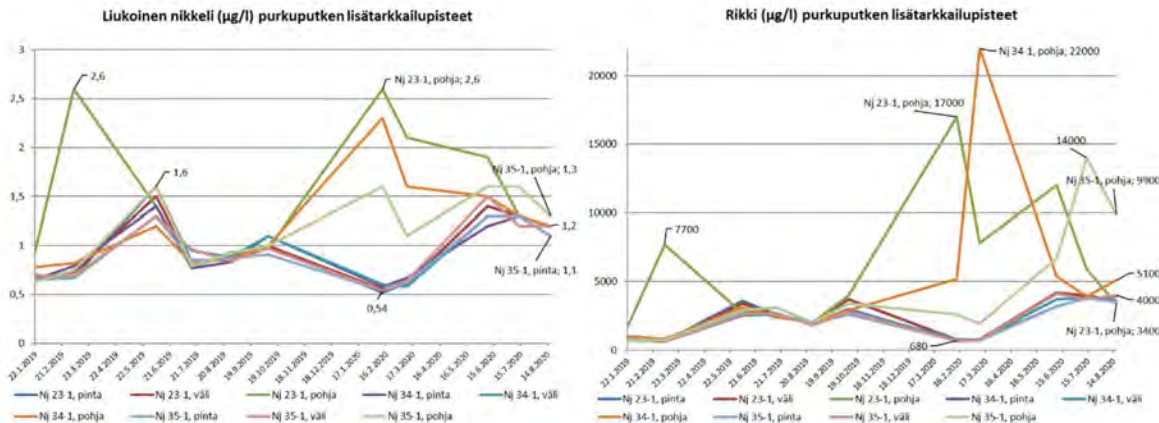


Kuva 3-12. Nuasjärven ja Rehjan vesistö tarkkailupisteiden tuloksia. Sähköjohtavuuskuvaajassa on esitetty myös purkputkeen johdettavien juoksutusvesien määrät viikkotasolla. Pisteeltä Nj23 tulokset vuoden 2014 alusta ja pisteeltä Nj46 lokakuusta 2016 alkaen, muilta tarkkailupisteiltä tulokset elokuusta 2015 alkaen. Huomaa rikkikuvaajan logaritminen asteikko.

Vuoden 2019 alusta alkaen purkputken tarkkailua laajennettiin kolmella lisätarkkailupisteellä. Piste Nj23-1 sijaitsee veden virtausreitillä purkputkesta kohti näytenpistettä Nj23. Pisteet Nj34-1 ja Nj35-1 sijaitsevat purkputken pään itäpuolisen matalikon reunamilla kohti pisteitä Nj34 ja Nj35 meneviä virtauksia. Uusilta pisteiltä otetaan vesinäytteitä ja tehdään kenttämittaukset tammi-, maalisk-, kesä-, heinä-, eloku- ja lokakuussa. Tammikuun huonojen jääolosuhteiden vuoksi tammikuun näytteet pystyttiin noutamaan vasta helmikuussa. Aikaisemmassa kappaleessa mainitut juoksutusvesien vaikutukset ovat havaittavissa myös näillä pisteillä, nopeiten yleiset muutokset on havaittavissa pisteellä Nj35-1.



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-13. Purkuputken lisätarkkailupisteiden tuloksia tarkkailun alusta lähtien. Sähkönjohtavuuskuvaajan yhteydessä myös purkuputken juoksutusvesien määrät kuvattu.

Kenttämittaukset vesinäytteiden yhteydessä

Kolmannella kvartaalilla kenttämittaukset tehtiin kaikilla Nuasjärven ja Rehjan pisteillä sekä kymmenellä leviämiskartoituspisteellä elokuussa, kolmella purkuputken lisätarkkailupisteellä mittaukset suoritettiin sekä heinä- että elokuussa. Kuvassa 3-14 on esitetty velvoitetarkkailupisteiden sekä purkuputken lisätarkkailupisteiden kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset.

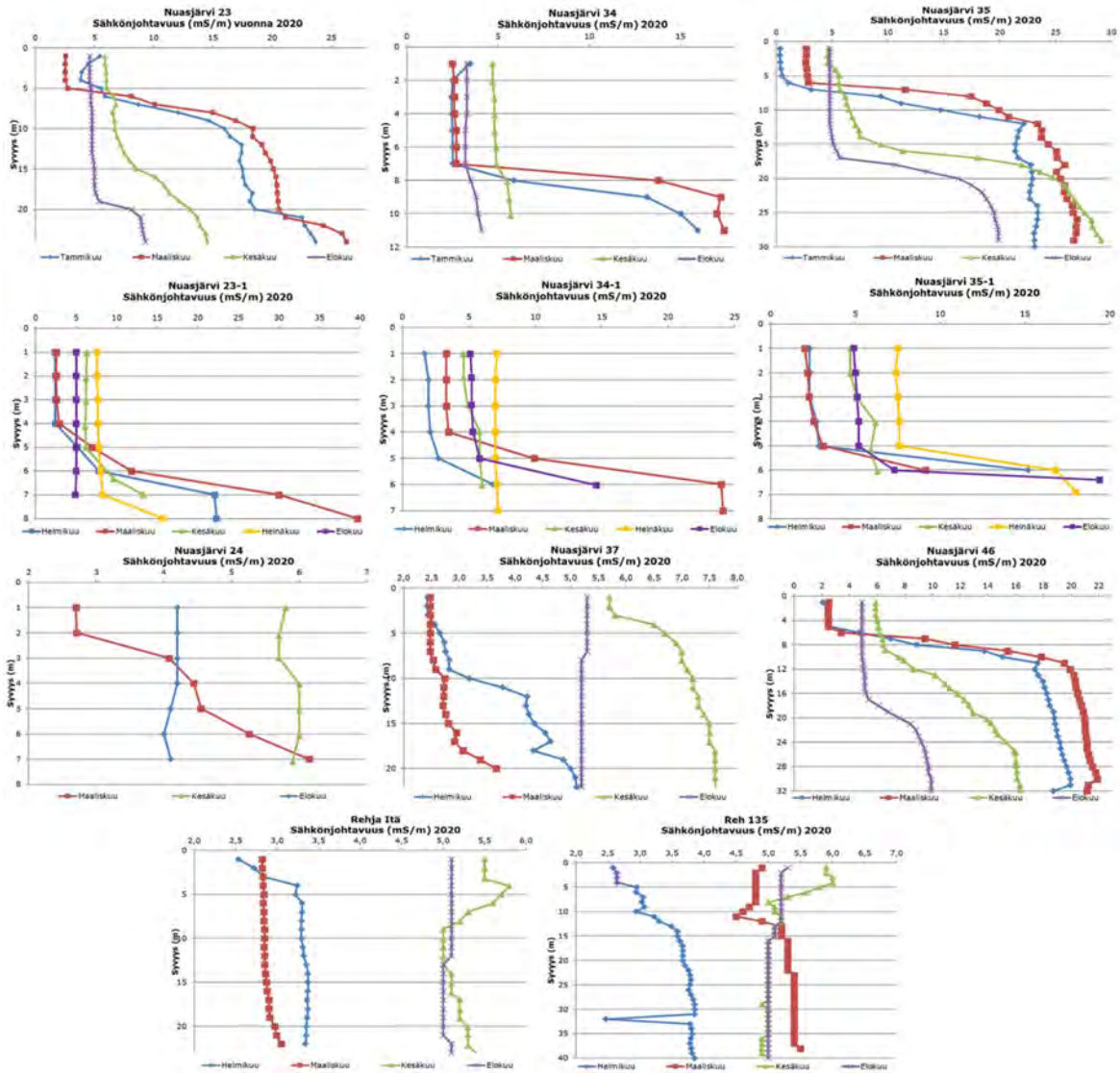
Tarkkailupisteellä Nj23 sähkönjohtavuudet olivat n. 5 mS/m 19 metrin syvyyteen asti. Noin 20 metrin syvyydellä oli havaittavissa harppauskerros, kuten tammi- ja maaliskuussa, jossa johtavuudet nousivat tasoon n. 9 mS/m. Johtavuudet mukailevat pistettä kohden suuntautuvien virtaamien johtavuuksiin. (Kuva 3-14)

Tarkkailupisteellä Nj34 havaittiin tammi- ja maaliskuussa jyrkkä harppauskerros n. 7 metrin syvyydellä. Kesä- ja elokuussa vastaavaa kerrosta ei havaittu. Lisätarkkailupisteellä Nj34-1 elokuussa johtavuudet nousivat pohjan tuntumassa, heinäkuussa johtavuus oli tasainen läpi koko vesipatsaan. (Kuva 3-14)

Tarkkailupisteellä Nj35 tammi- ja maaliskuussa havaittu harppauskerros n. 10 metrin syvyydeltä oli kesäkuussa painunut syvyydelle 15-18 metriä ja edelleen elokuussa syvyydelle 18-20 m (Kuva 3-14). Vastaava kehitys on ollut havaittavissa myös edellisinä vuosina juoksutusvesien purkamisen jälkeen.

Tarkkailupisteellä Nj46 kesän myötä vesipatsaan kerrostuneisuus on pienentynyt, mutta samalla päälyysvesikerrosten johtavuudet ovat hieman nousseet. Rehjan tarkkailupisteillä johtavuudet olivat tavanomaisia, eikä kerrostuneisuutta ollut havaittavissa kenttämittauksissa. (Kuva 3-14)

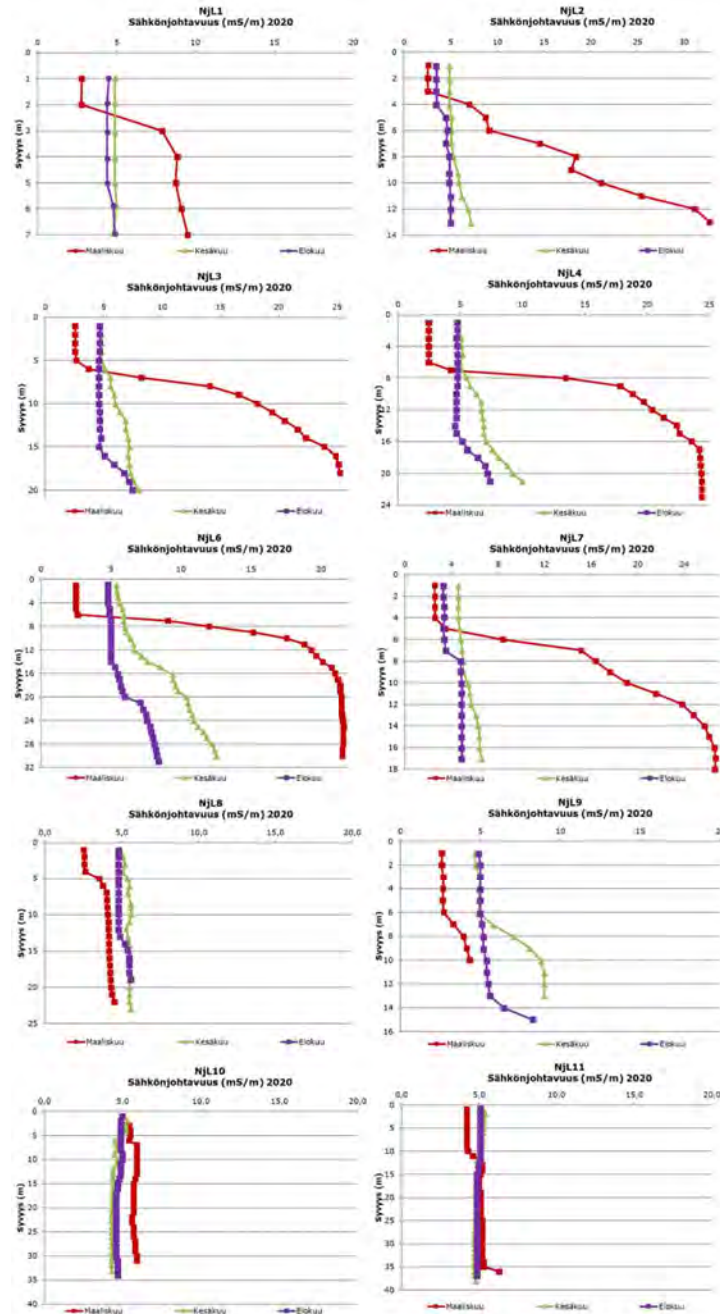
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-14. Nuasjärven ja Rehjan normaalitarkkailun sekä purkupuutken lisätarkkailun kenttämittausten sähkönjohtavuudet vuodelta 2020.

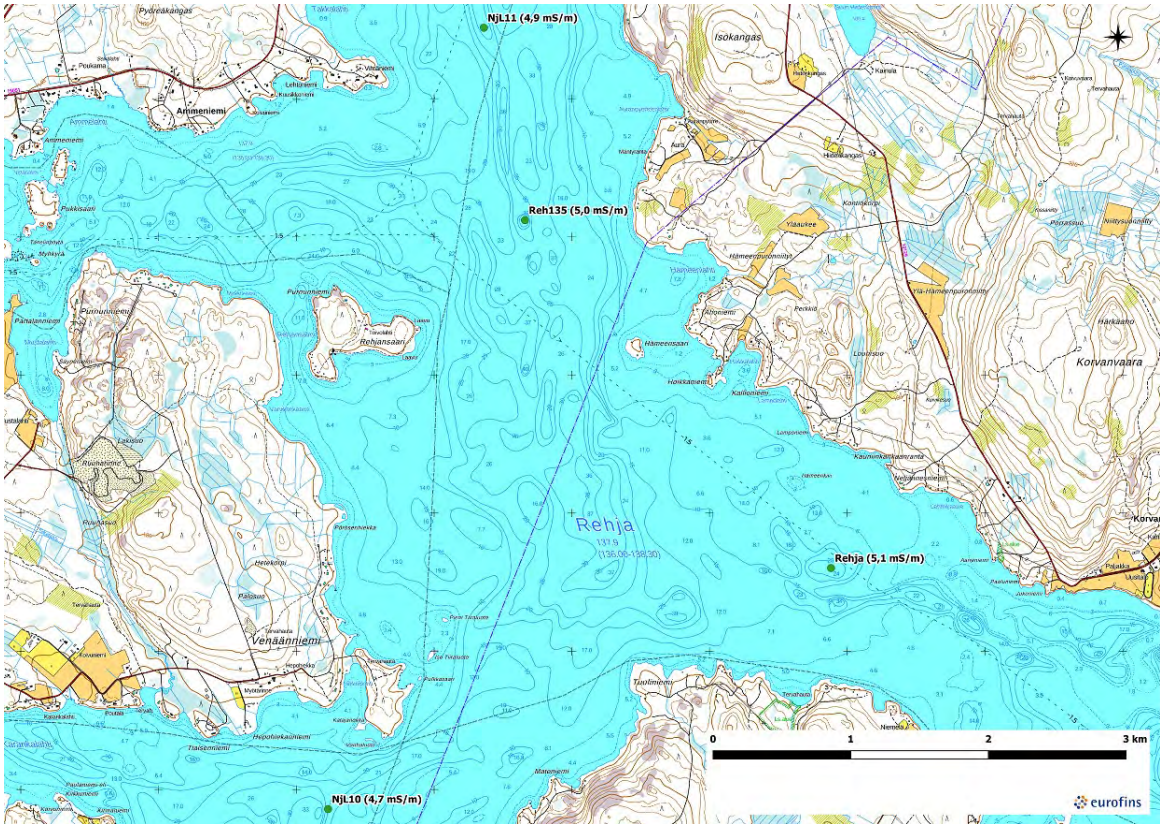
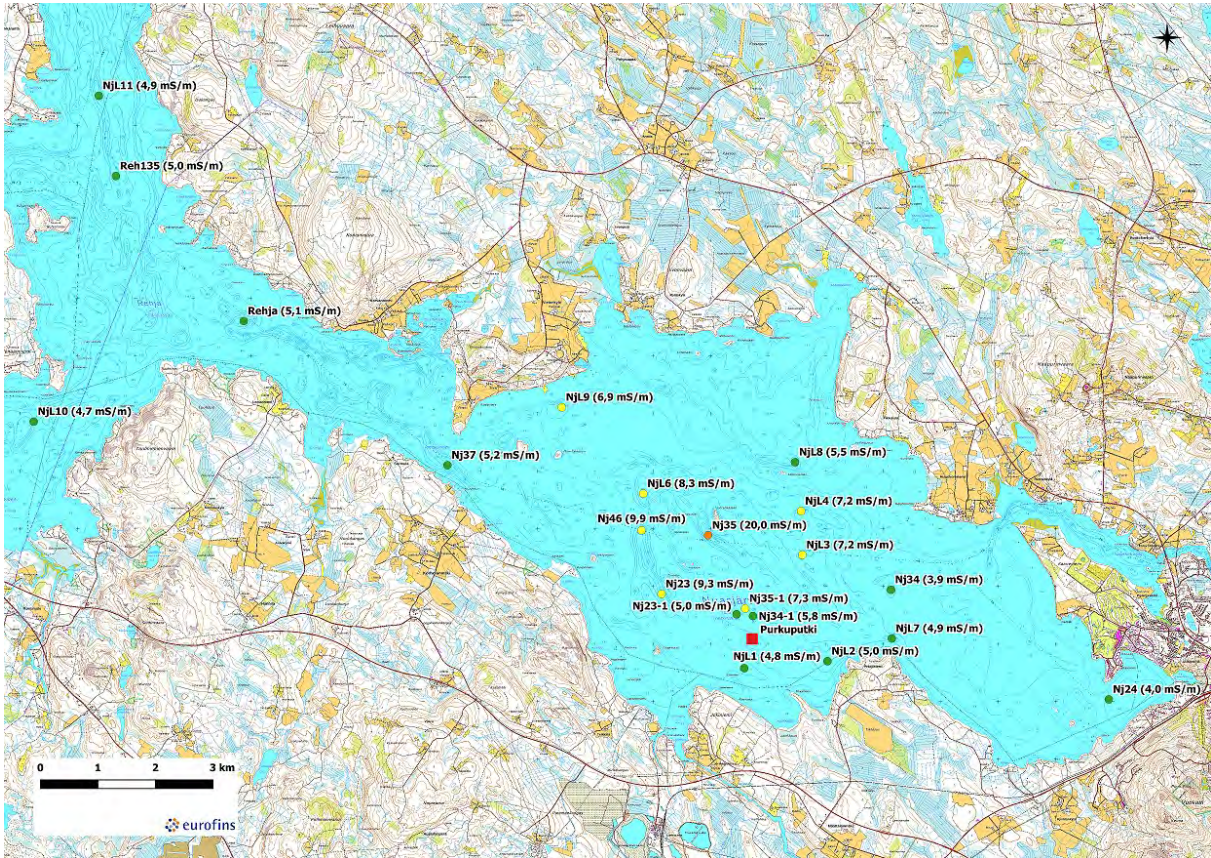
Leviämiskartoitusta varten suoritettujen kenttämittaukset

Nuasjärven purkupuutken tarkkailuun liittyvän purkuveden leviämiskartoituksen kenttämittauksia on tehty vuonna 2020 maaliskuussa, kesä- ja elokuussa. Kuvassa 3-15 on esitetty leviämiskartoituspisteiden sähkönjohtavuudet. Avoveden ja kevätkierron myötä maaliskuussa havaittuja selviä harppauskerroksia purkupuutkea lähimmillä pisteillä ei ollut havaittavissa kesä- tai elokuussa. Pisteillä NJI8 ja NJL9 johtavuudet nousivat hieman kesäkuussa ja olivat elokuussa suurin piirtein samaa tasoa, kummallakin pisteellä oli havaittavissa harppauskerros noin 14 metrin syvyydellä. Johtavuudet ovat kuitenkin edelleen pieniä. (Kuva 3-15)

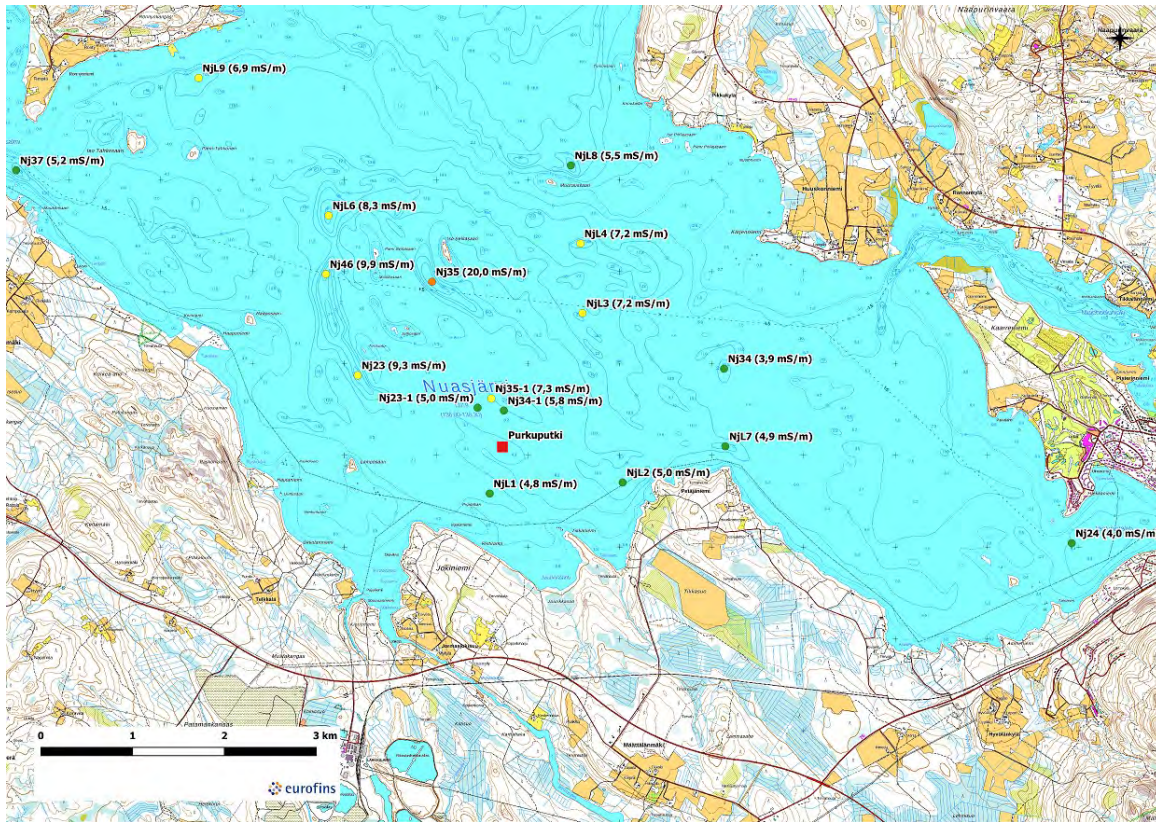


Kuva 3-15. Leviämiskartoitusta varten tehtyjen kenttämittausten sähkönjohtavuudet 2020. Huomaa joidenkin kuvaajien suurempi skaalaus, perusasteikko x-akselilla 0-20 mS/m.

Kaikkien Nuasjärven tarkkailupisteiden, joilta tehdään kenttämittauksia, sijainnit sekä sähkönjohtavuudet metrin etäisyydellä pohjasta on esitetty alla olevilla kartoilla (Kuva 3-16). Maaliskuussa purkuputken 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 juoksuvesien vaikutus oli suuntautunut luoteiseen kohti Nuasjärven syvänpisteitä Nj23, Nj35, Nj46 ja NjL6, sekä edellä mainituilta pisteiltä luoteeseen olevilla pisteille NjL9 ja Nj37. Elokuussa oli vielä havaittavissa sama suuntaus, tosin johtavuudet olivat laskussa kaikilla tarkkailupisteillä, joilla oli kesäkuussa havaittavissa juoksuvesien vaikutus.



KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-16. Nuasjärven ja Rehjan elokuun 2020 kenttämittausten sähköjohtavuustulokset metrin korkeudelta pohjasta. Yllänä aluekartta, alla osasuurennot.

Jatkuvatoimiset mittaukset

Osana purkupuutken tarkkailua Nuasjärvellä on ollut käytössä syksystä 2015 lähtien kaksi (Nj34, Nj46) ja Rehjassa yksi (Rehja itä) automaattinen mittausasema, joka seuraa lämpötilaa, sähköjohtavuutta 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 jäätälanteen vuoksi.

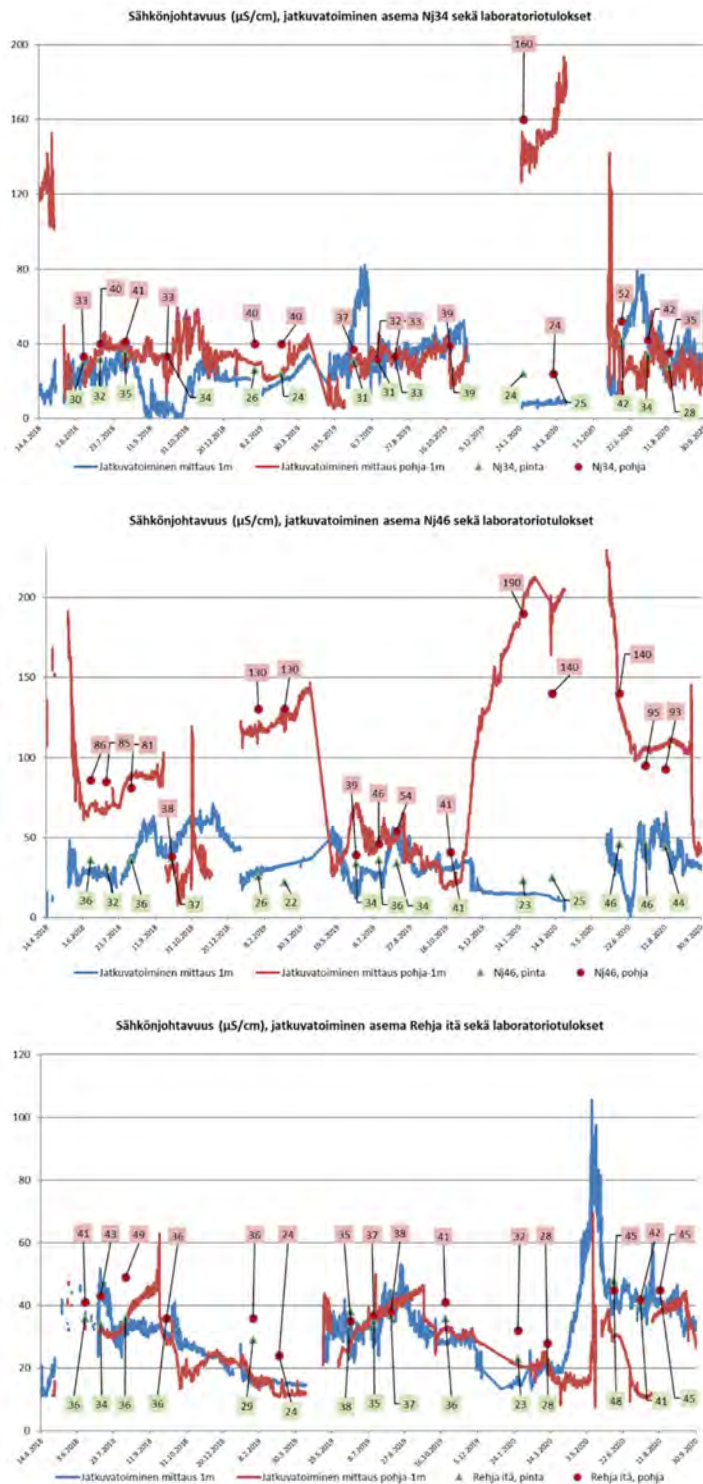
Nuasjärven itäisellä mittauspisteellä Nj34 näkyy juoksutusvesien suuremmat purkumäärät talvella 2020 myös tässä aineistossa. Mittari rikkoontui marraskuussa 2019 ja saatiin uudelleen toimimaan tammikuussa 2020, tässä välissä alusvesien johtavuudet olivat nousseet tasolta n. 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (3mS/m) tasolle >120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (12 mS/m). Johtavuudet tippuvat sulamiskauden sekä kevätkierron myötä takaisin lähtötasolle kesäkuussa jossa johtavuudet ovat pysytelleet läpi kesän. Jatkuvatoimisen mittarin mukaan alusvesien johtavuudet olivat hienoisessa nousussa syyskuun lopussa. (Kuva 3-17)

Talven runsaammat juoksutusvedet olivat 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 laskivat alusvesissä mutta samalla nousivat päällysvesissä. Syyskuun loppupuolella syyskierron myötä vesipatsaan johtavuudet olivat tasaisia. (Kuva 3-17)

Mittauspisteellä Rehja itä, mahdollinen juoksutusvesien vaikutus on havaittavissa toukokuussa tasoltaan pienenä johtavuuksien nousuna päälly- sekä alusvesissä. Vastaavia nousuja on havaittu myös edellisinä

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020

kesinä, joten ilmiön taustalla voi olla myös muut ympäristössä olevat kuormituslähteet. Elo- ja syyskuussa johtavuudet olivat yhteneväisiä sekä päälly- että alusvesissä. (Kuva 3-17)

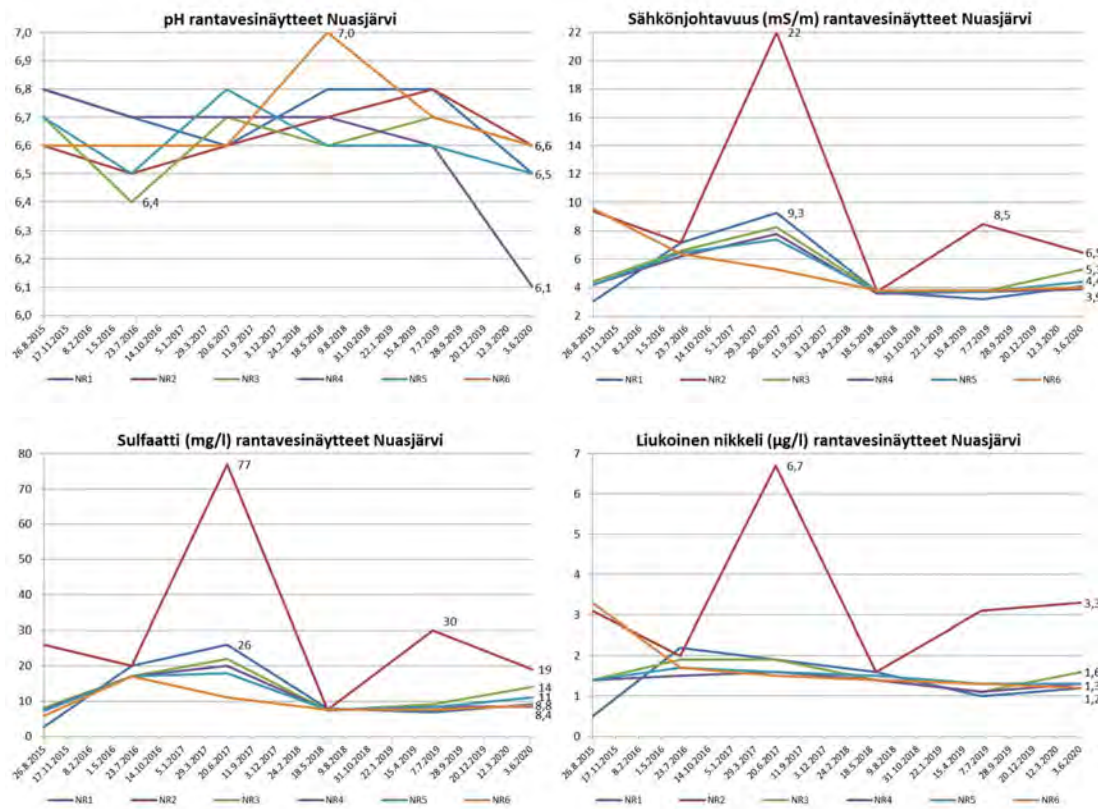


Kuva 3-17. Tarkkailupisteiden Nj34, Nj46 ja Rehja itä jatkuvatoimisen mittausaseman sähkönjohtavuudet huhtikuusta 2018 alkaen. Kuvaajassa esillä myös kronologisesti sidottujen vesinäytteiden sähkönjohtavuudet. Huomaa kuvaajassa sähkönjohtavuuden yksikkönä käytetty µS/cm. Jatkuvassa aineistossa on jonkin verran katkoksia, lähinnä jääolosuhteista johtuen.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020

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 syvämmässä vedessä alusveden pitoisuudet ovat yleensä korkeampia kuin päänlyyvedessä. 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.

Nuasjärven rantavesinäytteet haetaan kesäisin yhteensä kuudelta tarkkailupisteeltä. Vuonna 2020 näytteet haettiin kesäkuussa, näytteiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailutuloksiin. Tuloksissa on jonkin verran hajontaa mikä on ominaista rantavesinäytteenotolle, mm. tuuli voi aiheuttaa pitoisuuksien muutoksia matalilla rannoilla. (Kuva 3-18)

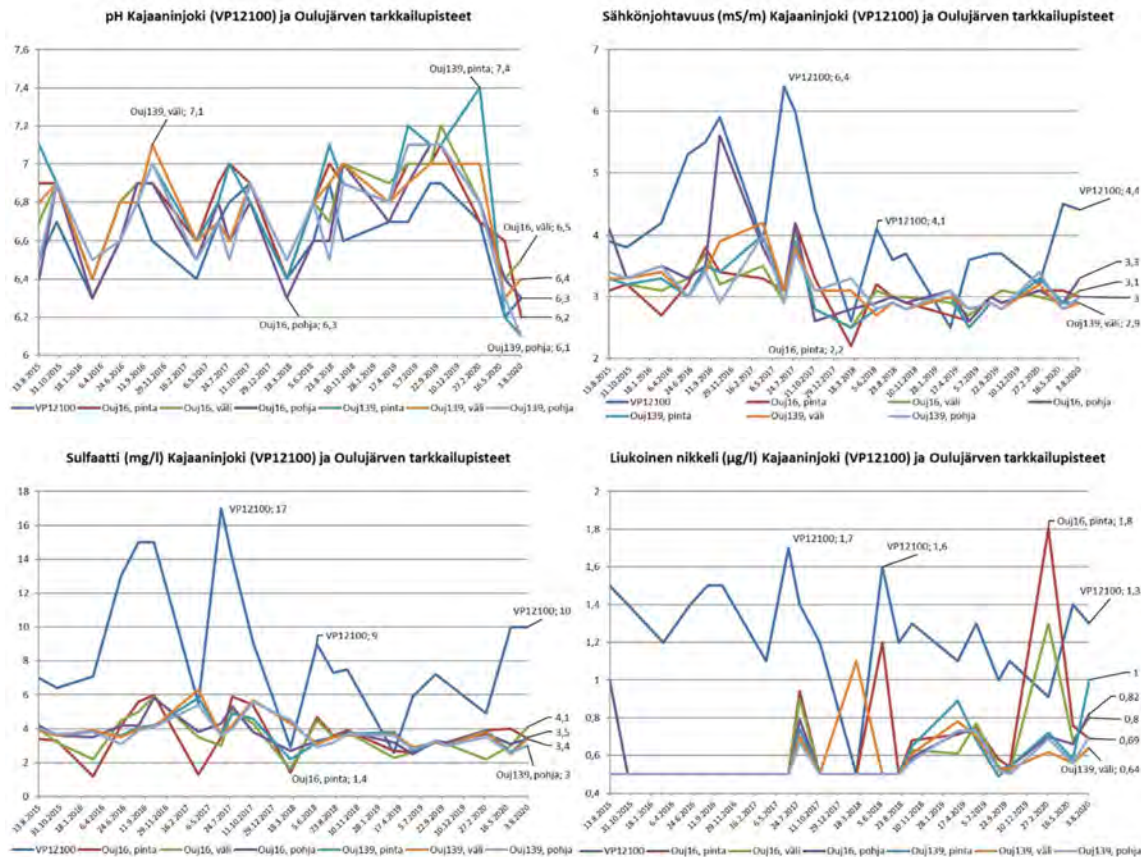


Kuva 3-18. Nuasjärven rantavesinäytteiden tulokset elokuusta 2015 alkaen.

3.2.9 Kajaaninjoki ja Oulujärvi

Kajaaninjoki (VP12100) otettiin mukaan, sekä Oulujärvelle lisättiin kaksi näytepistettä tarkkailuun vuonna 2015 Nuasjärven purkuputken 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 laboratorioissa voidaan määrittää nikkeli alle 1 µg/l tarkkuudella, mikä oli aikaisemmin määritysrajana. Yleisesti pitoisuudet ovat pieniä ja vaihtelut luontaisia (Kuva 3-19). Kenttämittauksissa ei ollut havaittavissa veden kerrostumista Oulujärvellä.

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-19. Kajaanjoen sekä Oulujärven pisteiden tuloksia tarkkailu alusta lähtien.

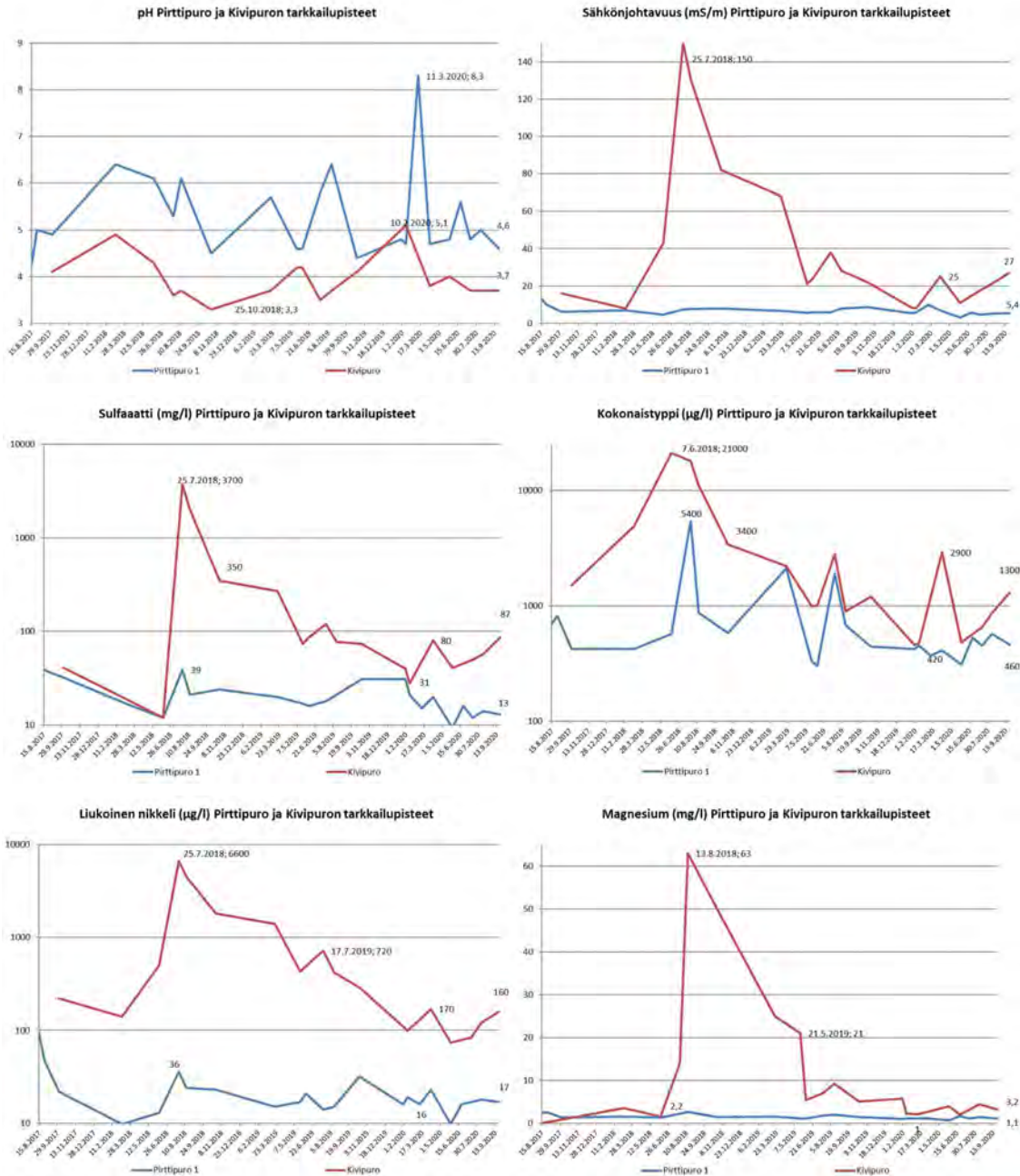
3.2.10 Pirttipuro ja Kivipuro

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 näytepisteen alapuolelle, jotta kontaminoituneet vedet eivät kulkeutuisi Talvijokeen. Vedet pumpataan padon yläpuolelta käsiteltäviksi siihen saakka, kunnes pitoisuudet ovat palautuneet tavanomaiselle tasolle.

Kivipuron näytteet tammi- ja helmikuussa 2020 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 3-20)

Pirttipurolle 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 vuoden 2020 osalta. (Kuva 3-20)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



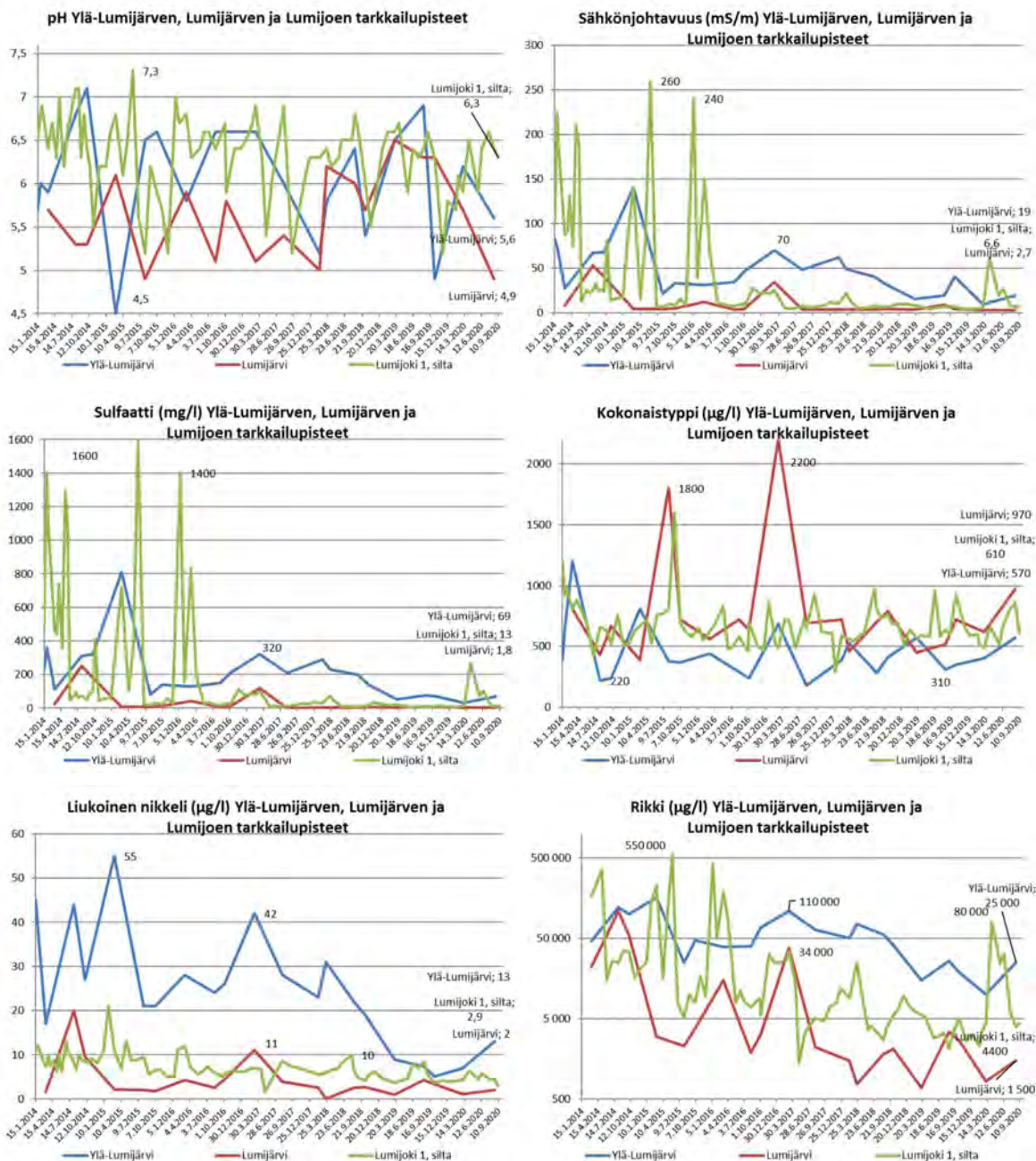
Kuva 3-20. Pirtti- ja Kivipuron tuloksia elokuusta 2017 alkaen. Huomaa logaritmiset asteikot.

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

Otsikon mukaisten pisteiden tulokset on esitelty kuvassa 3-21. Järviltä maaliskä elokuussa otettujen vesinäytteiden analyysitulokset olivat vuonna 2020 tavanomaisia. Vuoden 2020 juoksuotukset näkyivät Lumijoen huhtikuun tuloksissa pienenä pitoisuuspiikkinä lähinnä sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa sekä sähköjohtavuudessa, pitoisuudet olivat palautuneet elokuuhun mennessä. Edellisiin juoksuotuksiin vuodelta 2016 verrattaessa muutokset olivat pieniä. (Kuva 3-21)



Kuva 3-21. Lumijärvien sekä Lumijoen tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen. Huomaa rikkikuvaajan logaritminen asteikko.

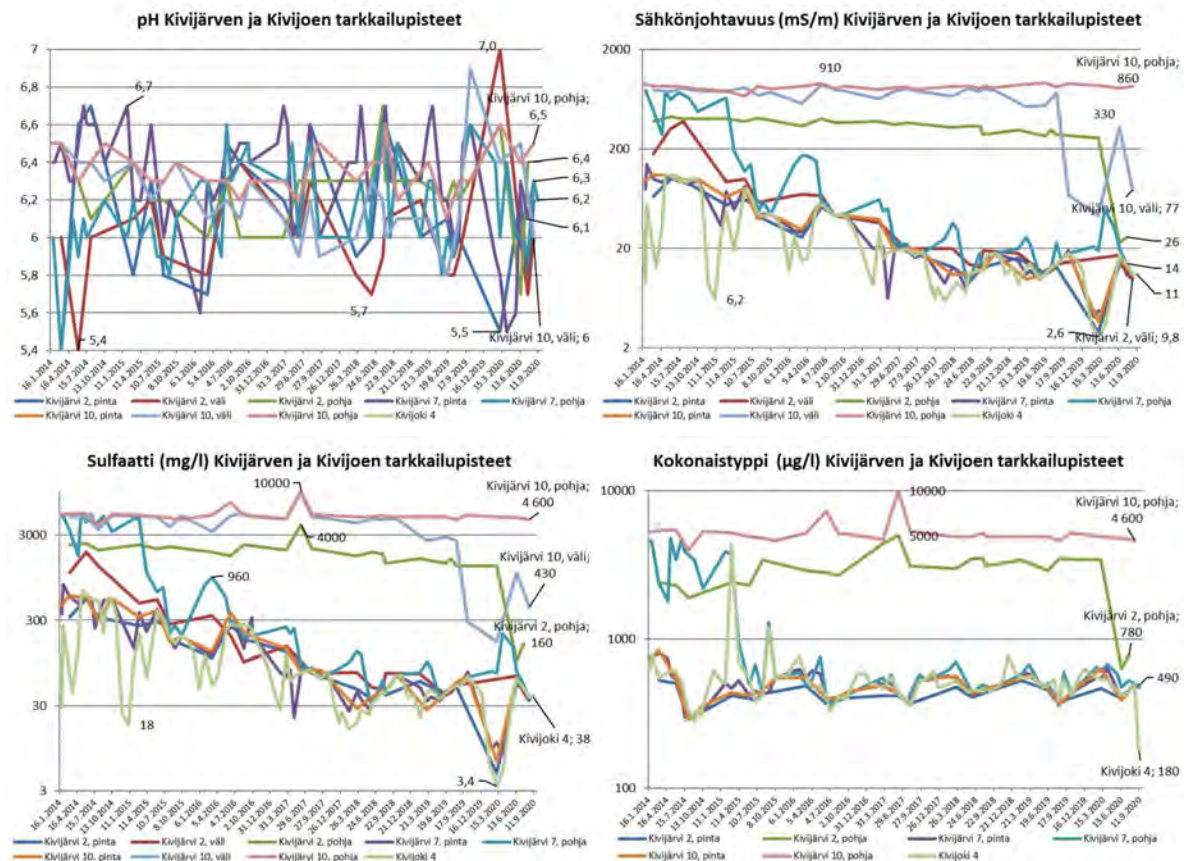
3.3.2 Kivijärvi sekä Kivijoki

Kivijärvellä vedenlaatua seurataan kaikkiaan kolmella pisteellä, joiden näytteenottotiheys 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. (Kuva 3-22)

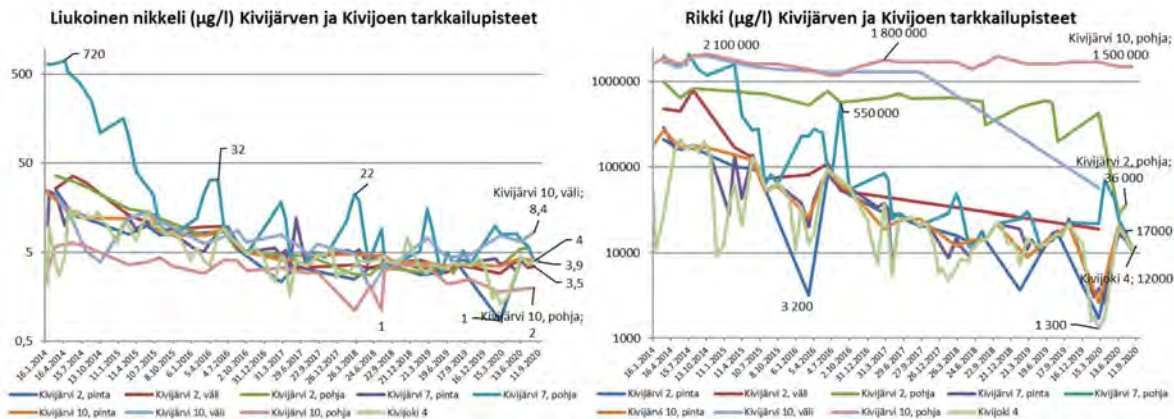
Laskua on havaittavissa myös tarkkailupisteellä Kivijärvi 10, jossa vesi on tulosten mukaan voimakkaasti kerrostunutta, kerrostuneisuus korostui vuosina 2016-2018 pintaveden pitoisuuksien laskun myötä. Vuodesta 2019 alkaen erityisesti kyseisen pisteen väliveden pitoisuudet ovat olleet laskussa, jossain vaiheessa trendit korostuvat myös alusvesissä. (Kuva 3-22)

Pisteen Kivijärvi 2 väli- ja alusvesien tulokset ovat laskeneet jyrkästi vuonna 2020. Päälylly- sekä välivesien tulokset ovat tällä hetkellä käytännössä yhteneväisiä keskeisten parametrien osalta. Alusvesissä esimerkiksi sähkönjohtavuus (26 mS/m) on vielä noin kaksinkertainen pintavesien johtavuuteen (10 mS/m) verrattaessa, mutta alusvesien johtavuudet olivat vielä kesäkuussa tasolla 260 mS/m ja laskeva suuntaus on edelleen havaittavissa. (Kuva 3-22)

Kevään juoksutusvesien vaikutus on havaittavissa ainoastaan pisteen Kivijärvi 7 huhtikuun alusvesinäytteissä, juoksutuksen vaikutukset palautuivat jo kesäkuussa. Kivijoen tulokset olivat tavanomaisia seuraten Kivijärven pintavesien kehitystä. (Kuva 3-22)



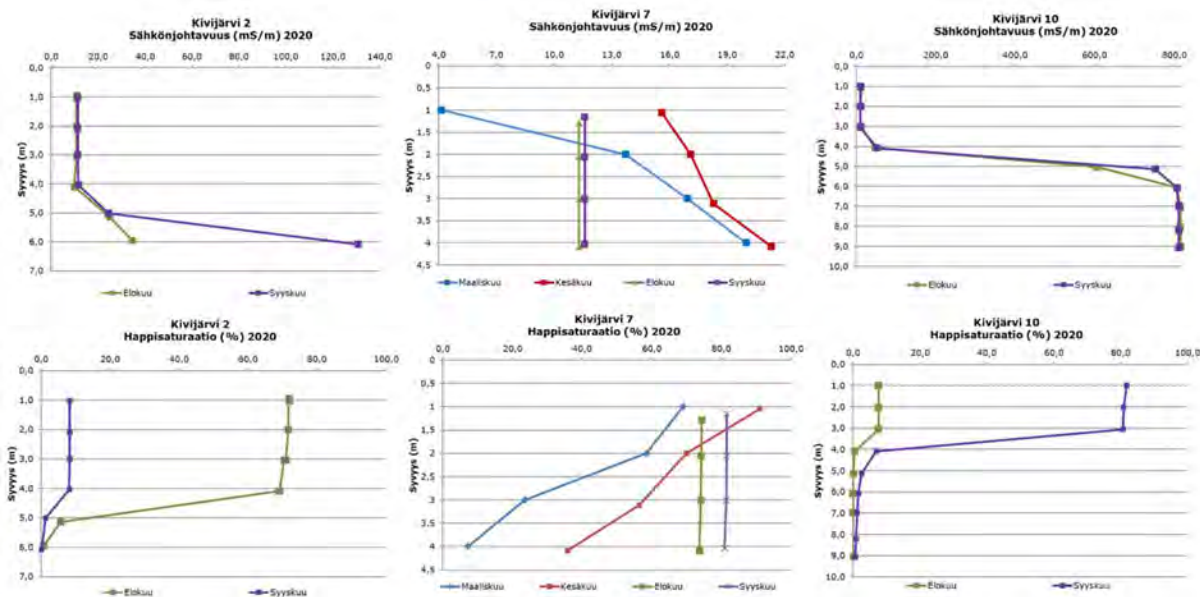
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



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

Vuoden 2020 kolmannella kvartaalilla kenttämittauksia tehtiin myös Kivijärven pisteillä Kiv2 ja Kiv10, pisteen Kiv7 lisäksi. Yleisesti vuoden 2019 vastaavaan aikaan tehtyihin mittauksiin verrattaessa sähköjohtavuudessa on nähtävissä laskua, kuten on nähtävissä myös vesinäytteiden laboratoriomittauksissa.

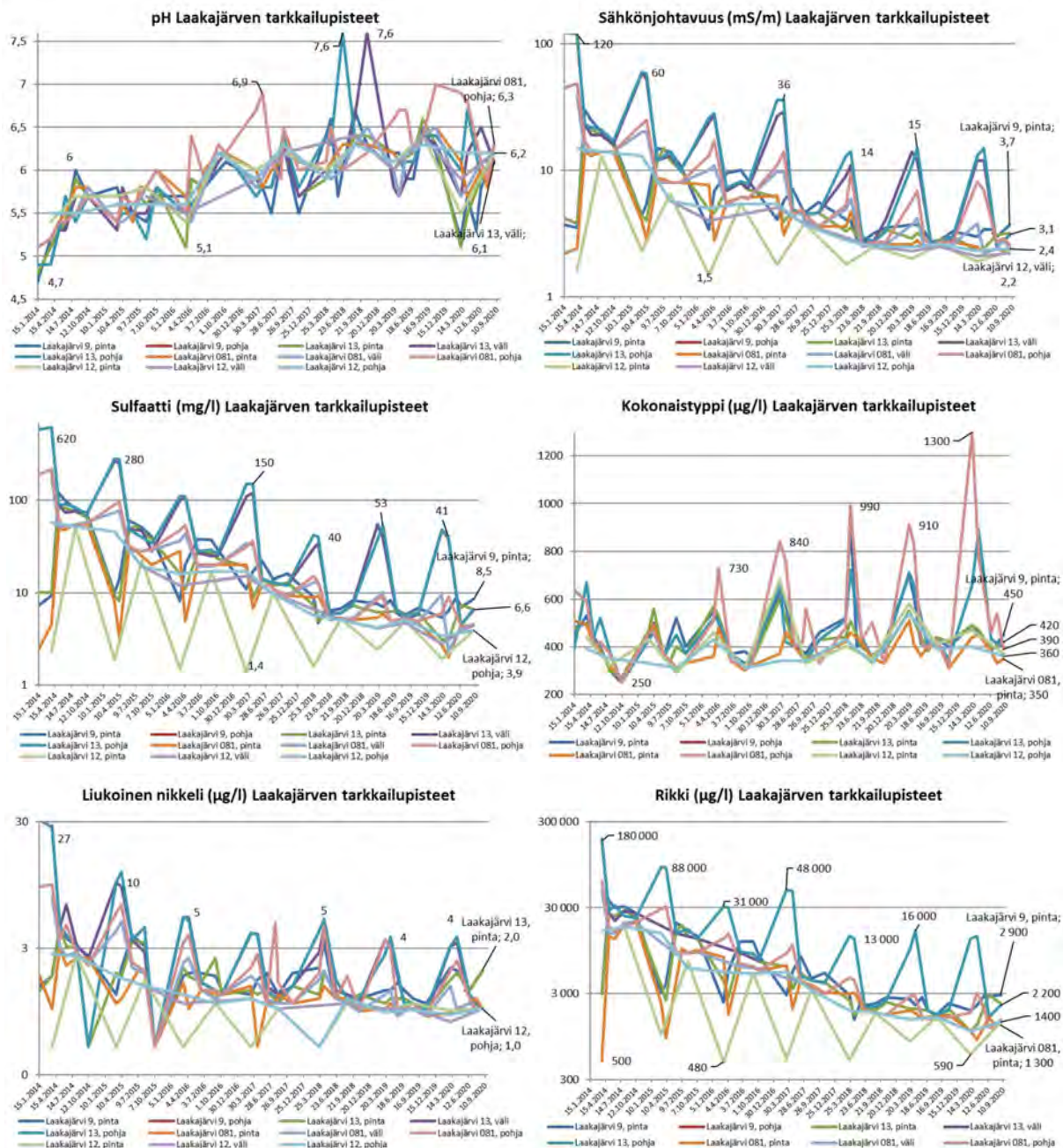
Vuoden 2020 mittauksia tarkastellessa Kivijärven kerrostuneisuus on nähtävissä pisteiden Kiv2 ja Kiv10 mittauksissa. Sekä sähköjohtavuudessa että happisaturaatioissa on havaittavissa kyseisillä syvänpisteillä jyrkkä harppauskerros noin 4-5 metrin syvyydellä, varsinkin järven eteläpään pisteellä Kiv10. Pisteellä Kiv7 sen sijaan vesipatsas on tasalaatuista ja johtavuudet laskeneet alkuvuodesta. (Kuva 3-23)



Kuva 3-23. Kivijärven tarkkailupisteiden 2,7 ja 10 kenttämittausten sähköjohtavuus ja happitulokset vuodelta 2020. Huomaa sähköjohtavuuskuvaajien eri skaalaukset.

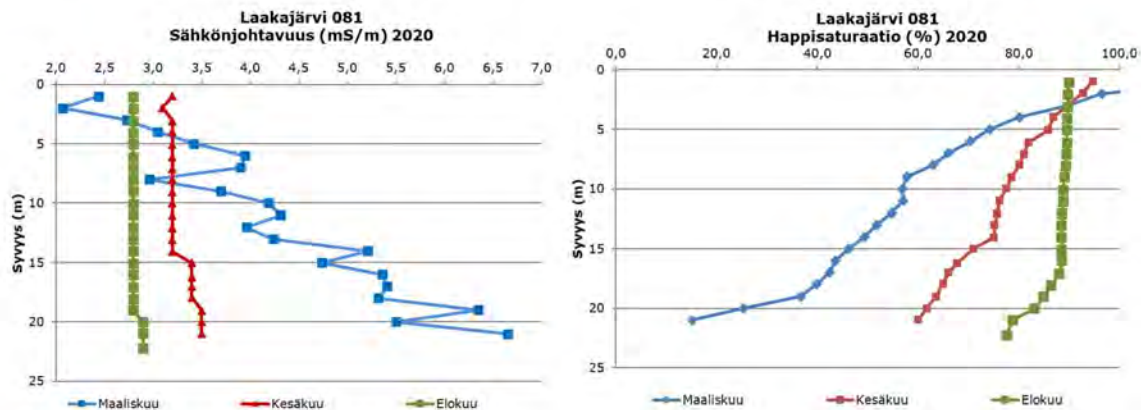
3.3.3 Laakajärvi

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 tyypen 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 kevä- ja syyskierron aikana. (Kuvat 3-23 ja 3-24).



Kuva 3-23. Laakajärven tarkkailupisteiden vesinäytteiden tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen. Huomaa, osassa kuvia logaritminen asteikko.

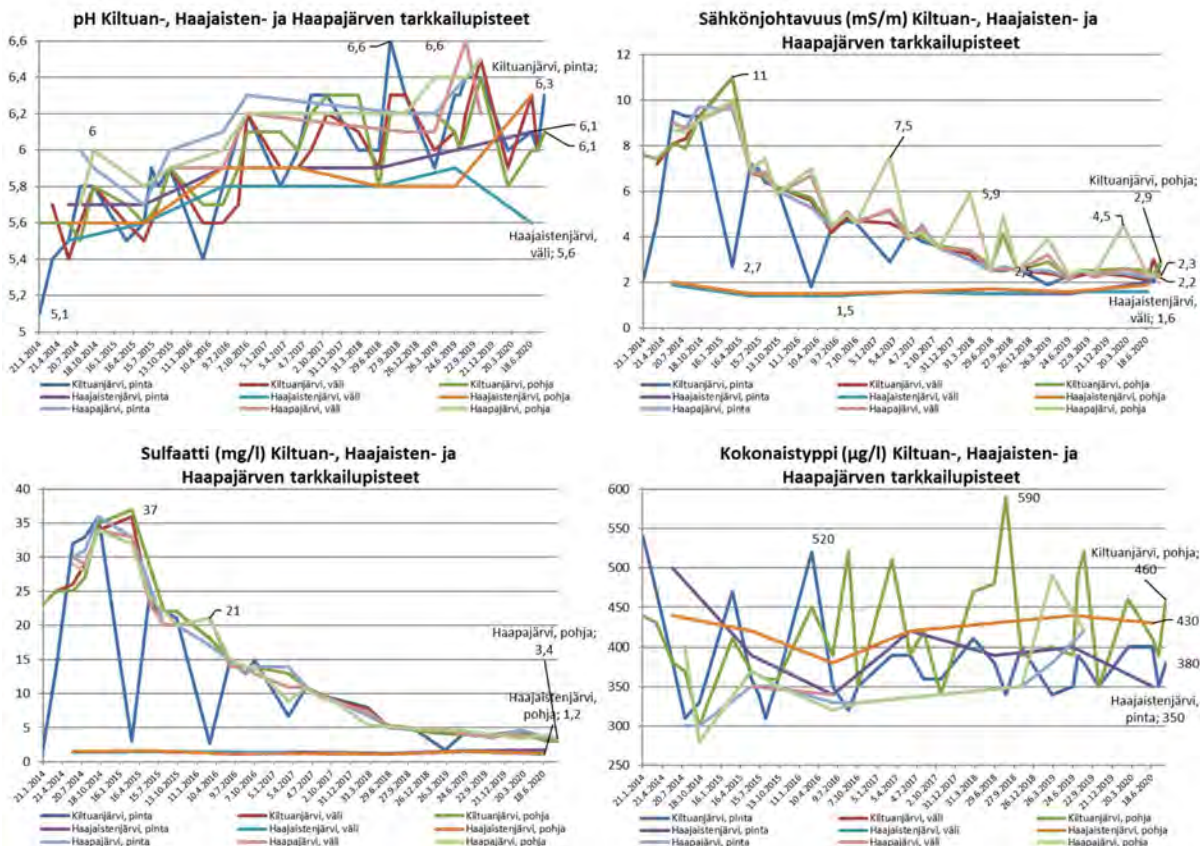
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



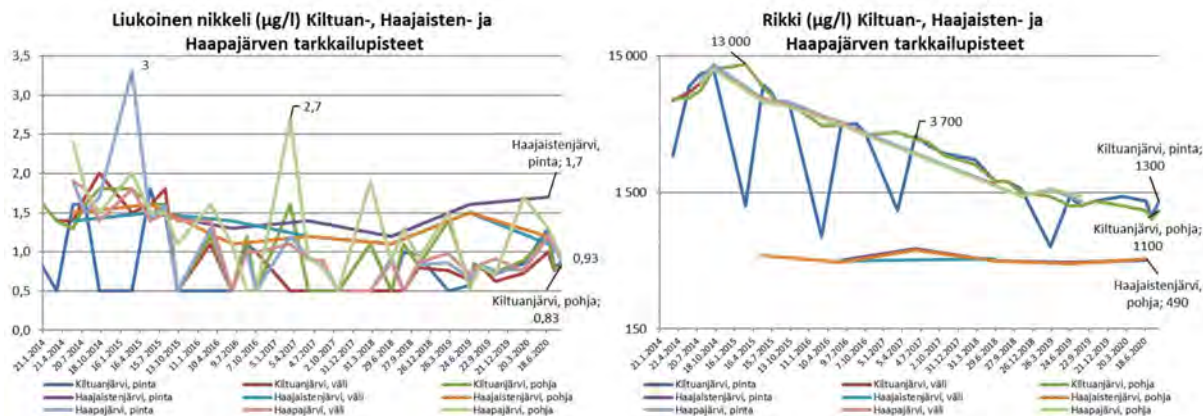
Kuva 3-24. Laakajärven tarkkailupisteen 081 kenttämittausten sähkönjohtavuus ja happitulokset vuodelta 2020.

3.3.4 Kiltuan-, Haajaisten- sekä Haapajärvi

Kiltuan-, Haajaisten- sekä Haapajärven vesitulokset ovat Laakajärven tavoin parantunut viime vuosina ja pitoisuudet ovat lähellä taustatasojaan. Kevään 2020 juoksuvesien johtaminen Vuoksen suuntaan ei näy vesinäytteiden tuloksissa. (Kuva 3-25)



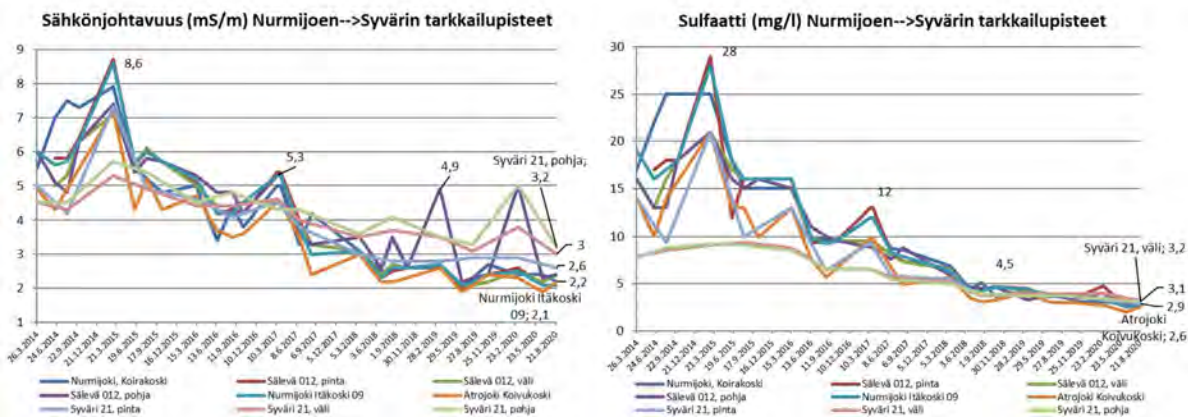
KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-25. 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 3-26)

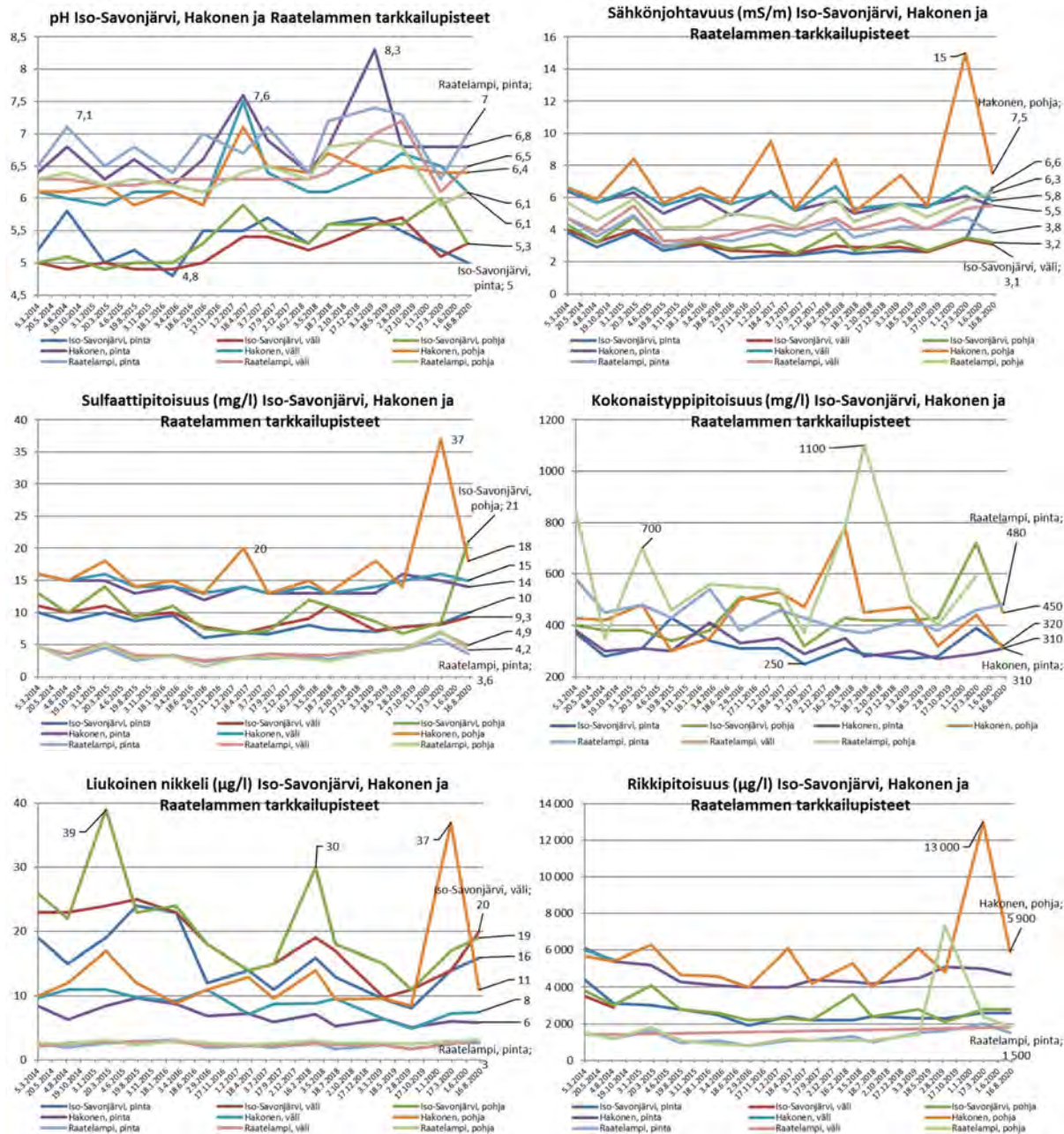


Kuva 3-26. Nurmijoen→Syvärin tarkkailupisteiden vesinäytteiden sähkönjohtavuus ja sulfaattituloksia vuoden 2014 alusta alkaen.

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

Kaivoksen ulkopuolisilta järviltä haettiin näytteet elokuussa, edellinen näytteenotto oli maaliskuussa. Kolmannen kvartaalin tulokset olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä aikaisempiin tuloksiin. Iso-Savonjärven päällysveden sähkönjohtavuus sekä alusvesinäytteiden sulfaattipitoisuudet olivat elokuussa hienoisessa nousussa. Sen sijaan maaliskuussa havaitut muutokset Hakosella olivat palautumassa. Pitoisuuksissa on paljon vaihtelua kaikilla alueen pisteillä kierrosten välillä harvahkon näytteenottotiheyden vuoksi. (Kuva 3-27)

KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU Q3/2020



Kuva 3-27. Iso-Savonjärven, Hakosen ja Raatelammen tarkkailupisteiden vesinäytteiden tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen, kokonaistyppeä ei määritetä kaikilta syvyyksiltä.

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaivoksen vesiä purettiin alkuvuonna 2020 sekä pohjoiselle että eteläiselle purkureitille, suurin osa vesistä johdettiin purkuputken kautta Nuasjärveen. Toukokuun jälkeen kaikki purkuvedet on ohjattu purkuputkeen.

Alkuvuosi oli teollisuusalueella paljon tavanomaista sateisempi ja lämpimämpi. Kevään sulamiskausi käynnistyi kunnolla vasta huhtikuun jälkimmäisellä puoliskolla, jolloin Kalliojoen virtaamat nousivat 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. Myös syyskuussa erittäin rankkojen sateiden jälkeen Kolmisopen pinnankorkeus nousi hetkellisesti ylärajan yläpuolelle. Aikavälillä 18.-25.9. pinnankorkeus vaihteli välillä 179,74-180,02 mpy.

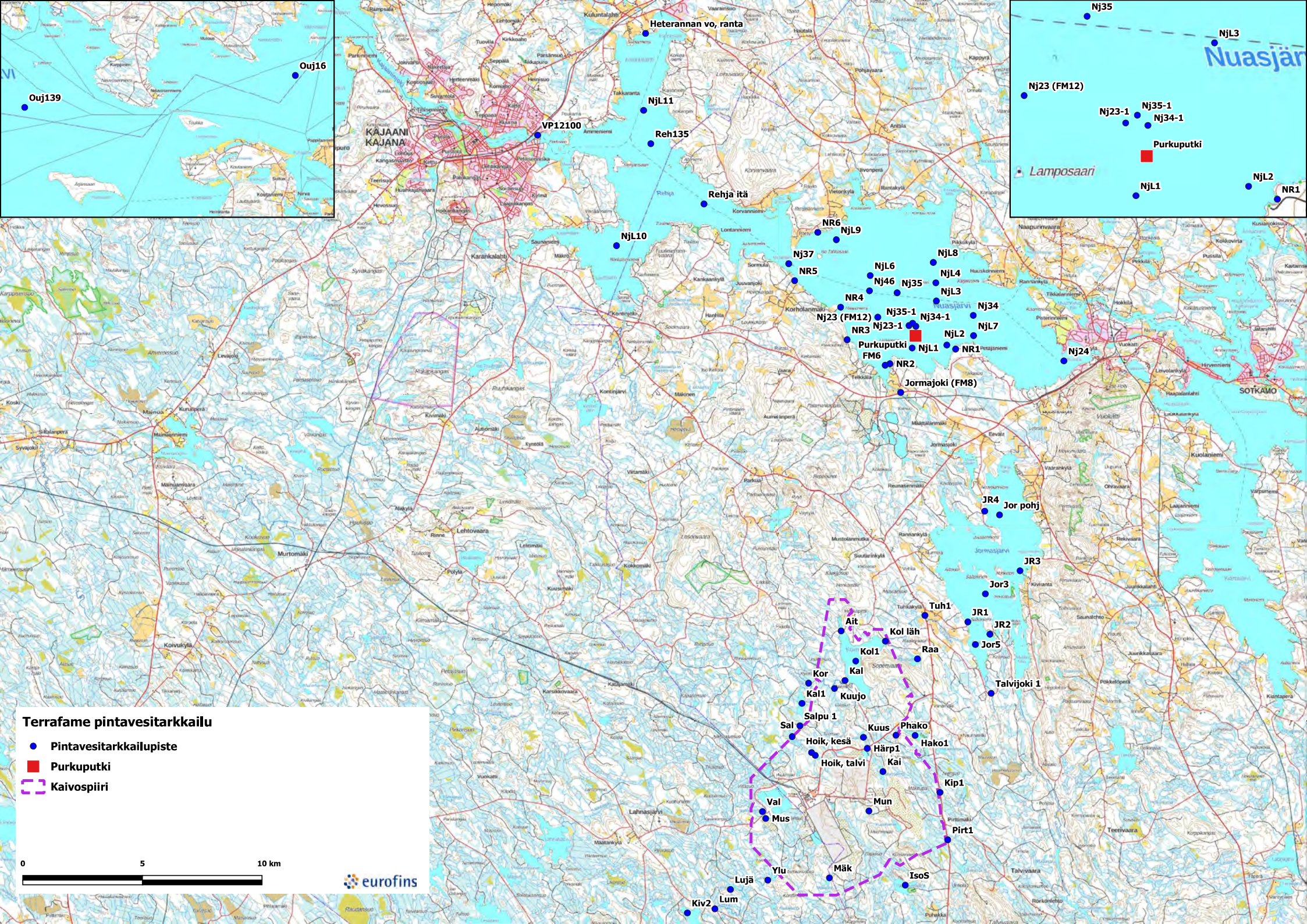
Oulujoen suunnan luonnollisen purkureitin varrella yleisesti trendit ovat laskevia Kolmisopelta eteenpäin. Keväällä 2020 vesiä johdettiin tälle reitille jo alivirtaamien aikaan helmikuussa, jolloin juoksutusvesistä indikoivat pitoisuudet nousivat Kalliojoella, mutta Kolmisopelta eteenpäin juoksutusvesien suhteellinen lisäys vesistöihin ei ollut enää niin selkeä. Toisella juoksutusjaksolla, ylivirtaamien aikaan huhti-toukokuun juoksutusvesien johtaminen näkyi Kuusi- ja Kalliojoen tuloksissa, muttei näiden alapuolisilla tarkkailupisteillä. Kolmannella kvartaalilla vesiä ei enää johdettu tälle reitille ja tulokset olivat tavanomaisia.

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden kohonneena sulfaatti- ja rikkipitoisuuksina, sekä sitä kautta sähkönjohtavuuden nousuna. Vuoden 2019/2020 suuremmat juoksutusvesien määrät näkyivät lähimpien pisteiden tuloksissa maaliskuussa, kesäkuussa ja edelleen kesän edetessä juoksutusvesien vaikutus oli vähentynyt lähimmillä pisteillä mutta samalla laajentunut. Vallitsevista virtaussuunnista ja pisteiden sijainnista riippuen parametrit reagoivat eri tahtiin, nopeimmat ja suurimmat muutokset näkyvät purkupisteeltä koilliseen olevalla pisteellä Nj35. Alkukesän kevätkierron myötä vesipatsaan talviset kerrostuneisuudet pienentyivät ja katosivat kokonaan joillain pisteillä, toisaalta pisteellä Nj35 harppauskerros laskeutui syvemmälle ja korostui. Elokuussa johtavuudet olivat edelleen laskussa ja Nj35 harppauskerros laskeutui edelleen syvemmälle. Syyskierto ei ollut vielä alkanut elokuun kierroksella.

Keväällä, viikoilla 12-23 johdettiin vesiä myös Vuoksen suuntaan yhteensä n. 0,58 Mm³, edellisen kerran vesiä on johdettu Vuoksen suuntaan toukokuussa 2016. Vuoden 2020 juoksutukset ovat nähtävissä Lumijoen sekä Kivijärvi 7 pisteen alusveden huhtikuun tuloksissa pienenä pitoisuuspiikkinä lähinnä sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa sekä sähkönjohtavuudessa. Vaikutukset palautuivat jo kesäkuussa normaalitasoilleen. Kivijärveltä eteenpäin juoksutusvesistä johtuvia muutoksia ei havaittu. Kivijärvellä kolmannella kvartaalilla suoritettujen kenttämittausten perusteella vesi on edelleen voimakkaasti kerrostunut syvänteissä Kiv2 ja Kiv 10, pisteellä Kiv7 kerrostuneisuus häviää täyskiertojen myötä. Pitoisuudet ovat kumminkin Kivijärvelläkin laskussa.

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



Terrafame pintavesitarkkailu

- Pintavesitarkkailupiste
- Purkuputki
- Kaivospiiri



Lamposaari

Nuasjärvi

SOTKAMO

Ouj139

Ouj16

Heterannan vo, ranta

NjL11

Reh135

Rehja itä

NjL10

NR6

NjL9

Nj37

NR5

NjL6

Nj46

Nj35

NjL8

NjL4

NjL3

NR4

Nj23 (FM12)

Nj23-1

Nj34-1

Purkuputki FM6

NjL2

NR1

Jormajoki (FM8)

Nj24

JR4 Jor pohj

JR3

Jor3

JR1

JR2

Jor5

Talvijoki 1

Ait

Kol läh

Kol1

Kal

Kuujo

Salpu 1

Sal

Hoik, kesä

Hoik, talvi

Kai

Kor

Kai1

Mun

Phako

Hako1

Kip1

Pirt1

Ylu

Mäk

IsoS

Lujä

Lum

Kiv2

VP12100

KAJAANI

SOTKAMO



Terrafame pintavesitarkkailu

- Pintavesitarkkailupiste
- ▭ Kaivospiiri

0 5 10 km

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

Nuasjärvi 24			6+K			6+6B+K		6+6B+K	
Nuasjärvi 34	6+K		6+K			6+6B+K	6+6B	6+6B+K	
Nuasjärvi 23	8+K		8+8C+K			8+8A+8B+K	8+8B	8+8A+8B+8C+K	
Nuasjärvi 35	6+K		6+K			6+6B+K	6+6B	6+6B+K	
Nuasjärvi 44 (ennen 37)	Jäättilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K	6+6B	6+6B+K	
Nuasjärvi 46	Jäättilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K	6+6B	6+6B+K	
Rehja itä	Jäättilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K	6+6B	6+6B+K	
Rehja 135	Jäättilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K	6+6B	6+6B+K	
Kajaaninjoki (VP12100)			9+K			9+K		9+K	
Oulujärvi 16			9+K			9+K		9+K	
Oulujärvi 139			9+K			9+K		9+K	
Nj23-1	Jäättilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K	6+6B+K	6+6B+K	
Nj34-1	Jäättilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K	6+6B+K	6+6B+K	
Nj35-1	Jäättilanne huono, korvaava näyte helmikuussa	6+K*	6+K			6+6B+K	6+6B+K	6+6B+K	

Vuoksen suunta

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Ylä-Lumijärvi			4					4+4A+4B	
Lumijärvi			4					4+4A+4B	
Lumijoki 1. silta	1	1	1	1+1A+1B	1	1+1A+1B	1+1B	1+1A+1B	1+1B
Kivijärvi 2			5			5+5A+5B	5+5B	5+5A+5B	
Kivijärvi 7		5	5+K	5+5A	5+K	5+5A+5B+K	5+5B	5+5A+5B+K	5+5B
Kivijärvi 10			5			5+5A+5B		5+5A+5B	

Kivijoki 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laakajärvi 9			4	4+4A	4	4+4A+4B		4+4A+4B	
Laakajärvi 13			4	4+4A		4+4A+4B		4+4A+4B	
Laakajärvi 081			4+K	4+4A		4+4A+4B+K	4+4B	4+4A+4B+K	
Laakajärvi 12			4					4+4A+4B	
Kiltuanjärvi			4			4+4A+4B	4+4B	4+4A+4B	
Haajaistenjärvi						4+4A+4B			
Haapajärvi			11			11		11	
Nurmijoki, Koirakoski			11			11		11	
Sälevä 012			12			12		12	
Nurmijoki itäkoski 09			12			12		12	
Atrojoki Koivukoski			12			12		12	
Syväri 21			10					10	

Kaivospiirin ulkopuoliset järvet

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Iso-Savonjärvi			4					4+4A+4B	
Hakonen			4					4+4A+4B	
Raatelampi			4					4+4A+4B	