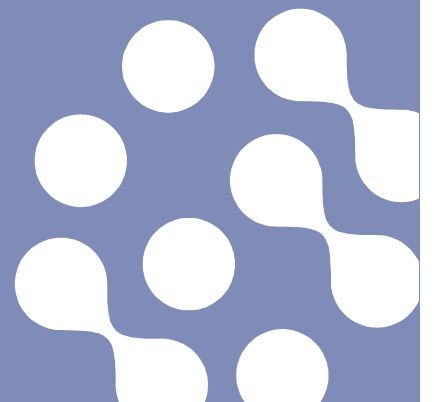




Environment Testing

Eurofins Ahma Oy 7.6.2021 (täydennetty 13.7.2021)

TERRAFAME OY PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



TERRAFAME OY, PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
2.	TARKKAILUALUE	2
3.	HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN	3
4.	TARKKAILUTULOKSET Q1/2021	6
4.1	NÄYTTEENOTON TOTEUTUS	6
4.2	OULUJOEN SUUNTA	6
4.2.1	<i>Salmiinen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi</i>	8
4.2.2	<i>Härkäpuro ja Kuusijoki</i>	12
4.2.3	<i>Korentojoki</i>	13
4.2.4	<i>Talvijoki</i>	14
4.2.5	<i>Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki</i>	15
4.2.6	<i>Jormasjärvi</i>	20
4.2.7	<i>Jormasjoki ja Jormaslahti (Nuasjärvi)</i>	25
4.2.8	<i>Rehja-Nuasjärvi</i>	26
4.2.9	<i>Kajaaninjoki ja Oulujärvi</i>	41
4.2.10	<i>Pirttipuro ja Kivipuro</i>	44
4.3	VUOKSEN SUUNTA.....	46
4.3.1	<i>Ylä-Lumijärvi, Lumijärvi ja Lumijoki</i>	46
4.3.2	<i>Kivijärvi sekä Kivijoki</i>	49
4.3.3	<i>Laakajärvi</i>	54
4.3.4	<i>Kiltuan-, Haajaisten- sekä Haapajärvi</i>	58
4.3.5	<i>Nurmijoki, Sälevä, Atrojoki ja Syväri</i>	62
4.3.6	<i>Kaivospiirin ulkopuoliset järvet (Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelampi)</i>	64
5.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	68

LIITTEET

Liite 1. Tarkkailualue ja näytteenottopaikat

Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo

Heikki Laitala

Tiina Härmä

Ympäristöasiantuntija

Ympäristöasiantuntija

Projektipäällikkö

Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Terrafame Oy:n toiminta-alue sijaitsee vedenjakajalla, josta purkuvesiä johdetaan sekä Oulujoen että Vuoksen vesistöjen suuntaan. Tällä hetkellä toiminnassa muodostuvat purkuvedet juoksetetaan pääsääntöisesti Oulujoen vesistöön. Pintavesien tarkkailua toteutetaan molemmilla vesistöalueilla. Tarkkailun tavoitteena on selvittää toiminta-alueen ulkopuolelle juoksettavien vesien vaikutusalueen laajuutta ja vesien johtamisesta aiheutuvia vesistövaikutuksia.

Oulujoen vesistöreitillä pintavesien tarkkailu ulottuu Oulujärven Palta- ja Ärjänselille saakka. Kaivospiirin läheisyydessä olevat vesistöt Salmisesta Jormasjärveen ovat intensiivisen tarkkailun piirissä. Vuodesta 2015 saakka Oulujoen reitin pintavesien tarkkailuun on sisällynyt myös Nuasjärven purkuputken vaikutustarkkailu. Purkuputken käyttöönoton vuoksi vesistö tarkkailua lisättiin Jormasjärvellä, Jormasjoella, Nuasjärvellä, Kajaaninjoessa sekä Oulujärvellä. Nuasjärvellä tarkkailua tehdään vakioitujen näytenäytteiden lisäksi myös jatkuvatoimimisilla mittareilla sekä leviämiskartoituksia kenttämittauksin. Lisäksi tarkkailuun sisältyvät Kivipuro ja Pirttipuro erityisesti sivukivialueen KL2 rakentamisen ja käytön vaikutusten seuraamiseksi sekä kaivospiirin ulkopuolisista vesistä Raatelampi ja Hakonen.

Vuoksen vesistöreitillä pintavesien tarkkailu ulottuu Syvärille saakka. Intensiivisemmin tarkkailua toteutetaan vesistöalueen yläosilla eli Lumijärvillä, Lumijoessa Kivijärvellä ja Laakajärvellä. Alempana vesistöalueella tarkkaillaan yksittäisiä näytenäytteitä Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärvellä, Koirakoskella, Sälevällä, Nurmijoella, Atrojoella ja Syvärillä. Lisäksi kaivospiirin ulkopuolisista järvistä tarkkaillaan Iso-Savonjärveä.

Vuonna 2021 tarkkailu toteutettiin 2019 laaditun tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2019) mukaisesti. 2019 laaditussa tarkkailuohjelmassa on yhdistetty eri toimintojen tarkkailua koskevat voimassa olevat Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskusten hyväksymät erilliset tarkkailuohjelmat sekä niihin tehdyt lisäykset.

Velvoitetarkkailu perustuu pääosin seuraaviin lupiin ja päätöksiin:

- Ympäristö- ja vesitalouslupa (AVI:n päätös Nro 36/2014/1)
- Keskitetyn vedenpuhdistamon ympäristölupa (AVI:n päätös 3/2017/1)
- Sivukivialue KL2:n ympäristölupa (AVI:n päätös 76/2017/1)
- Nuasjärven purkuputken sekoittumisvyöhykkeen uudelleen määrittäminen (AVI:n päätös Nro 104/2018/1)
- Terrafame Oy:n tarkkailusuunnitelman hyväksymistä koskevan päätöksen oikaisuvaatimuksen ratkaisu (AVI:n päätös Nro 106/2018/1)

Tässä raportissa esitellään vuoden 2021 ensimmäisen kvartaalin pintavesien tarkkailun tulokset, arvioidaan yhtiön toiminnan vaikutuksia vedenlaatuun sekä tarkastellaan veden laadun kehitystä pidemmällä aikavälillä.

2. TARKKAILUALUE

Terrafamen tuotantoalue sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Kolmisoppi-nimisen järven eteläpuolelle ja sen ympärille sijoittuvan kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Alue on Kainuun vaaramaisemalle tyypillistä metsien, soiden, lampien ja järvien vuorottelua. Alueella maapeite on ohut, keskimäärin vain noin 1,8 m ja yleisesti moreenipeitteistä, alavilla alueilla maapeitteenä pääosin turvetta.

Toiminta-alue sijaitsee vedenjakajalla ja sen eteläosasta vedet virtaavat Vuoksen suuntaan ja pohjoisosasta Oulujoen suuntaan. Oulujoen 59 vesistöalueella kaivospiiri rajautuu pääosin Tuhkajoen (59.885, F 126 km², järvisyys 3,2 %) osa-valuma-alueelle. Kaivospiiri sivuaa myös Talvijoen osa-valuma-alueella (59.884, F 36 km², järvisyys 0,7 %). Kyseiset osa-valuma-alueet kuuluvat Nuasjärven-Kiimasjärven valuma-alueeseen (59.8, F 7478 km², järvisyys 11,7 %). Vuoksen vesistöalueella kaivospiiri rajautuu pääosin Kivijoen (04.645, F 54 km², järvisyys 3,9 %) osa-valuma-alueelle. Kaivospiiri ulottuu pieniltä osin myös Sopenjoen osa-valuma-alueeseen (04.646, F 109 km², järvisyys 2,1 %). Kyseiset osa-valuma-alueet kuuluvat Nilsiänsä reitin valuma-alueeseen (04.6, F 5422 km², järvisyys 12,5 %).

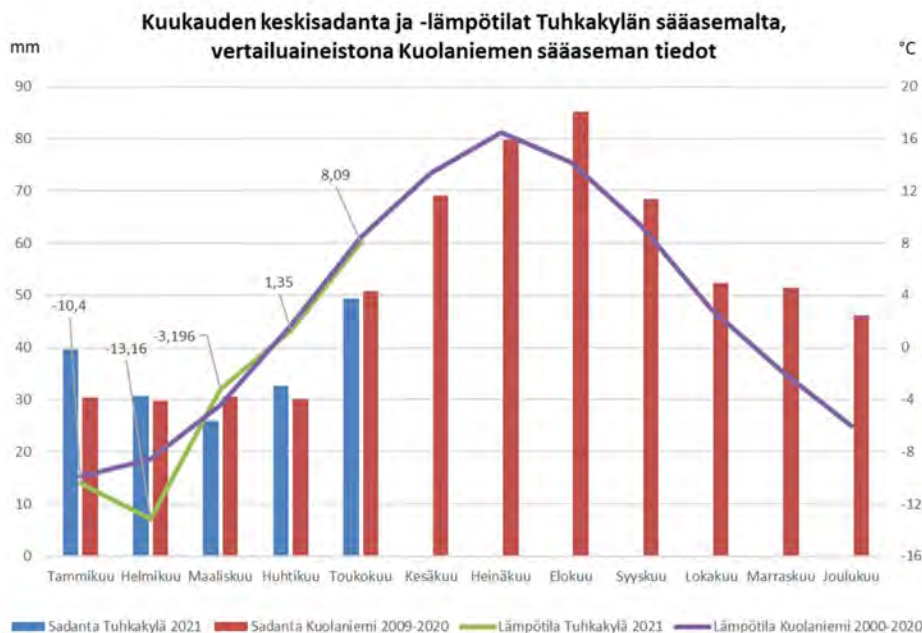
Pohjoisella reitillä osa purkuvesistä johdetaan Salmisesta (<0,1 km²) Kalliojärveen ja Kalliojärvestä (0,27 km²) Kalliojoen kautta Kolmisoppeen (2 km²). Kolmisopesta vedet purkautuvat Tuhkajokea myöten Jormasjärven (20,5 km²) ja Jormasjoen kautta Nuasjärveen (96 km²). Nykyisin pääosa purkuvesistä johdetaan purkutupken kautta suoraan Nuasjärveen. Eteläisellä reitillä purkuvedet kulkeutuvat Lumijärvien (<0,1 km²) kautta Lumijokea myöten Kivijärveen (1,9 km²) ja tästä edelleen Kivijoen kautta Laakajärveen (34,7 km²). Eteläiselle reitille purkuvesiä johdetaan satunnaisemmin.

Alueen vesistöille on tyypillistä myös ruskeavetisyys, mikä johtuu suuresta humusaineiden määrästä. Humusleimaisille pintavesille on tyypillistä matalahko pH, korkeat väriarvot (>50 mg Pt/l), värittömiä vesiä suurempi kemiallisen hapenkulutuksen (CODMn) arvo (>10 mg O₂/l) sekä kirkkaita vesiä korkeammat kokonaistypen (>400 µg/l) ja raudan (>400 µg/l) pitoisuudet. Alueen geologisista olosuhteista johtuen vesistöt ovat paikoin luontaisesti happamia ja esim. sulfaattipitoisuudet ovat olleet lievästi koholla jo ennen kaivostoimintaa.

Vesienhoidon alustavassa pintavesien tilaluokittelussa vuosiksi 2022-2027 Oulujoen reitin vesistöistä Kalliojoen, Tuhkajoen ja Kolmisopin tila on luokiteltu tyydyttäväksi. Salmiselle ja Kalliojärvelle ei ole annettu tilaluokitusta. Jormasjärvi, Nuasjärvi ja Jormasjoki on luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi. Vuoksen reitillä Lumijoen ja Lumijärven tila ei ole annettu ekologisen tilan luokitusta. Kivijärven ekologinen tila on välttävä ja Kivijoen sekä Sopenjoen ekologinen tila on tyydyttävä. Laakajärven ekologinen tila on hyvä.

3. HYDROLOGISET OLOT JA VESIEN JOHTAMINEN

Vuoden 2021 helmikuun keskilämpötila -13,2 °C oli selvästi pitkänajan keskiarvon (-8,5 °C) alapuolella, muina kuukausina keskilämpötilat olivat lähellä pitkänajan keskiarvoja. Tammikuun sadekertymä oli noin 10 mm suurempi kuin keskimäärin, muina kuukausina oltiin keskiarvojen tuntumassa. (Kuva 2-1)



Kuva 2-1. Meteorologiset tiedot Tuhkakylän ja Kuolaniemen asemilta. (Ilmatieteen laitos, avoin data 5/2021)

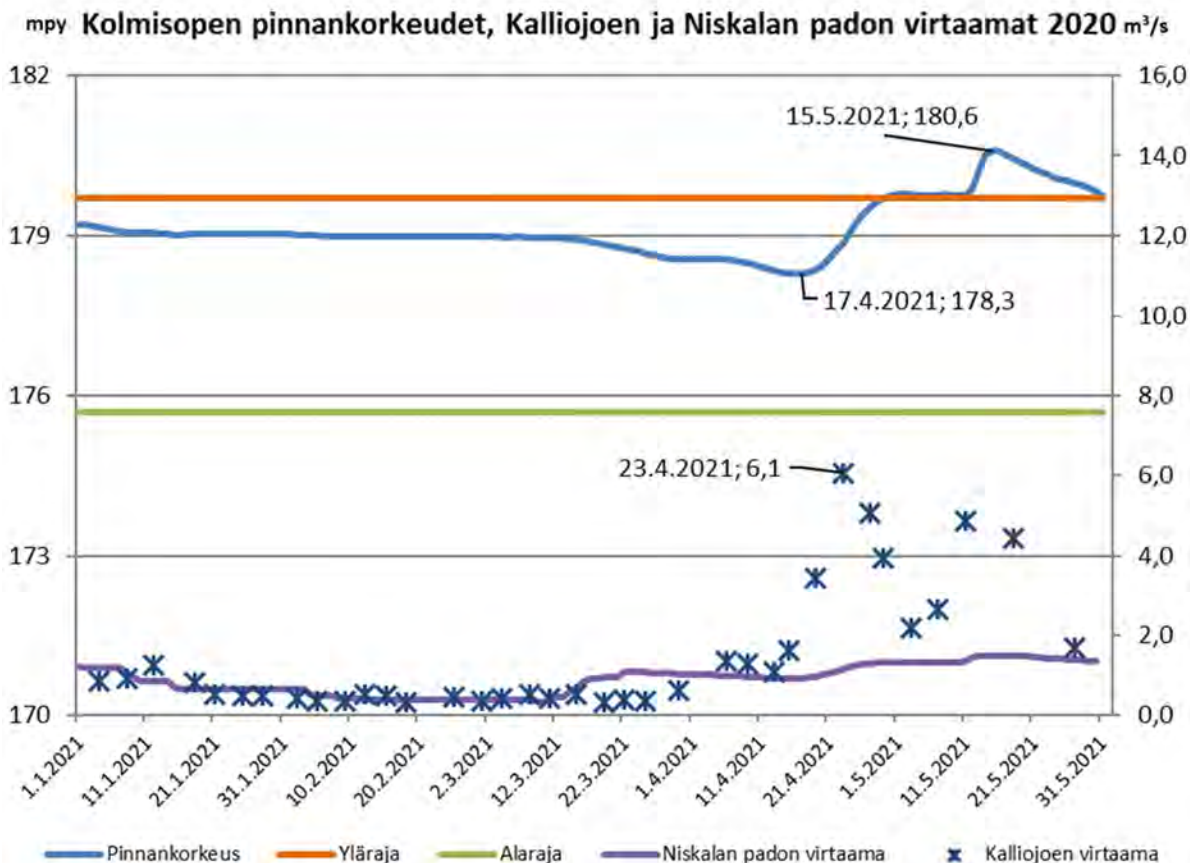
Vuoden 2021 ensimmäisellä kvartaalilla purkuvesiä juoksetettiin alueelta sekä pohjoisen että etelän suuntaan. Suurin osa (67%) juoksetettavista vesistä johdettiin Latosuon patoaltaalta purkuputken kautta Nuasjärveen. Pohjoisen suunnan luontaiselle reitille vesiä johdettiin viikoilla 53-8 sekä uudelleen viikoilla 15-21. Vuoden alusta alkaen aina viikolle 18 asti vesiä johdettiin myös Kortelammen patoaltaan kautta Lumijokeen eli eteläiselle reitille Vuoksen suuntaan. (Taulukko 2-1).

Taulukko 2-1. Terrafamen juoksetusvesien määrät purkupaikoittain alkuvuodelta 2021 (m³).

	Pohjoinen					Etelä	
	Purkuputki	Latosuo	Kärsälampi	Kuusilampi	SEM2	Kortelampi 1	Kortelampi 2
Tammikuu	493 031	243 468	0	0	0	209 700	0
Helmikuu	510 899	85 472	0	0	0	92 189	0
Maaliskuu	524 071	0	0	0	0	107 188	0
Huhtikuu	468 996	76 115	0	0	0	206 491	
Toukokuu	620 896	149 920	0	0	0	15 690	
Yhteensä	2 722 585	554 975	0	0	0	645 938	0

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

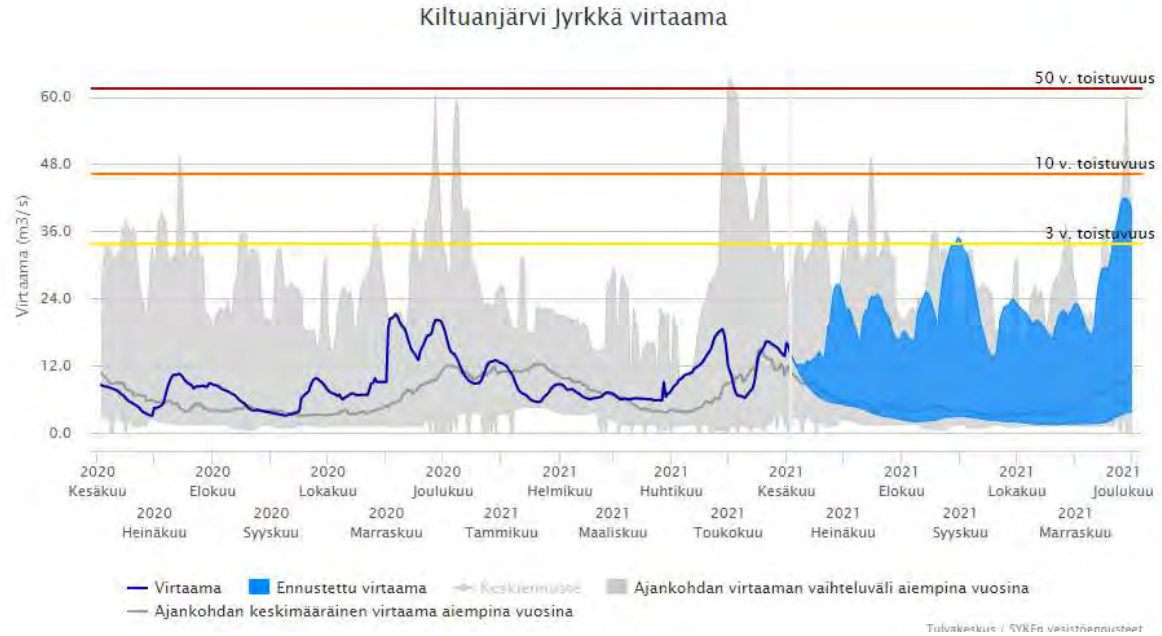
Niskalan padon ja Kalliojoen virtaamia sekä Kolmisopen vedenkorkeutta tarkkaillaan yhtiön omassa käyttötarkkailussa. Kalliojoen mittauspiste sijaitsee Korentojoen yhtymäkohdan alapuolella noin 300–400 m ennen Kalliojoen laskua Kolmisoppeen. Niskalan padolla säädellään Kolmisopen vedenkorkeutta ja Tuhkajoen virtaamaa. Kevään 2021 sulamiskausi käynnistyi huhtikuun puolivälissä, Kalliojoen virtaamat lähtivät jyrkkään nousuun 15.4., ollessa suurimmillaan 23.4. Sulamisvesien myötä Kolmisopella vedenpinnankorkeus on ollut hieman vesitalousluvan ylärajan (179,70 mpy) yläpuolella 30.4. alkaen. (Kuva 2-2)



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

Vuoksen vesistön suunnalla Terrafamella ei ole omaa virtaamamittausta. Lähin ympäristöhallinnon tarkkailupiste sijaitsee Kiltuanjärven Jyrkässä. Kuvassa (Kuva 2-3) on esitetty Kiltuanjärven Jyrkän tarkkailupisteen toteutuneet virtaamat vuoden ajanjaksolta, sekä puolen vuoden ennuste.

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



Kuva 2-3. Kiltuanjärven Jyrkän tarkkailupisteen virtaamat vuoden ajanjaksolta (www.ymparisto.fi vesistöennusteet: Vuoksi - Kiltuanjärvi Jyrkkä 3.6.2021)

4. TARKKAILUTULOKSET Q1/2021

4.1 Näytteenoton toteutus

Pintavesitarkkailu 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.

Haastavien jääolosuhteiden vuoksi maaliskuun näytteenotot pisteiltä Oulujärvi 16, Oulujärvi 139, Laakajärvi 081 ja Laakajärvi 13 siirtyivät huhtikuulle. Huhtikuussakaan ei päästy pisteelle Oulujärvi 139, näyte sieltä otettiin veneellä 17.5. Laakajärven pisteelle 9 ei päästy huhtikuussa, näyte otettiin jäiden lähdettyä 20.5.

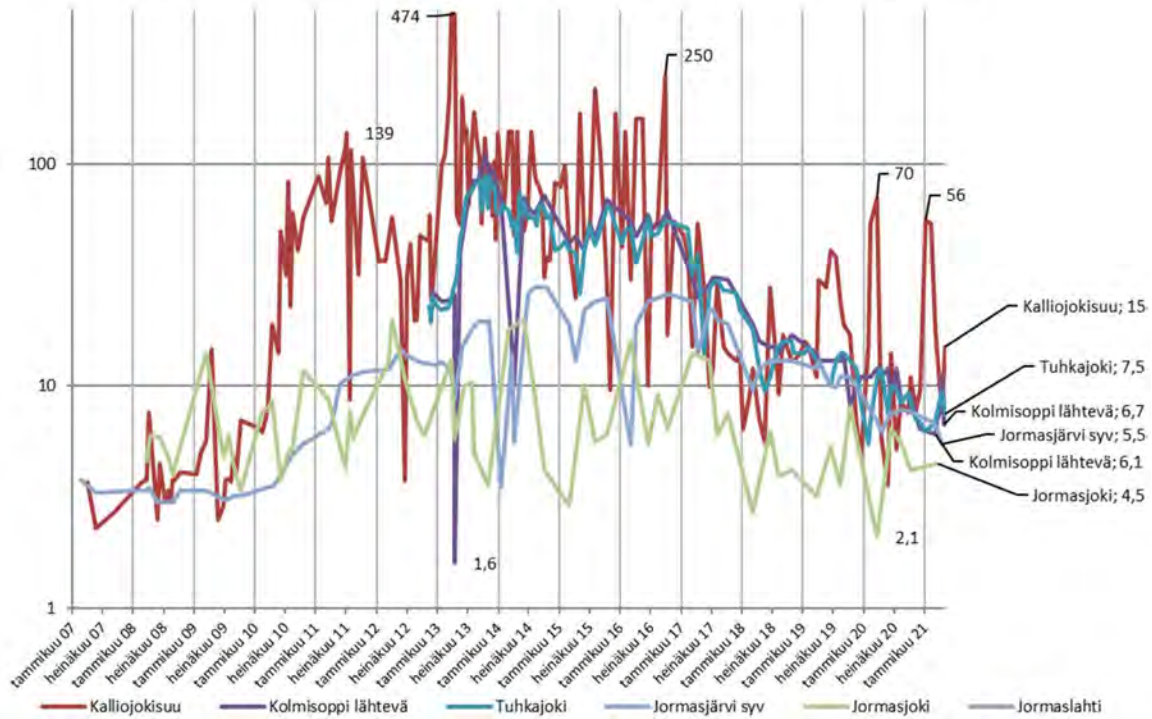
4.2 Oulujoen suunta

Oulujoen vesistöjen suuntaan vettä johdetaan pääasiassa Latosuon patoaltaalta lähtevän purkupuutken kautta suoraan Nuasjärveen. Vettä voidaan juoksuuttaa myös Latosuon patoaltaalta Kuusijokeen ja siitä edelleen Kalliojokeen, pohjoiselta vedenkäsittely-yksiköltä Kärsälammelta suoraan Salmiseen sekä sekundääriliuotusalueen 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.

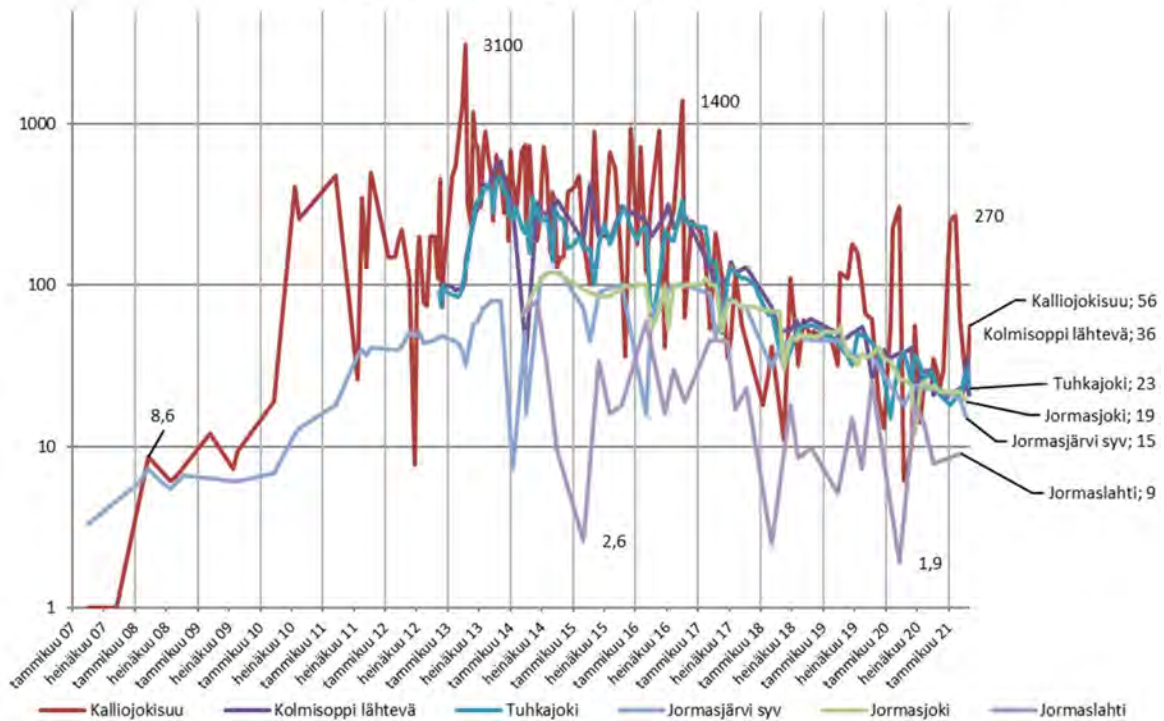
Vuoden 2021 ensimmäisellä kvartaalilla Oulujoen suuntaan purettavista vesistä 84 % johdettiin purkupuutken kautta suoraan Nuasjärveen ja 16% Latosuolta, Kuusi- ja Kalliojoen kautta Kolmisoppeen, josta vedet kulkeutuvat Tuhkajoen kautta Jormasjärveen sekä edelleen Jormasjoen kautta Nuasjärveen.

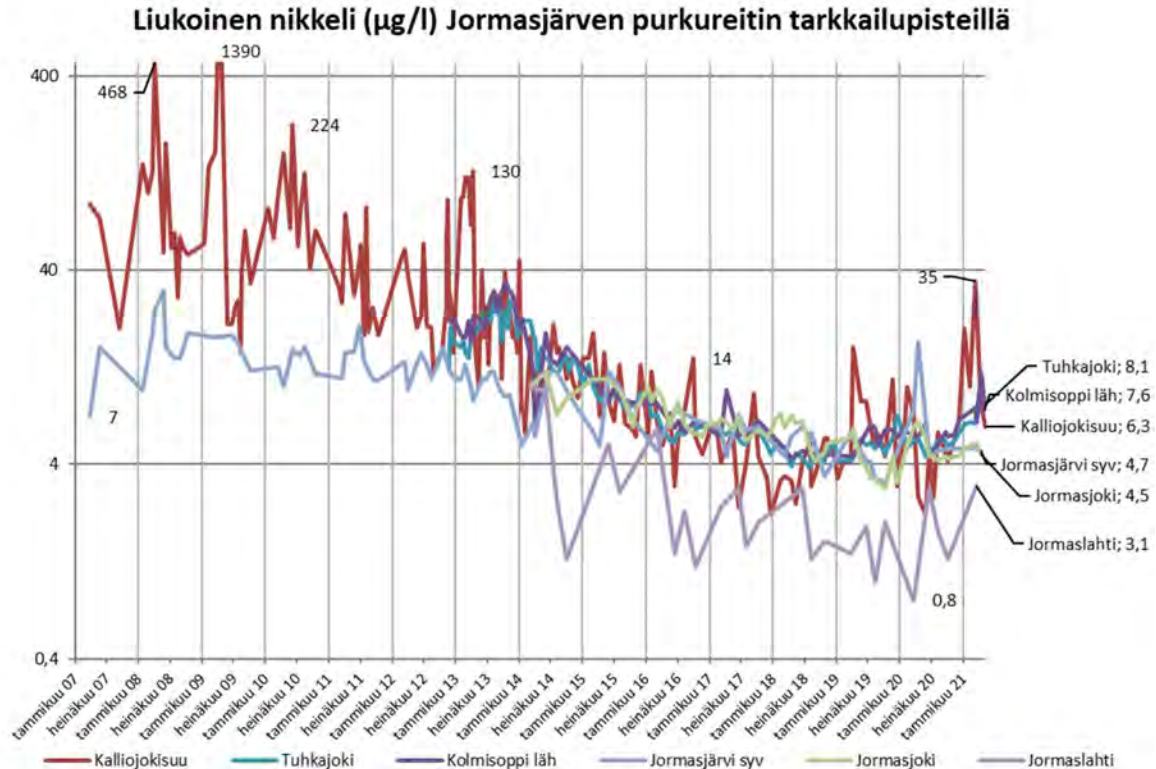
Kuvassa 4-1 on esitetty keskeisten parametrien (sähkönjohtavuus, sulfaatti ja liukoinen nikkeli) tarkkailutuloksia vuoden 2007 alusta alkaen luonnollisen purkureitin varrelta eli Kalliojokisuulta Nuasjärven Jormaslahdelle. Kuvaajissa on esitetty Kolmisopelta lähtevän veden tulokset ja Jormasjärven syvännepisteen tulokset metrin syvyydeltä. Yleisesti trendit ovat olleet laskevia Kolmisopelta eteenpäin vuodesta 2015 alkaen. Alkuvuosien 2020 ja 2021 purkuvesien johtaminen Kalliojoen suuntaan luontaisten alivirtaamien aikaan on nähtävissä Kalliojokisuun sähkönjohtavuudessa ja sulfaattituloksissa, Kolmisopelta eteenpäin vaikutukset eivät ole niin selkeitä. Nikkelipitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti alueellisen taustapitoisuuden (n 3-10 µg/l) tasoilla vuodesta 2017. (Kuva 4-1)

Sähkönjohtavuus (mS/m) Jormasjärven purkureitin tarkkailupisteillä



Sulfaatti (mg/l) Jormasjärven purkureitin tarkkailupisteillä





Kuva 4-1. Jormasjärven kautta kulkevan luontaisen purkureitin keskeisiä tuloksia valituilta näytesteilä. Kuvaajat logaritmisella asteikolla. Horisontaalisella viivoituksella kuvaaja jaettu vuosijaksolle.

Purkupunnetun vaikutusalueen vastaavat kuvaajat löytyvät luvusta 4.3.8, missä käsitellään Nuasjärven ja Rehjan tulokset.

4.2.1 Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi

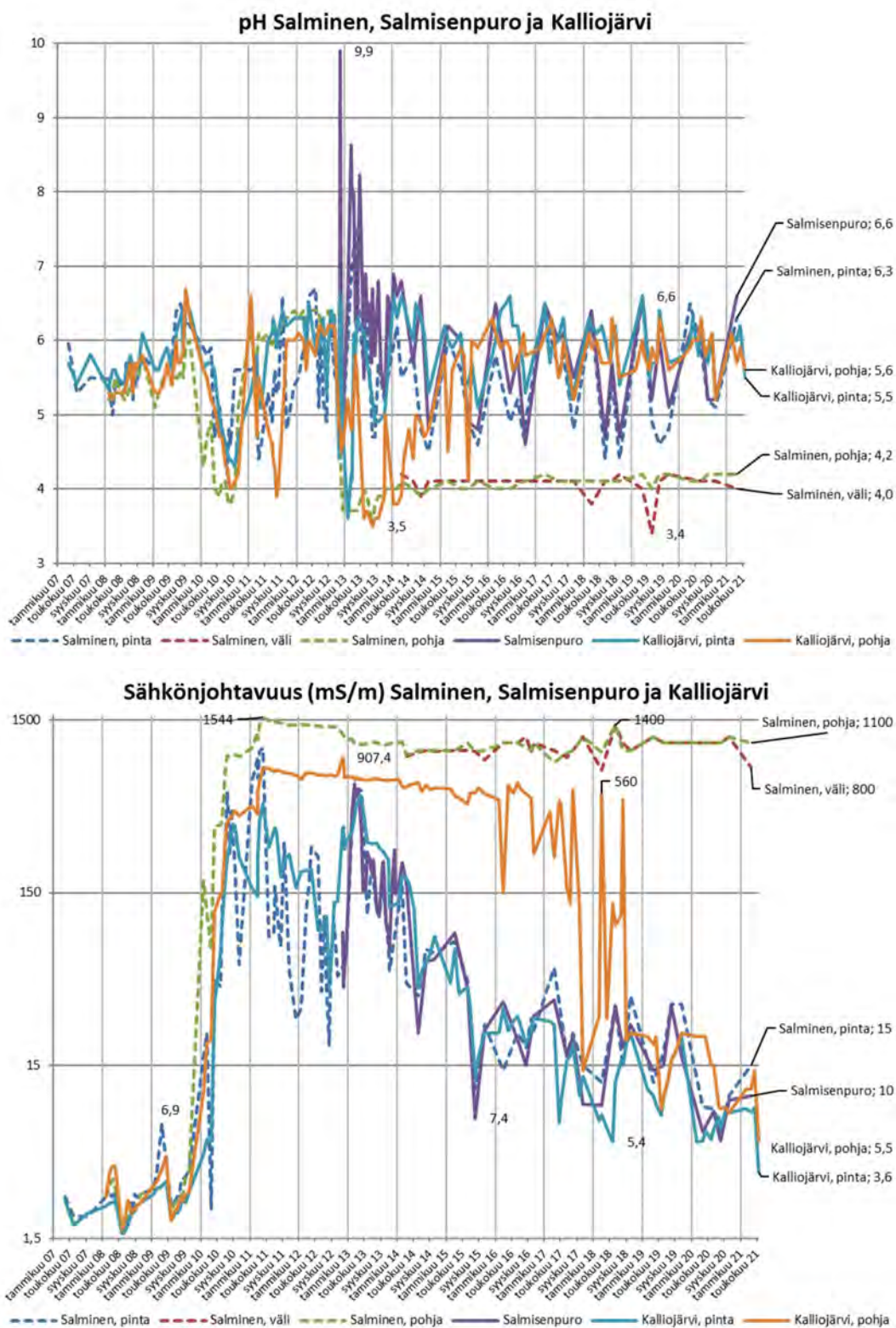
Vuoden 2021 alkupuoliskolla Salmiselta ja Salmisenpurosta otettiin näytteet maaliskuussa. Kalliojärveltä näytteitä on otettu tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain helmikuusta alkaen, tässä raportissa huomioidaan näytteet toukokuuhun asti.

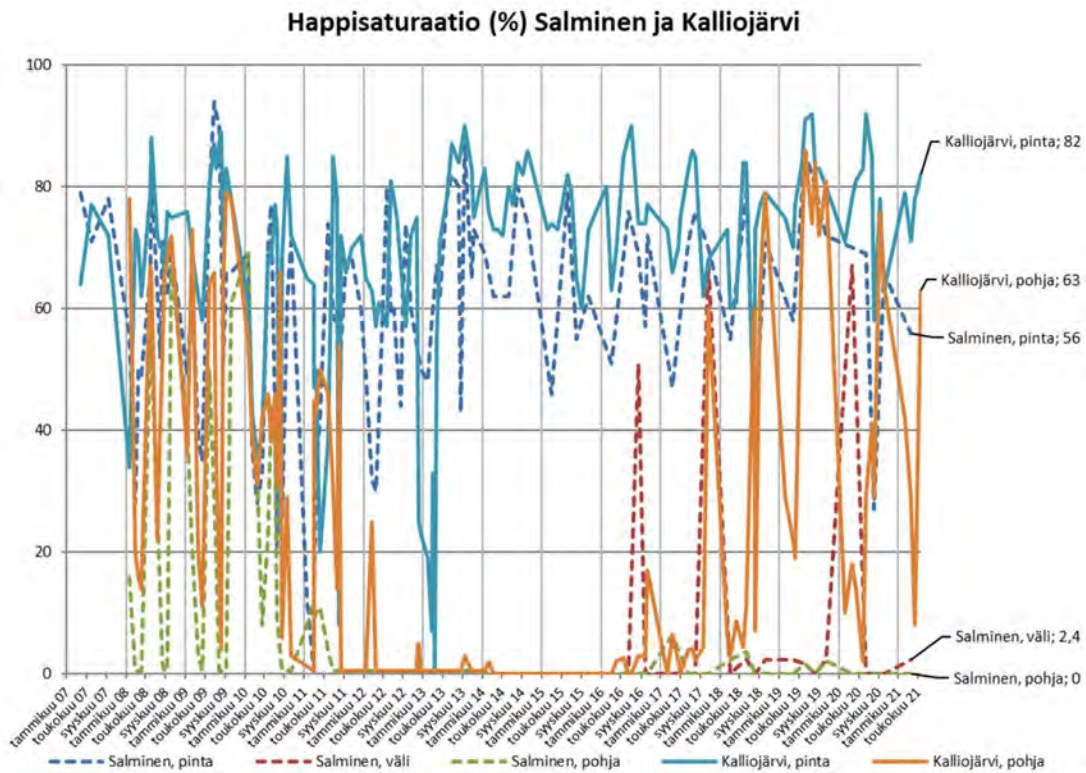
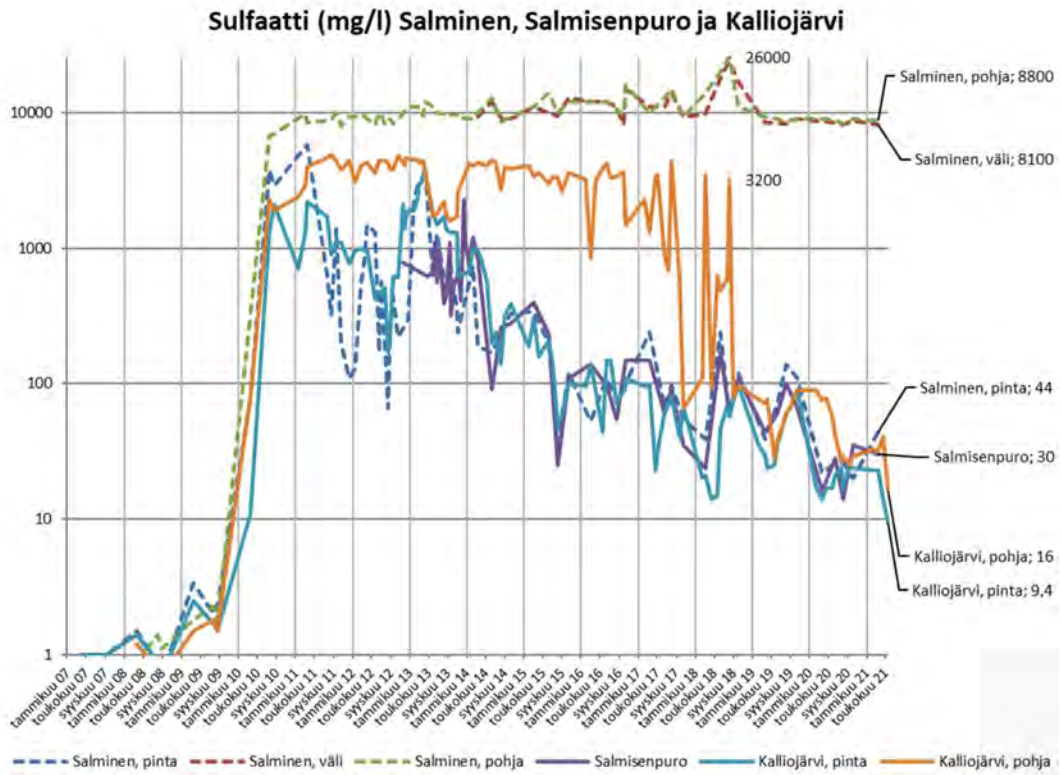
Analyysi- ja kenttämittaustulosten perusteella Salmisen sekä Kalliojärven vesi on ollut kerrostunutta. Kerrostuneisuus on havaittavissa esim. sulfaatti- ja nikkelpitoisuuksissa sekä alusveden hapettomuutena. Kalliojärven osalta tilanne on oleellisesti parantunut vuodesta 2016 alkaen ja vuodesta 2019 lähtien järvellä on ollut havaittavissa lähinnä vain vuodenvaihtoon liittyvää lämpökerrostuneisuutta. Alusvesinäytteiden happipitoisuudet ovat olleet keskimäärin 5,3 mg/l syyskuusta 2018 lähtien, eikä täysin hapettomia näytteitä ole ollut. Vuosina 2014-2016 alusvedet olivat käytännössä hapettomia jokaisella tarkkailukierroksella. (Kuva 4-2)

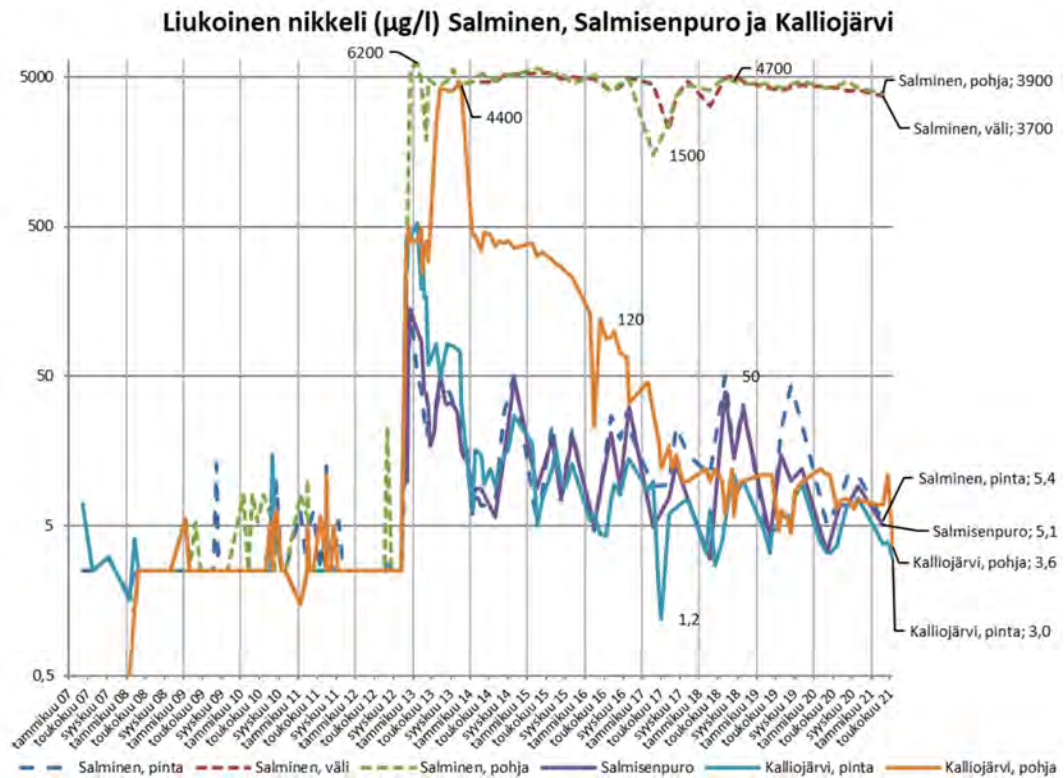
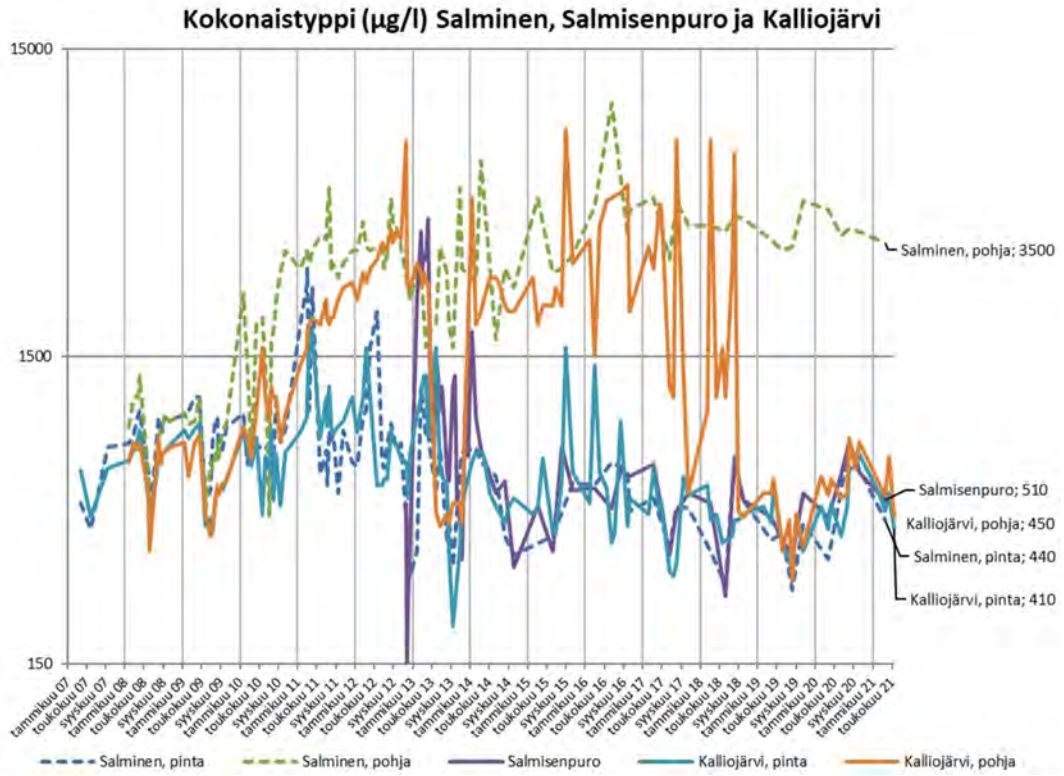
Salmisen vesipatsasta kuvaa edelleen kerrostuneisuus ja alusvesien hapettomuus. Päälyysvesien tulokset palautuivat nopeasti vuosien 2010-2014 tuloksista esimerkiksi sulfaatin ja sen kautta sähkönjohtavuuksien osalta, mikä osaltaan on myös korostanut kerrostuneisuutta. Vuosina 2019 ja 2020 on havaittavissa Salmisen väli- sekä alusveden keskimääräisissä tuloksissa mm. sulfaattituloksissa lievä laskeva trendi. Pitoisuudet ovat tasoittuneet sekä hieman systemaattisesti laskeneet eikä pitoisuuspiikkejä ole havaittavissa. Vuoden 2021 alkupuolen tuloksissa laskeva kehitys näyttäisi korostuvan mm. väliveden sähkönjohtavuudessa. (Kuva 4-2)

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

Salmisenpuron vesinäytteiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisten vuosien tarkkailutuloksiin ja trendeihin. Puron tulokset vastaavat melko tarkasti Salmisen päällysvesinäytteiden tuloksia myös aiempien näytteiden osalta. Salmiselta purkaantuu puron kautta lähinnä pintavesiä mikä osaltaan voimistaa lammen kerrostuneisuutta. (Kuva 4-2)



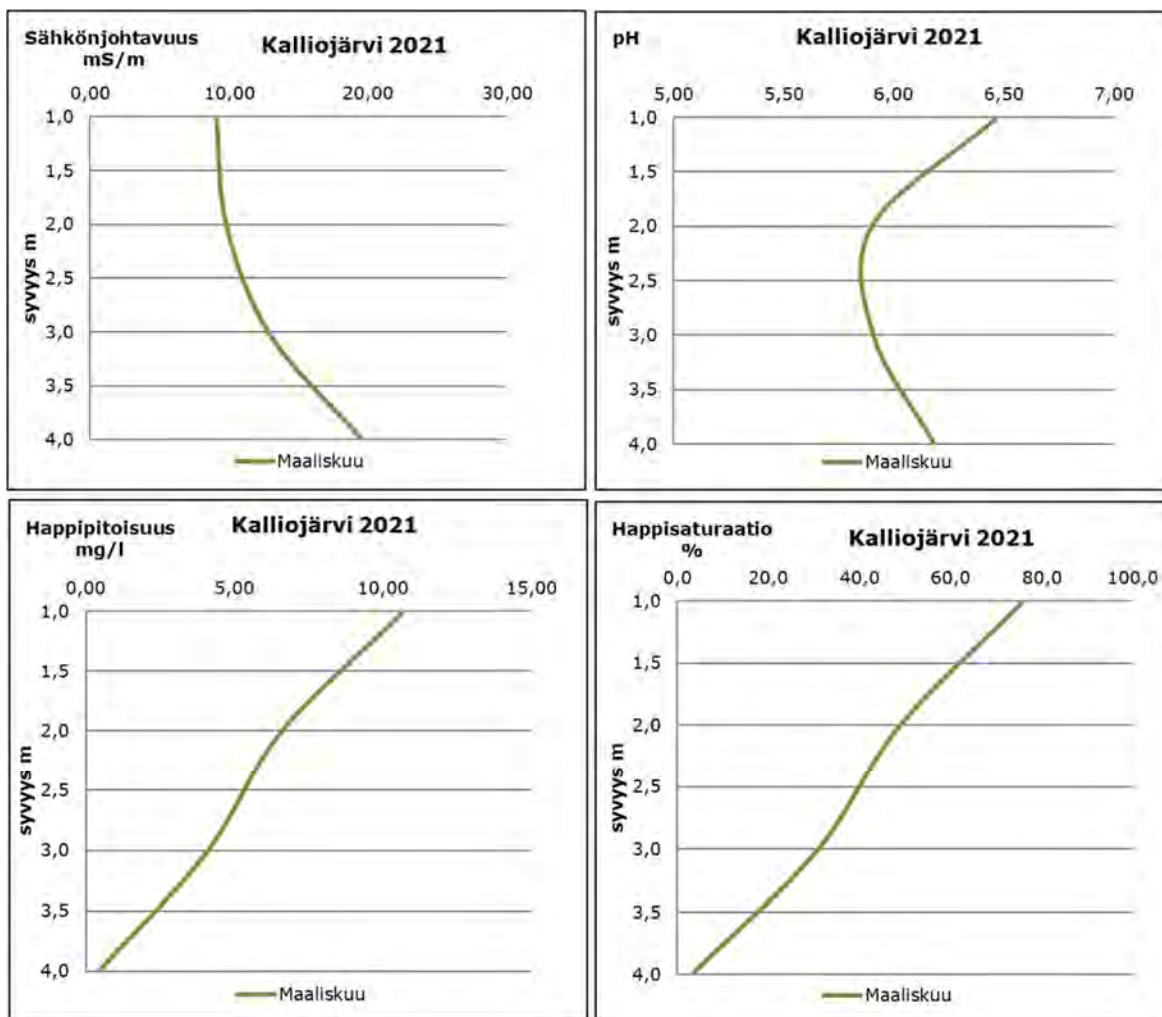




Kuva 4-2. Salmisen, Salmisenpuron ja Kalliojärven keskeiset tulokset vuodesta 2014 alkaen. Huomaa kuvaajien logaritmiset asteikot.

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

Edellisissä kappaleissa esitetty Kalliojärven vesipatsaan kerrostuneisuuden häviäminen on havaittavissa myös kenttämittauksissa. Sähkönjohtavuudessa ei ole havaittavissa harppauskerroksia syvyyden funktiona eikä vesi ole täysin hapetonta pohjan läheisyydessä. Kenttämittaukset ja laboratoriotulokset ovat yhteneväisiä. (Kuva 4-3)



Kuva 4-3. Kalliojärven kenttämittausten tulokset vuodelta 2021.

4.2.2 Härkäpuro ja Kuusijoki

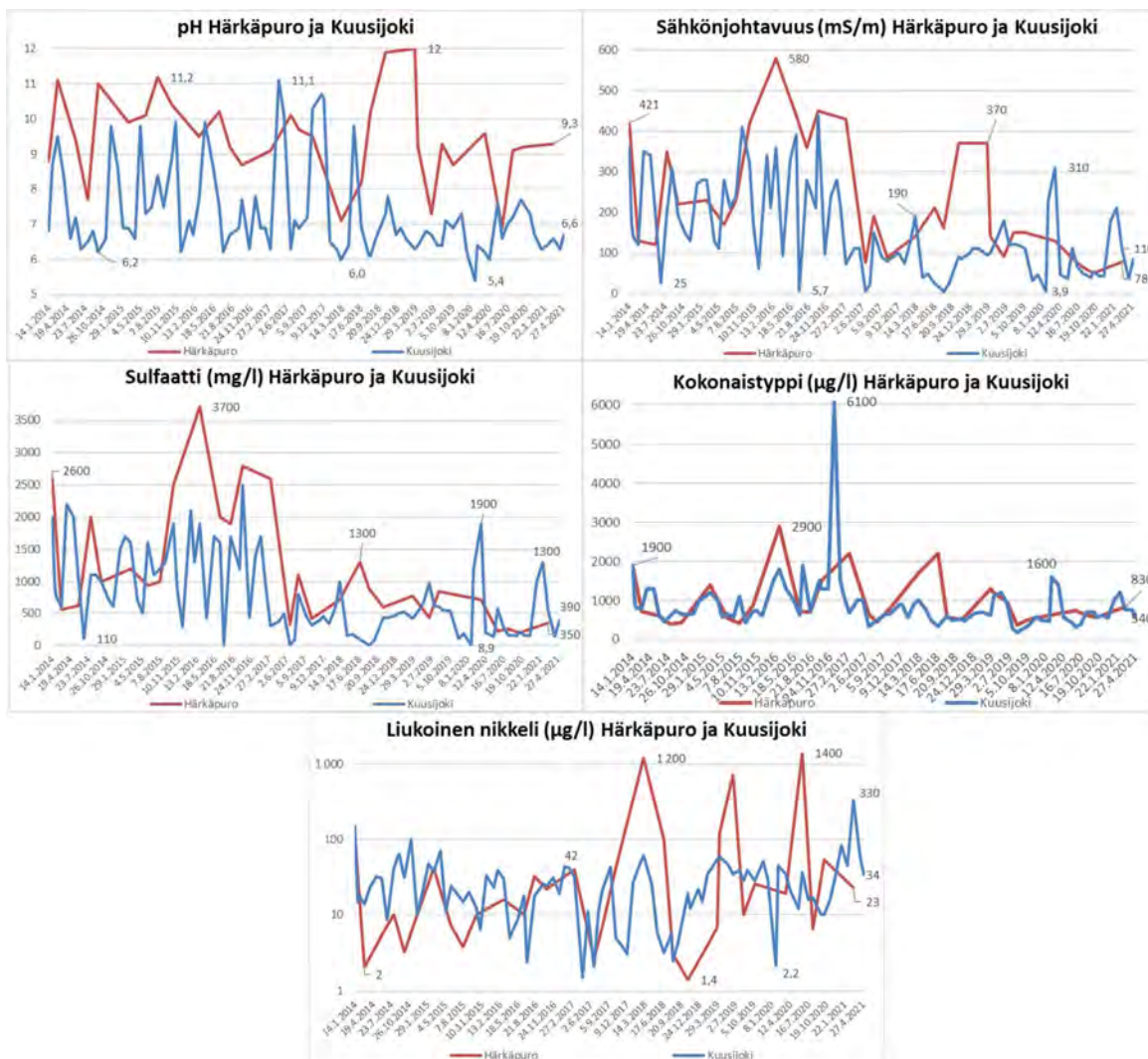
Kuusilammella varastoituja vesiä voidaan purkaa Härkäpuron kautta Kuusijokeen sekä Latosuolle. Edellisen kerran vesiä Kuusilammelta Kuusijokeen on johdettu vuonna 2016. Härkäpuron näytepisteellä näkyy kuitenkin tyypillisesti juoksuettavien vesien vaikutus, sillä sen kautta vettä voidaan johtaa myös tuotantoalueen muista vesivarastoista Latosuon altaaseen. Latosuolta purettiin vesiä Kuusijokeen alkuvuoden 2020 aikana, mikä nosti joitain pitoisuuksia (mm. sulfaatti) hetkellisesti. Myös vuonna 2021 vesiä purettiin tätä kautta ajanjaksoilla 1.1.-23.2.2021, 14.4.-18.5.2021 ja 26.5.2021. (Kuva 4-4)

Härkäpuroilta otettiin näyte maaliskuussa 2021. Näytteen analyysitulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tuloksiin. Sulfaattipitoisuus ja sähkönjohtavuus laskivat tasaisesti läpi vuoden 2020, nousten hieman maaliskuussa 2021. Laskeva pitempiaikainen trendi sulfaattipitoisuudessa ja sähkönjohtavuudessa on ollut nähtävissä vuodesta 2018 alkaen. Sama kehitys on nähtävissä näitä korreloivissa metallipitoisuuksissa (Ca, Mg, Na ja S). Härkäpuron alumiini-, barium-, koboltti-, kupari-, nikkeli- ja rautapitoisuuksissa on nähtävissä sen

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

sijaan keskimääräisten pitoisuuksien pienoista nousua, joskin tarkkailukierrosten välillä on havaittavissa suurta vaihtelua. Maaliskuun näytteistä määritettiin alumiini, nikkeli ja rauta, jotka laskivat lokakuun 2020 tuloksista. Tulosten vaihtelun taustalla on Härkälammen rajoittunut laskeutustilavuus, uuden pH:n säätölaitteiston käyttöönoton optimointi sekä kuivien jaksojen vähäiset vesimäärät, jotka aiheuttavat hetkittäisiä piikkejä metallipitoisuuksissa. (Kuva 4-4)

Kuusijoelta näytteitä otetaan kuukausittain, näytteiden tulokset olivat yhteneväisiä historiatietoihin. Maaliskuussa mitattiin joelta poikkeava nikkelpitoisuus 330 µg/l, mikä palautui huhtikuussa arvoon 54 µg/l ja edelleen toukokuussa arvoon 34 µg/l. Härkälammen neutraloinnin kalkkimaidon syötössä on ollut haasteita, mikä on näkynyt kohonneena nikkelpitoisuutena yksittäisessä näytteessä Kuusijoen. (Kuva 4-4)

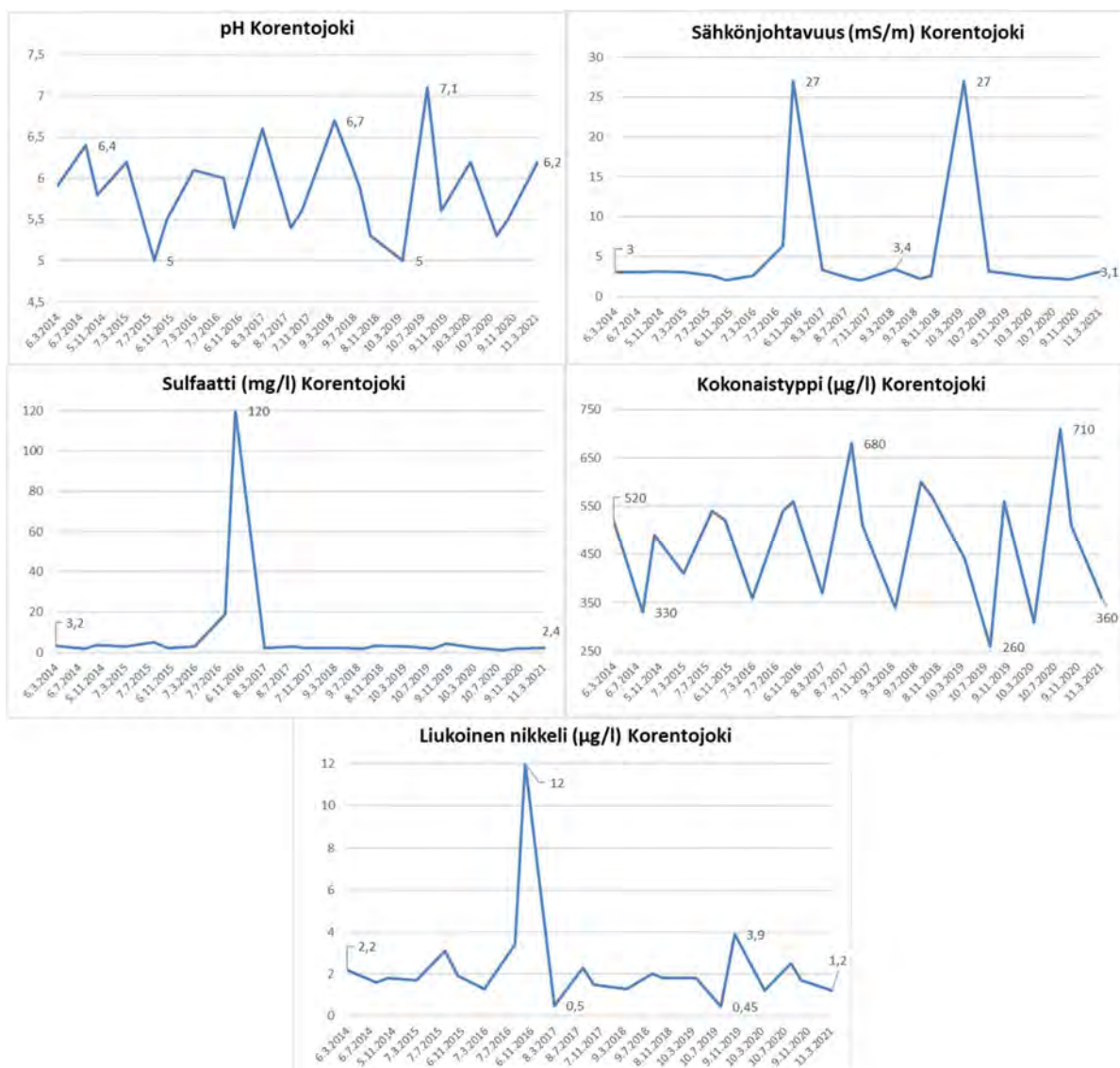


Kuva 4-4. Härkälampun ja Kuusijoen vesinäytteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen.

4.2.3 Korentojoki

Korentojoki laskee Kalliojokeen Kalliojärven ja Kolmisopen välissä ja kerää vetensä alueen länsipuolelta. Korentojokeen ei kohdistu kuormitusta tai muita vaikutuksia Terrafamen toiminnasta. Joen vesitilavuus on pieni, mikä aiheuttaa vaihtelua tuloksissa tarkkailukierrosten välillä. Esimerkiksi vuonna 2016 vesinäytteistä mitattiin poikkeavan suurin sulfaattipitoisuus, koska näytteet oli otettu liian läheltä Kalliojoen laskukohtaa. Korentojoen osalta vuoden 2021 ensimmäisen kvartaalin näytetulokset olivat tavanomaisia (Kuva 4-5).

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

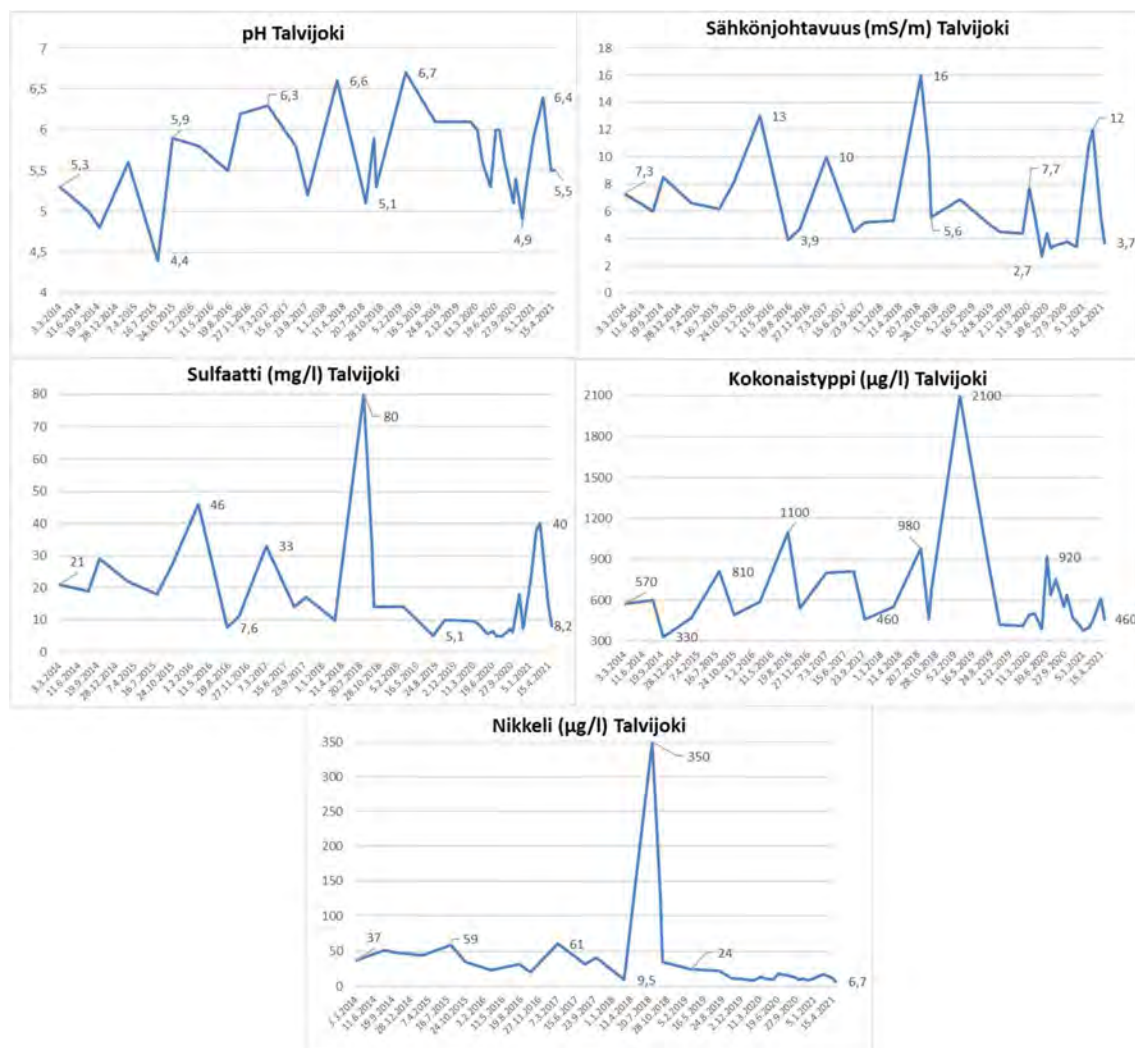


Kuva 4-5. Korentojoen vesinäytteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen.

4.2.4 Talvijoki

Tuotantoalueelta ei johdeta vesiä Talvijoen suuntaan. Talvijoen vedenlaatua seurataan normaalisti kolmesti vuodessa, maaliskuussa, elokuussa ja lokakuussa. Vuosina 2020 ja 2021 vedenlaatua on tarkkailtu kuukausittain helmikuusta 2020 lähtien. Helmikuussa 2020 Kivipurtoon pääsi lyhytaikaisen vuodon seurauksena metallipitoisia vesiä, joiden vaikutus oli havaittavissa Terrafamen omassa käyttötarkkailussa Kivipurossa ja hetkellisesti Talvijoen nikkeli- ja sinkkipitoisuuksissa. Vuodon vaikutus oli hetkellinen eikä vaikutuksia ollut havaittavissa kuukausittain otettujen näytteiden pitoisuuksissa (Kuva 4-6). Kuvan 4-6 kuvaaja hallitsivat elokuussa 2018 mitatut tavallista korkeammat pitoisuudet, jotka aiheutuivat sivukivialueen KL2 rakentamisen aikaisista valumavesien kohonneista metallipitoisuuksista. Kivipurolle on tehty pato ja vesiä pumpataan takaisin vesienkäsittelyyn, kunnes alue on kunnostettu. Tämän jälkeen valumavedet on ohjattu joko bioliuotuskiertoon tai käsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle.

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



Kuva 4-6. Talvijoen vesinäytteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen.

4.2.5 Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki

Nuasjärven purkuputken juoksutettavia vesiä lukuun ottamatta kaikki pohjoiseen, Oulujoen suuntaan alueelta juoksutettavat vedet kulkevat Kalliojoen ja Kolmisopen kautta Tuhkajokeen. Kalliojoen tarkkailupiste sijaitsee joen laskusuulla Kolmisoppeen. Kolmisopessa on kaksi tarkkailupistettä, joista toinen on keskellä järveä. Tästä pisteestä otetaan näytteet päänly-, väli- ja alusvedestä. Toinen Kolmisopen piste, ”lähtevä” sijaitsee järven luusuassa, josta vedet ohjautuvat Niskalan padon kautta Tuhkajokeen. Tuhkajoen näytteenottopiste on noin jokiosuuden puolivälissä.

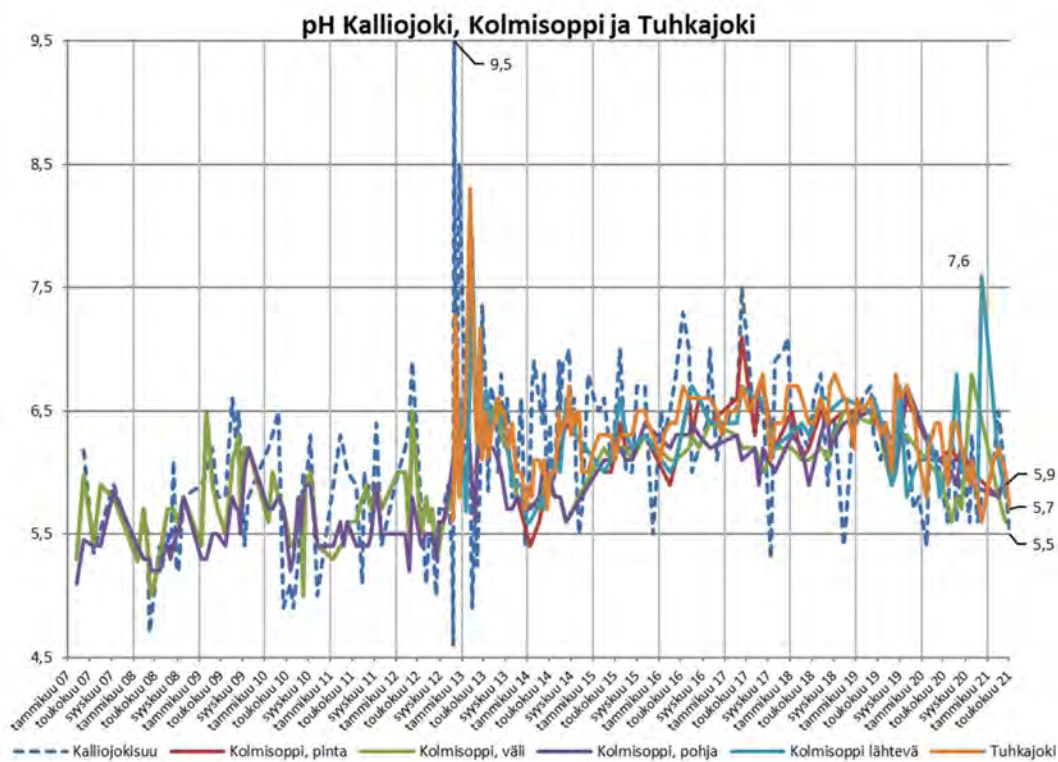
Yleisesti Kalliojoen, Kolmisopen ja Tuhkajoen vuosien 2019–2021 vesinäytteiden tulokset ovat olleet tasaisia ja mm. sulfaatti- ja metallipitoisuuksien osalta selvästi alle vuosien 2011–2016 tulosten.

Vuoden 2021 ensimmäisellä kvartaalilla, kuten myös vuonna 2020, vesiä juoksutettiin pohjoiselle reitille. Juoksutusten vaikutukset ovat havaittavissa Kalliojoen sulfaattituloksissa sekä sähkönjohtavuuksissa ja pienellä viiveellä Kolmisopin väli- ja alusvesien vastaavissa tuloksissa. Muilla alueen pisteillä tai syvyyksillä muutokset eivät ole yhtä selkeitä. (Kuva 4-7)

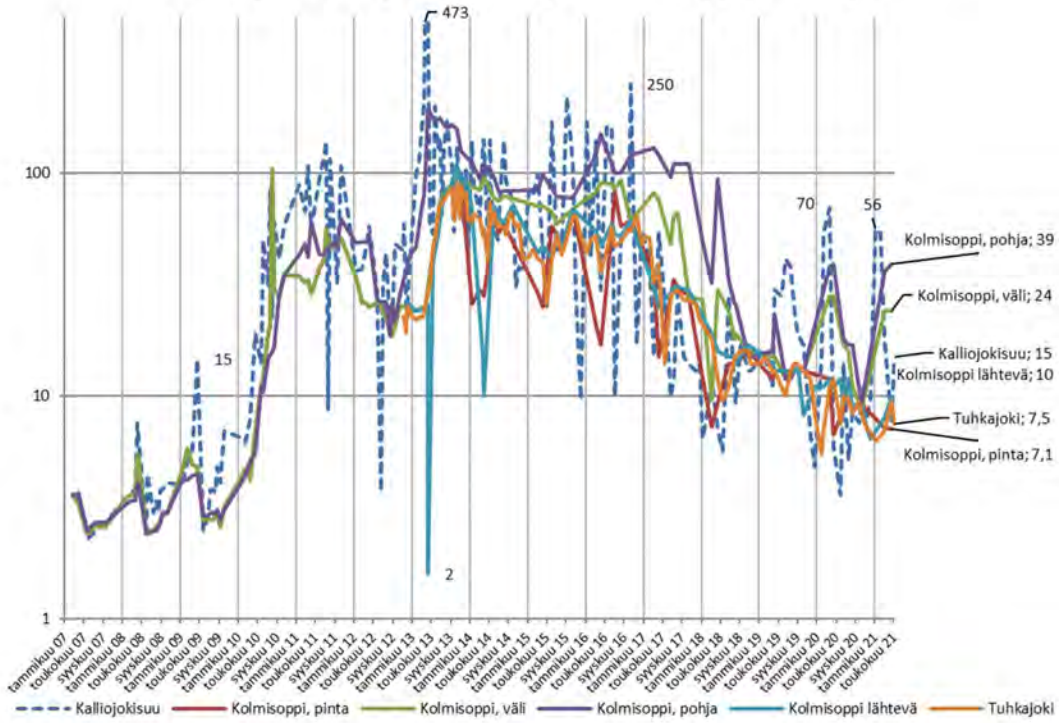
TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

Nikkelipitoisuudet laskivat alueen pisteillä systemaattisesti vuosien 2018 ja 2019 vaihteeseen asti, jolloin pitoisuudet olivat alle 5 µg/l kaikilla tarkkailupisteillä ja olivat tuolloin osittain alle alueen taustapitoisuuksien. Nikkelipitoisuuksissa on havaittavissa nousevaa trendiä kaikilla pisteillä ja pitoisuudet ovat reagoineet alkuvuoden juoksuuksiin voimakkaammin kuin alkuvuonna 2020. Kalliojoen nikkelipitoisuuksien huippupitoisuudet kevään 2021 osalta havaittiin maaliskuussa (pitoisuus tuolloin 35 µg/l), huhtikuussa mitattiin pitoisuus 8,3 µg/l ja toukokuussa pitoisuus 6,3 µg/l. Kolmisopen alusveden nikkelipitoisuudet olivat sen sijaan vielä huhtikuussa nousussa, maaliskuussa mitattiin pitoisuus 13 µg/l ja huhtikuussa 18 µg/l. (Kuva 4-7)

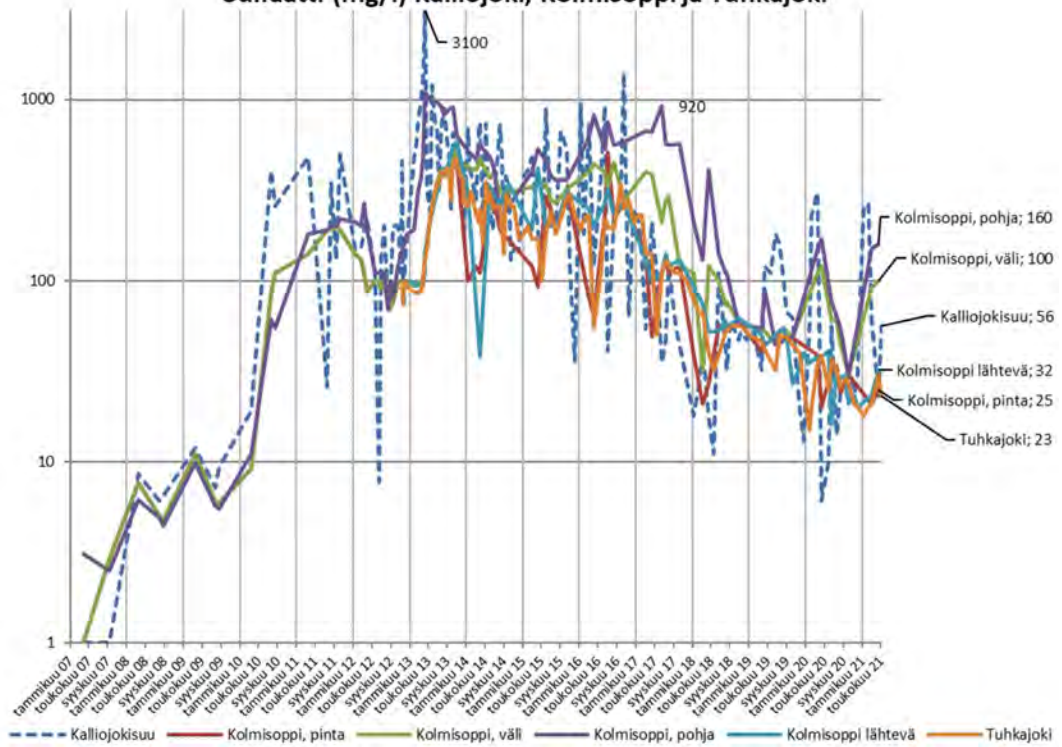
Maalis-huhtikuussa 2021 Kolmisopen näytepisteellä happitilanne oli heikentynyt talviseen tapaan kaikissa syvyyksissä. Maaliskuussa mitattiin pintavesistä hapen kyllästysprosentiksi 44%, kun välivedessä prosenttiosuus oli 73% ja alusvesissä 70%. Samalla näytteenotokerralla metrin syvyydeltä tehdyissä kenttämittauksissa vastaavaa heikentynyttä happisaturaatiota ei ollut havaittavissa (Kuva 4-8). Huhtikuussa vastaavat happisaturaatiot vesinäytteissä olivat 81%, 72% ja 68% eli happipitoisuus oli tyydyttävällä tasolla. Alusvesien keskimääräiset hapen kyllästysprosentit ovat olleet vuosina 2019-2021 n. 59 %, vuosina 2016-2018 43 % ja vuosina 2014-2015 60 %.



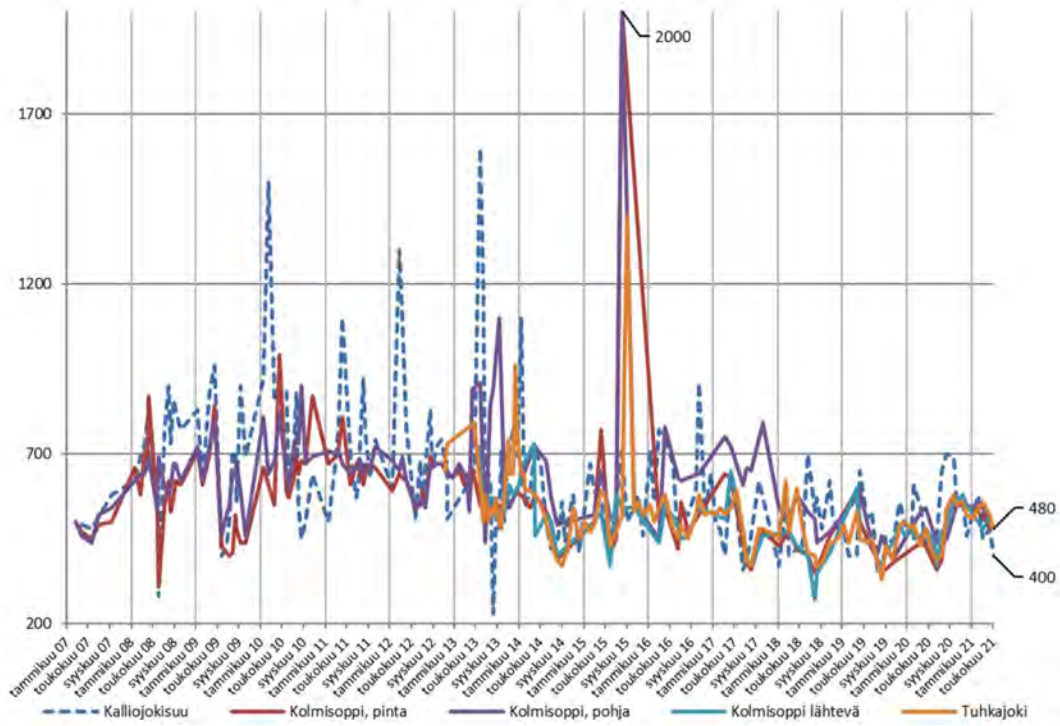
Sähkönjohtavuus (mS/m) Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki



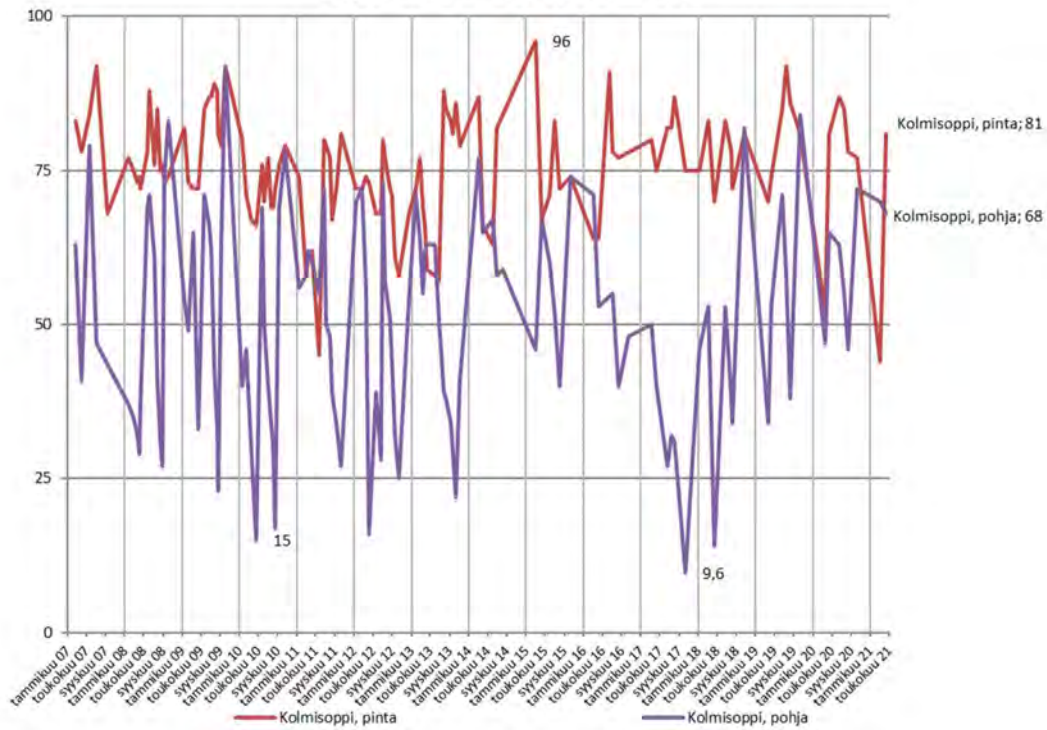
Sulfaatti (mg/l) Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki

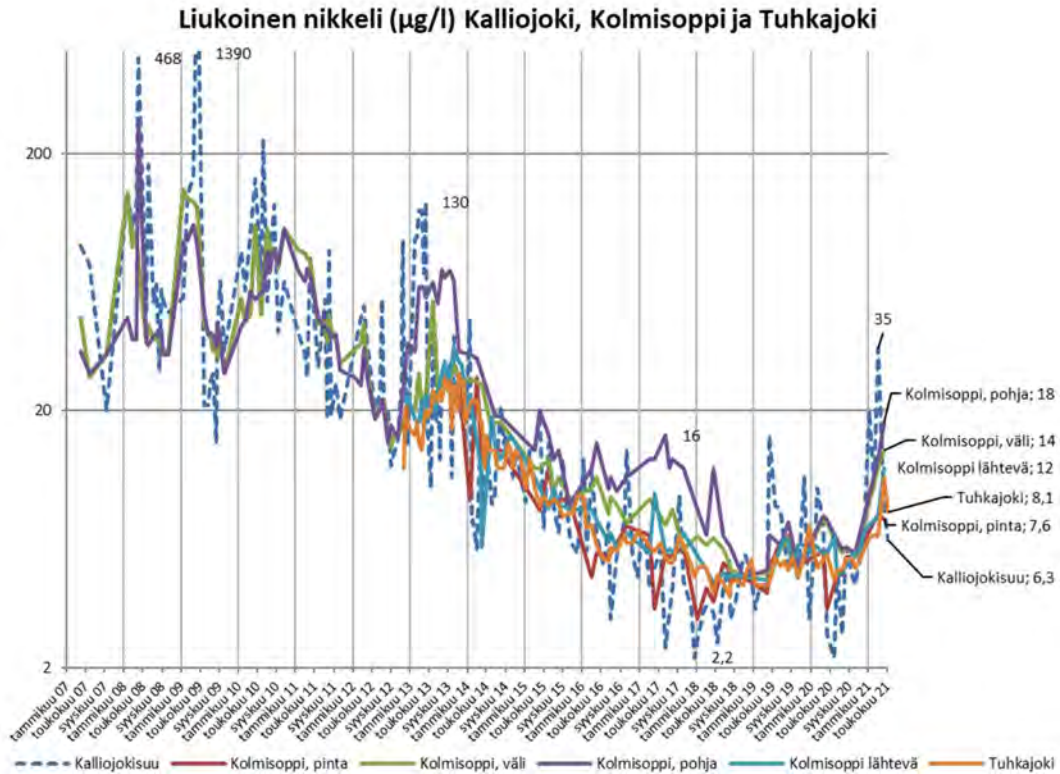


Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki



Happisaturaatio (%) Kolmisoppi

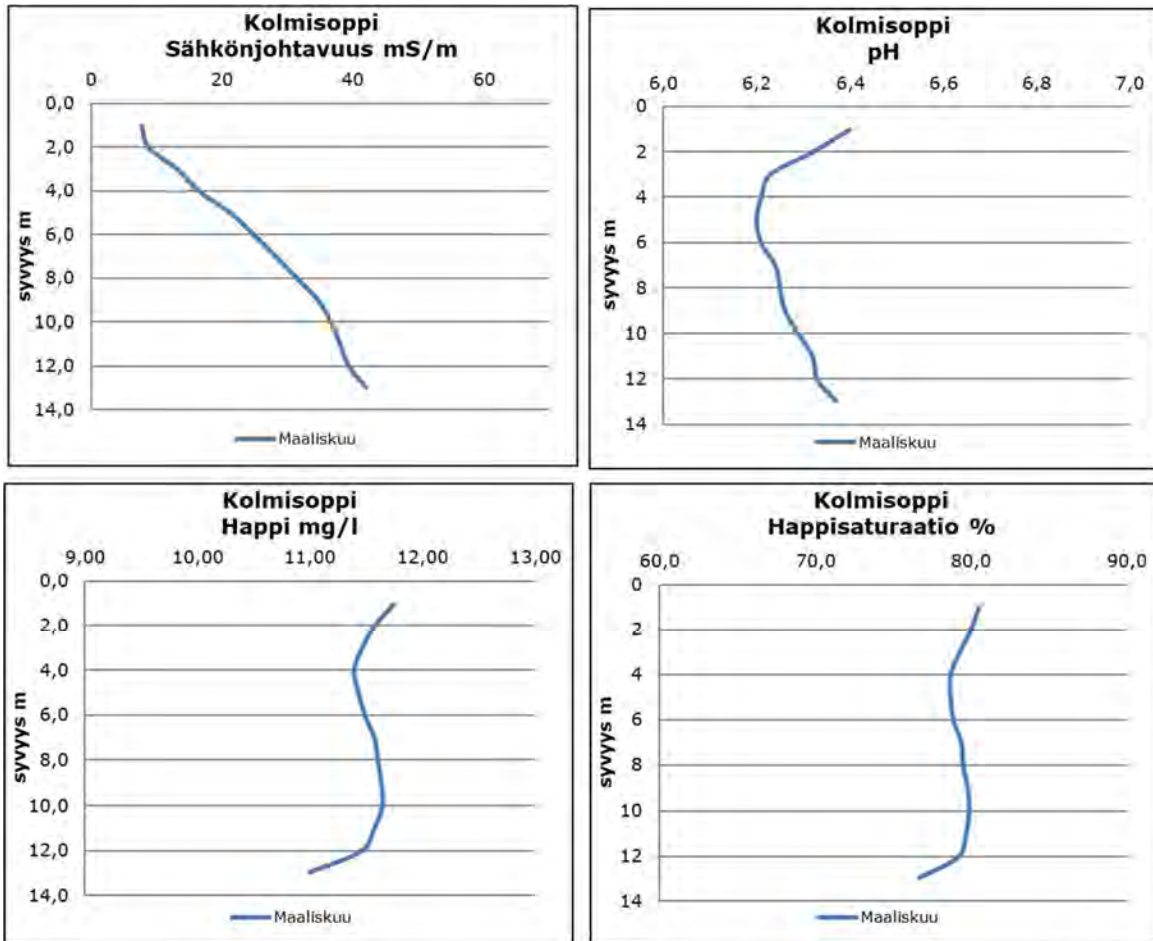




Kuva 4-7. Kalliojoen, Kolmisopen ja Tuhkajoen keskeiset tulokset vuodesta 2007 alkaen. Huomaa, osassa kuvaajissa logaritmiset asteikot. Pystyviivoituksella eroteltu vuodet.

Kolmisopelta tehdään myös kenttämittauksia näytteenottojen yhteydessä. Kuvassa 4-8 on esitetty maaliskuun 2021 kenttämittausten tulokset. Kenttämittausten perusteella Kolmisopen vedessä ei esiintynyt normaalista vuodenkierrosta poikkeavaa kerrostuneisuutta. Happpisatuaatioissa ei ole nähtävissä laboratoriotesteissä havaittua pintaveden huonoa happitilannetta metrin syvyydellä.

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



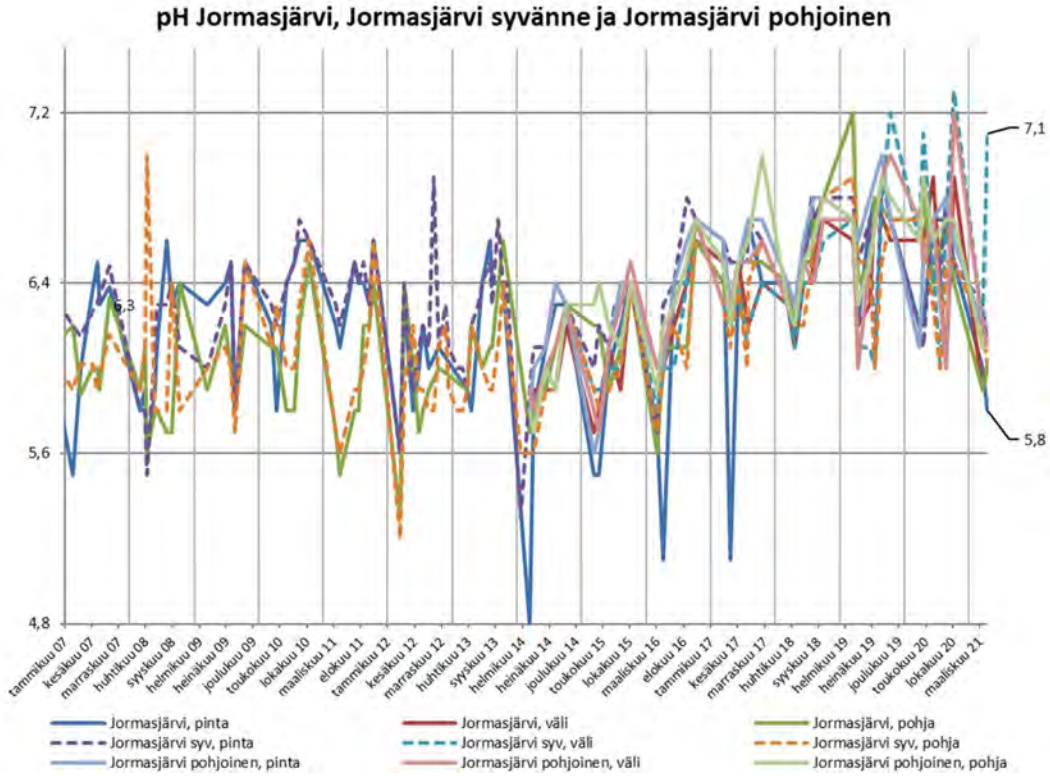
Kuva 4-8. Kolmisopen kentämittausten tulokset maaliskuulta 2021.

4.2.6 Jormasjärvi

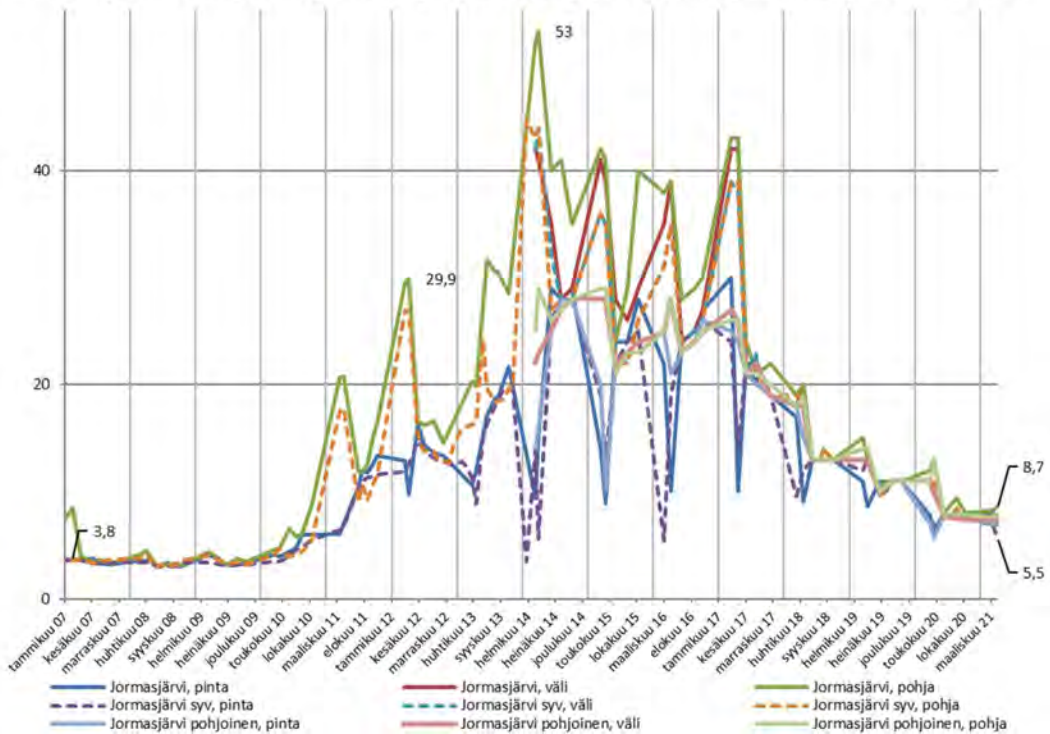
Jormasjärvellä on kolme näytteenottopistettä; Jormasjärvi (järven eteläpäädyssä Tuhkajokisuun lähetyvillä), Jormasjärvi syväne (järven keskiosissa) sekä Jormasjärvi pohjoinen (järven pohjoisosassa, lähellä Jormasjoen luusuaa). Syväne pisteellä toimii myös automaattinen vedenlaadun mittausasema.

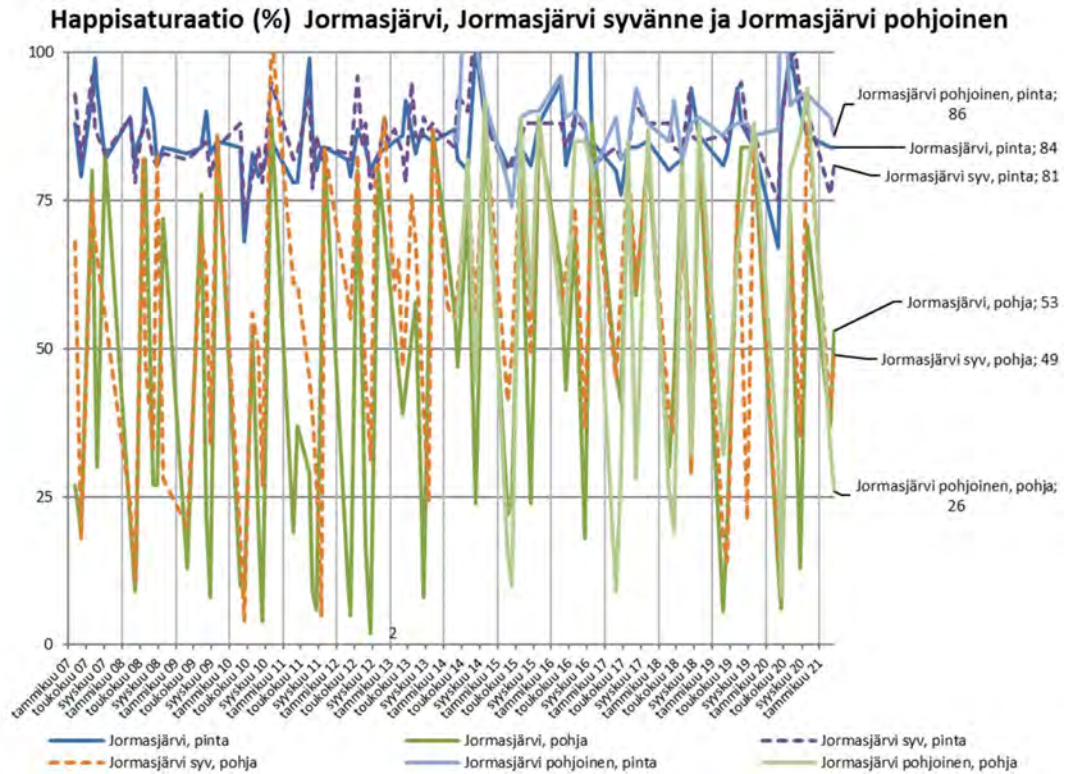
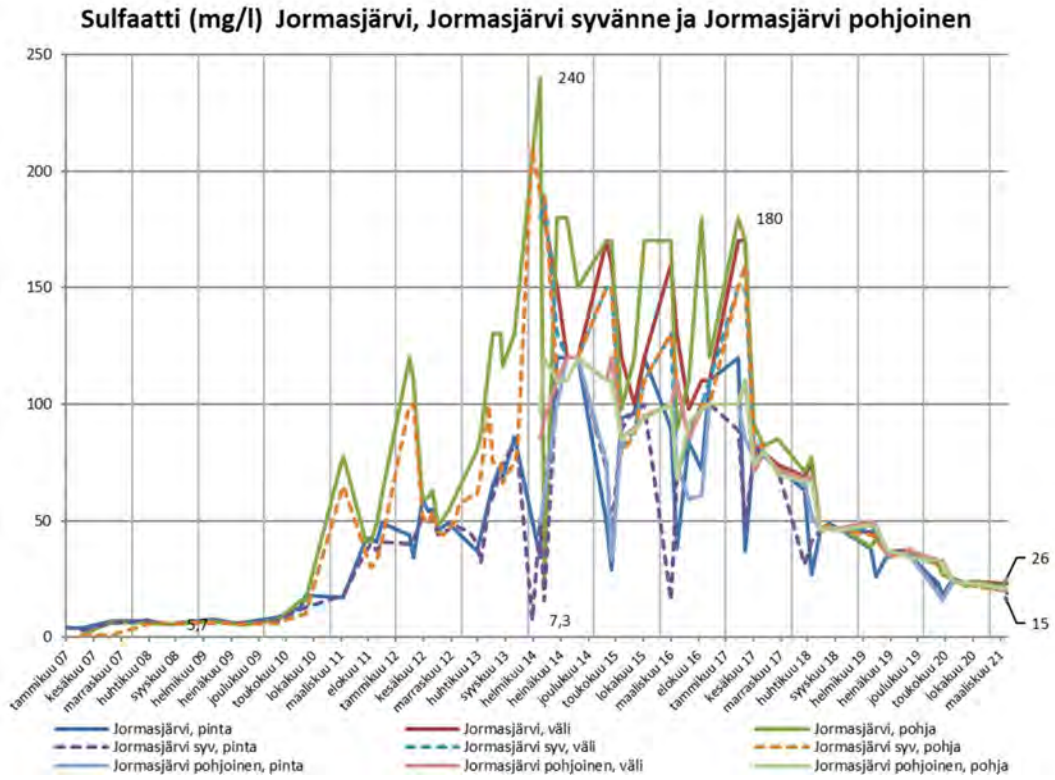
Jormasjärven näytteiden tuloksia luonnehtii luontainen vuodenvaihtelu ja lämpötilan mukainen kerrostuneisuus. Yleisesti pitoisuudet ovat palautumassa pienentyneet ja palautuneet vuosien 2014-2015 huippupitoisuuksista. Viime talvien juoksutukset ovat havaittavissa lähinnä nikkelipitoisuuksien vähäisinä nousuina, mutta eivät esimerkiksi sulfaattipitoisuuksissa. Toisaalta vuoden 2020 ja 2021 juoksutukset tähän suuntaan ovat ajoittuneet talvikerrostuneisuuden aikaan, jolloin on ollut havaittavissa nikkelipitoisuuksien vähäistä nousua myös aikaisempina vuosina, vaikka juoksutuksia ei ole ollut. (Kuva 4-9)

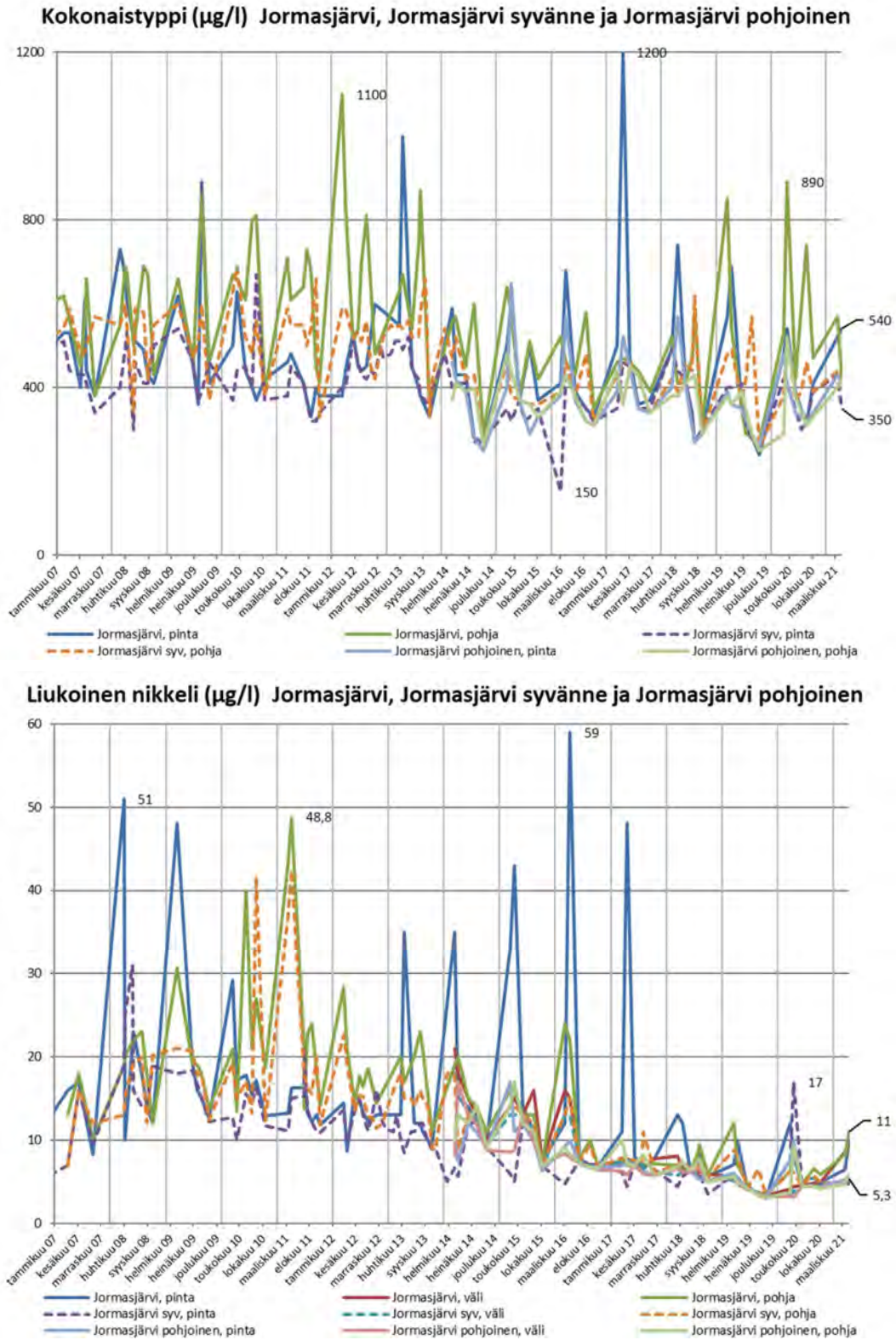
Maalis- ja huhtikuun 2021 kierrosten aikaan Jormasjärven tulokset olivat aiempiin vuosiin verrattuna tavanomaisia. Hapen saturaatio oli alusvesissä matalimmillaan maaliskuussa 37%, huhtikuussa saturaatio oli kohentunut arvoon 53%. Väliveden happisaturaatiot olivat 67 ja 64%, päällysvesien saturaatiot 84% kummallakin kierroksella. Vuosien 2019 ja 2020 alusvesien happisaturaatiot vaihtelivat maalis-huhtikuussa välillä 5,7-20%.



Sähkönjohtavuus (mS/m) Jormasjärvi, Jormasjärvi syväne ja Jormasjärvi pohjoinen





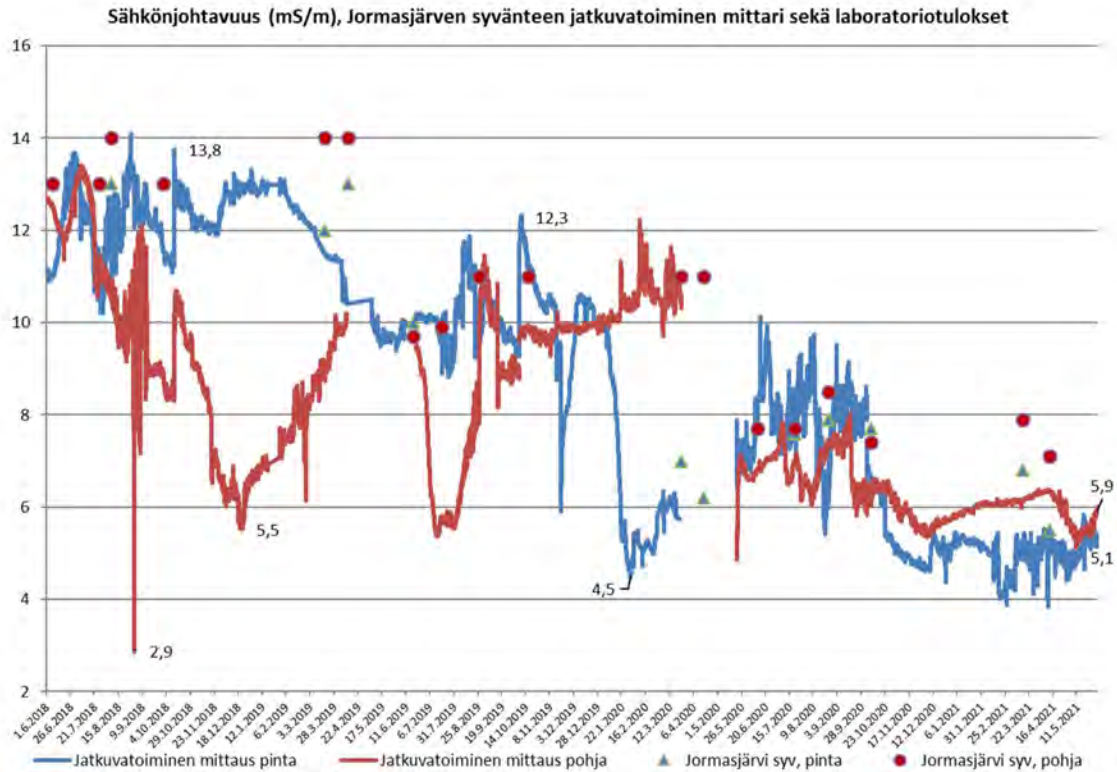


Kuva 4-9. Jormasjärven näytteenottopisteiden keskeiset tulokset vuodesta 2007 alkaen. Pystyviivituksella eroteltu vuodet.

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

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

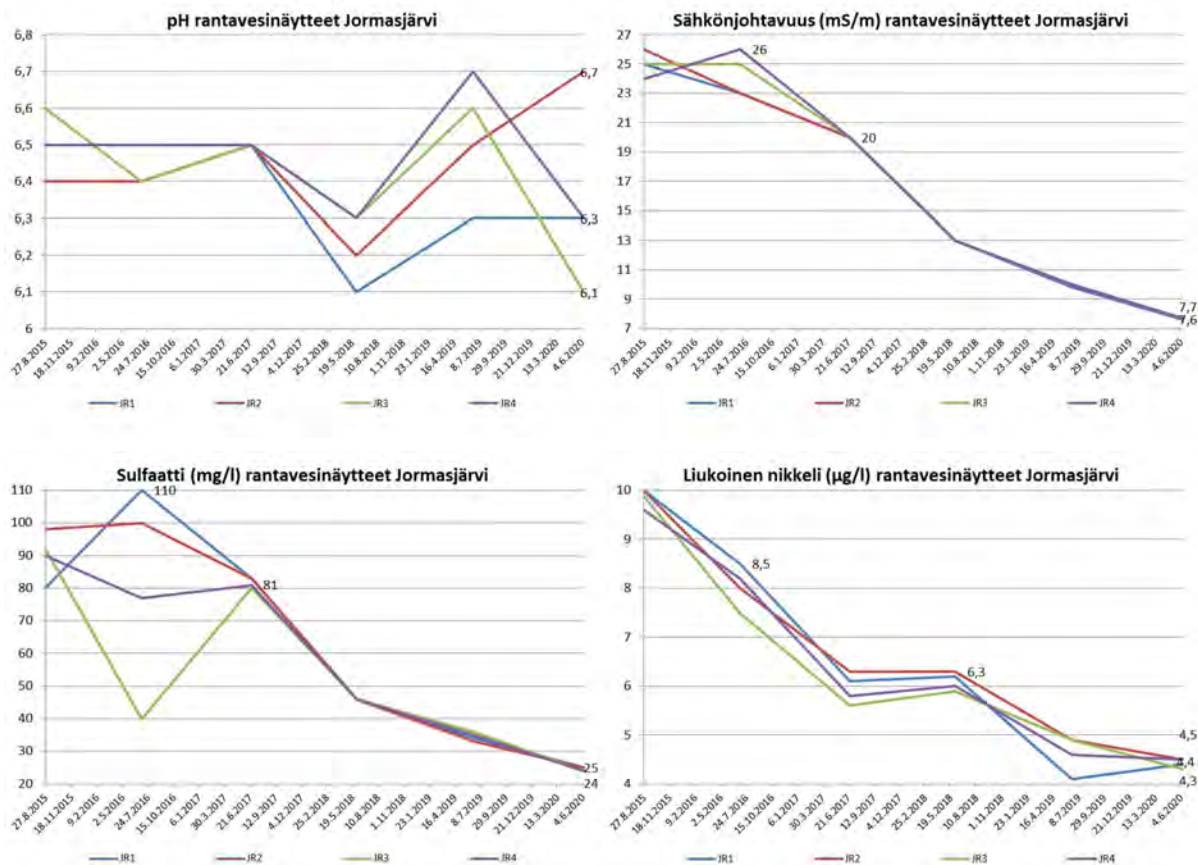
Jatkuvatoimisen mittausaineiston perusteella vesien sähkönjohtavuudet ovat olleet maltillisia läpi talven ja keskimäärin pienempiä kuin aikaisempina talvina. Myös talvikerrostuneisuuden tasoerot ovat olleet pienempiä tänä vuonna ja vesipatsaan johtavuudet tasoittuivat jo huhtikuussa jäiden lähtiessä. (Kuva 4-10)



Kuva 4-10. Jormasjärven jatkuvatoimisen mittausaseman sähkönjohtavuudet kesäkuusta 2018 alkaen. Kuvaajassa esillä myös laboratoriossa määritettyjen vesinäytteiden sähkönjohtavuudet. Jatkuvassa aineistossa on jonkin verran katkoksia, lähinnä jääolosuhteista johtuen.

Jormasjärven rantavesinäytteitä otetaan kesäisin neljältä havaintopisteeltä. Vedenlaatu on parantunut lineaarisesti vuodesta 2017 alkaen, kesäkuussa 2020 esimerkiksi nikkelipitoisuudet ovat jo lähellä taustapitoisuuksia. Seuraava näytteenotto pisteillä on kesällä 2021. (Kuva 4-11)

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

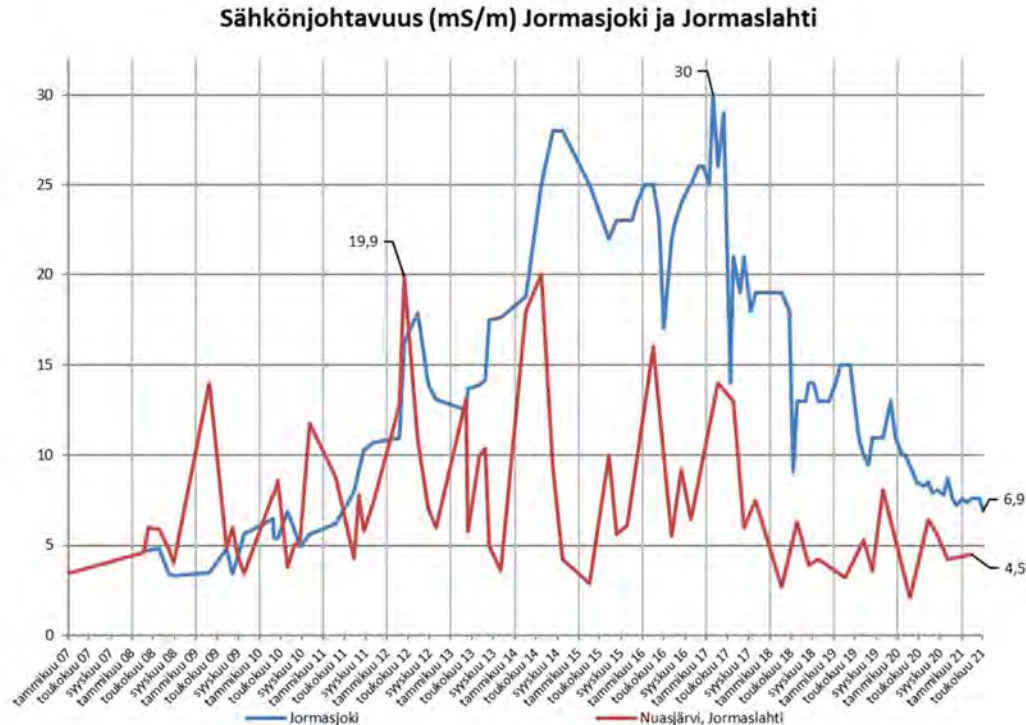


Kuva 4-11. Jormasjärven rantavesinäytteiden JR1-4 tuloksia elokuusta 2015 alkaen.

4.2.7 Jormasjoki ja Jormaslahti (Nuasjärvi)

Jormasjoen vedenlaatua tarkkaillaan kuukausittain maantiesillan kohdalta ennen joen laskusuuta Nuasjärven Jormaslahteen. Tarkkailupiste kuuluu myös Elementis Mineralsin Lahnaslammen kaivoksen tarkkailuun. Jormasjoella mm. sulfaatti-, nikkeli- ja rikkipitoisuudet sekä sähkönjohtavuus ovat laskeneet edellisvuosina ja ovat edelleen laskussa. (Kuva 4-12)

Jormaslahdelta näytteitä otetaan neljästi vuodessa maaliskuu-, kesä-, elokuu- ja lokakuussa. Vuoden 2021 ensimmäisen kvartaalin näyte otettiin maaliskuun alussa. Jormaslahden vedenlaadussa ei ollut havaittavissa poikkeamia aiempaan tarkkailuun verrattuna ja pitempiaikainen sulfaatti- ja metallipitoisuuksien tasoittuminen jatkuivat myös tällä pisteellä. (Kuva 4-12)



Kuva 4-12. Jormasjoen ja Jormaslahden vesinäytteiden sähkönjohtavuudet vuodesta 2007 alkaen.

4.2.8 Rehja-Nuasjärvi

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

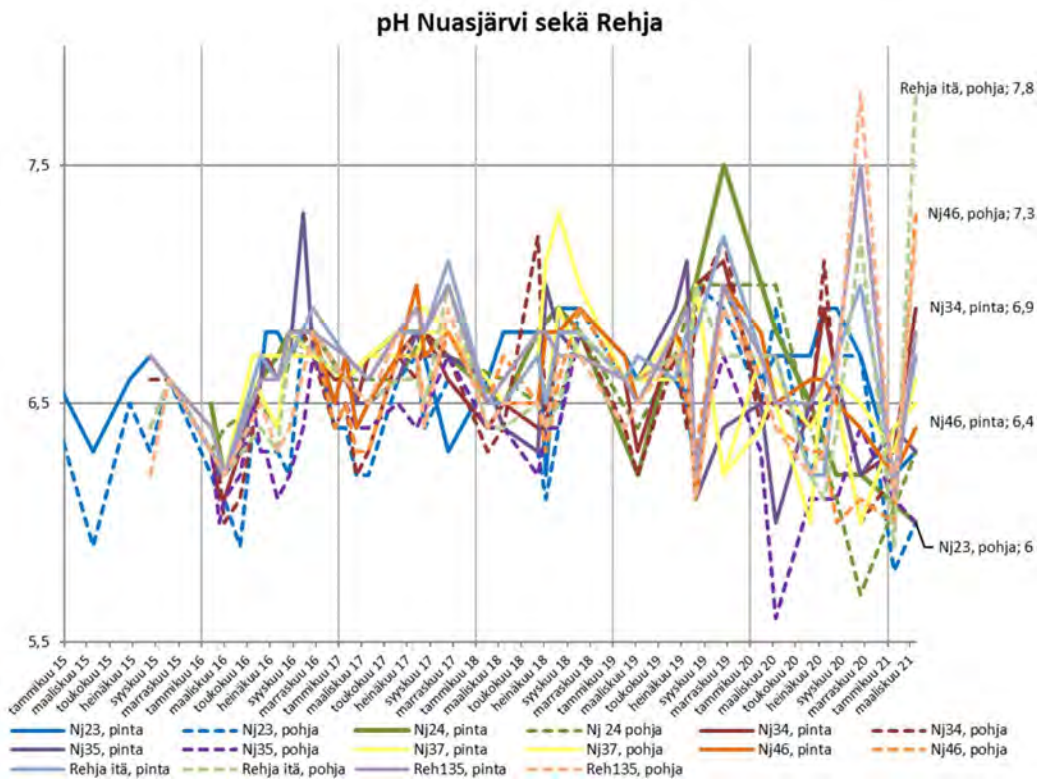
Vesinäytteiden tulokset

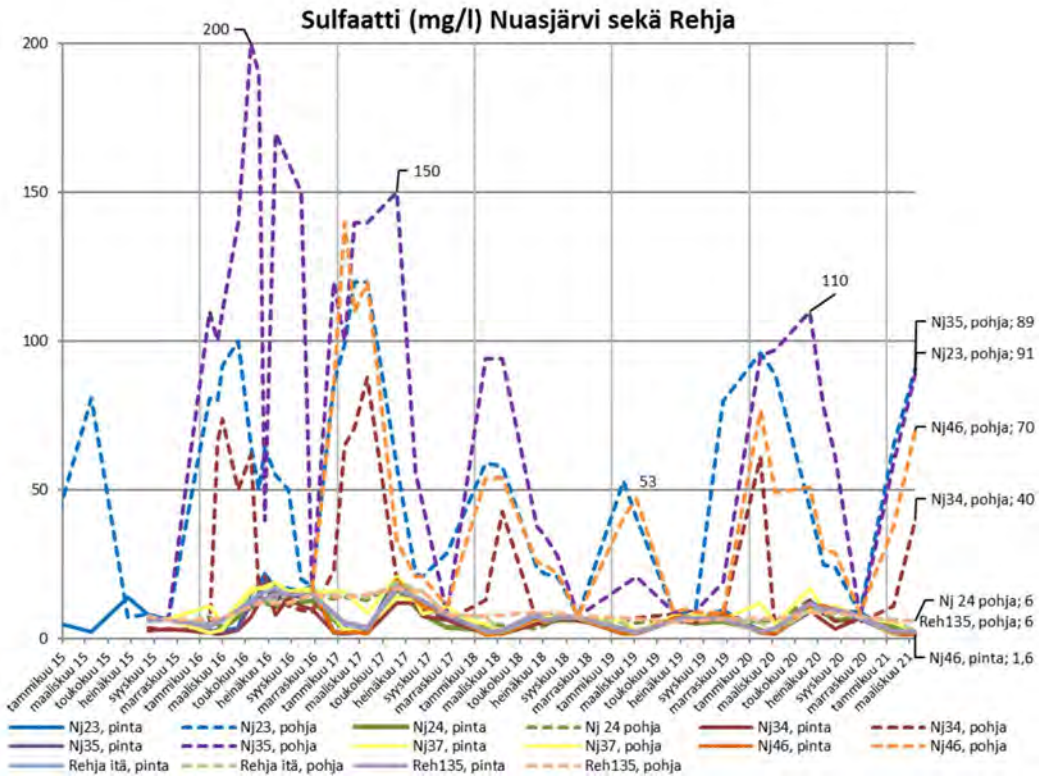
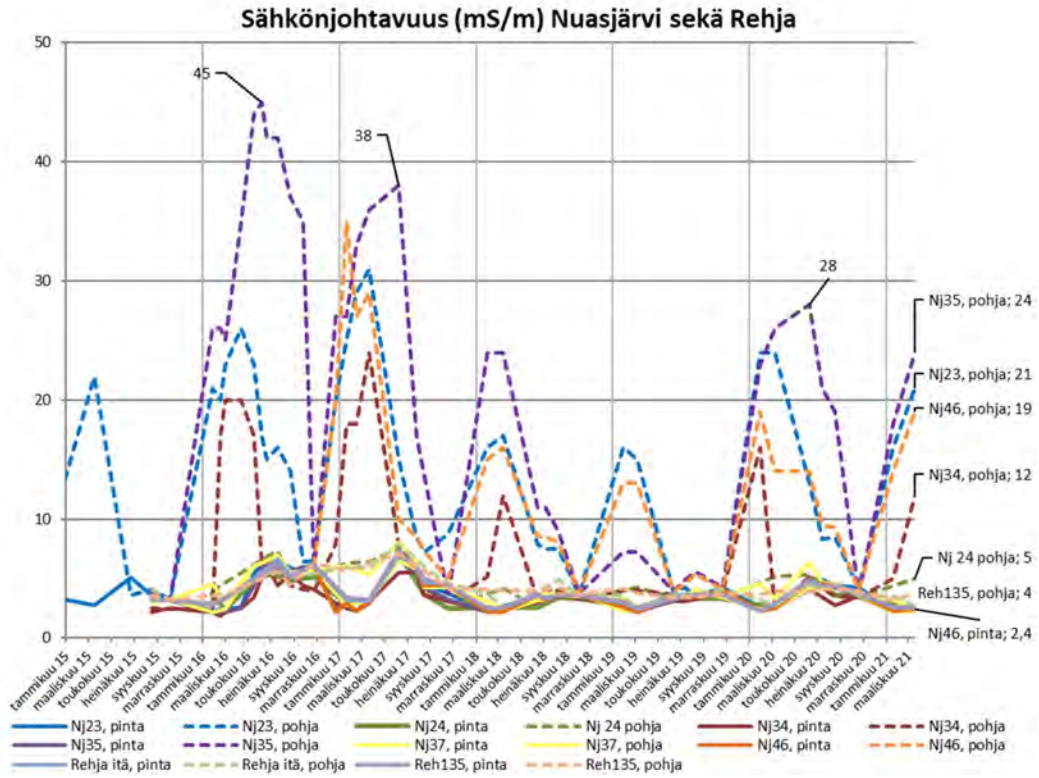
Kuvassa 4-13 on esitetty osa keskeisimmistä parametreista vuodesta 2015 alkaen, purkupunkeja otettiin käyttöön 2016. Kuvaajista on yleisesti nähtävissä vuodenvaihteluun perustuvat pitoisuusvaihtelut sekä juoksutusvesien vaikutus. Vuoden 2016 ja 2019-2020 suuremmat juoksutusvesimäärät näkyvät tuloksissa sulfaatti- ja rikkipitoisuuksissa sekä 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 purkupunkeista koilliseen olevalla pisteellä Nj35. Sama suuntaus on havaittavissa myös purkupunken lisätarkkailussa, jossa muutokset ovat voimakkaimmat pisteellä Nj35-1 (Kuva 4-14).

Vuoden 2021 alussa purkuvesien vaikutusta on havaittavissa alusvesien kohonneina sähkönjohtavuuden arvoina pisteillä Nj23, Nj34, Nj35 ja Nj46, kuten on havaittu aikaisemminkin. Yleisesti juoksutusvesien vaikutus suuntautuu purkupunkeista luoteeseen, talvisin sähkönjohtavuuksien on havaittu nousevan myös idän suunnan pisteellä Nj34, mutta tällä pisteellä sähkönjohtavuudet ovat tasoittuneet heti jäiden lähtiessä. Alkuvuoden 2021 juoksutusvesien vaikutukset vesinäytteiden pitoisuuksiin ovat samaa tasoa kuin vuonna 2020. Vuonna 2019 juoksutusvesien vaikutus oli taukoa, ja silloin pitoisuudet olivat pienempiä kuin muina vuosina. (Kuva 4-14)

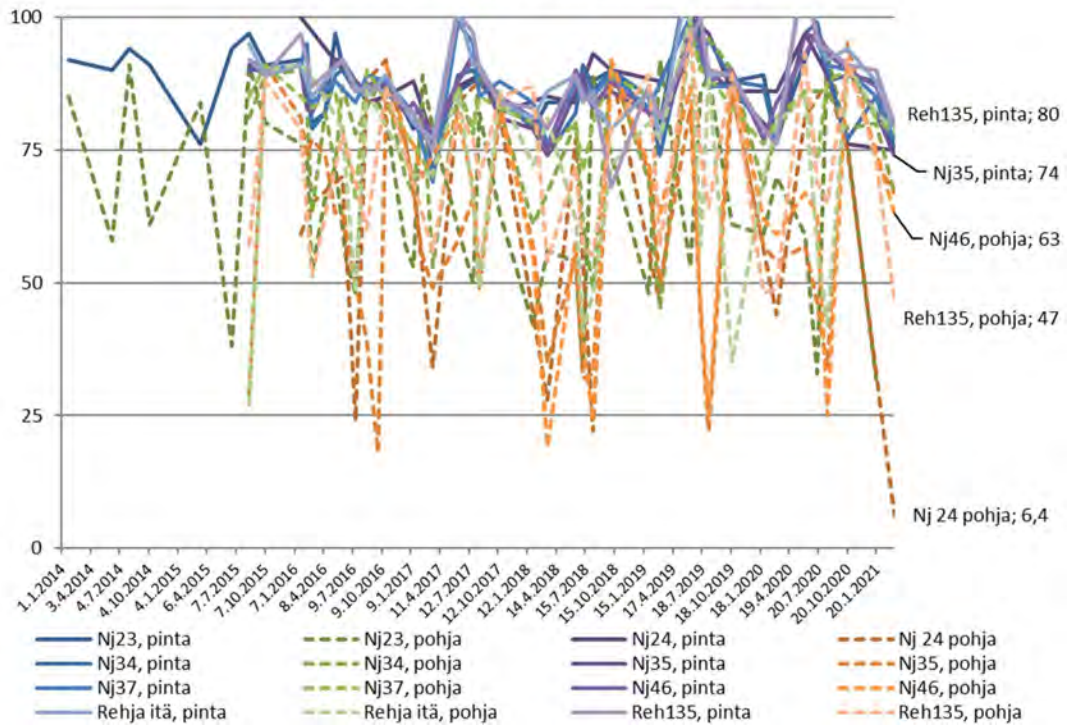
TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

Maaliskuun 2021 Nuasjärven vesinäytteiden happisaturaatioissa oli jonkin verran hajontaa. Pisteen Nj23 saturaatiot päänlyys-, väli- ja alusvedessä olivat 75, 68 ja 32%, pisteellä Nj24 75, 80 ja 6,4%, pisteellä Nj34 74, 75 ja 67%, Nj35 74, 56 ja 67% sekä pisteellä Nj46 79, 66 ja 63%. Pisteen Nj24 alusvesien happitulos poikkesi huomattavasti aikaisemmista tuloksista (22-100%), eikä rauta- tai mangaanipitoisuuksissa ollut vastaavia muutoksia, joten selkeää syytä havainnolle ei ole. Muuten happitulokset olivat Nuasjärvellä samaa tasoa kuin edellisvuosina.

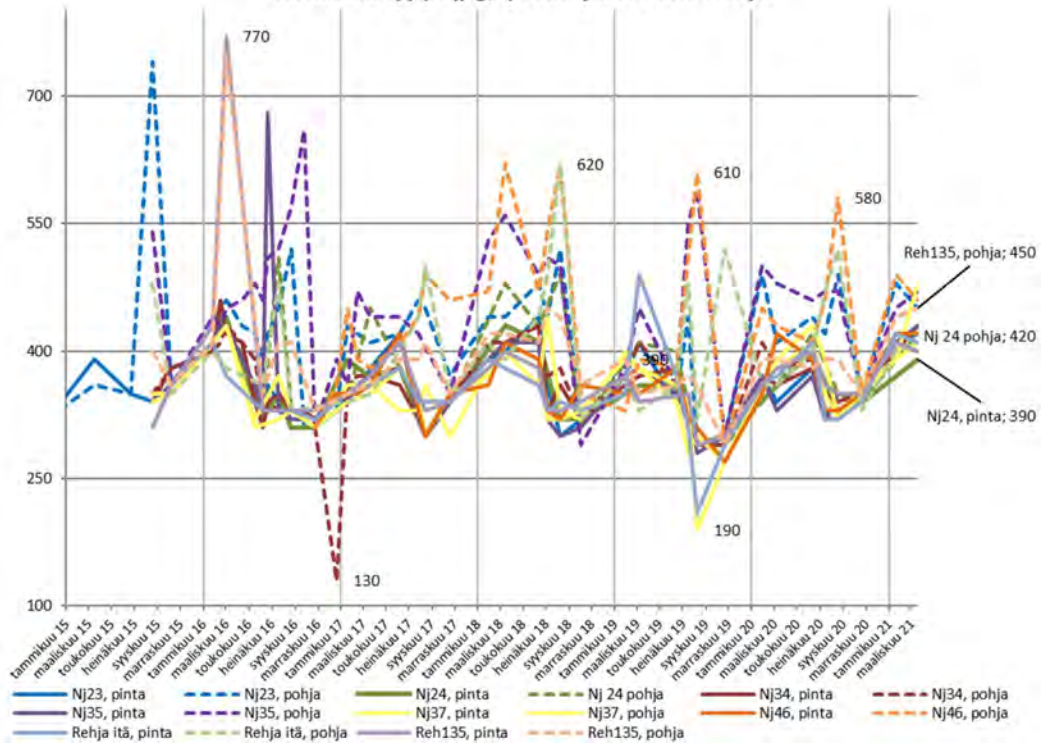


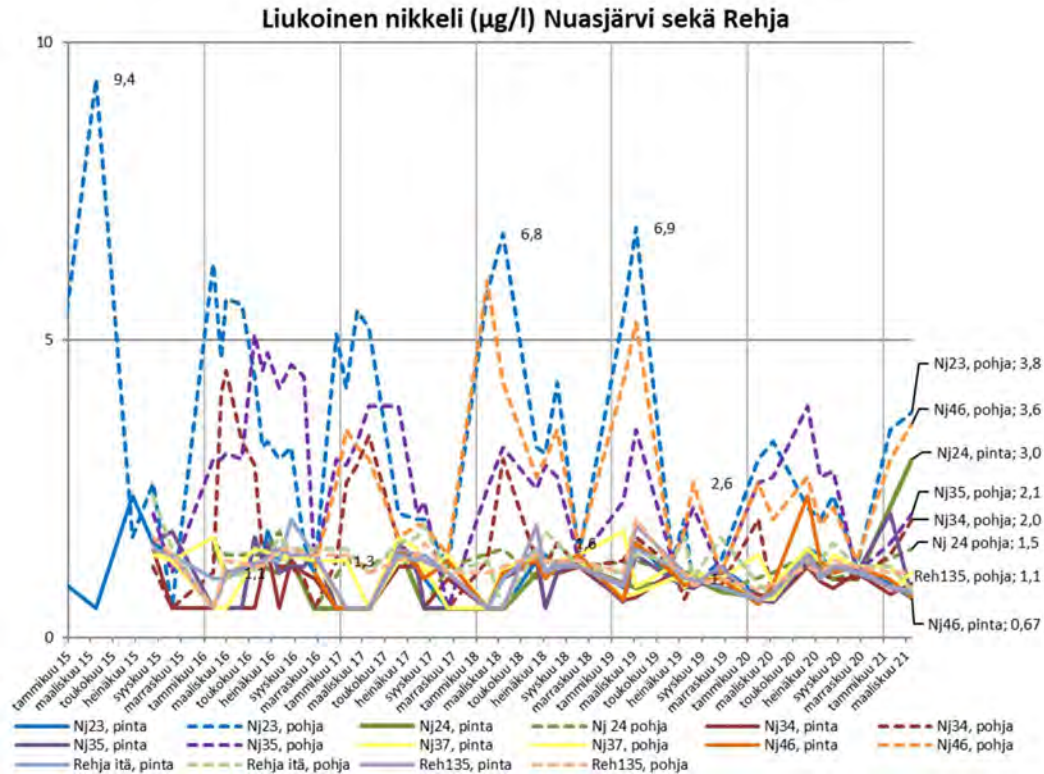


Happisaturaatio (%) Nuasjärvi sekä Rehja



Kokonaistyyppi (µg/l) Nuasjärvi sekä Rehja

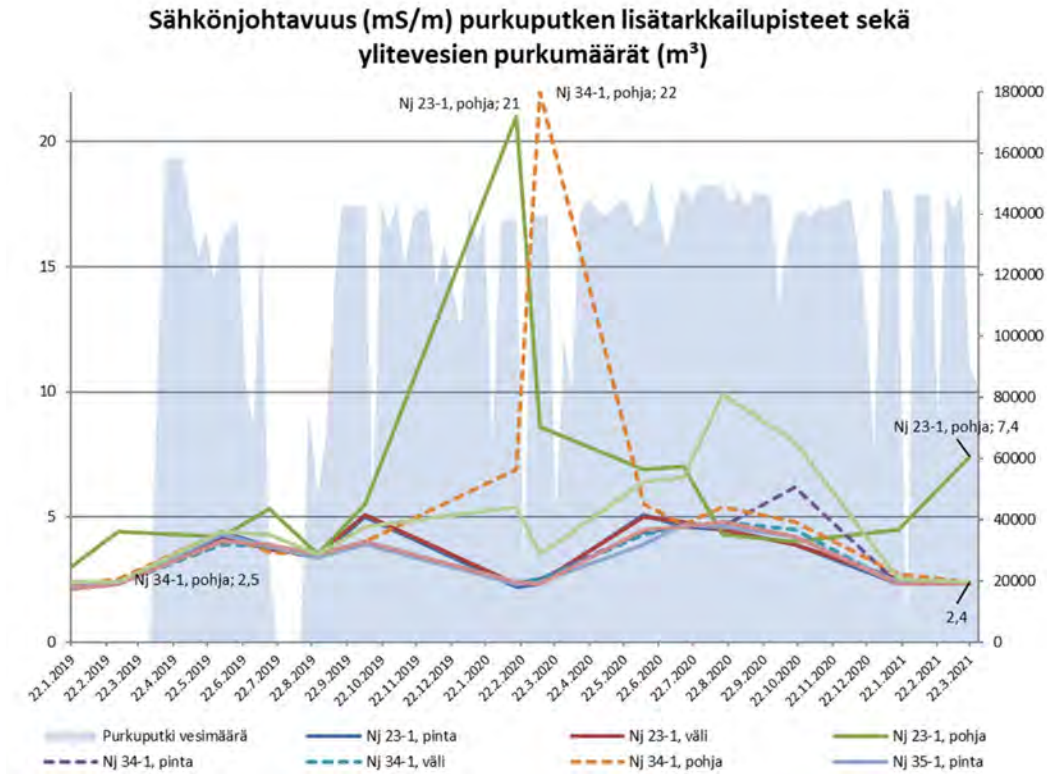
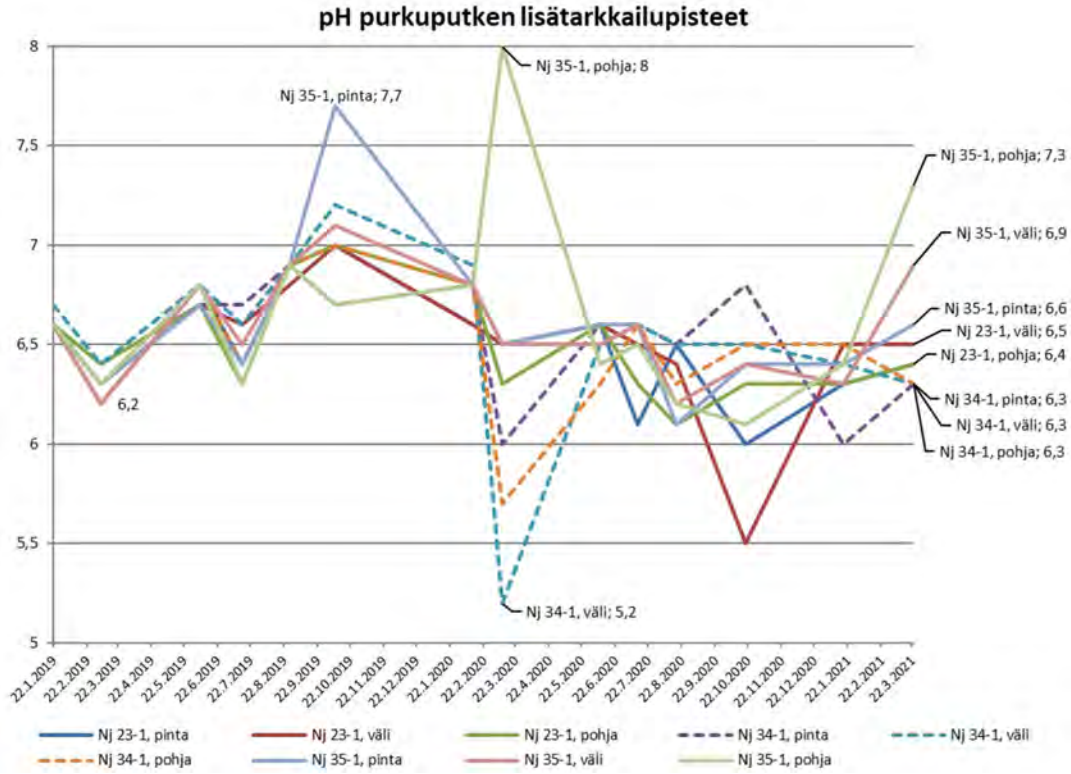




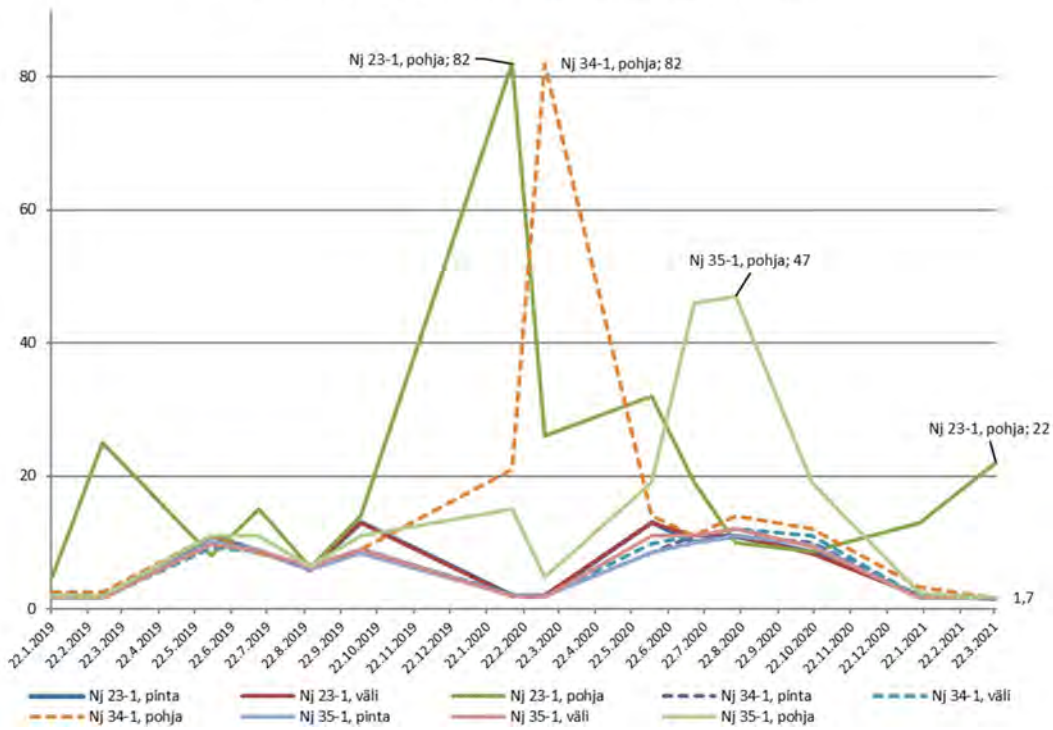
Kuva 4-13. Nuasjärven ja Rehjan vesistö tarkkailupisteiden tuloksia vuoden 2015 alusta alkaen.

Vuoden 2019 alusta alkaen purkupuksen tarkkailua laajennettiin kolmella lisätarkkailupisteellä. Piste Nj23-1 sijaitsee veden virtausreitillä purkupukselta kohti näytestettä Nj23. Pisteet Nj34-1 ja Nj35-1 sijaitsevat purkupuksen pään itäpuolisen matalikon reunamilla, jonka kautta virtaukset suuntautuvat kohti pisteitä Nj34 ja Nj35. Uusilta pisteiltä otetaan vesinäytteitä ja tehdään kenttämittaukset tammi-, maaliskuu-, kesä-, heinä-, elo- ja lokakuussa. Juoksuvesien vaikutus kyseisillä pisteillä on havaittavissa lähinnä talvisin pisteillä Nj23-1 ja Nj34-1. Pitoisuudet tasoittuvat koko vesipatsaan osalta jääpeitteen hävittyä.

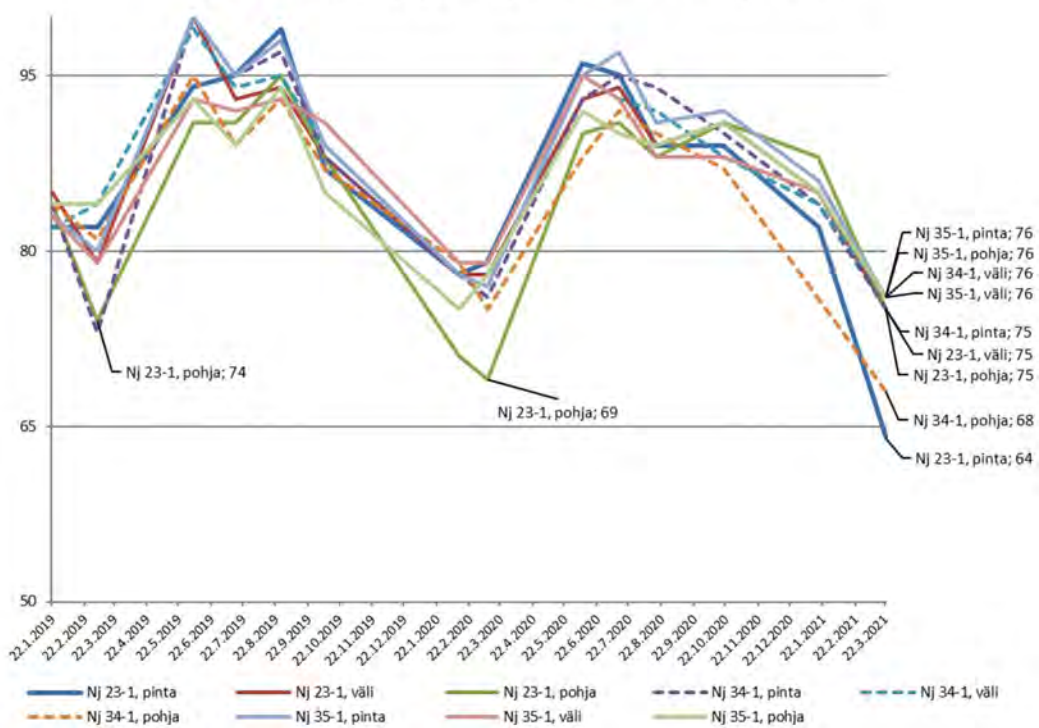
Vedensyvyys vaihtelee lisätarkkailupisteillä säännöstelystä riippuen noin 6,5-8,5 metrin välillä ja kerrostumisolosuhteet ovat syvänealueita (syv. > 20 m) heikommat, eikä käytännössä kerrostuneisuutta ole nähtävissä näissä tuloksissa. Happisaturoitiot vaihtelivat tammi- ja maaliskuun 2021 kierroksilla välillä 64-86%. Poikkeuksena pisteen Nj34-1 alusveden näyte 20.1., joka oli laboratoriotuloksen mukaan hapeton, kun aikaisemmin saturaatioaste on ollut pisteellä >68 %. Kenttämittausten mukaan saturaatio alusvedessä oli 85 %, joten todennäköisesti laboratoriotulos on tältä osin virheellinen.

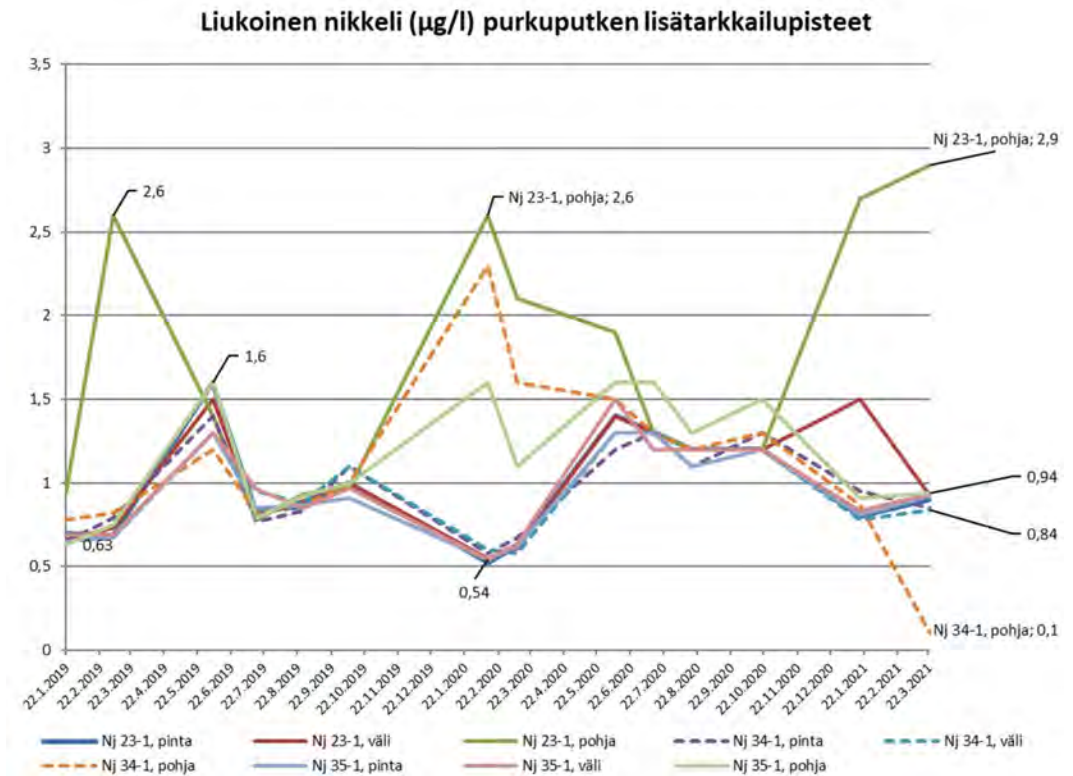
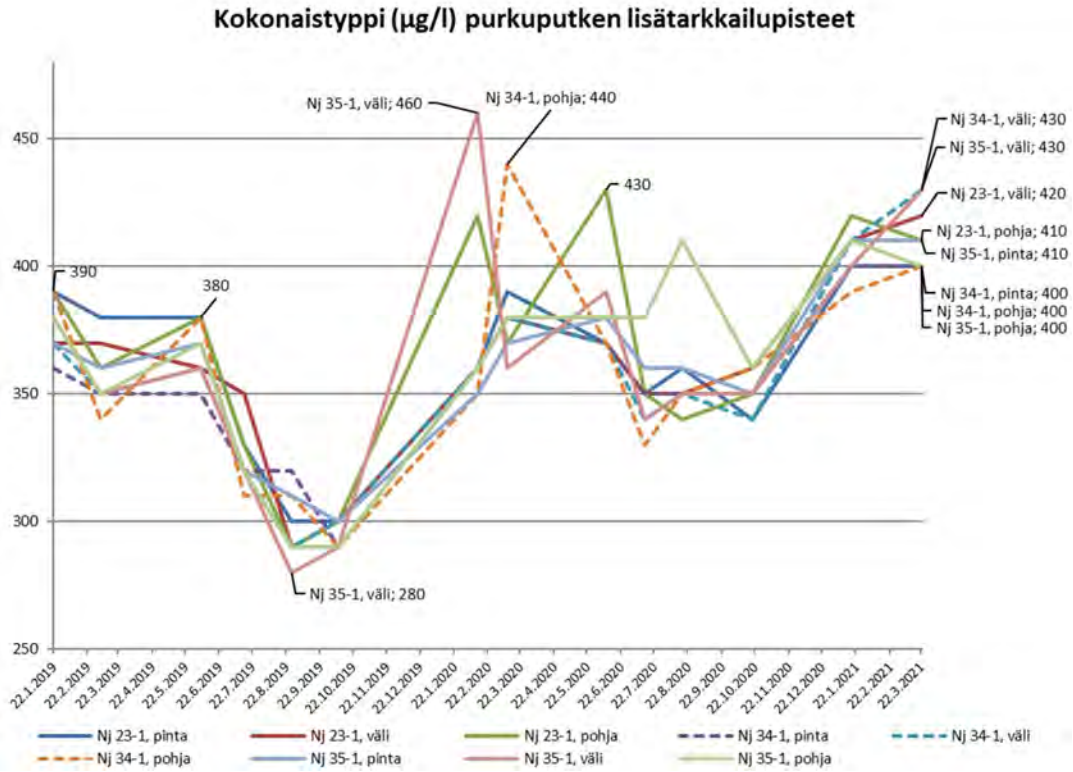


Sulfaatti (mg/l) purkutupken lisätarkkailupisteet



Hapisaturaatio (%) purkutupken lisätarkkailupisteet



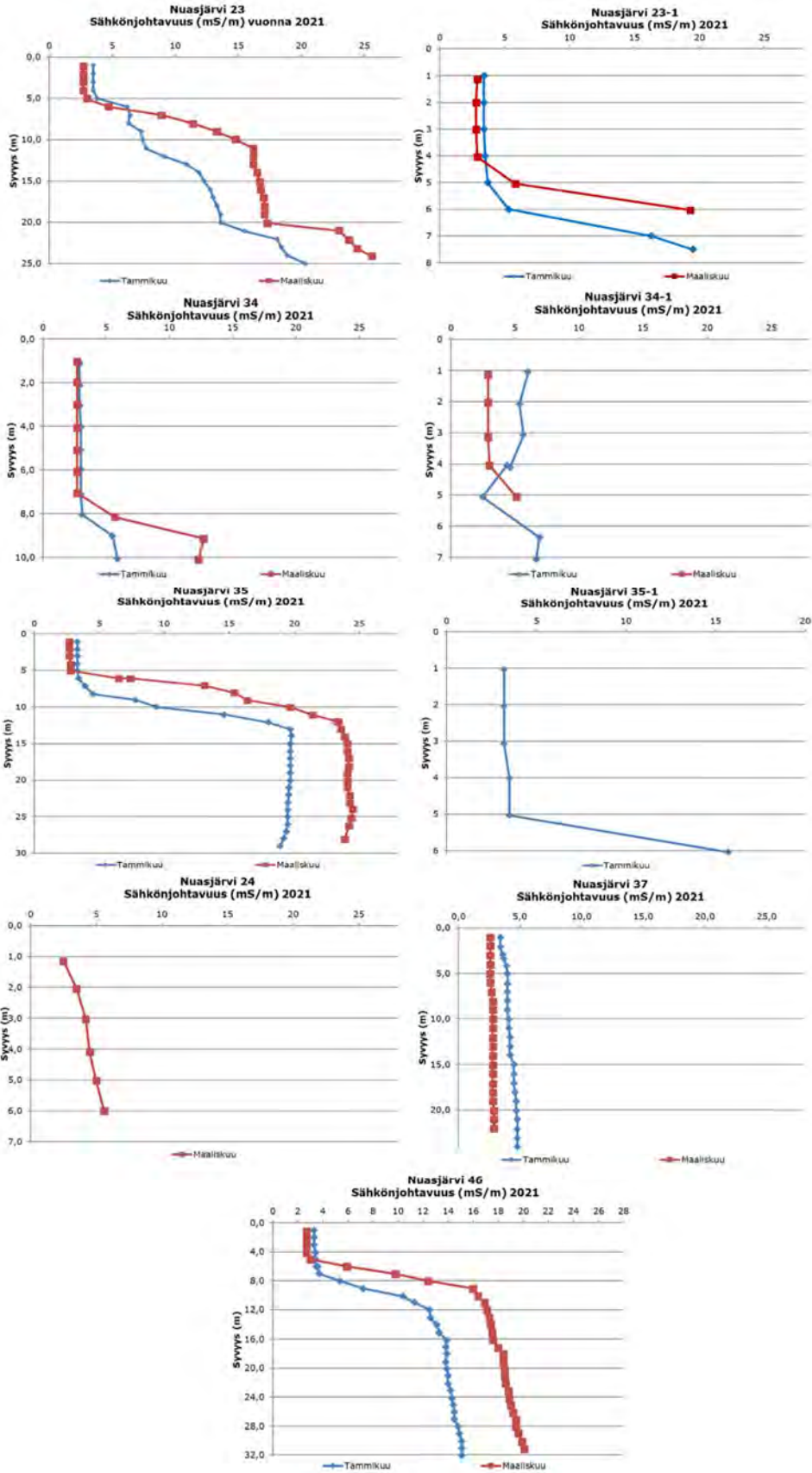


Kuva 4-14. Purkupuutken lisätarkkailupisteiden tuloksia tarkkailun alusta lähtien. Sähköjohtavuuden kuvaajan yhteydessä on esitetty myös purkupuutken juoksuvesien määrät.

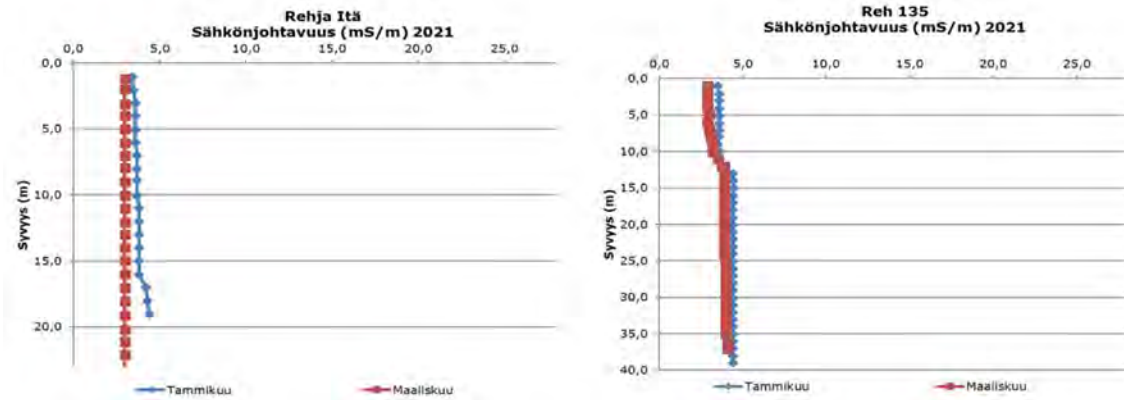
Kenttämittaukset vesinäytteiden yhteydessä

Kenttämittaukset tehtiin kaikilla Nuasjärven ja Rehjan pisteillä vesinäytteenoton yhteydessä. Pisteeltä Nj24 ei saatu mittauksia tammikuussa eikä pisteeltä Nj35-1 maaliskuussa. Kuvassa 4-15 on esitetty velvoitetarkkailupisteiden sekä purkuputken lisätarkkailupisteiden kenttämittausten sähkönjohtavuustulokset, kuvaajien asteikko yhtenäistetty.

Kenttämittausten perusteella Nuasjärven pisteillä oli havaittavissa sähkönjohtavuuksien harppauskerroksia talvikuukausina. Purkuputkea lähimmillä syvänpisteillä (Nj23, Nj35 ja Nj46) sähkönjohtavuus kasvoi selvästi 5-10 metrin syvyydellä tammi-maaliskuussa, kuten on havaittu myös aikaisempina talvina. Harppauskerros on vahvistunut ja noussut ylemmäs kyseisillä pisteillä talven edetessä, kuten myös pisteellä Nj23-1. Todennäköisesti sama havainto olisi tehty maaliskuussa myös pisteeltä Nj35-1. Pisteellä Nj34 on nähtävissä pieni harppauskerros lähellä pohjaa, muilla pisteillä ei havaittu merkittäviä harppauskerroksia tammi-maaliskuussa. Rehjan puolen pisteillä sähkönjohtavuudet olivat tavanomaisen pieniä läpi vuoden eikä veden kerrostumista ollut havaittavissa sähkönjohtavuuden osalta. (Kuva 4-15)



TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

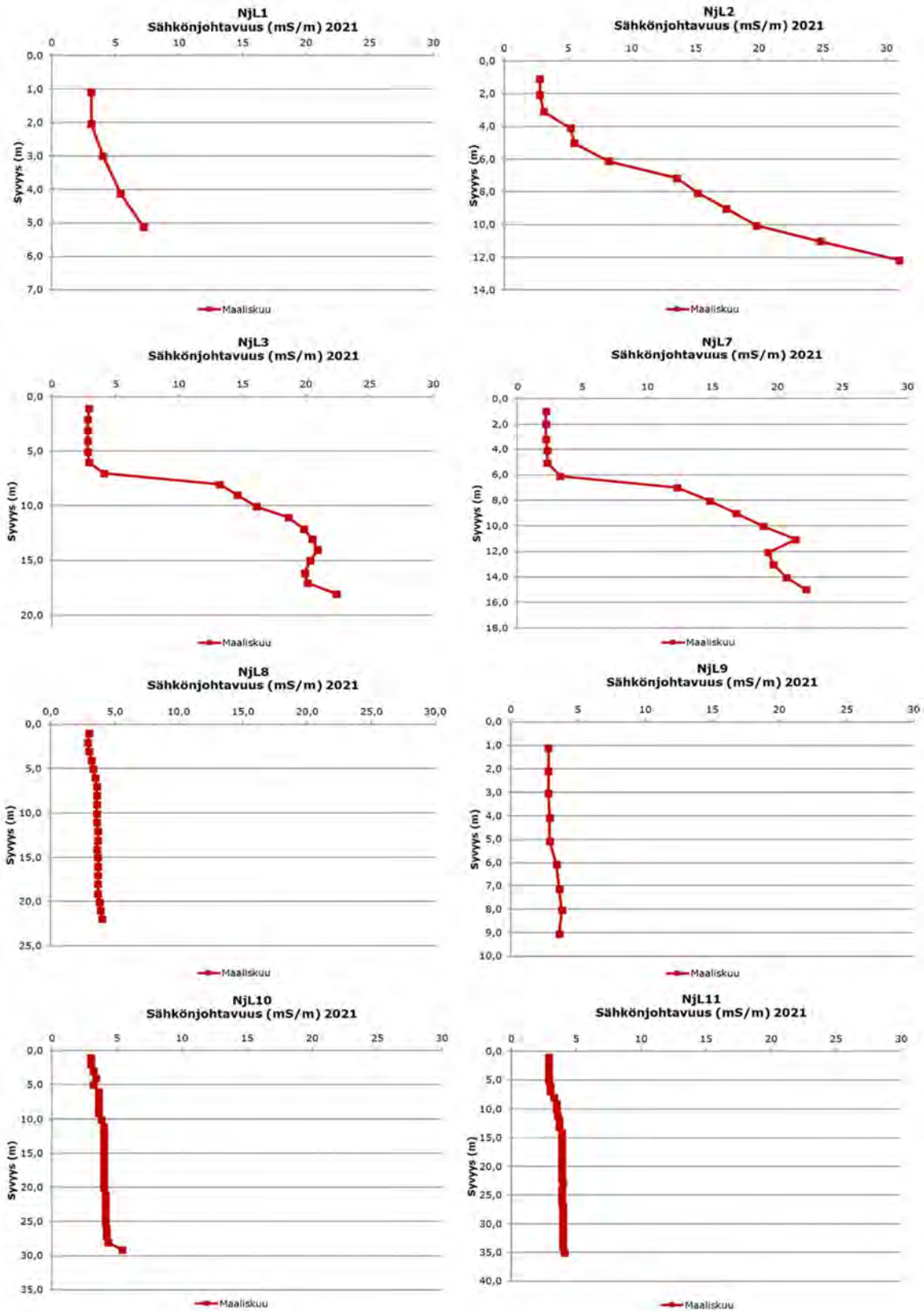


Kuva 4-15. Nuasjärven ja Rehjan normaalitarkkailun sekä purkuputken lisätarkkailun kenttämittausten sähkönjohtavuudet.

Leviämiskartoitusta varten suoritettut kenttämittaukset

Nuasjärven purkuputken tarkkailuun liittyvän purkuveden leviämiskartoituksen kenttämittauksia tehtiin maaliskuussa. Pisteiltä NjL4 ja NjL6 mittauksia ei voitu suorittaa olosuhteista johtuen. (Kuva 4-16)

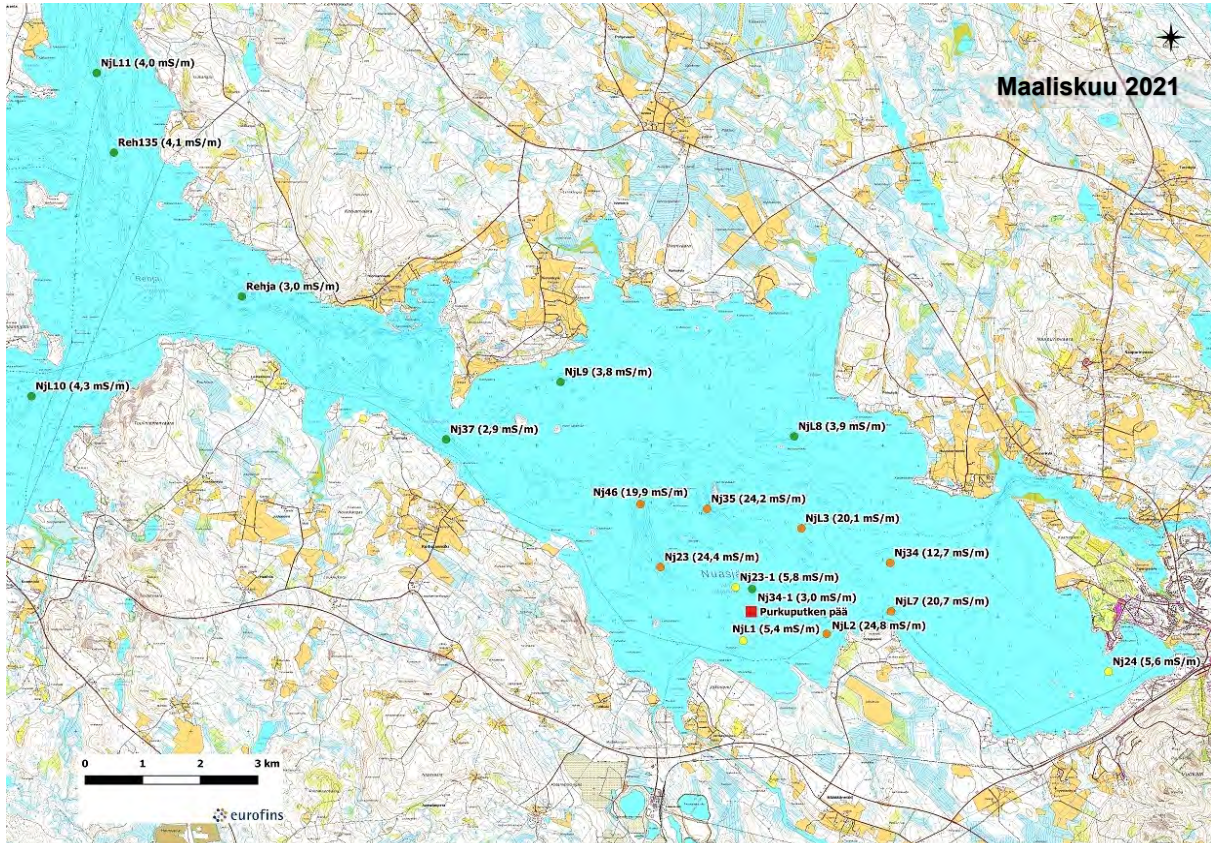
TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



Kuva 4-16. Leviämiskartoituksen kenttämittausten sähköjohtavuudet.

Nuasjärven tarkkailupisteiden, joilta tehdään kenttämittauksia, sijainnit sekä sähköjohtavuudet 1 metrin etäisyydellä pohjasta maaliskuulta 2021 on esitetty alla olevalla kartalla (Kuva 4-17).

Maaliskuussa purkupunken läheisiltä pisteiltä ja purkupunkesta itään (Nj23, Nj46, Nj35, NjL3, Nj34, NjL7 ja NjL2) mitattiin sähköjohtavuuksia >10 mS/m. Suurimmat sähköjohtavuudet olivat 24,2-24,8 mS/m, jotka ovat pienempiä kuin vuoden 2020 tulokset. Maaliskuussa 2020 suurimmat johtavuudet olivat noin 40 mS/m. (Kuva 4-17)



Kuva 4-17. Nuasjärven ja Rehjan kenttämittausten sähköjohtavuudet alusvesissä maaliskuussa 2021.

Jatkuvatoimiset mittaukset

Osana purkupunken tarkkailua Nuasjärvellä on ollut käytössä syksystä 2015 lähtien kaksi Nj34 (J1), Nj46 (J2) ja Rehjassa yksi, Rehja itä (J3) automaattinen mittausasema, joka seuraa lämpötilaa, sähköjohtavuutta ja pH:ta 1 metrin syvyydessä sekä pohjanläheisessä vesikerroksesta. Jatkuvatoimisia mittauksia toteuttaa ulkopuolinen mittaustekniikan asiantuntijayritys.

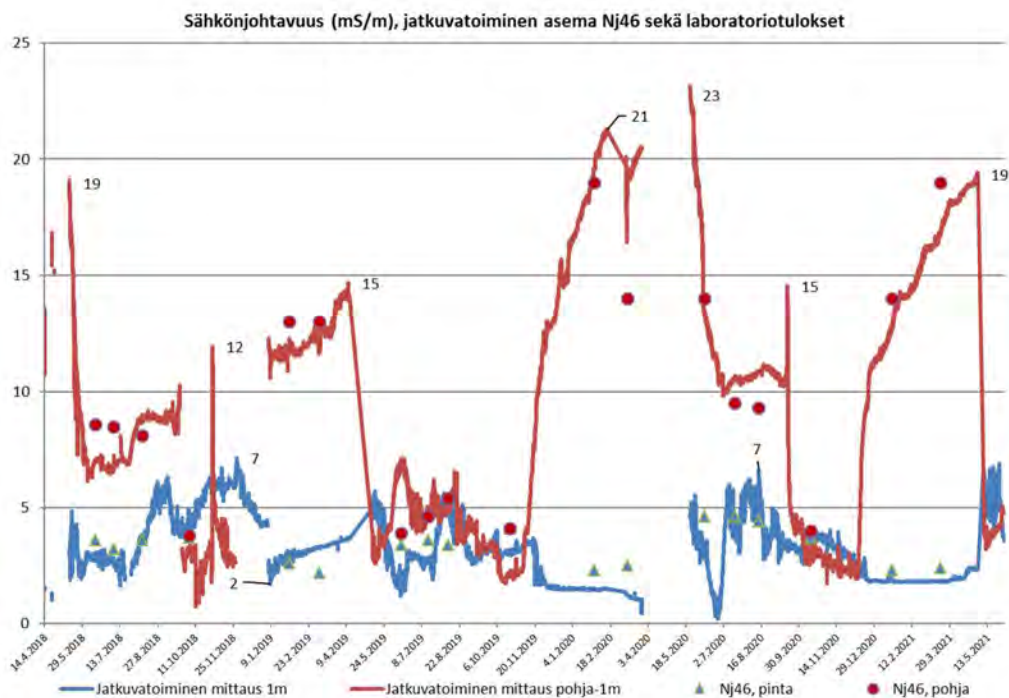
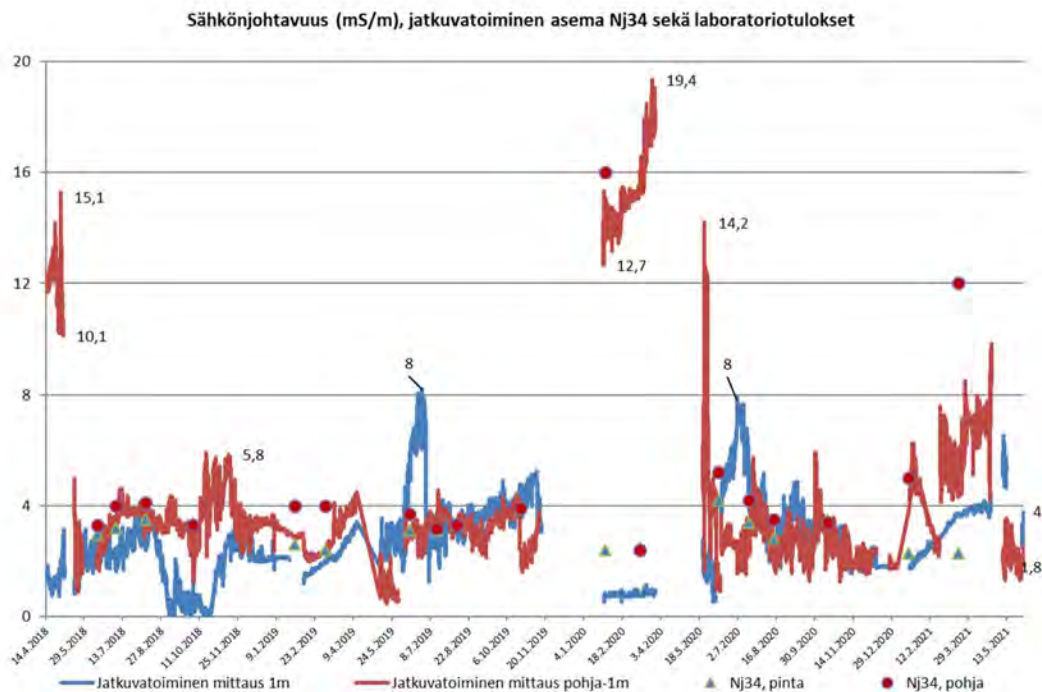
Nuasjärven itäisen mittauspisteen Nj34 aineistossa näkyy tammi-maaliskuussa juoksutusvesien vaikutukset alusvesien hieman suurempina sähköjohtavuuksina, jotka tasoittuivat jo huhtikuussa. Johtavuudet olivat pienempiä kuin alkuvuonna 2020. (Kuva 4-18)

Juoksutusvesien vaikutus oli havaittavissa talvikerrostumisen myötä Nuasjärven läntisellä mittauspaikalla (Nj46) alkuvuodesta. Alusvesien sähköjohtavuudet lähtivät nousuun marraskuussa 2020, ja olivat huhti-

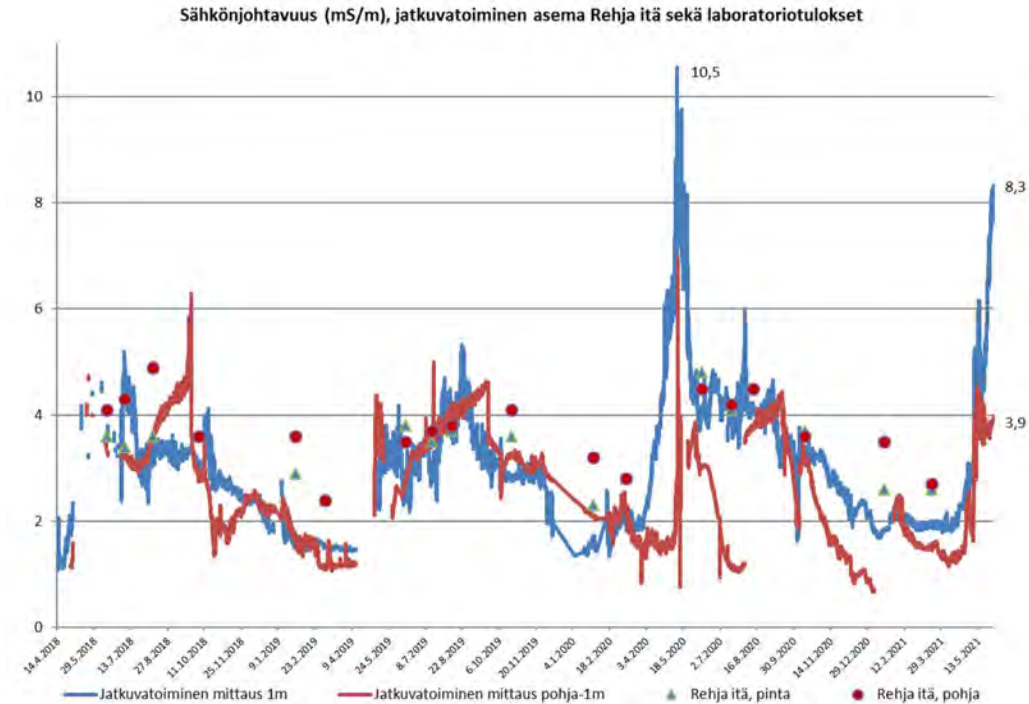
TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

toukokuun vaihteessa suurimmillaan tasolla 17-19 mS/m. Jääpeitteen hävittyä kevätkierto käynnistyi ja sekoitti koko vesipatsaan, jolloin johtavuudet laskivat tasoon n. 5 mS/m. Vuonna 2020 vesipatsas sekoittui täysin vasta syyskierroksen myötä. (Kuva 4-18)

Mittauspisteellä Rehja itä juoksutusvesien vaikutus ei ole selkeästi havaittavissa. Keväisin, toukokuussa sähköjohtavuudet kasvavat sekä päälly- ja alusvesissä, mutta ilmiön taustalla on todennäköisesti yleisten hule- ja sulamisvesien vaikutus. (Kuva 4-18)



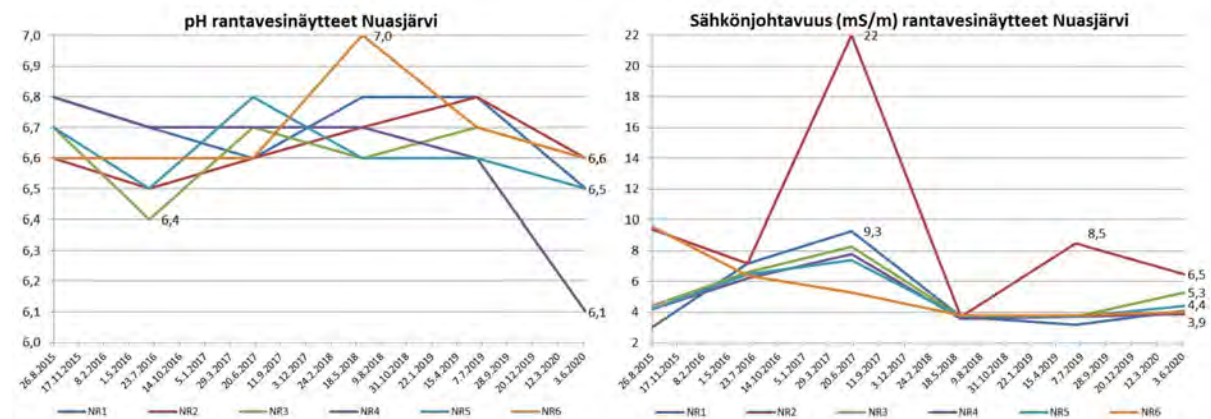
TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



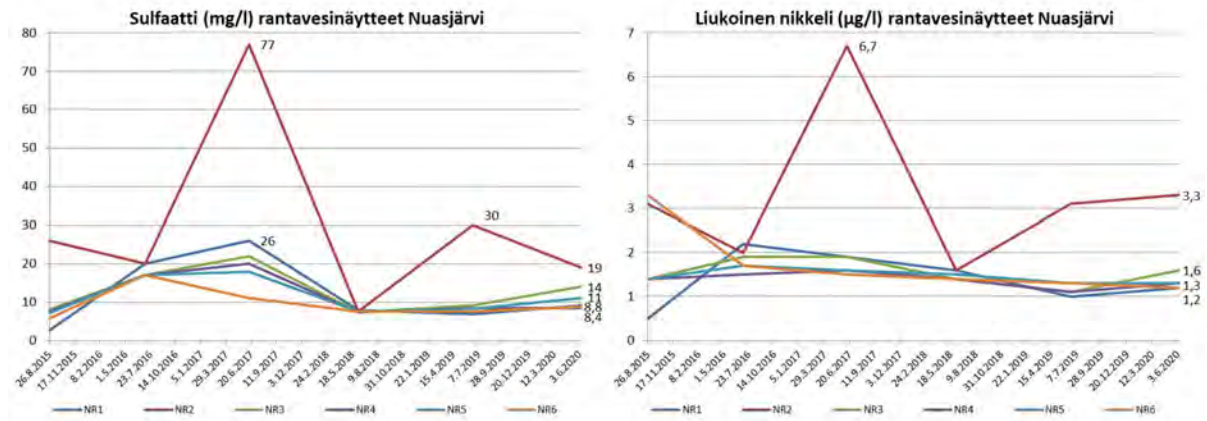
Kuva 4-18. Tarkkailupisteiden Nj34, Nj46 ja Rehja itä jatkuvatoimisen mittausaseman sähkönjohtavuudet huhtikuusta 2018 alkaen. Kuvaajassa esillä myös otettujen vesinäytteiden sähkönjohtavuudet. Jatkuvassa aineistossa on jonkin verran katkoksia, lähinnä jääolosuhteista johtuen.

Yleisesti järveden laatu vaihtelee luontaisesti vuodenaikojen vaihtelun mukaisesti. Vesi on laadultaan tasaista pinnasta pohjaan kevät- ja syyskiertojen aikana. Kesä- ja talvikerrostuneisuuden aikana vesi on lämpötilakerrostunut, jolloin syvemmässä vedessä alusveden pitoisuudet ovat yleensä korkeampia. Rehja-Nuasjärvessä veden sähkönjohtavuus sekä sulfaatti- ja metallipitoisuudet ovat alusvedessä korkeimmillaan talvikerrostuneisuuden lopulla maaliskuussa sekä kesäkerrostuneisuuden lopulla elokuussa. Vuodenkierron ja kerrostuneisuuden vaikutus vedenlaatuun on havaittavissa Nuasjärven velvoitetarkkailun tuloksissa koko seurantahistorian aikana.

Nuasjärven rantavesinäytteet otetaan kesäisin yhteensä kuudelta tarkkailupisteeltä. Seuraavat näytteet otetaan kesäkuussa 2021. Aikaisempien vuosien tuloksissa on jonkin verran hajontaa mikä on ominaista rantavesinäytteille, koska esimerkiksi tuuli voi aiheuttaa pitoisuuksien muutoksia matalilla rannoilla. (Kuva 4-19)



TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



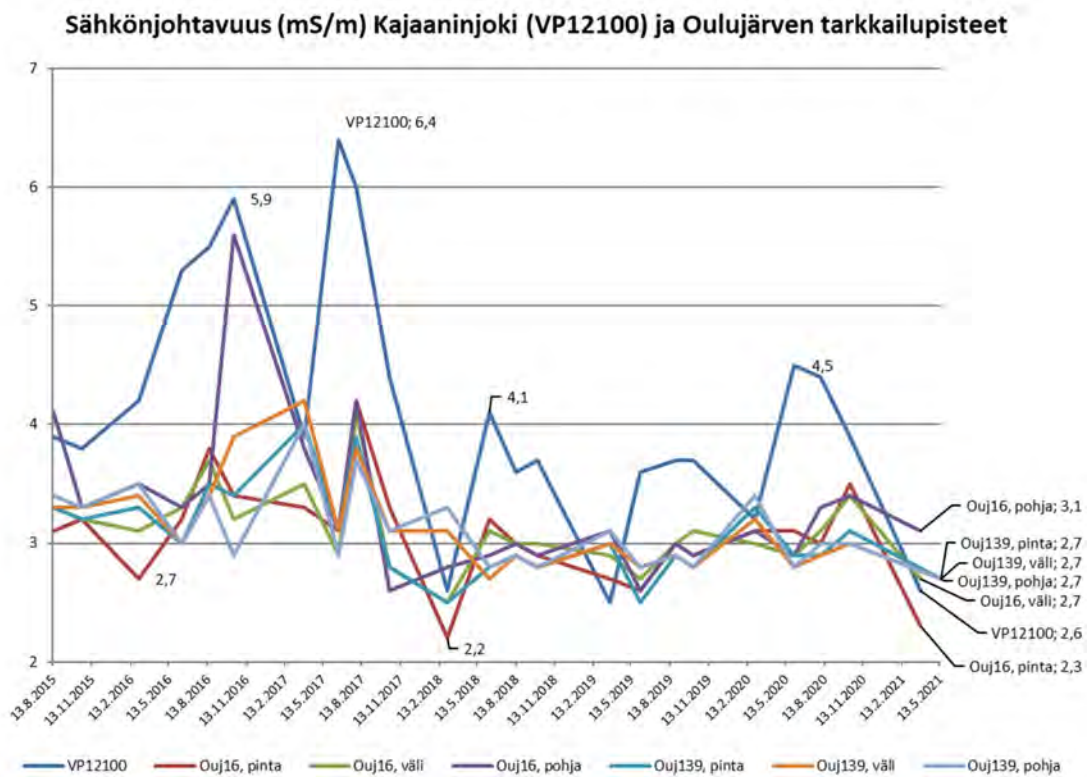
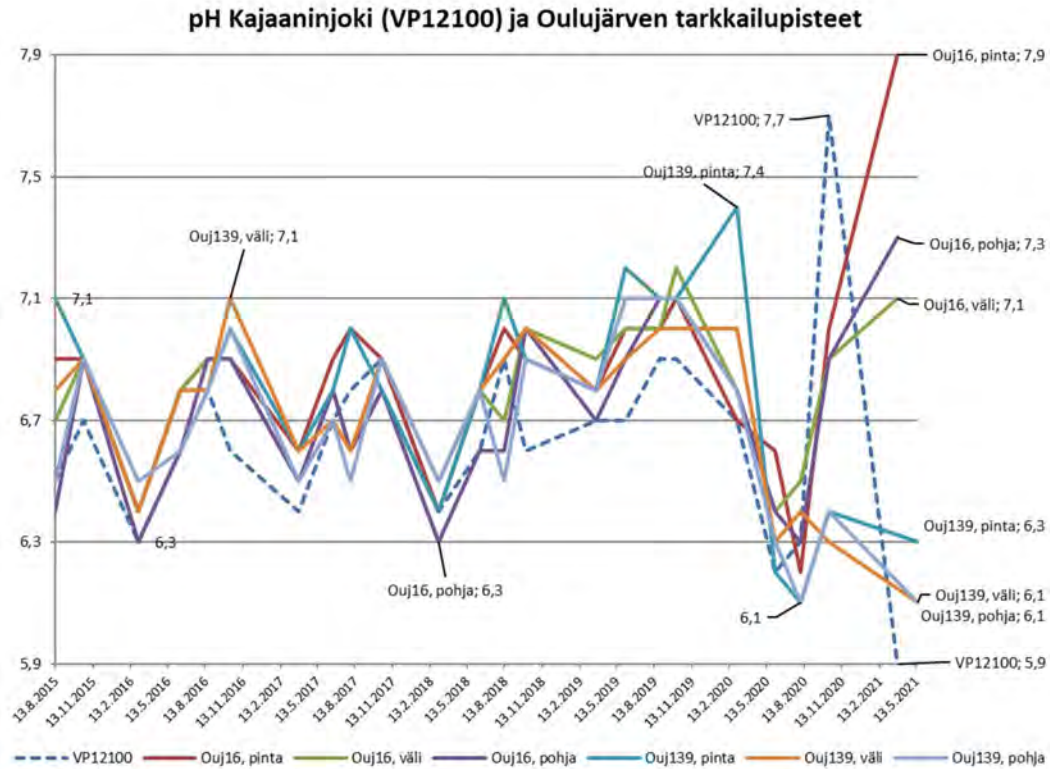
Kuva 4-19. Nuasjärven rantavesinäytteiden tulokset elokuusta 2015 alkaen.

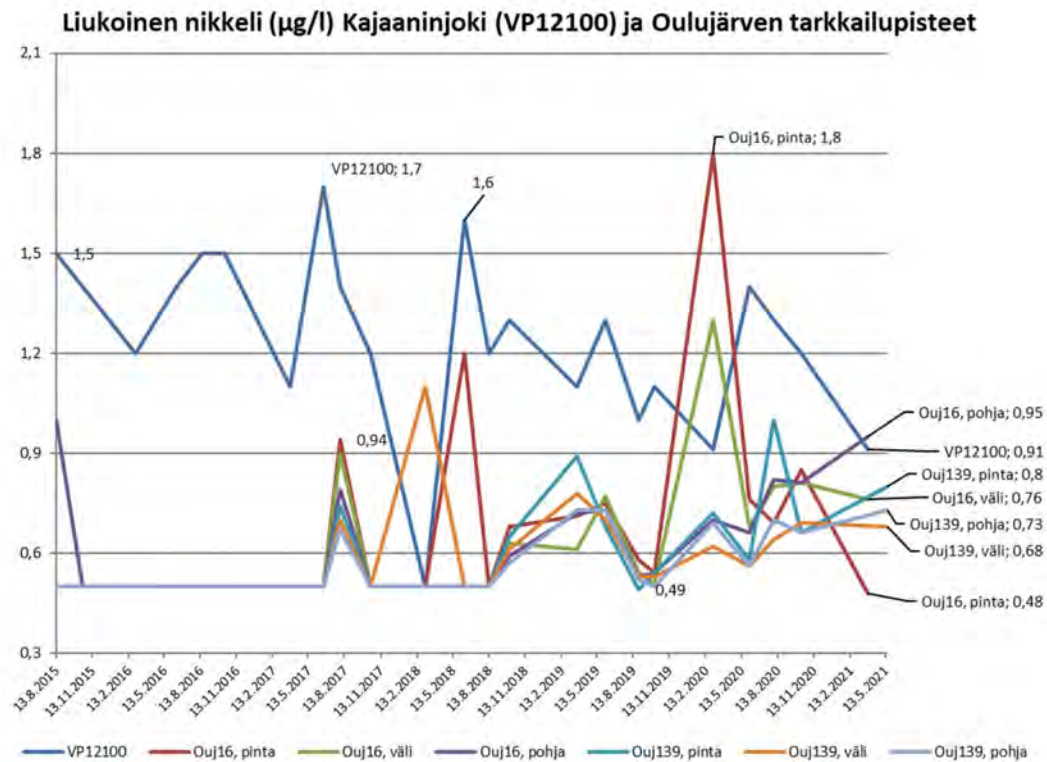
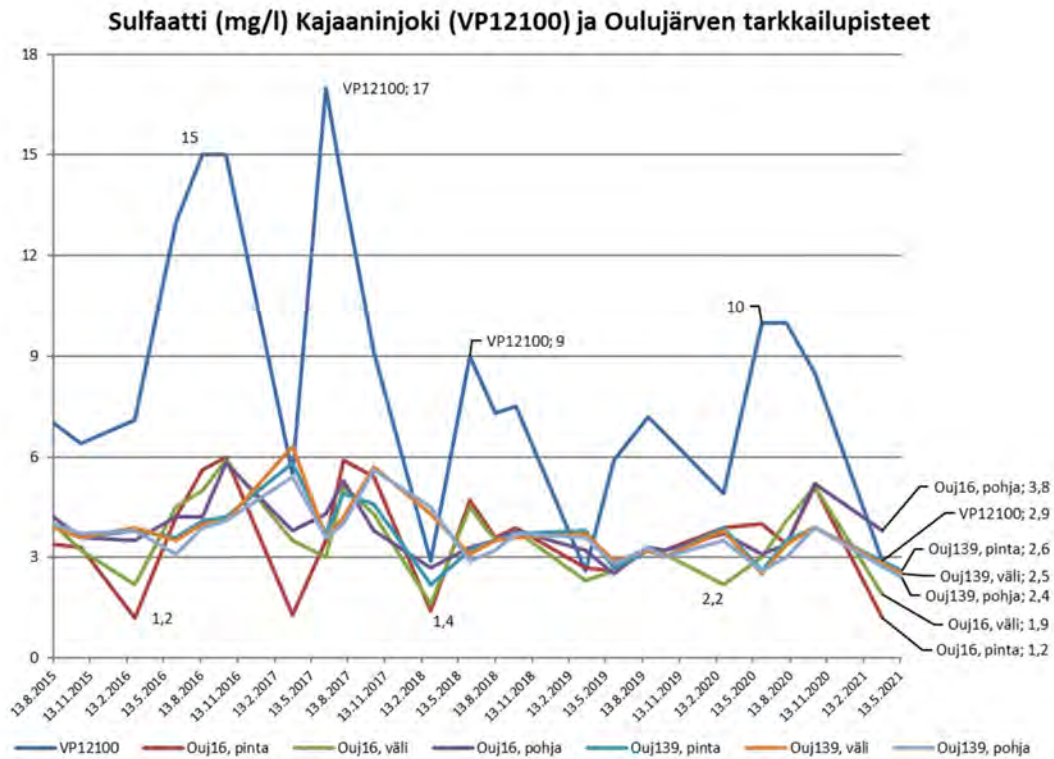
4.2.9 Kajaaninjoki ja Oulujärvi

Kajaaninjoki (VP12100) ja Oulujärven kaksi lisänäytestettä otettiin tarkkailuun mukaan vuonna 2015 Nuasjärven purkupuutken käyttöönoton myötä. Sähkönjohtavuuden arvot ja sulfaattipitoisuudet olivat Kajaaninjoella (VP12100) hieman keskimääräistä korkeampia vuosien 2016-2017 kesällä. Nikkeliä on havaittu pisteillä vuodesta 2017 alkaen järjestelmällisesti pieniä pitoisuuksia (0,5-1,0 µg/l), mutta havainnot johtuvat tarkentuneista menetelmistä eivätkä vedenlaadun muutoksista. Uusien menetelmien myötä laboratoriossa voidaan määrittää nikkelpitoisuus alle 1 µg/l tarkkuudella, mikä oli aikaisemmin määrittämissä.

Alkuvuoden 2021 tulokset kyseisillä pisteillä olivat tavanomaisia. Kajaaninjoen pH laski toukokuussa arvoon 5,9. Ilmiön taustalla on todennäköisesti happamilta havupuuvaltaisilta alueilta saapuvat sulamisvedet, pH:n lasku ei ollut havaittavissa metallipitoisuuksissa. Sähkönjohtavuuden arvot ovat olleet Oulujärven näytesteillä (Ouj16 ja Ouj139) alkuvuonna keskimäärin 2,7 mS/m, mikä on samaa tasoa, kuin ympäristöhallinnon mittauksissa Paltaselän seuranta-alueilla on ollut keskimäärin vuosina 2000-2018 (3,1 mS/m) (Kuva 4-20). Kenttämittauksissa ei ollut havaittavissa veden kerrostumista Oulujärvellä.

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



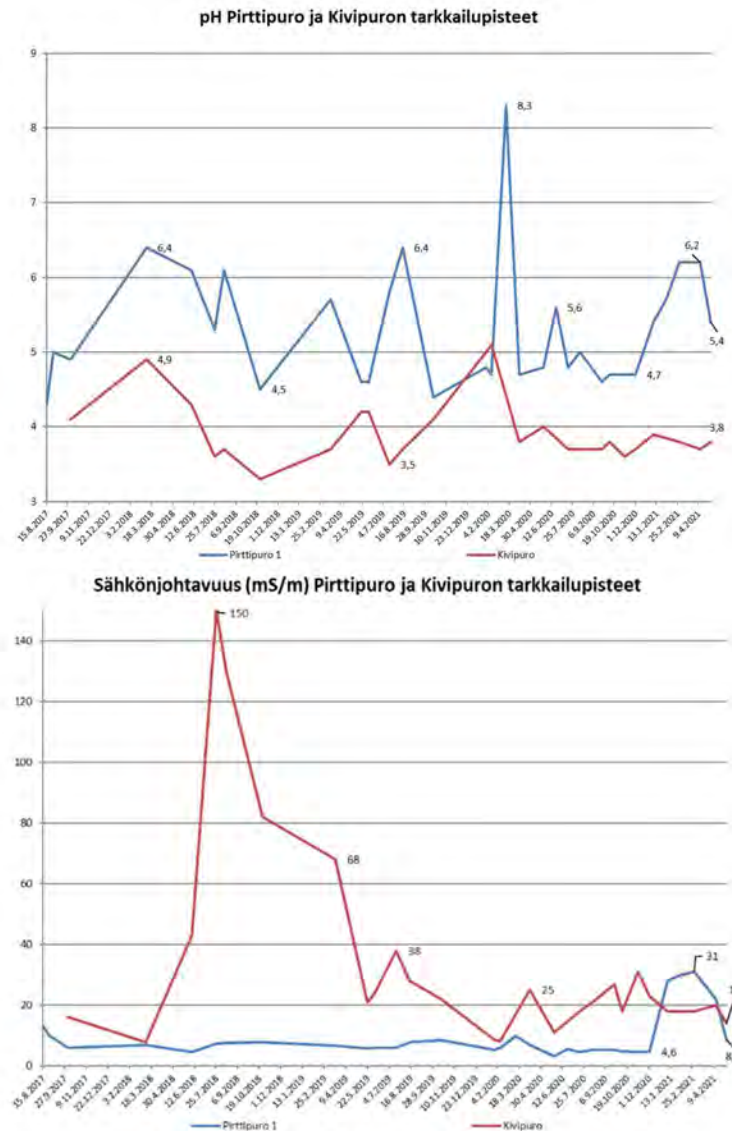


Kuva 4-20. Kajaaninjoen sekä Oulujärven pisteiden tuloksia vuodesta 2015 alkaen.

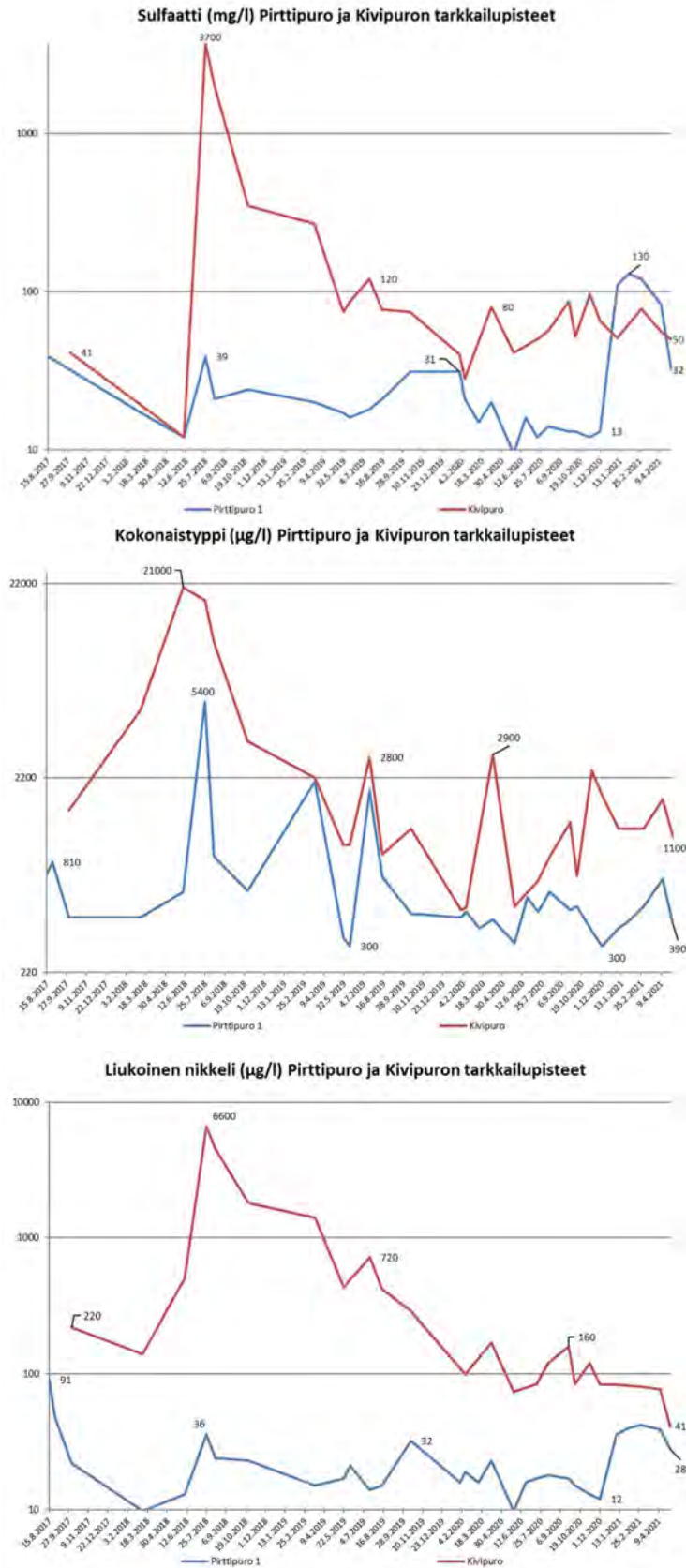
4.2.10 Pirttipuro ja Kivipuro

Pirttipuron ja Kivipuron vedenlaatua on seurattu säännöllisesti osana yhtiön velvoitetarkkailua ja omaa ympäristötarkkailua. Pirttipuro ja Kivipuro laskevat Talvijokeen, josta vedet laskevat edelleen Jormasjärveen. Nykyisellä tarkkailulla seurataan erityisesti sivukivialueen mahdollisia vaikutuksia Kivipuron ja Pirttipuron vedenlaatuun. Sivukivialueen rakentaminen on aloitettu talvella 2016-2017 ja sen ensimmäinen osa otettiin tuotannolliseen käyttöön loppuvuonna 2017. Lohkot 1-3 ovat rakennettuja ja tuotannollisessa (läjitys-)käytössä. Lohkon 4 pohjarakenteet ovat valmiit ja alue on hyväksytty käyttöön vuoden 2021 alussa.

Kivipuron alkuvuoden 2021 tulokset ovat olleet tavanomaisia aiempiin vuosiin verrattuna. Pirttipurolla havaittiin helmi-maaliskuussa sulfaattipitoisuuksia 120-130 mg/l, jonka seurauksena myös sähkönjohtavuudet nousivat. Helmi-maaliskuussa Kuljun altaalta Pirttipurolle johdetussa vedessä sulfaattia havaittiin 120-140 mg/l. Tulokset palautuivat aikaisempien kevättalvien tuloksiin toukokuussa. (Kuva 4-21)



TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021



Kuva 4-21. Pirtti- ja Kivipuron tuloksia elokuusta 2017 alkaen. Huomaa logaritmitiset asteikot.

4.3 Vuoksen suunta

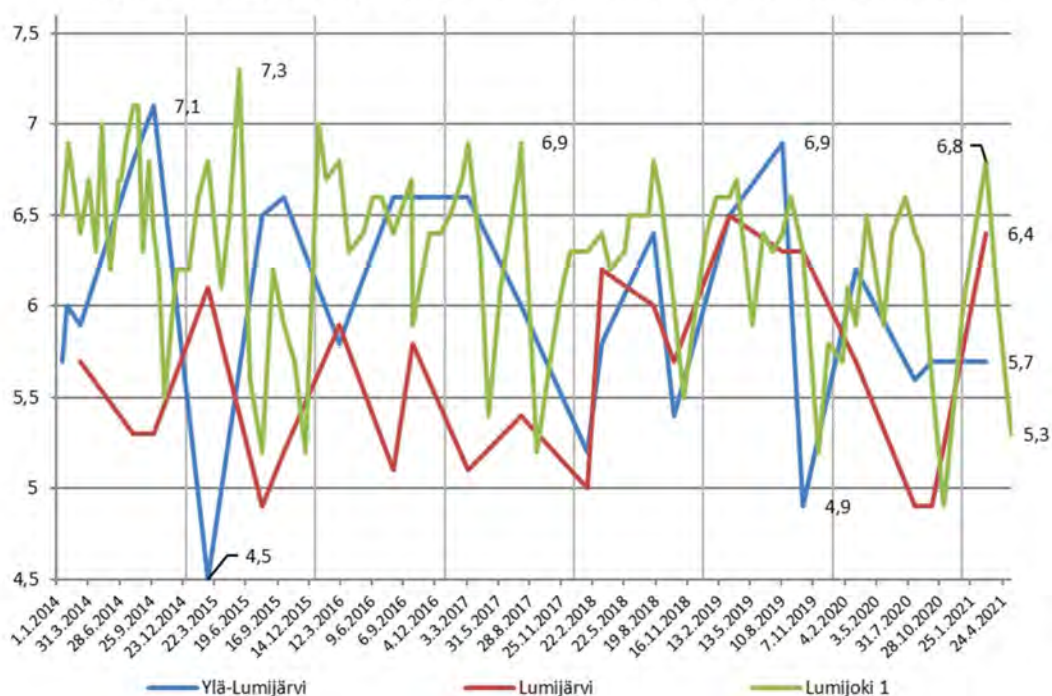
Alkuvuonna 2021, kuten myös vuonna 2020, johdettiin vesiä myös Vuoksen suuntaan. Tammi-maaliskuussa vesiä johdettiin yhteensä n. 0,4 Mm³ (2020 0,58 Mm³). Juoksutukset eteläiselle reitille jatkuivat viikolle 18 asti ja kaiken kaikkiaan vesiä johdettiin eteläiselle reitille 0,65 Mm³.

4.3.1 Ylä-Lumijärvi, Lumijärvi ja Lumijoki

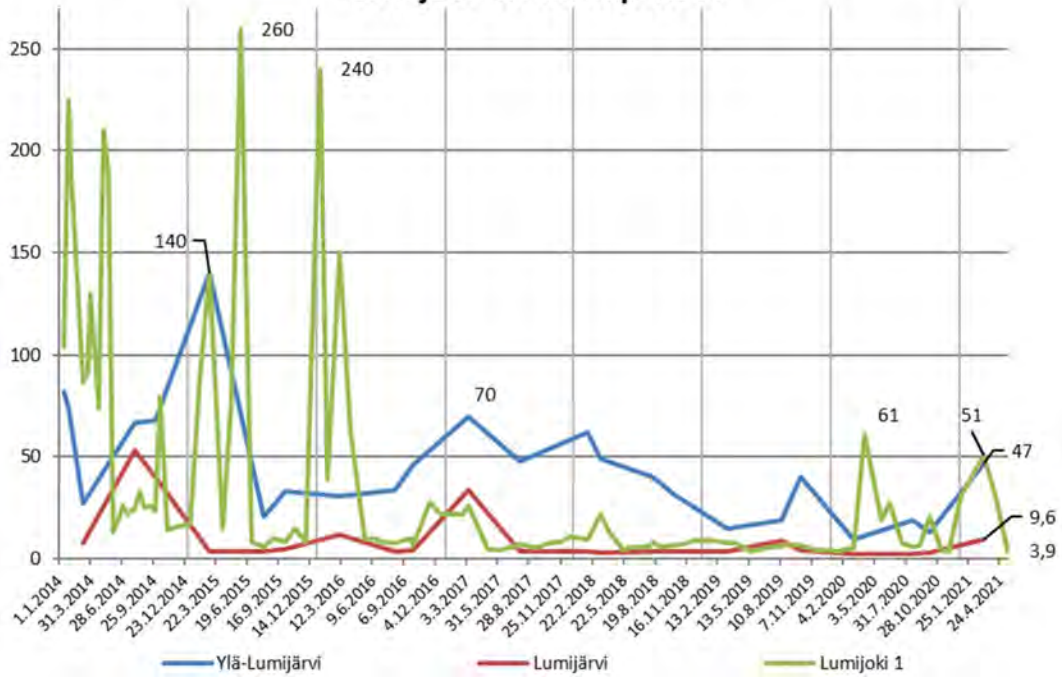
Ensimmäisellä kvartaalilla 2021 Lumijärviltä näytteitä otettiin tarkkailuohjelman mukaisesti maaliskuussa. Lumijoen näytteitä otettiin kuukausittain.

Purkuvesien vaikutus oli havaittavissa Lumijoen näytepisteellä maalisi- ja huhtikuussa. Sulfaattipitoisuuksissa ja sitä kautta sähkönjohtavuudessa oli nähtävissä samankaltainen nouseva kehitys kuten vuonna 2020 vastaavaan aikaan. Toukokuun kierroksella purkuvesien vaikutus ei ollut enää havaittavissa Lumijoen. Ylä-Lumijärvellä nikkelpitoisuudet olivat kohonneet maaliskuun näytteenottokierroksella, jolloin myös järven happipitoisuus oli erittäin matala 0,8 mg/l (5,7 %), aikaisempien vuosien maaliskuussa saturatiot ovat vaihdelleet välillä 10-68 %.

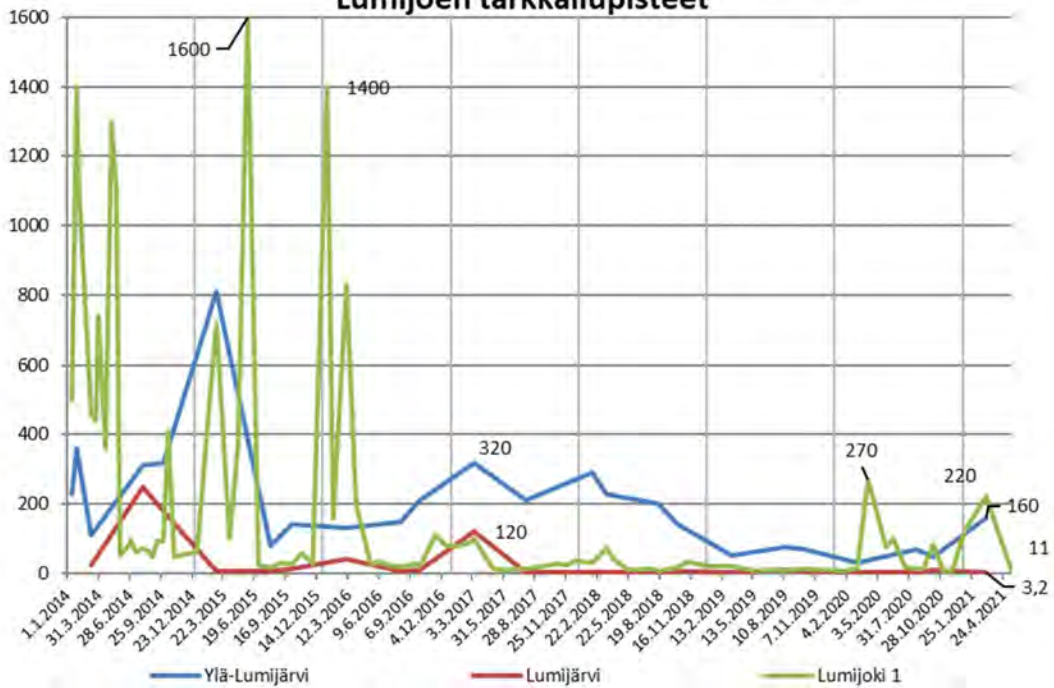
pH Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet

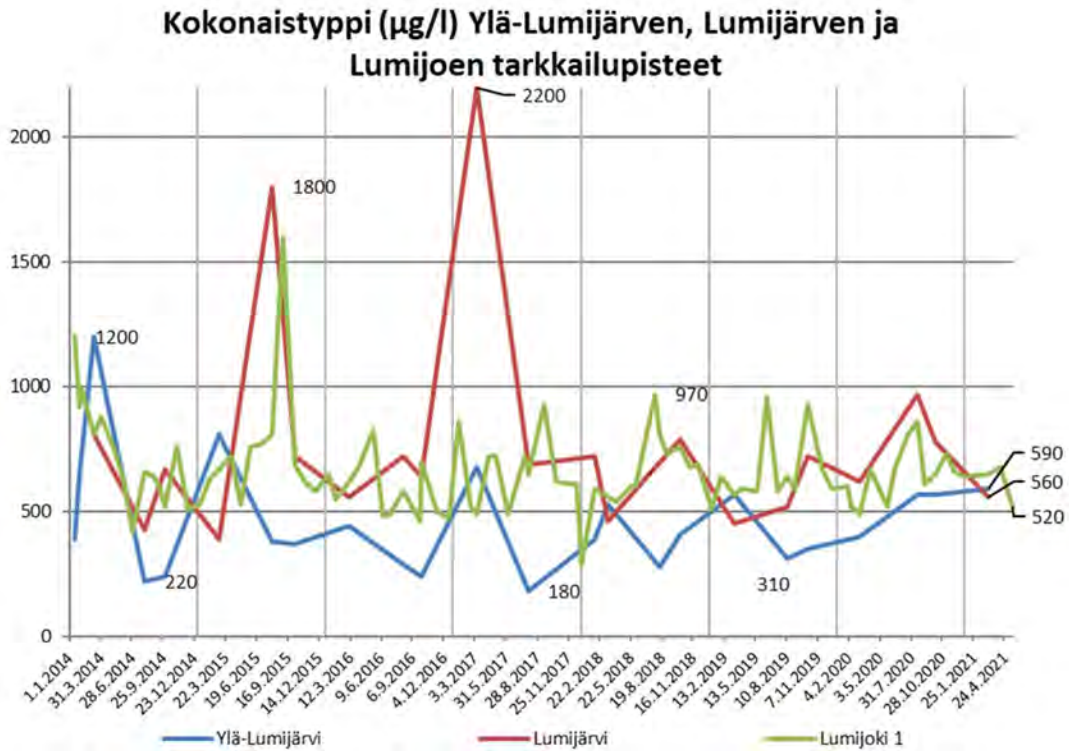
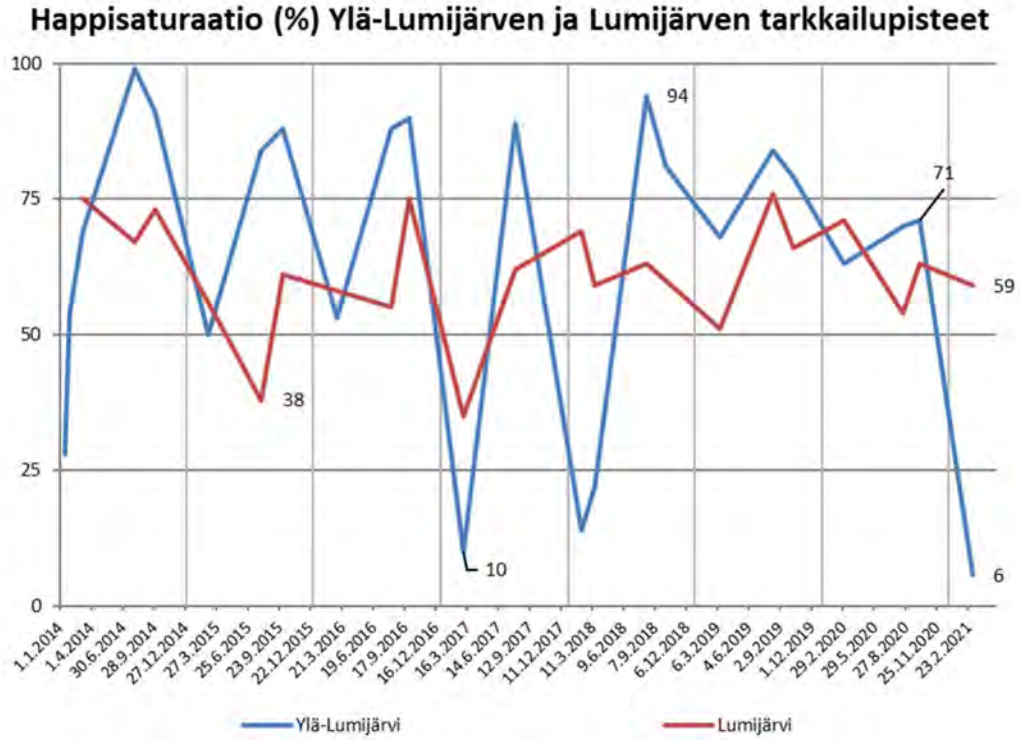


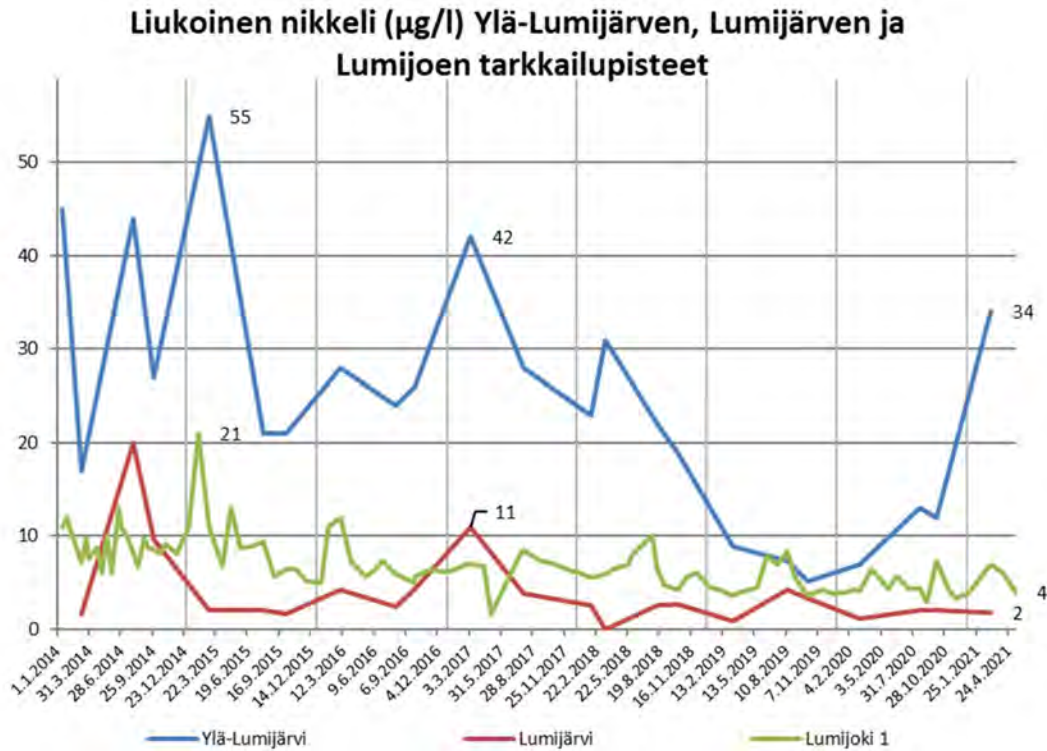
Sähkönjohtavuus (mS/m) Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet



Sulfaatti (mg/l) Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet







Kuva 4-22. Lumijärvien sekä Lumijoen tuloksia vuodesta 2014 alkaen.

4.3.2 Kivijärvi sekä Kivijoki

Kivijärvellä vedenlaatua seurataan kolmella pisteellä, joiden näytteenottiheys vaihtelee. Kaikilta kolmelta järvipisteeltä otetaan näytteet yhtä aikaa maaliskuu-, kesä- ja elokuussa. Pisteeltä Kivijärvi 10 näyte otetaan lisäksi lokakuussa ja pisteeltä Kivijärvi 7 näyte otetaan edellisten kuukausien lisäksi myös syyskuussa. Tänä keväänä näytteitä on otettu kuukausittain helmikuusta lähtien. Kivijoki on tarkkailussa kuukausittain. Kuvan 4-23 kuvaajissa on esitetty keskeisten parametrien tuloksia vuoden 2014 alusta alkaen.

Kivijärven vesi on ollut syvänpisteillä ympärivuotisesti kerrostunutta vuodesta 2011 saakka ja alusvesi on ollut aikaisemmin ollut hapetonta ja suolaantunutta. Viime vuosina tilanne on kuitenkin alkanut parantua.

Kivijärven pohjoispään näytopisteellä (Kiv2) alusvesien sulfaattipitoisuudet lähtivät jyrkkään laskuun kesällä 2020. Kesäkuussa mitattiin alusvesissä sulfaattipitoisuus 1300 mg/l, heinä- ja lokakuussa mitattiin pitoisuudet 100 mg/l ja 160 mg/l. Vuoden 2021 ensimmäisen kvartaalin näytteen maaliskuulta pitoisuus oli 62 mg/l, kun vuosien 2014-2020 maaliskuun kierroksilla on mitattu pitoisuuksia välillä 1300-2300 mg/l. Samalla sähköjohtavuudessa ja kokonaistypessä on havaittavissa vastaava kehitys (Kuva 4-23). Vuosina (2014-2020) syvänteen Kiv 2 alusvesinäytteet ovat olleet käytännössä hapettomia, saturaatioasteen ollessa pääsääntöisesti <5%. Heinäkuussa 2020 mitattiin happisaturaatioaste 17 %, elokuussa 2020 7 % ja maaliskuussa 2021 historian suurin saturaatioaste 37%. Pisteellä Kiv2 kerrostuminen on pienentynyt huomattavasti kesästä 2020 alkaen ja sama on havaittavissa kenttämittauksissa (Kuva 4-24).

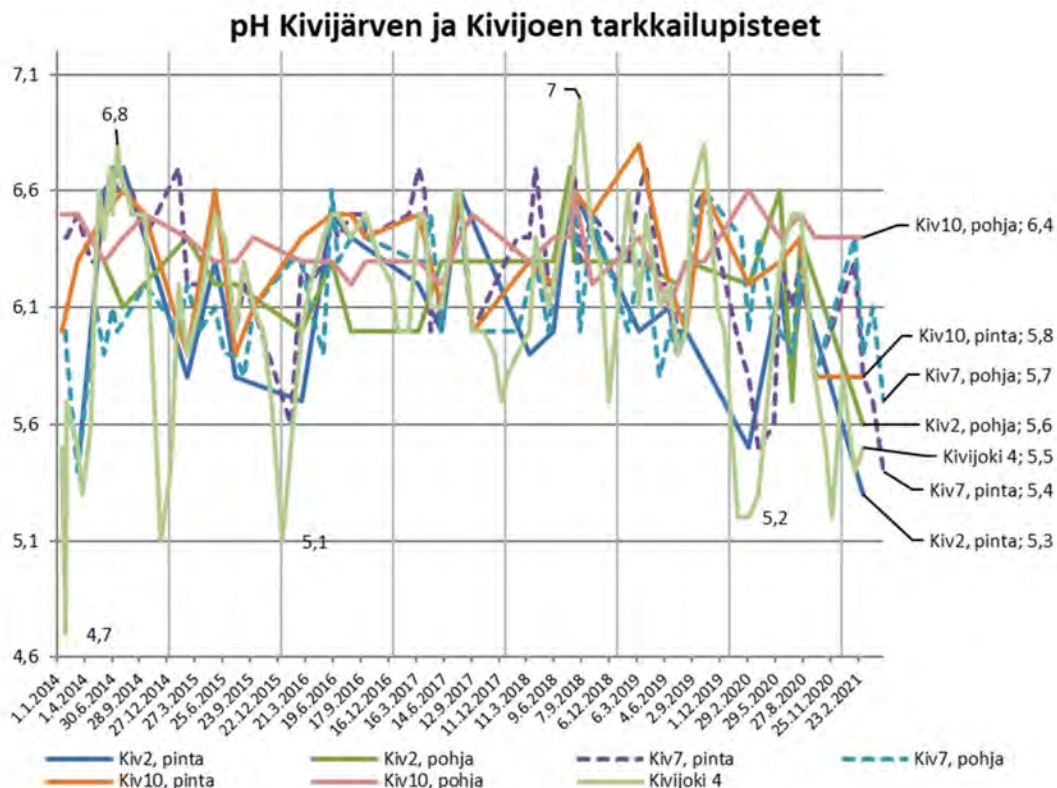
Toisen syvänpisteen Kiv10 tuloksia luonnehtii edelleen kerrostuminen, alusveden sulfaattipitoisuudet ovat huomattavasti suuremmat kuin päällysveden pitoisuudet. Alusveden pitoisuuksissa on kuitenkin havaittavissa lineaarista laskua ja väliveden sulfaattipitoisuudet laskivat jyrkästi syyskierron 2019 myötä, joten vesistön täyskierrot näyttäisivät ulottuvan vähintään vesipatsaan puoliväliin eli viiden metrin syvyydelle asti (Kuva 4-23). Myös alusvedet happisaturaatioissa on havaittavissa myönteistä kehitystä, alusvedet ovat edelleen

TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

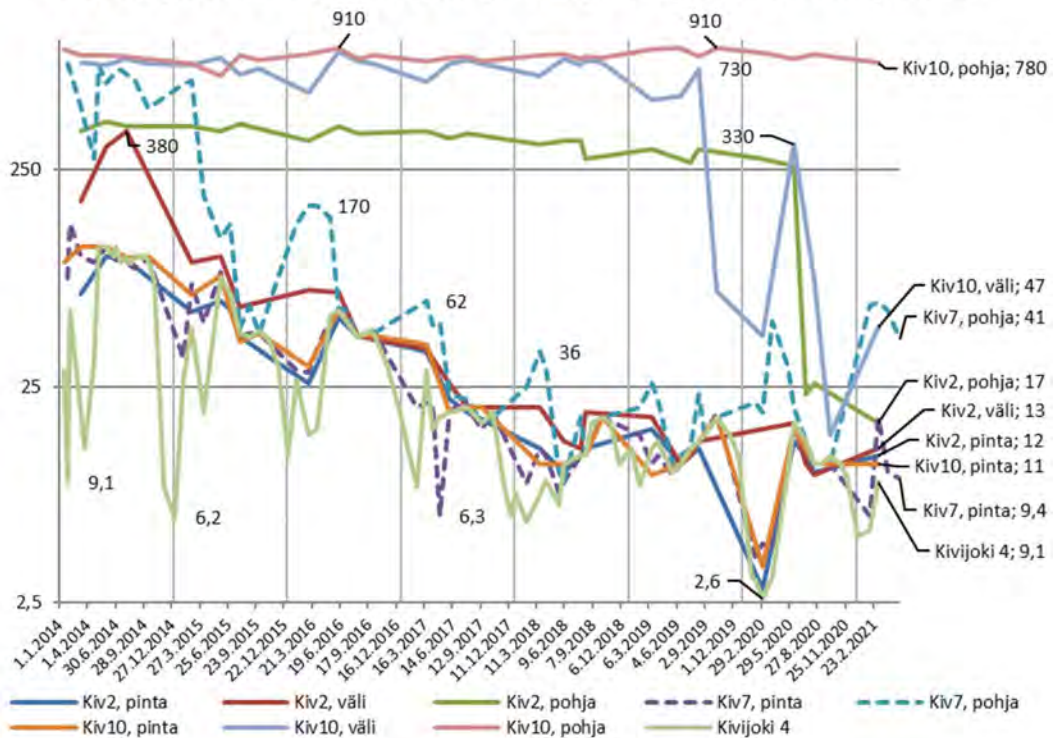
suurimmaksi osaksi hapettomia (<2%), mutta maaliskuun kierroksella mitattiin saturaatioaste 24% joka on suurin pitoisuus vuosien 2014-2021 aikana. Samalla kierroksella tehdyissä kenttämittauksissa saturaatioastetta ei kuitenkaan saatu varmistettua, vaan alusvesien saturaatiot olivat <2%. Harppauskerroksen havaittiin happisaturaation osalta maaliskuussa olevan syvyydellä 5-6 metriä, kun vuonna 2020 se havaittiin olevan jo 3-4 metrin syvyydellä.

Kivijärven luusuan pisteellä Kiv7 vesi ei ole, normaalia vuodenaikaiskerrostuneisuutta lukuun ottamatta, kerrostunutta. Alkuvuoden tulokset ovat olleet tavanomaisia pisteellä Kiv7. Alusvesien happisaturaatiot ovat olleet helmi-huhtikuussa 2021 40-58 %.

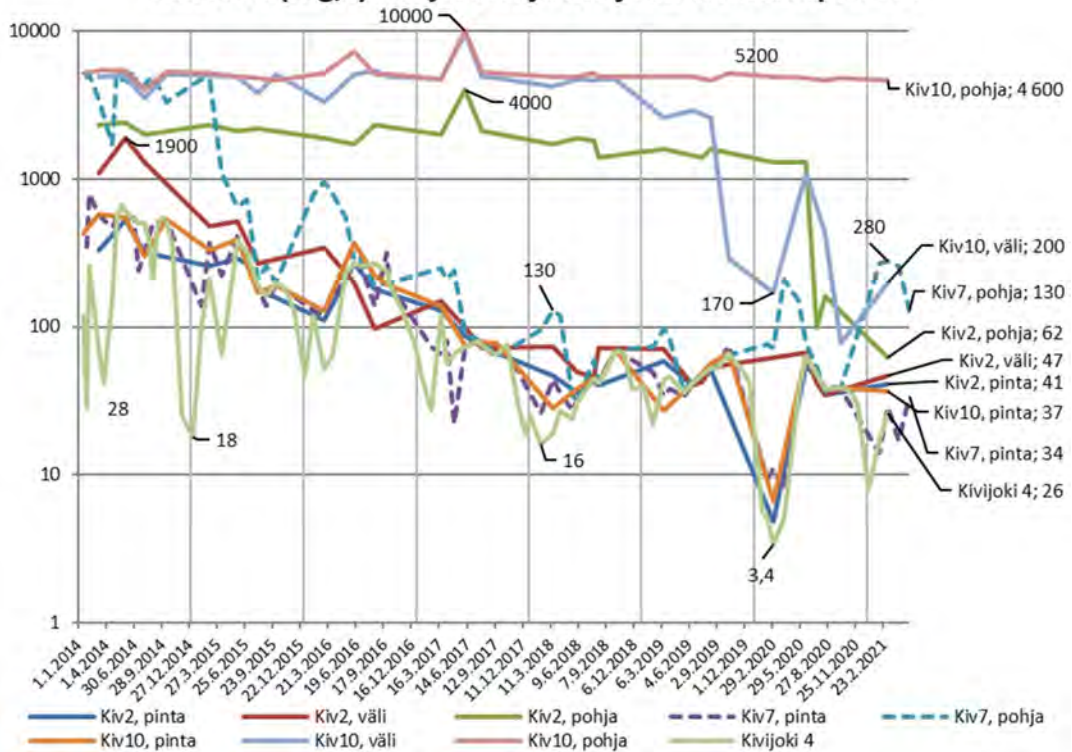
Myös Kivijoen vedenlaatu on parantunut vuoden 2014 jälkeen. Mitattujen pitoisuuksien hajonta on vähentynyt ja pitoisuudet laskeneet sulfaatin, rikin ja nikkelin osalta sekä sähkönjohtavuuden arvoissa. (Kuva 4-23)



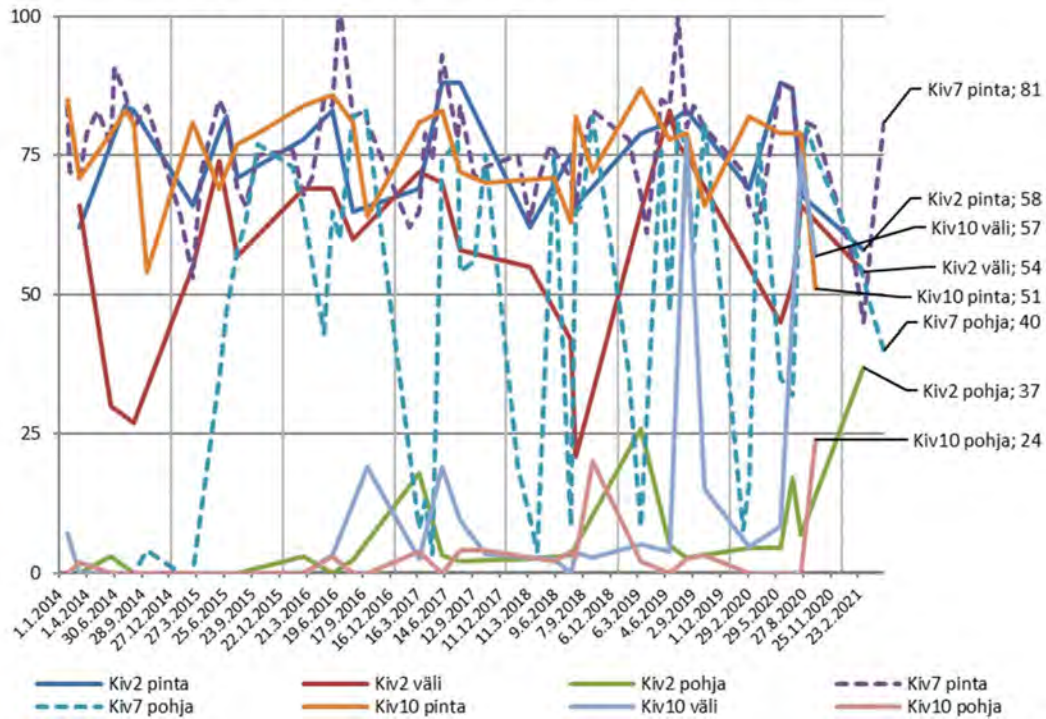
Sähkönjohtavuus (mS/m) Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet



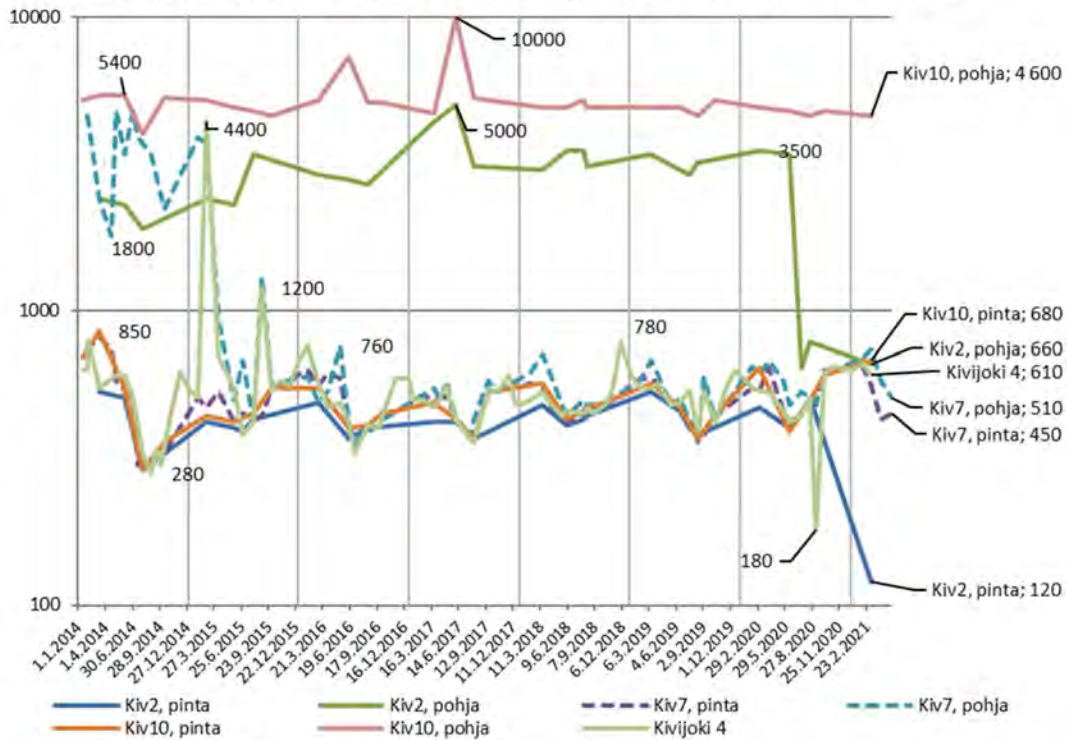
Sulfaatti (mg/l) Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet

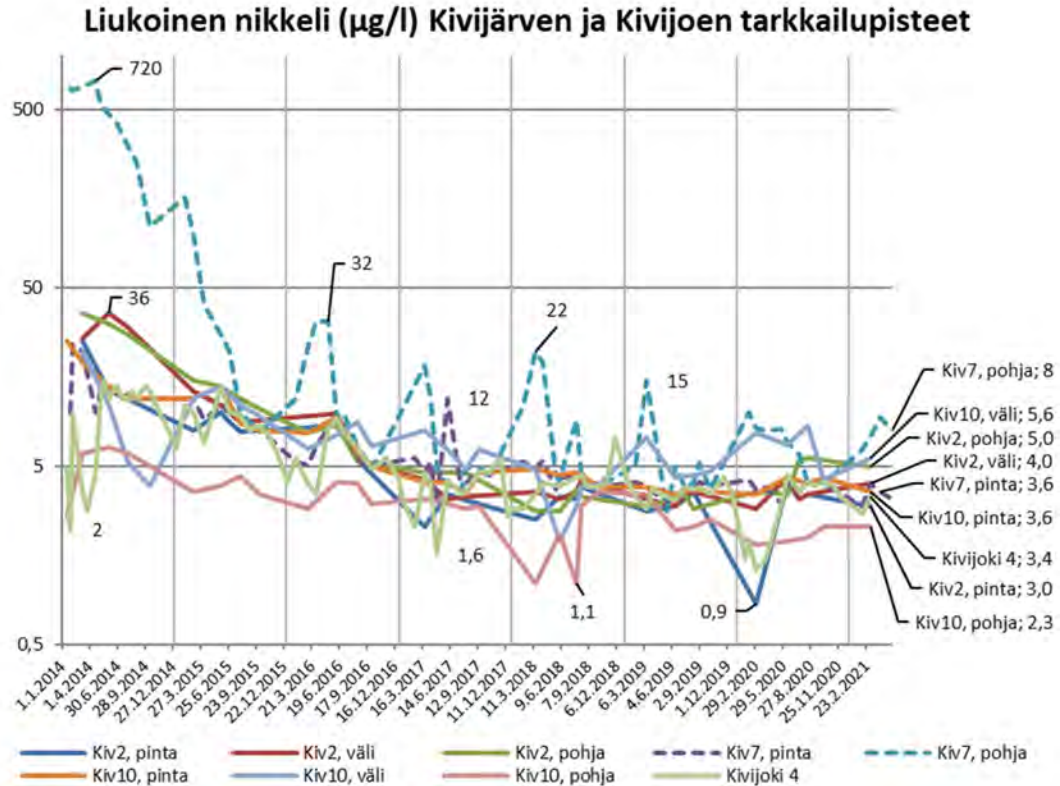


Happisaturaatio (%) Kivijärven tarkkailupisteet



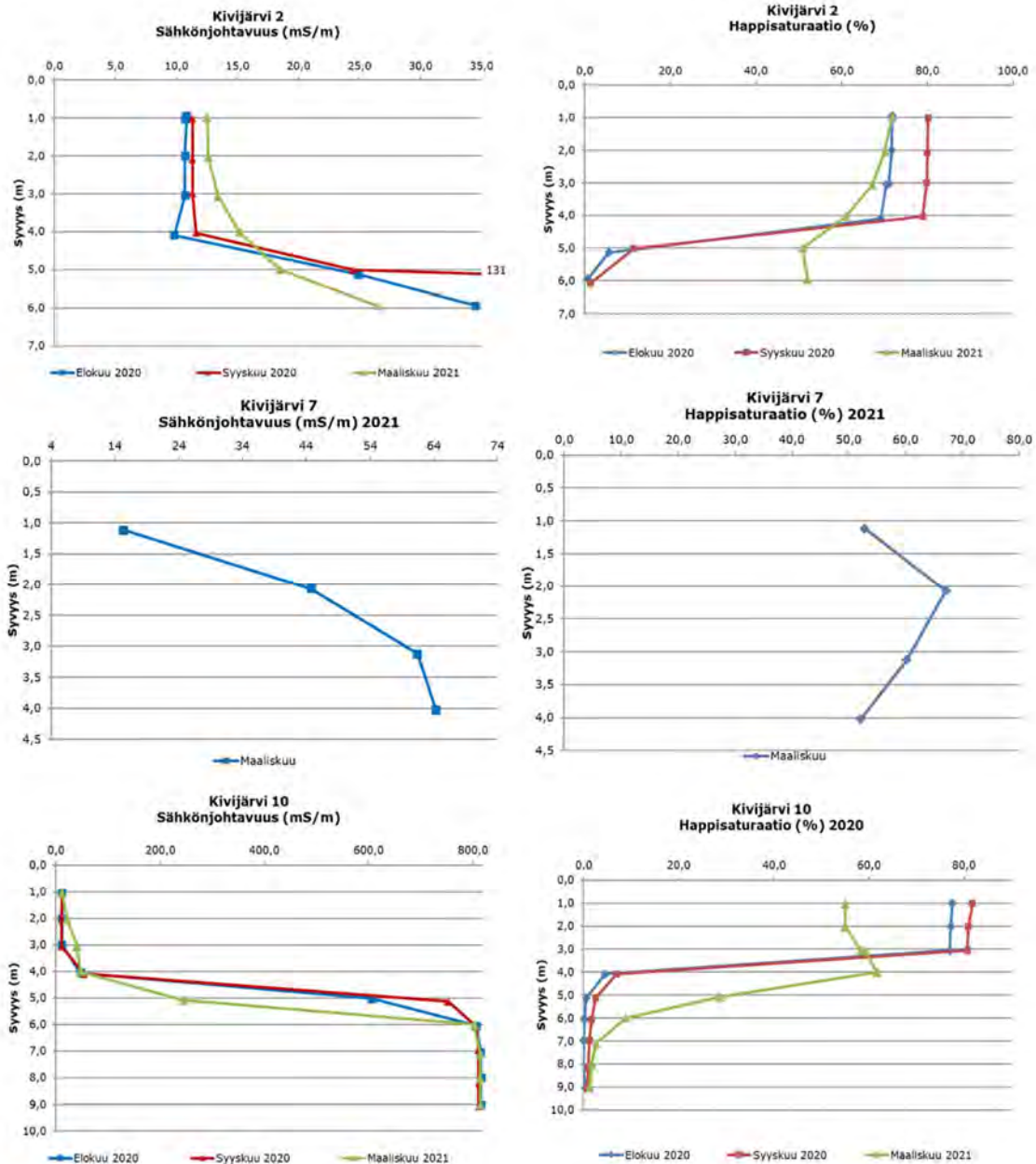
Kokonaistyyppi (µg/l) Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet





Kuva 4-23. Kivijärven sekä Kivijoen tuloksia vuodesta 2014 alkaen. Huomaa, osassa kuvaajissa logaritminen asteikko.

Maaliskuun 2021 kenttämittaustulosten perusteella kerrostuneisuutta on nähtävissä pisteellä Kiv10. Harppauskerros oli kuitenkin syvemmällä kuin vuoden 2020 elo-syyskuussa. Toisella syvänpisteellä Kiv2 kerrostuneisuus on häviämässä, alusvedet olivat hapekkaita maaliskuun kierroksella. Pisteeltä Kiv7 pysyvää kerrostuneisuutta ei ole havaittu vuosien 2015-2016 jälkeen. (Kuva 4-24)



Kuva 4-24. Kivijärven tarkkailupisteiden (Kiv2, Kiv7 ja Kiv10) kenttämittausten sähkönjohtavuus ja happitulukset maaliskuulta 2021. Huomaa sähkönjohtavuuskuvaajien eri skaalaukset.

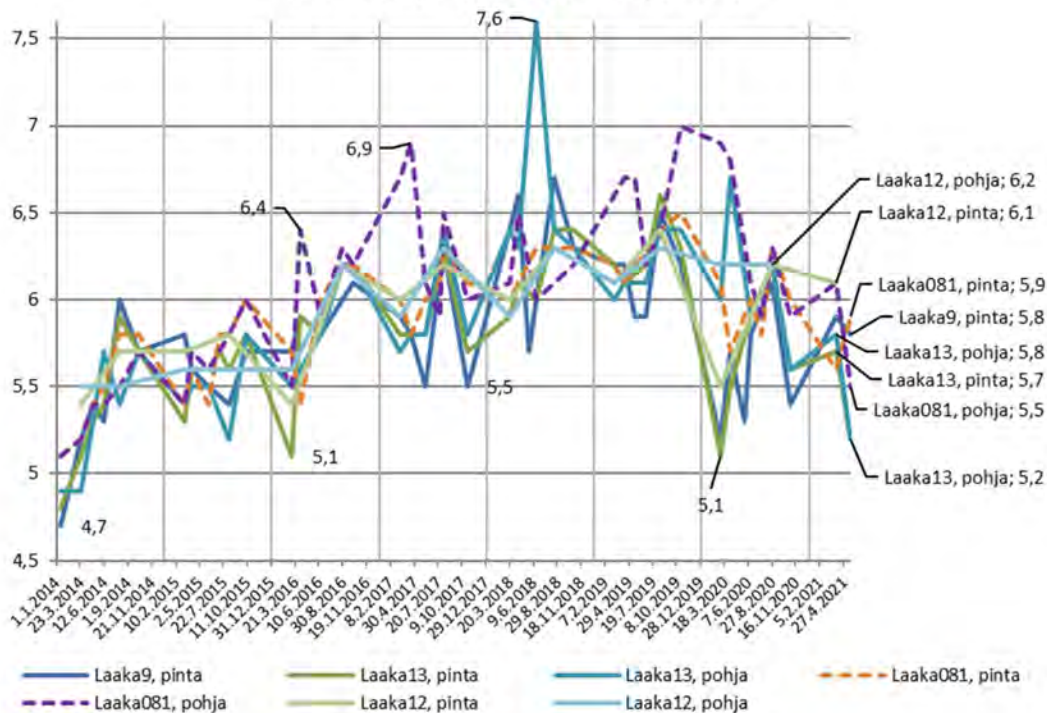
4.3.3 Laakajärvi

Laakajärven vedenlaatua seurataan neljältä näytepisteeltä. Lisäksi syvännepisteeltä Laakajärvi 081 tehdään kenttämittaukset. Yleisesti Laakajärven vedenlaatu on parantunut vuodesta 2014, pH-arvot ovat tasoittuneet ja esimerkiksi sulfaattipitoisuudet laskeneet lineaarisesti riippumatta juoksutuksista vuosina 2020 ja 2021. Laakajärven tuloksia luonnehtii normaali vuodenkierto ja pitoisuudet ovat yleisesti lähellä taustatasojaan. Purkuvesien vaikutus on mahdollisesti nähtävissä alusvesien sulfaattituloksissa pohjoisosan pisteillä Laa9 ja Laa13, mutta vastaavia ja suurempia pitoisuuksia pisteillä on mitattu ajankohtina jolloin juoksutuksia ei ole ollut. Järven eteläisillä pisteillä Laa081 ja Laa12 pitoisuudet ovat pieniä koko vesipatsaan osalta. (Kuva 4-25)

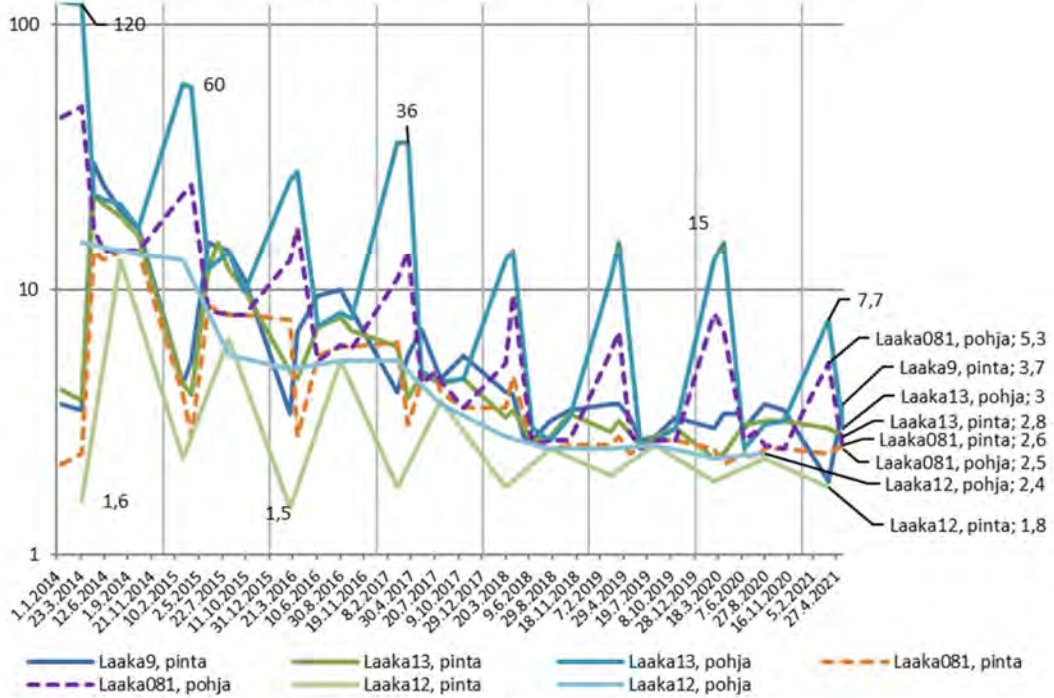
TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

Alkuvuonna 2021 Laakajärven vesi oli kerrostunutta lämpötilan ja hapen suhteen talviseen tapansa maaliskuuhun näytekäytöksillä Laa12, Laa13 ja Laa081. Pisteellä Laa9 vesisyvyys on vain noin 2 metriä ja luontaiselle kerrostumiselle ei ole edellytyksiä. Pisteellä Laa13 happisaturaatio oli huhtikuussa alusvedessä 13% eli vastaavaa tasoa kuin on havaittu myös aikaisempina keväinä. Toukokuussa happisaturaatio oli noussut kyseisen pisteen alusvedessä jo tasoon 66% ja se todennäköisesti parantuu kiitettävälle (>85%) tasolle kevätkierron myötä. Pisteellä Laa081 vastaavat alusveden tulokset olivat huhtikuussa 17% ja toukokuussa 70%. Pisteelle Laa12 ei päästy heikkojen jääolosuhteiden vuoksi, vaan näyte jouduttiin ottamaan maaliskuussa noin 200 metriä ennen syvääntä. Happisaturaatiot olivat näissä näytteissä kiitettävällä tasolla.

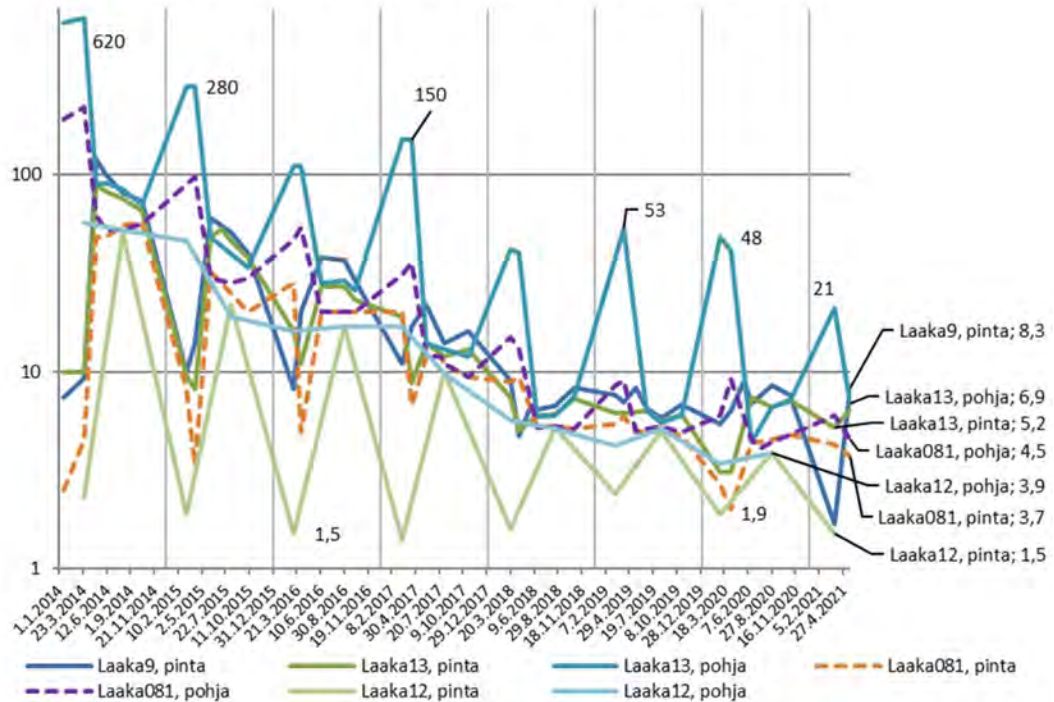
pH Laakajärven tarkkailupisteet

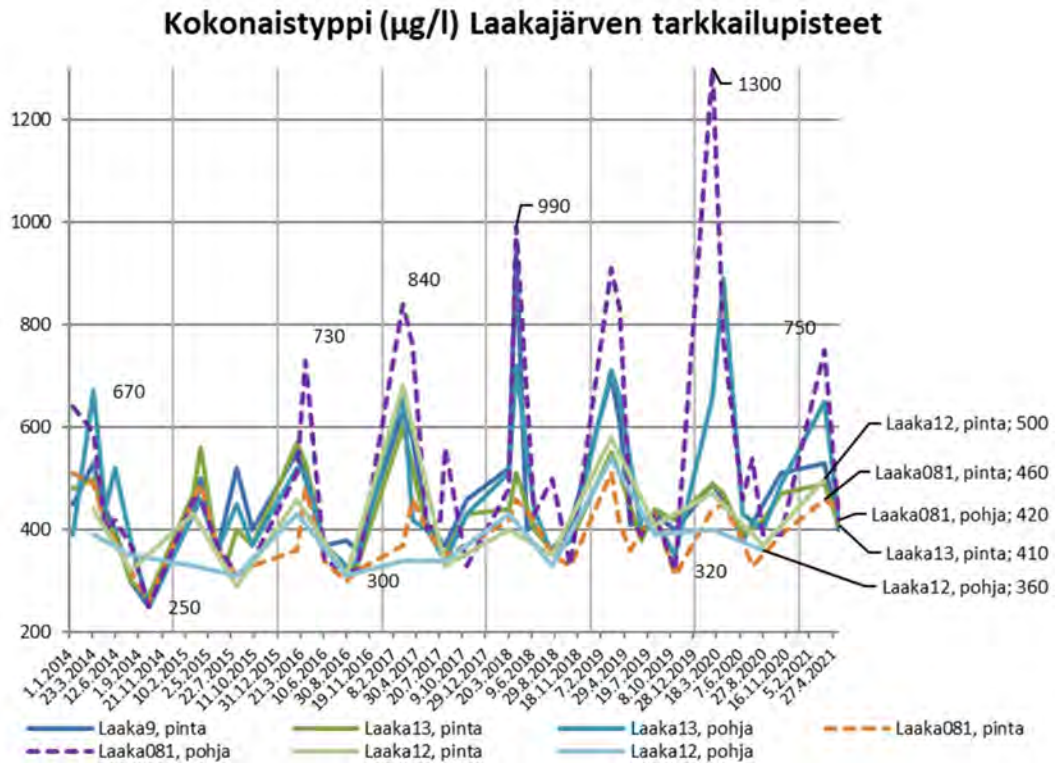
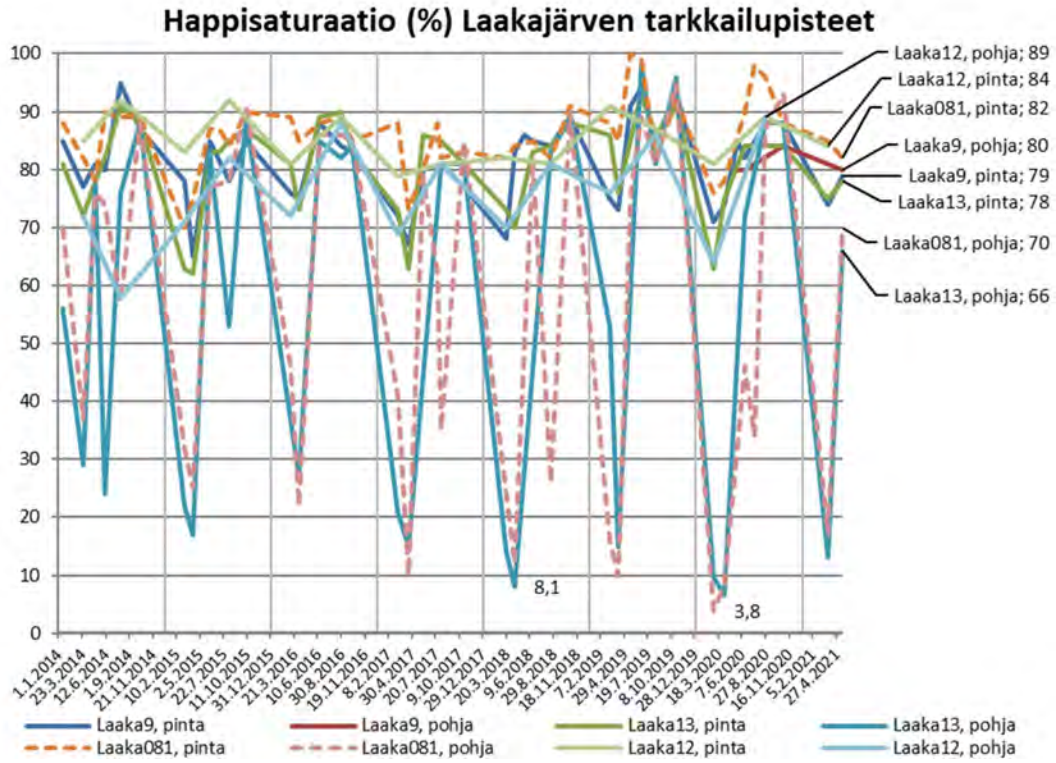


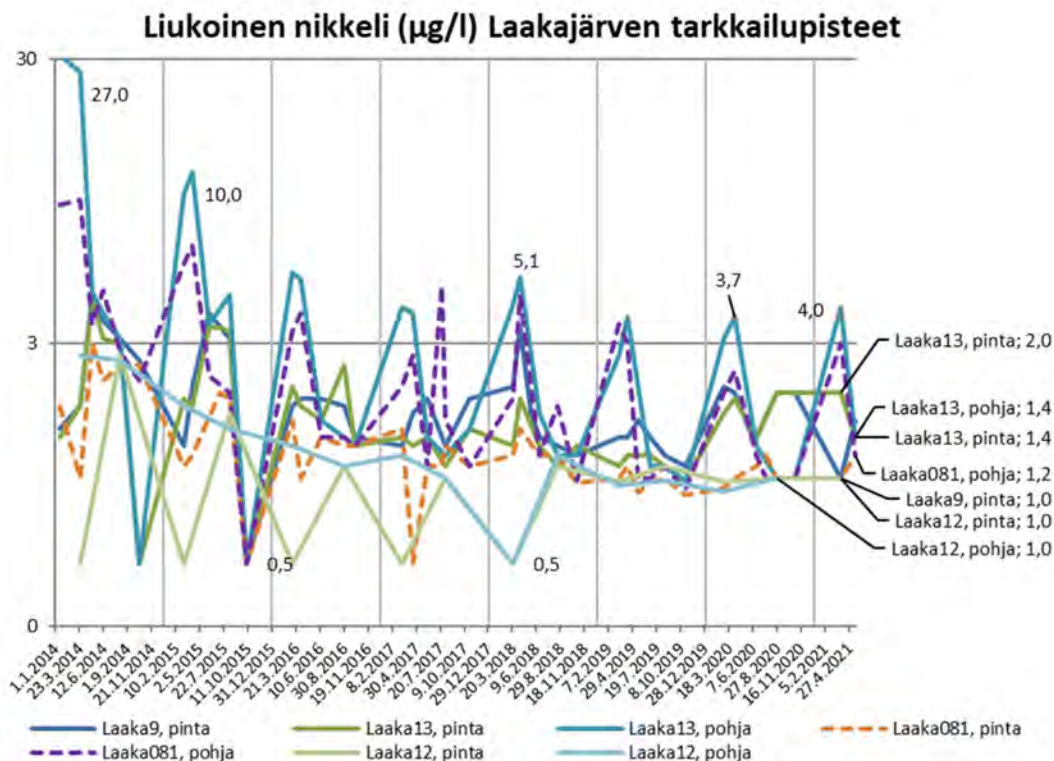
Sähkönjohtavuus (mS/m) Laakajärven tarkkailupisteet



Sulfaatti (mg/l) Laakajärven tarkkailupisteet

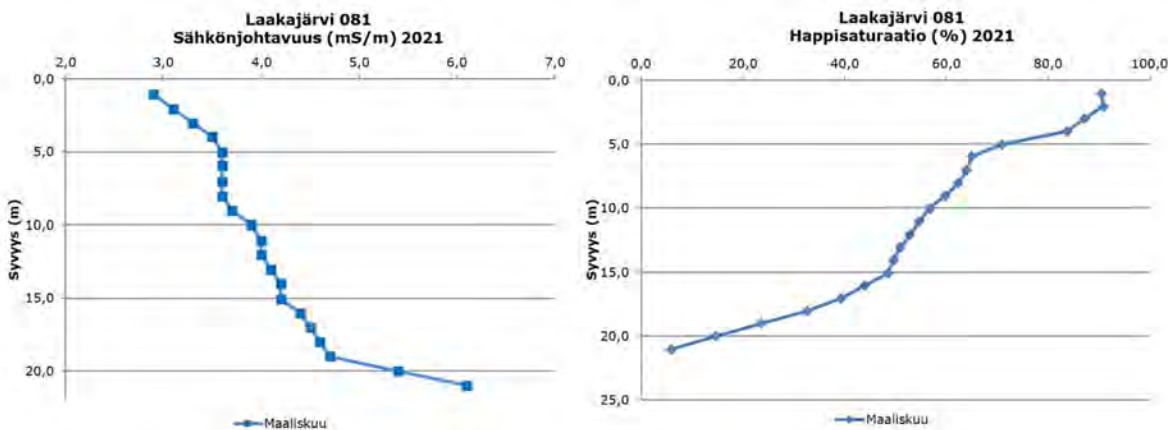






Kuva 4-24. Laakajärven tarkkailupisteiden vesinäytteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen. Huomaa, osassa kuvia logaritminen asteikko.

Laakajärveltä tehtiin kenttämittauksia näytteenottojen yhteydessä (Kuva 4-25). Kenttämittausten tulokset olivat saman suuntaisia laboratoriossa määritettyjen tulosten kanssa.



Kuva 4-25. Laakajärven tarkkailupisteiden 081 kenttämittausten sähkönjohtavuus ja happitulokset maaliskuulta 2021.

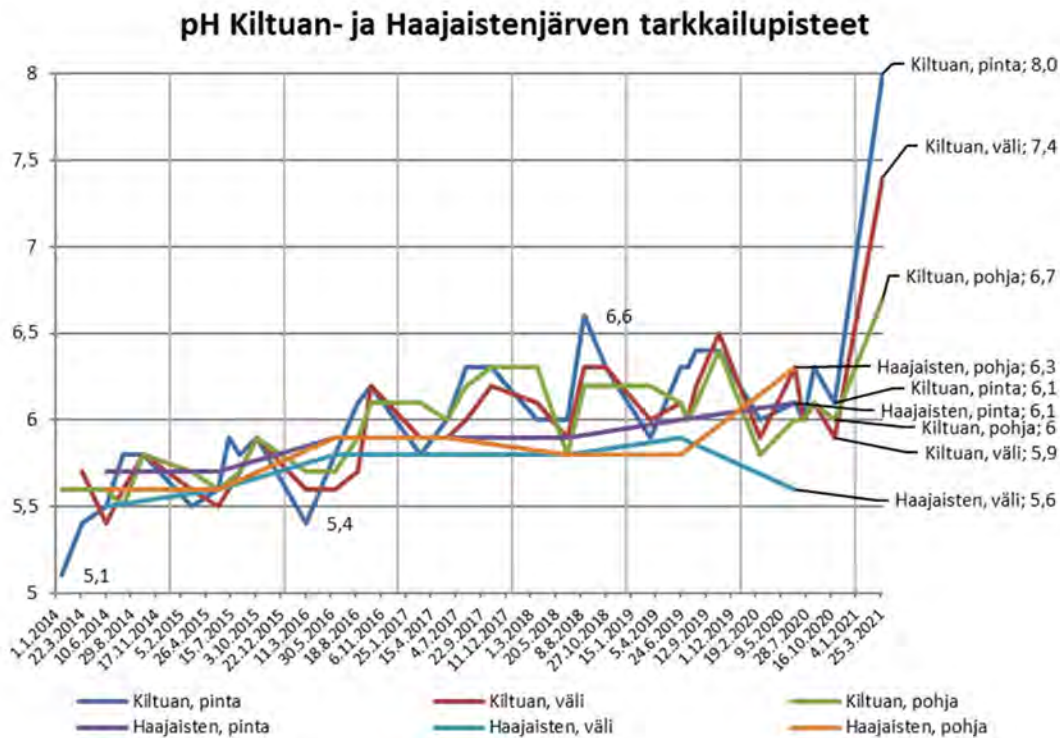
4.3.4 Kiltuan-, Haajaisten- sekä Haapajärvi

Kiltua-, Haajaisten- ja Haapajärven vedenlaatu on Laakajärven tavoin parantunut viime vuosina ja mm. sulfaatin pitoisuudet ovat laskeneet lähelle luontaisia taustapitoisuuksiaan. Pisteiltä tehtävät analyysit poikkeavat toisistaan, mutta kaikilta pisteiltä määritetään sähkönjohtavuus, sulfaatti- ja nikkelpitoisuudet jokaisella tarkkailukierroksella. Haajaistenjärveltä näyte otetaan vain kerran vuodessa kesäkuussa ja

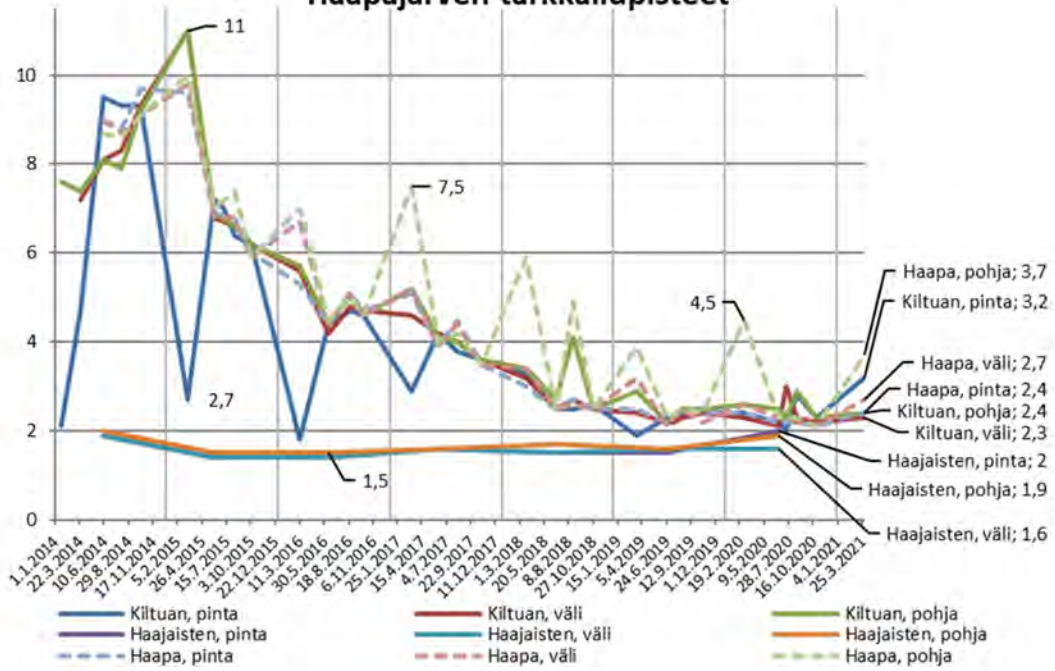
TERRAFAMEN PINTAVESITARKKAILU Q1/2021

Haapajärveltä neljästi vuodessa (maalis-, kesä-, elo- ja lokakuussa). Kiltuanjärveltä näytteet otetaan maaliskuu-, kesä-, heinä-, elo- ja lokakuussa. Vuoksen suuntaan johdettujen purkuvesien vaikutus ei ole havaittavissa tarkkailutuloksissa. (Kuva 4-26)

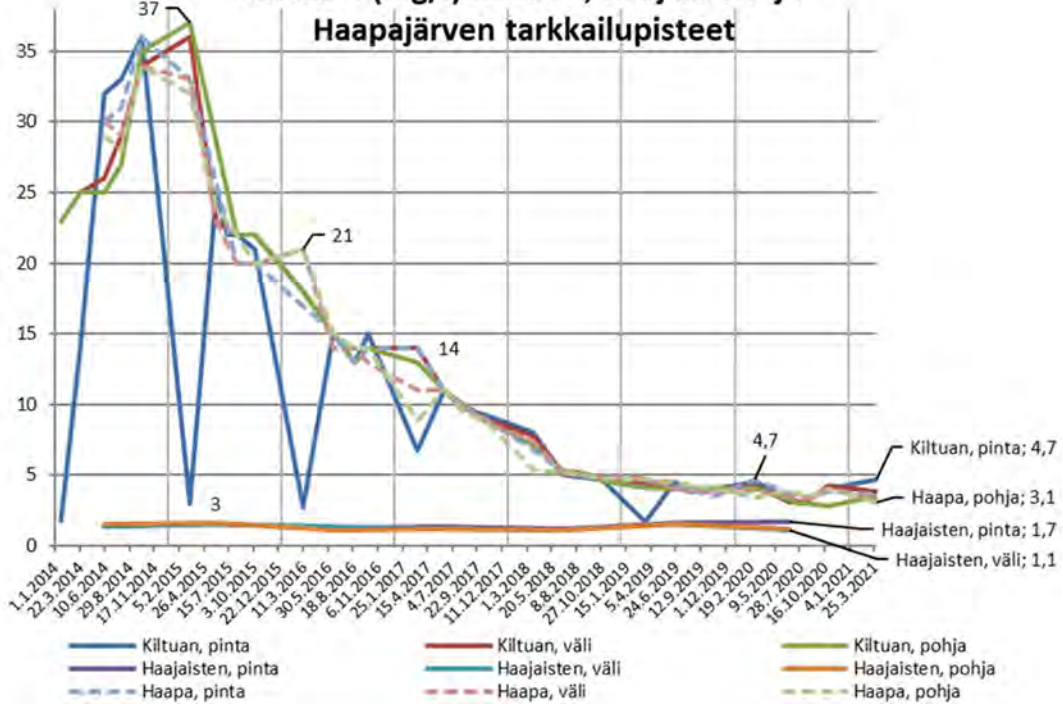
Maaliskuun näytteessä Kiltuanjärven pH-arvot poikkesivat aiempien vuosien näytetuloksista ja ovat todennäköisesti virheellisiä, kesäkuun tulosten mukaan pH-arvot olivat tavanomaisia 5,5-5,8. Maaliskuussa havaittiin Kiltuan päällysvessissä myös hieman runsaammin ravinteita, typpeä ja fosforia, joka voi osaltaan viitata ohimenemään paikalliseen kuormitukseen. Muuten määritetyt pitoisuudet järvillä olivat tavanomaisia, Kiltuanjärven syvänteen alusvesien happisaturaatio oli tavanomaisella talvisella tasolla 60%. Yleisesti kuvaajista on havaittavissa pienoinen pH-arvojen nouseva trendi. (Kuva 4-26)

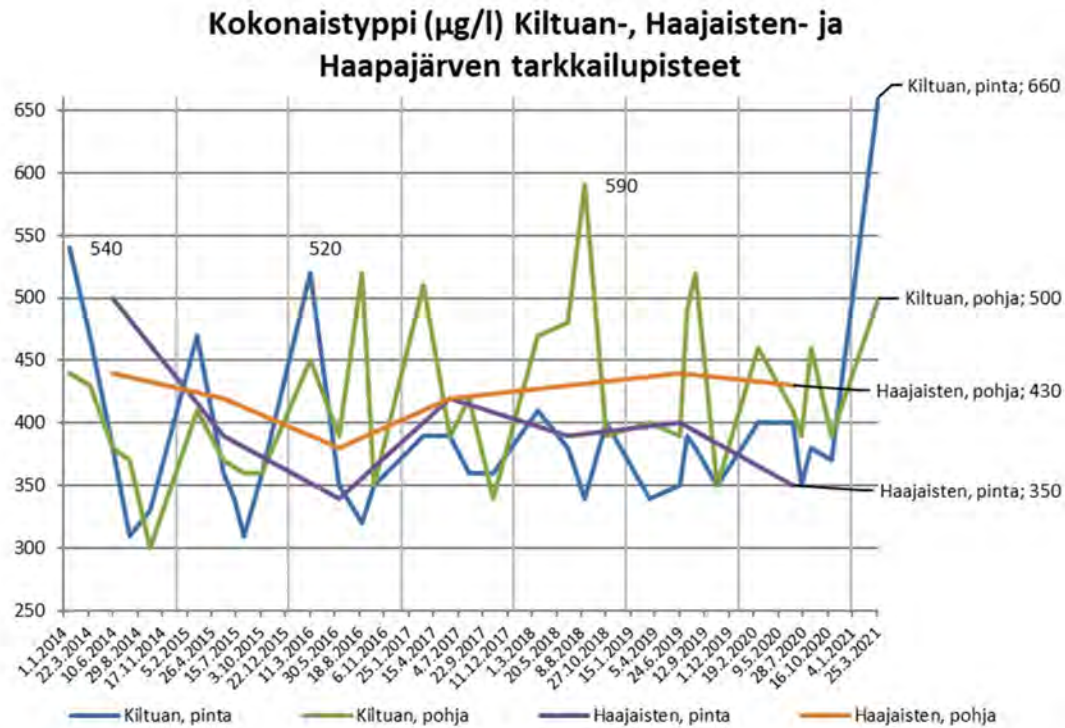
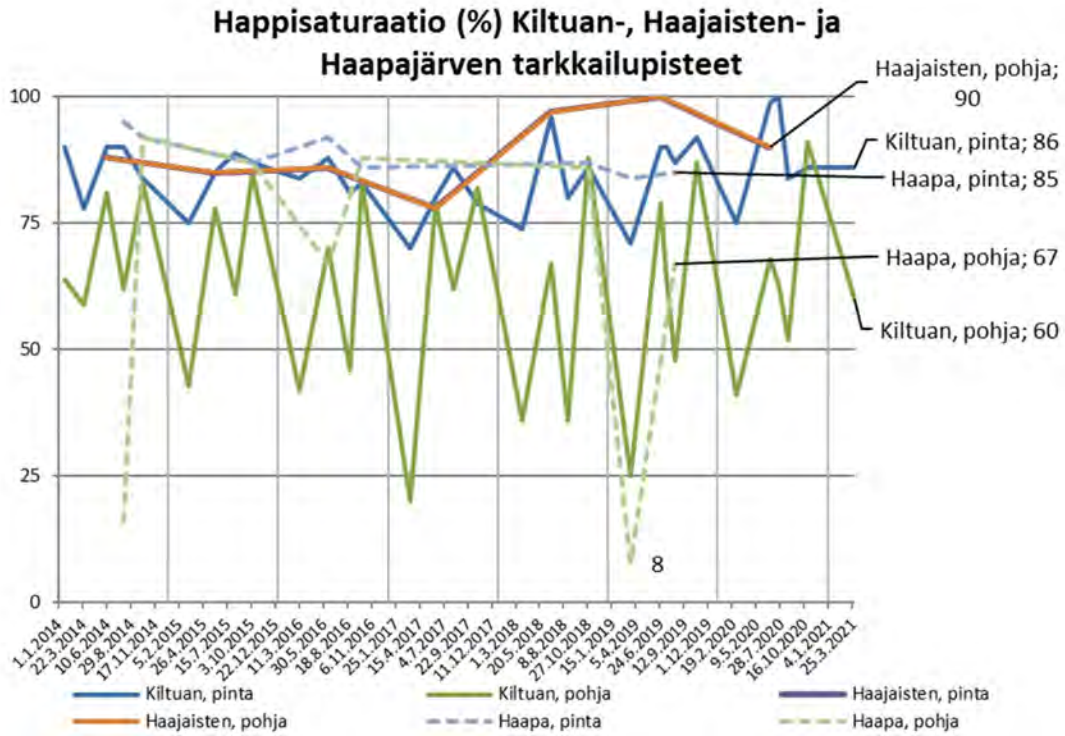


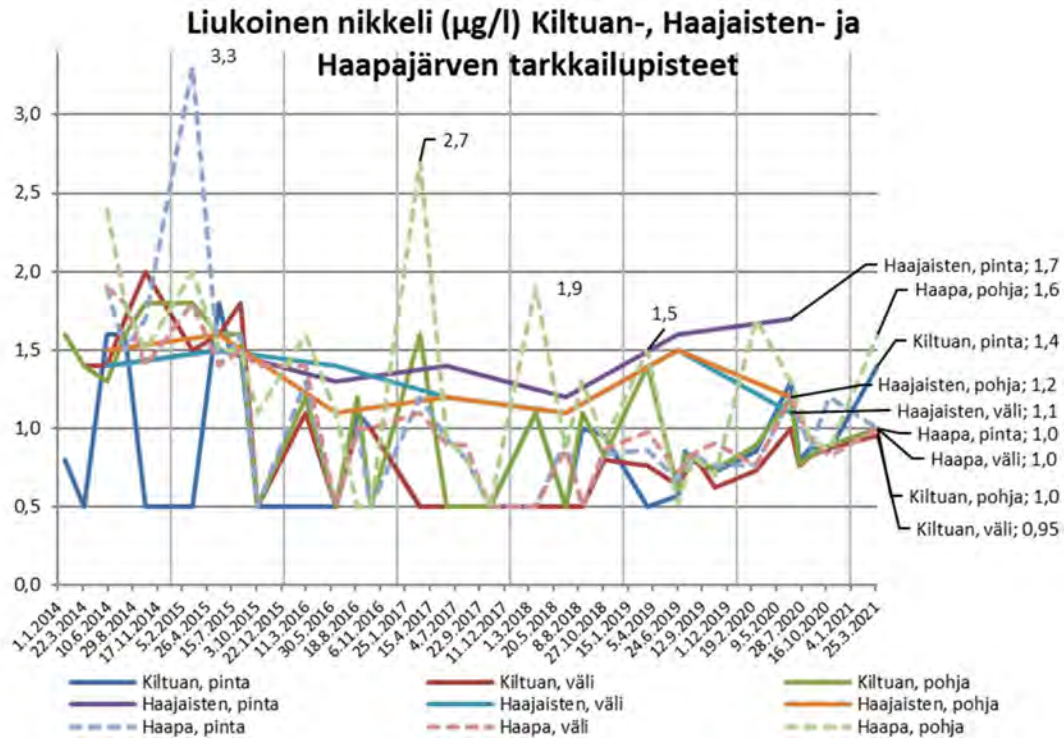
Sähkönjohtavuus (mS/m) Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteet



Sulfaatti (mg/l) Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteet





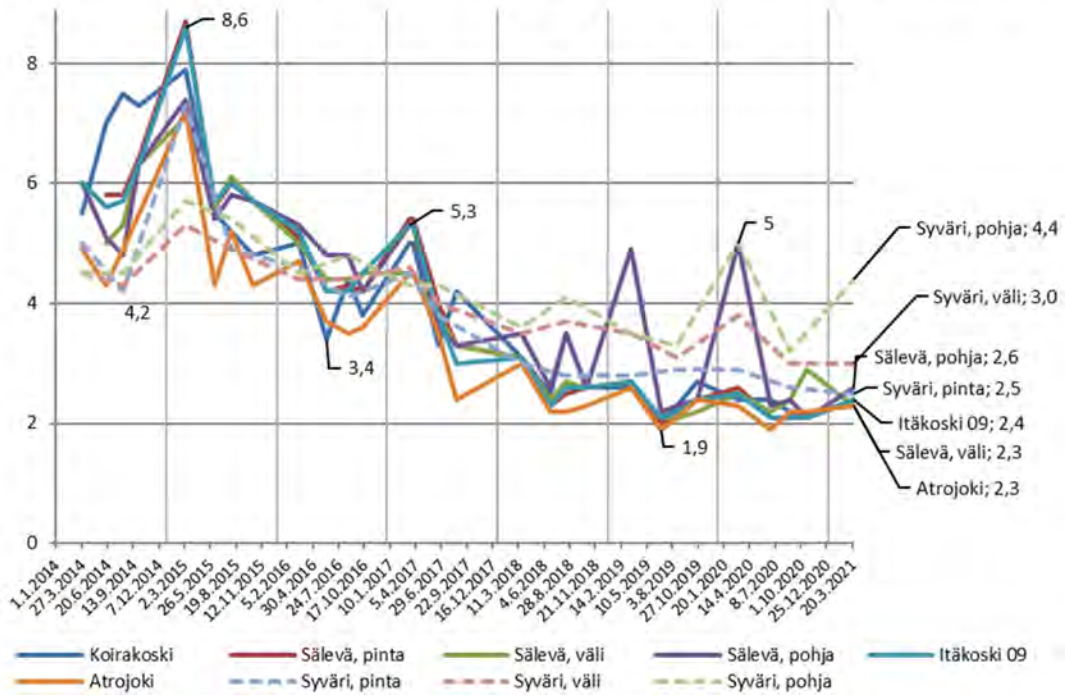


Kuva 4-26. Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteiden vesinäytteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen.

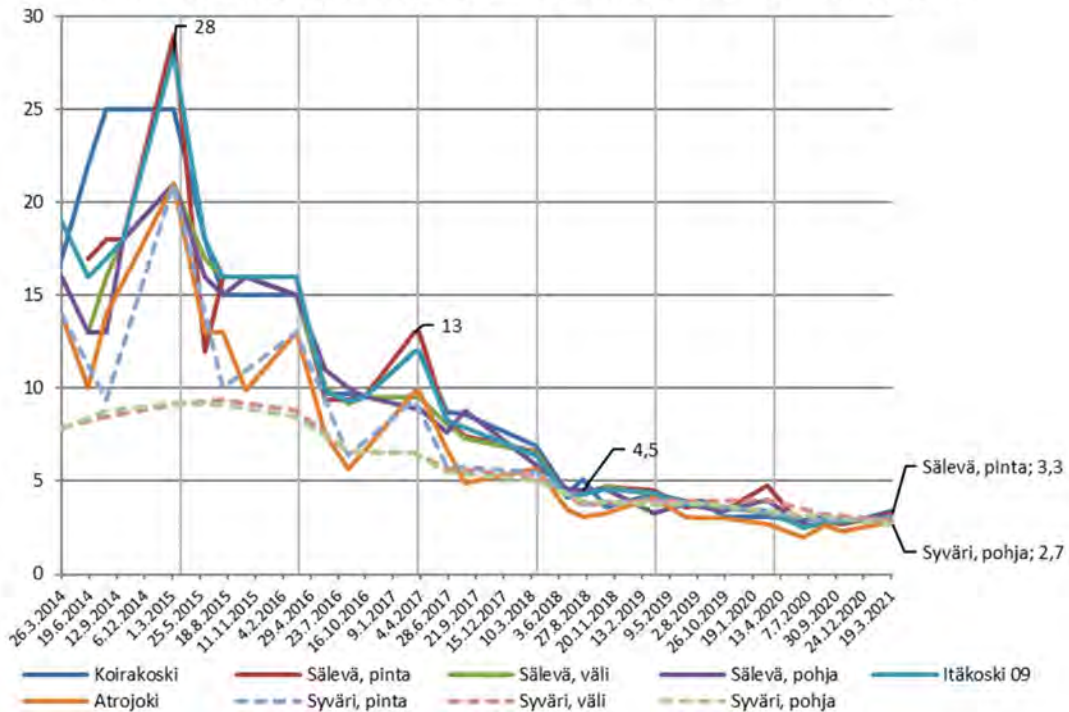
4.3.5 Nurmijoki, Sälevä, Atrojoki ja Syväri

Näytteenottoa toteutetaan Nurmijoella, Sälevällä ja Atrojolla maaliskuu-, kesä-, elokuu- ja lokakuussa. Maaliskuussa 2021 näytteet saatiin kaikilta tarkkailupisteiltä. Maaliskuussa kuten myös parina edellisvuotena mitatut sähkönjohtavuuden arvot olivat alhaisia ja sulfaattipitoisuudet pieniä. Kyseiset arvot ja pitoisuudet ovat laskeneet pintavesille ominaisten taustapitoisuuksien tuntumaan, eikä eteläiselle purkureitille johdettavat vedet ole nähtävissä tuloksissa. (Kuva 4-27)

Sähkönjohtavuus (mS/m) Nurmijoen ja Syvärin väliset tarkkailupisteet



Sulfaatti (mg/l) Nurmijoen ja Syvärin väliset tarkkailupisteet

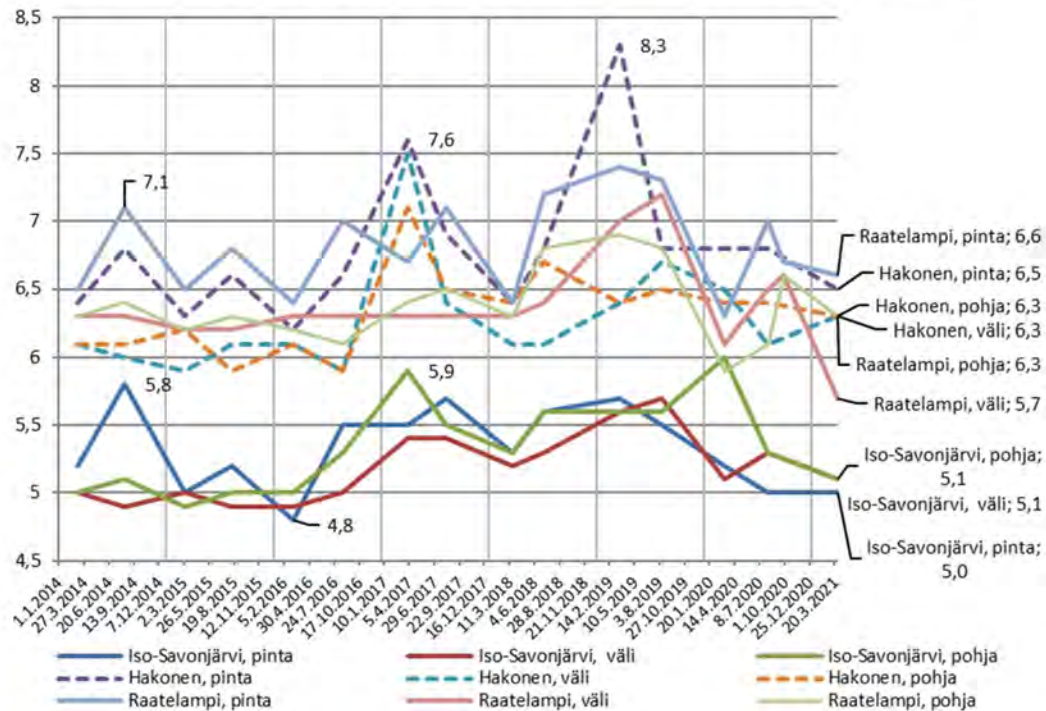


Kuva 4-27. Nurmijoen, Sälevän, Atrojoen ja Syvärin tarkkailupisteiden vesinäytteiden sähkönjohtavuus ja sulfaattitulosia vuodesta 2014 alkaen.

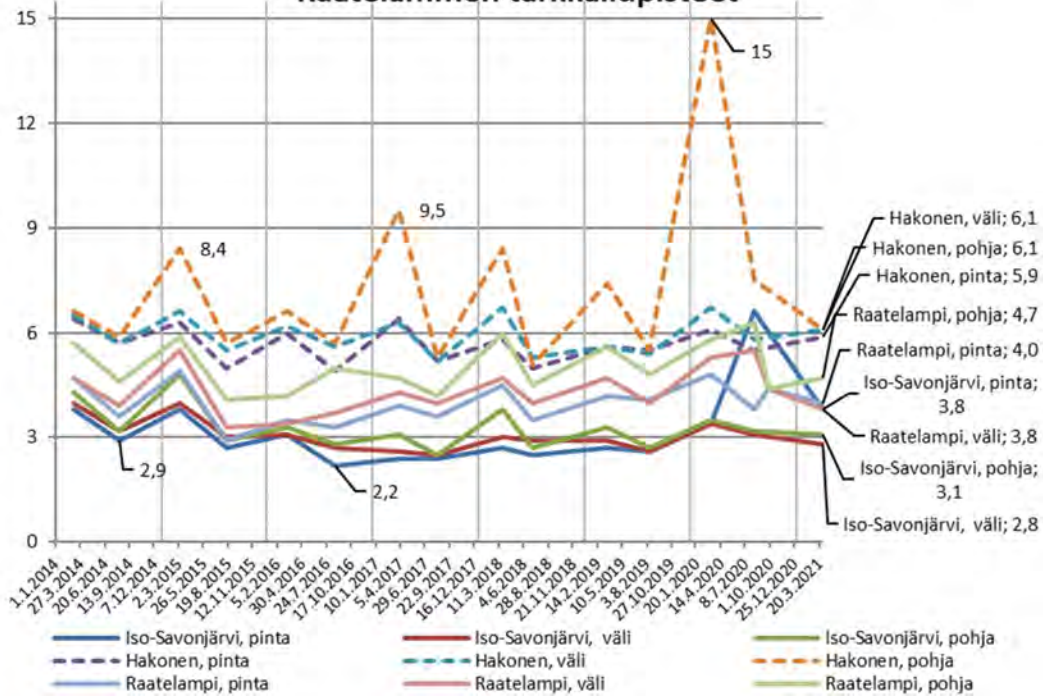
4.3.6 Kaivospiirin ulkopuoliset järvet (Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelampi)

Vuonna 2021 kaivospiirin ulkopuolisilta lähijärviltä, jotka eivät ole vesistöjen purkureiteillä, näytteitä otetaan maaliskuu- ja elokuussa. Maaliskuun 2021 tulokset olivat tavanomaisia aiempiin vuosiin verraten. Pienien näytemäärien johdosta tuloksissa on jonkin verran hajontaa, mutta trendejä ei ole havaittavissa. (Kuva 4-28)

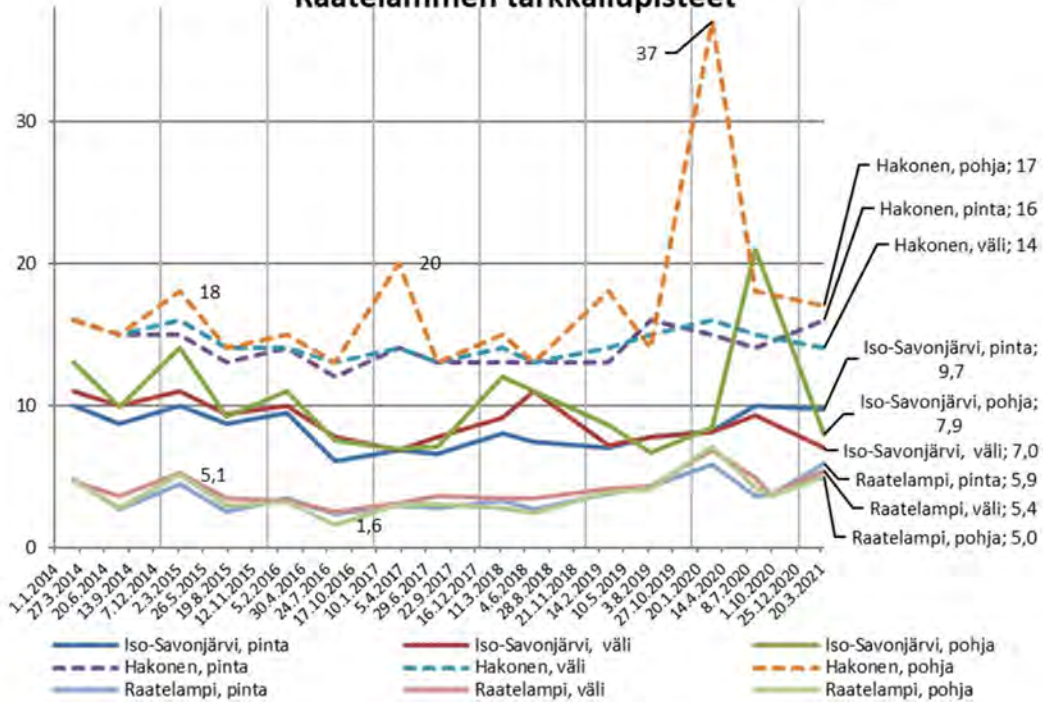
pH Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet

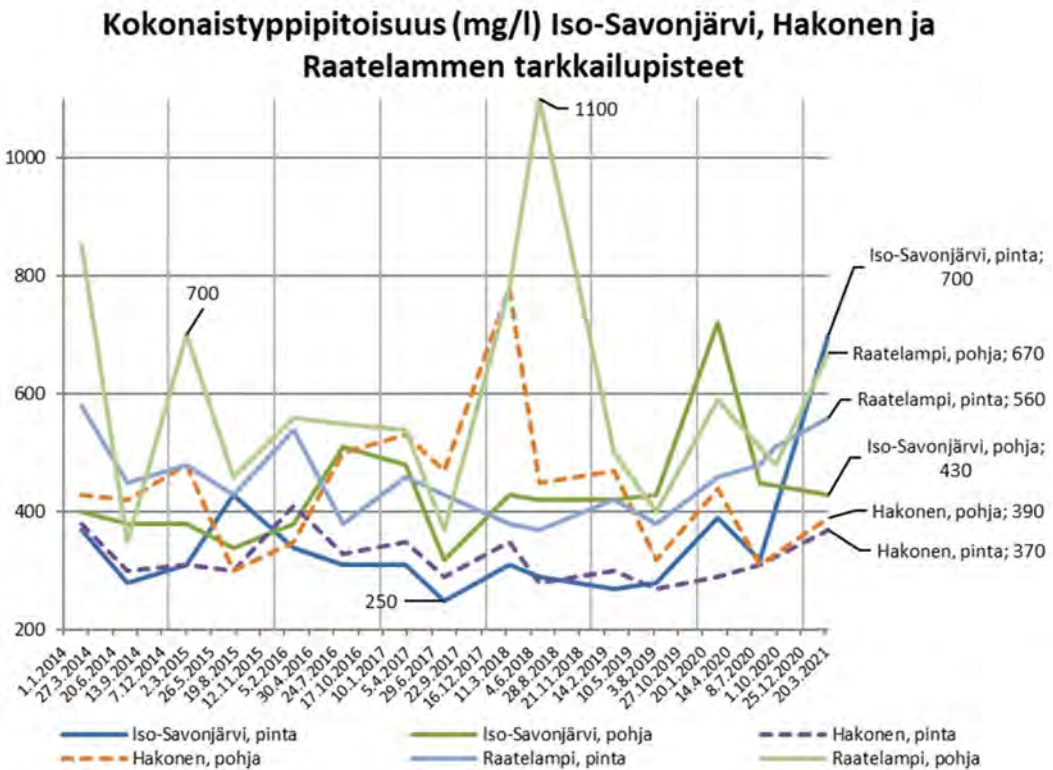
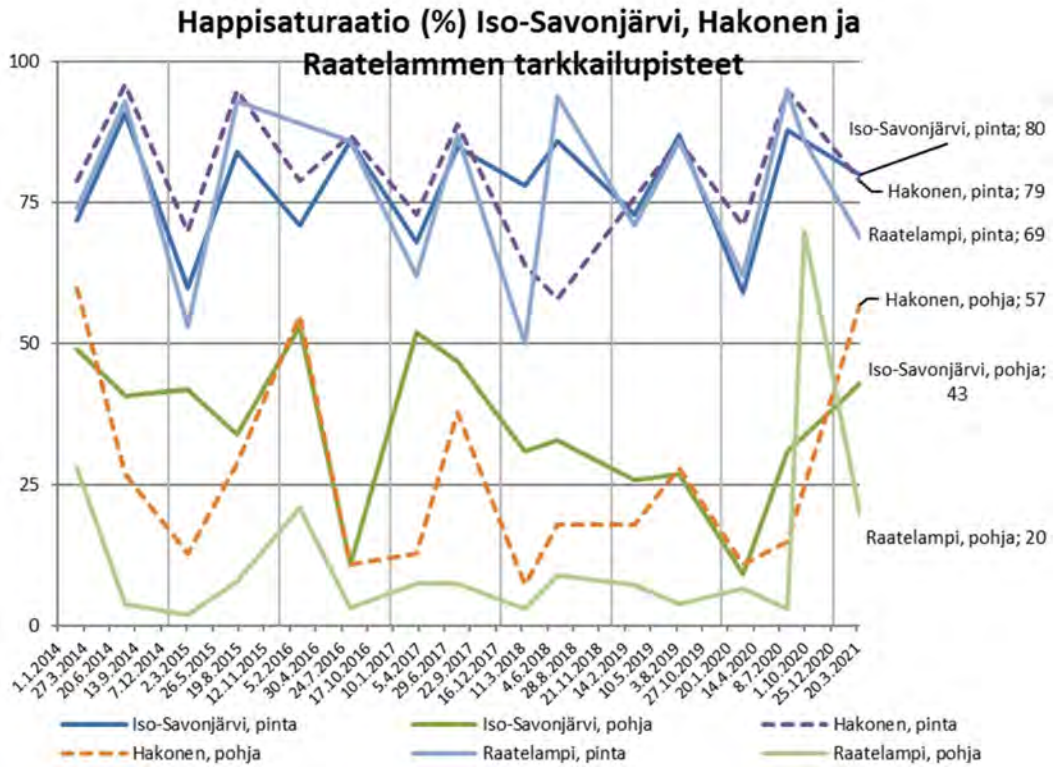


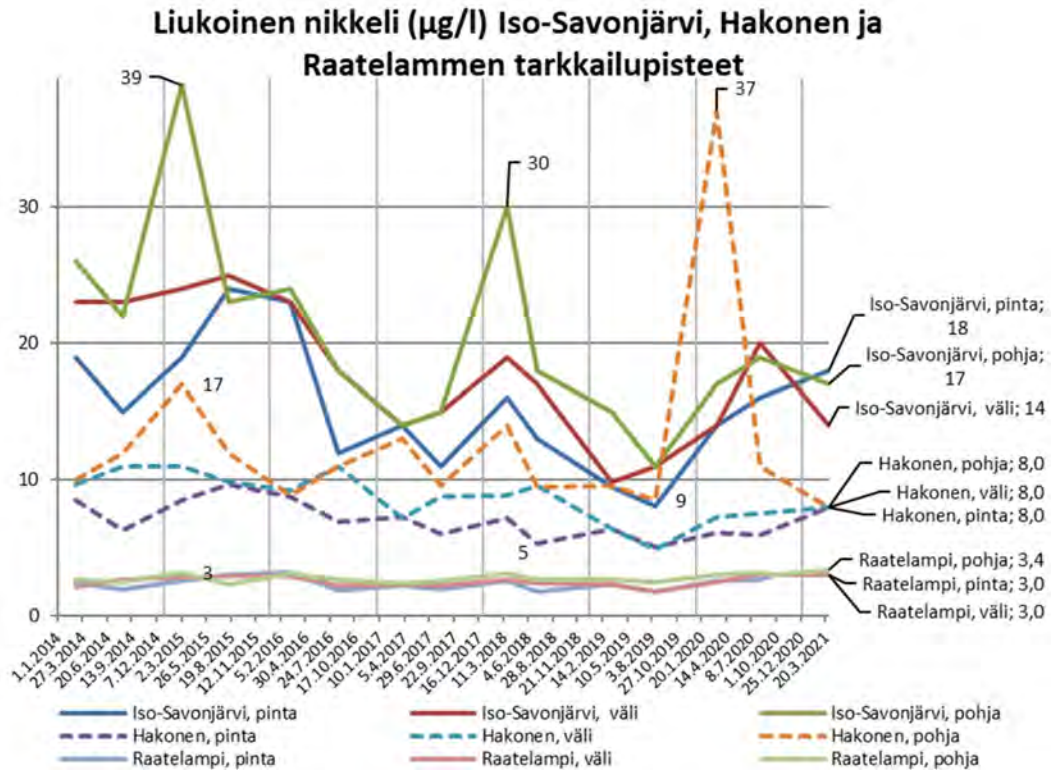
Sähkönjohtavuus (mS/m) Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet



Sulfaattipitoisuus (mg/l) Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet







Kuva 4-28. Iso-Savonjärven, Hakosen ja Raatelammen tarkkailupisteiden vesinäytteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen.

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Terrafamen toiminnan purkuvesiä juoksetettiin alkuvuonna 2021 sekä pohjoiselle että eteläiselle purkureitille. Suurin osa vesistä johdettiin purkuputken kautta Nuasjärveen.

Kevään 2021 sulamiskausi käynnistyi huhtikuun puolivälissä, Kalliojoen virtaamat lähtivät jyrkkään nousuun 15.4. ja olivat suurimmillaan 23.4. Sulamisvesien myötä Kolmisopella vedenpinnankorkeus on ollut hieman vesitalousluvan ylärajan (179,70 mpy) yläpuolella 30.4. alkaen.

Purkuvesien vaikutukset näkyvät selkeimmin alueen lähivesissä. Oulujoen suunnan luonnollisen purkureitin varrella kuormitusvaikutuksia ilmentävien aineiden pitoisuudet ovat olleet vuositasolla laskussa Kolmisopelta eteenpäin. Alkuvuonna 2021 purkuvesiä johdettiin Oulujoen reitille jo alivirtaamien aikaan, jolloin purkuvesien vaikutukset näkyivät hetkellisesti mm. sulfaattipitoisuuksissa ja sähkönjohtavuudessa lähinnä Kalliojoella. Purkuvesien vaikutukset eivät ole enää selkeästi nähtävissä Kolmisopelta eteenpäin.

Nuasjärveen purkuputken kautta johdettavien vesien vaikutus näkyy etenkin purkuputkea lähimpien syvänteiden alusveden kohonneina sulfaatti- ja rikkipitoisuuksina sekä sähkönjohtavuuden nousuna. Ensimmäisellä kvartaalilla 2021 purkuvesien vaikutuksia havaittiin Nuasjärven syvännepisteillä, joissa alusveden sähkönjohtavuuden arvot olivat koholla maaliskuun tarkkailukierroksella. Saman kaltainen kehitys on havaittu myös edellisvuosina, kevätkierron myötä sähkönjohtavuudet ovat yleensä tasoittuneet syvännepistettä Nj35 lukuun ottamatta. Syyskierron myötä myös tämän pisteen johtavuudet ovat tasoittuneet koko vesipatsaan osalta. Jatkuvatoimisten mittausasemien tulosten perusteella tämän vuoden johtavuudet eri vesikerroksissa ovat olleet pienempiä kuin vuonna 2020 ja vesipatsas sekoittunut itäisellä Nuasjärven pisteellä heti jäiden lähdettyä.

Alkuvuonna 2021 vesiä on johdettu Vuoksen suuntaan yhteensä n. 0,4 Mm³. Purkuvesien vaikutus oli havaittavissa Lumijoen sulfaattipitoisuuksissa ja sitä kautta sähkönjohtavuudessa maaliskuussa, kehityksen ollessa samankaltainen kuin vuonna 2020. Purkuvesien vaikutus ei ollut havaittavissa Lumijoella enää toukokuun näytteenottokierroksella, eikä selkeästi alapuolisilla pisteillä.

Vuoksen reitillä Kivijoen sekä Kivijärven päällysveden laatu on parantunut pitkällä aikavälillä. Kivijärven syvännepisteillä alusvesi on ollut jo pitkään pysyvästi kerrostunutta, mutta tilanne on parantunut Kivijärven pohjoispään pisteellä Kiv2 koko vesipatsaan osalta ja Lumijokisuun edustan syvännepisteellä Kiv10 väliveteen asti. Kivijärven luusuan näytepisteellä (Kiv7) veden laatu on ollut oleellisesti syvännepisteitä parempaa, eikä normaalista lämpötilakerrostuneisuudesta poikkeavaa kerrostuneisuutta ole havaittu viime vuosina.

Yleisesti Vuoksen suunnan vesistöjen tila on parantunut viime vuosina ja Laakajärveltä eteenpäin vesistöjen täyskierrat ovat tapahtuneet normaalisti. Kiltuan-, Haajaisten ja Haapajärvillä pitoisuudet ovat luontaisten taustapitoisuuksien tasolla. Maaliskuussa Kiltuanjärveltä havaittiin historiasta poikkeavia pH-arvoja, havainnon taustalla on jokin paikallinen lähde. Edellä mainittujen vesistöjen alapuolisten vesistöjen pitoisuudet ovat olleet pieniä ja tasaisia loppuvuodesta 2018 alkaen.

LIITE 1
TARKKAILUALUE JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT



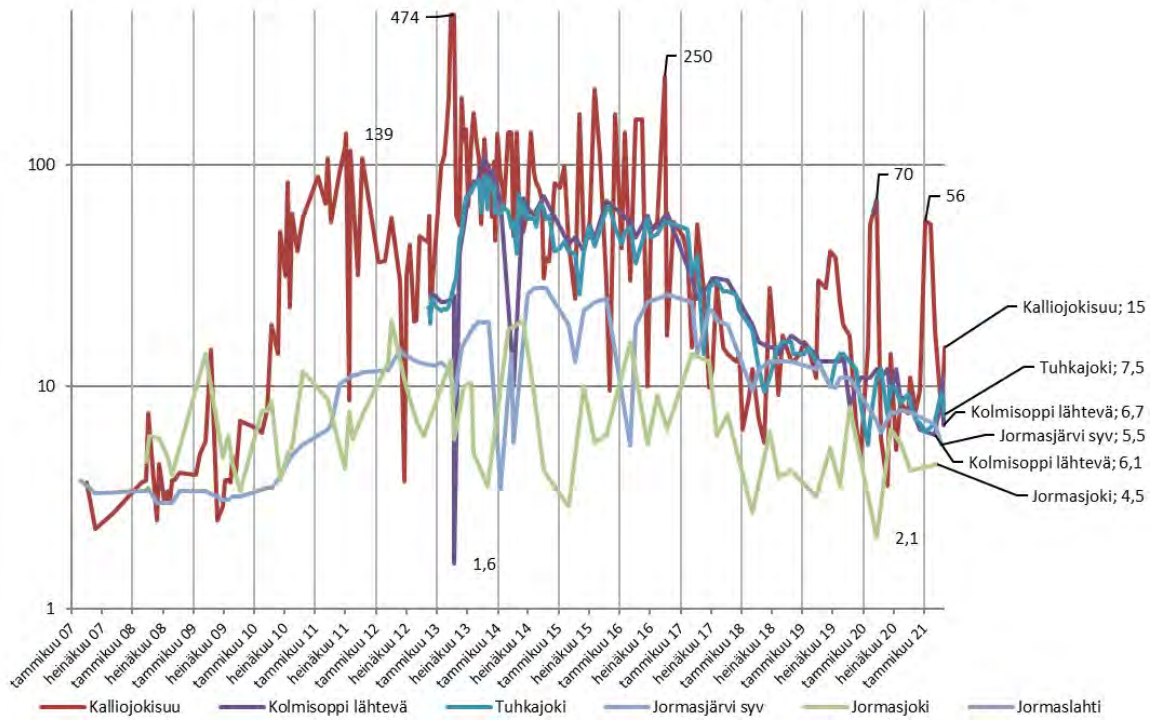
Terrafame pintavesitarkkailu

- Pintavesitarkkailupiste
- ▭ Kaivospiiri

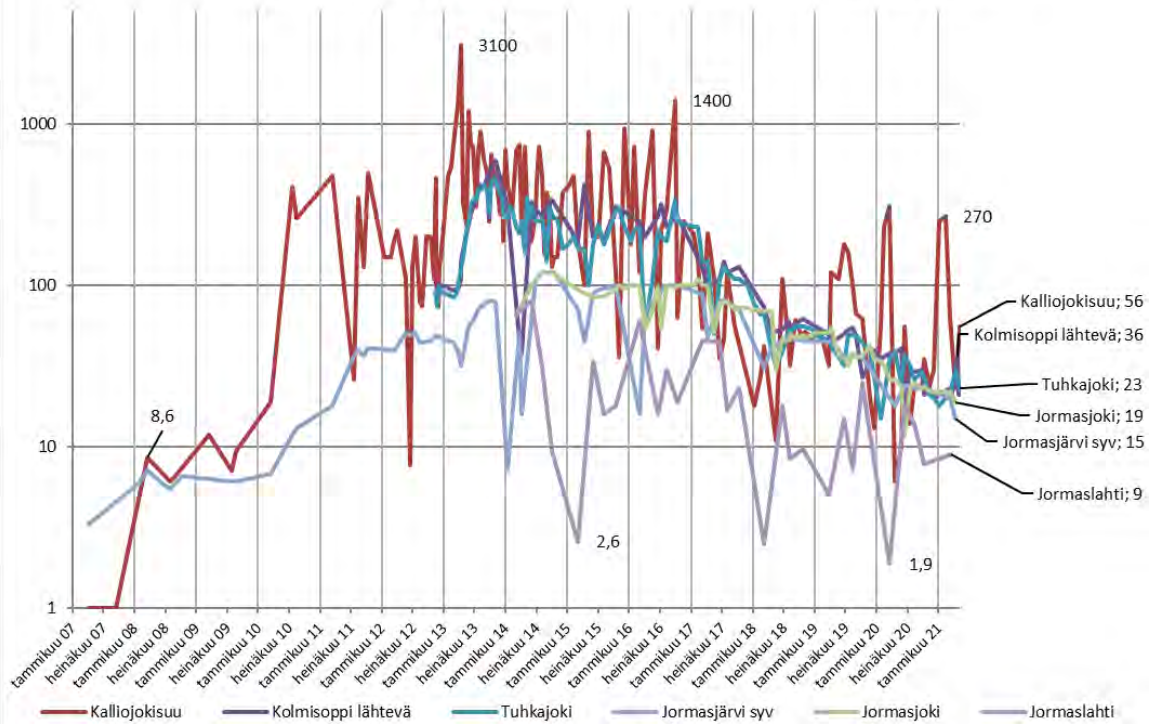
0 5 10 km

LIITE 2
VESINÄYTTEIDEN KUVAAJAT

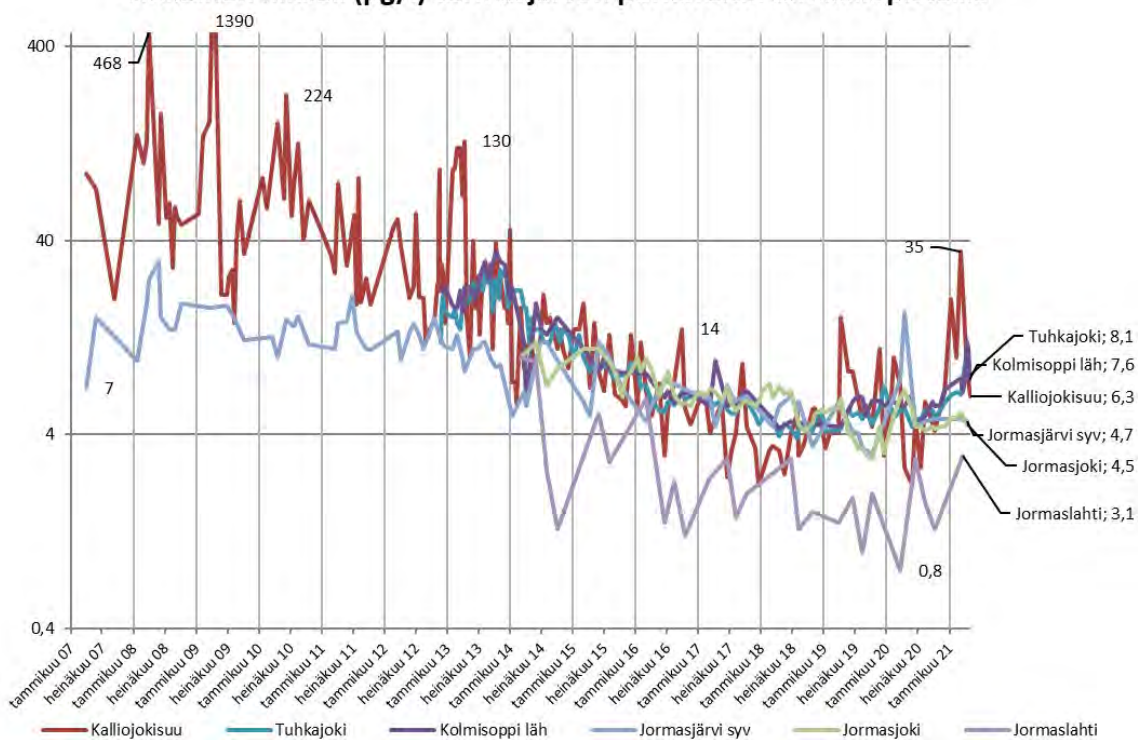
Sähkönjohtavuus (mS/m) Jormasjärven purkureitin tarkkailupisteillä



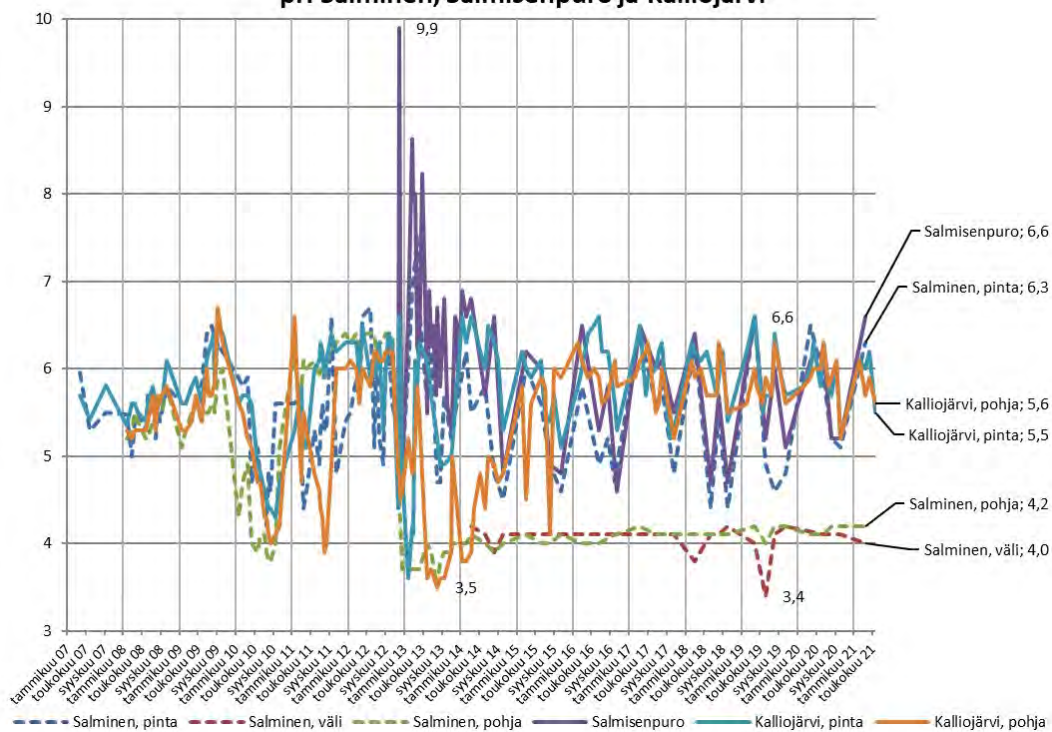
Sulfaatti (mg/l) Jormasjärven purkureitin tarkkailupisteillä



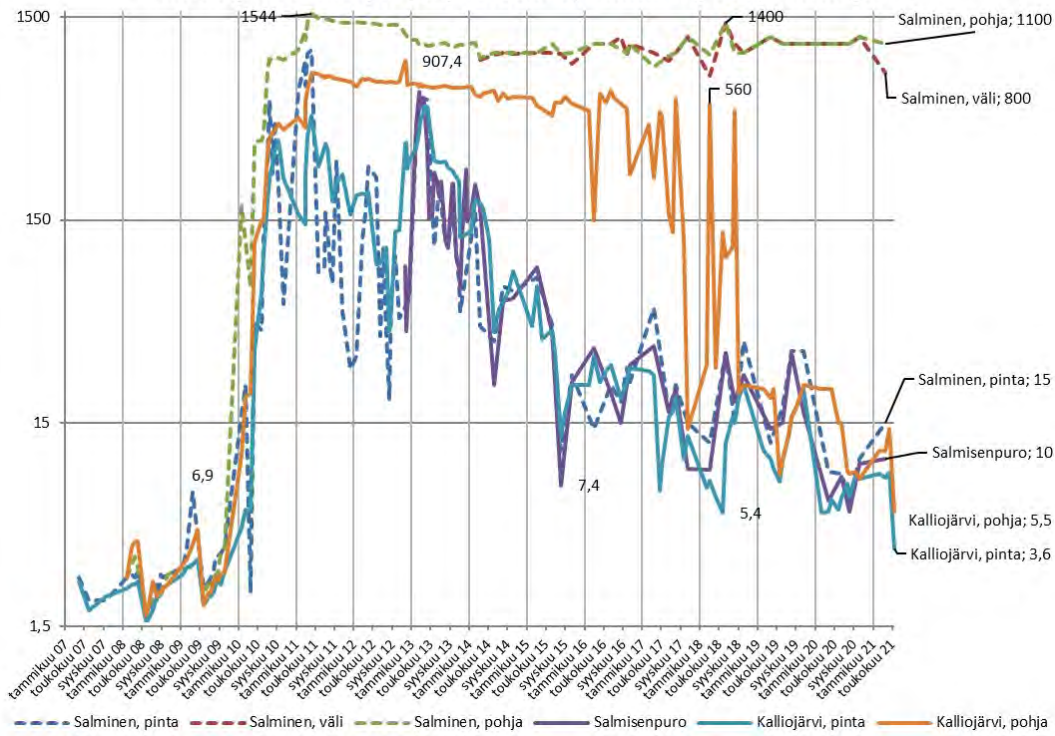
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Jormasjärven purkureitin tarkkailupisteillä



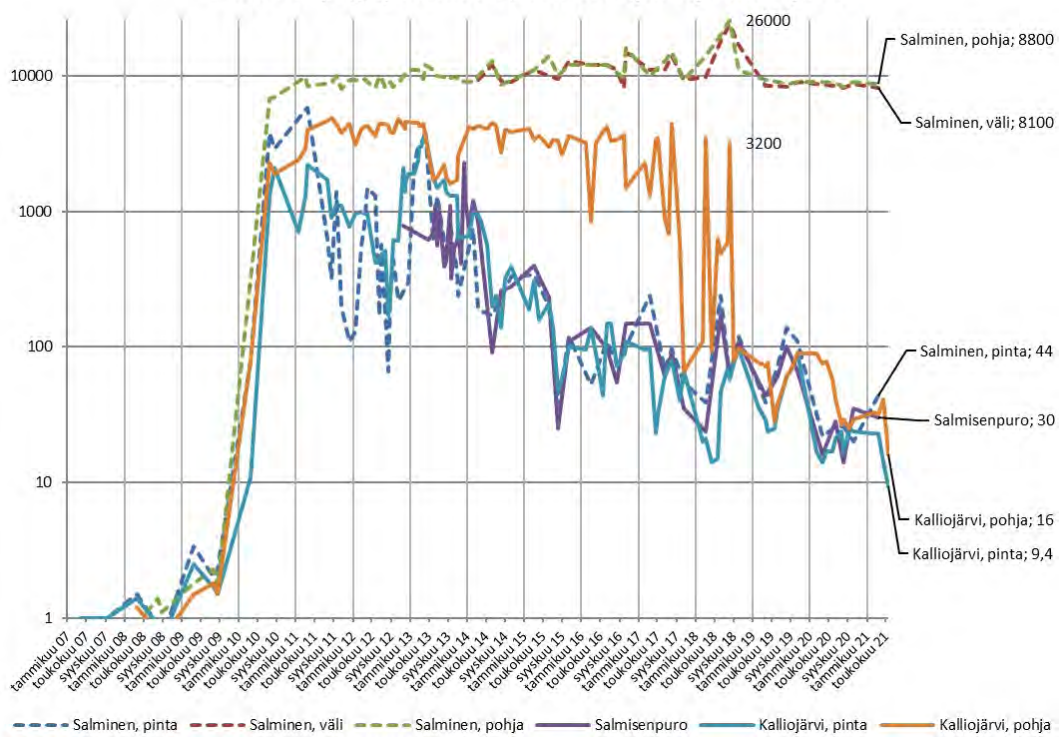
pH Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi



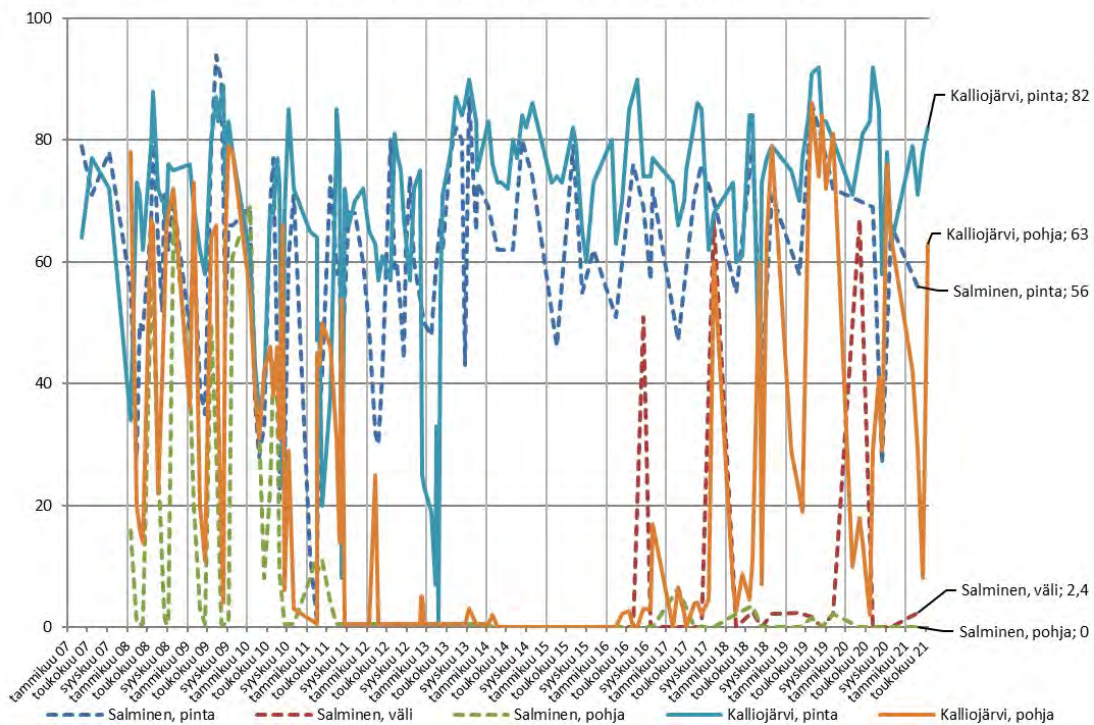
Sähkönjohtavuus (mS/m) Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi



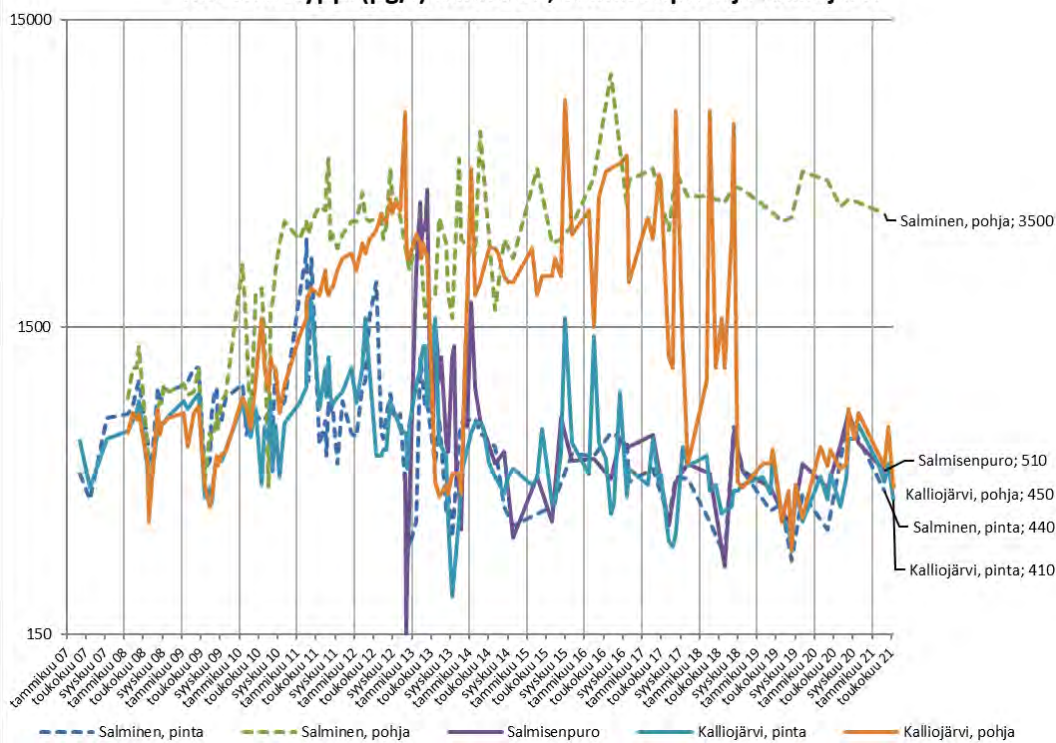
Sulfaatti (mg/l) Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi



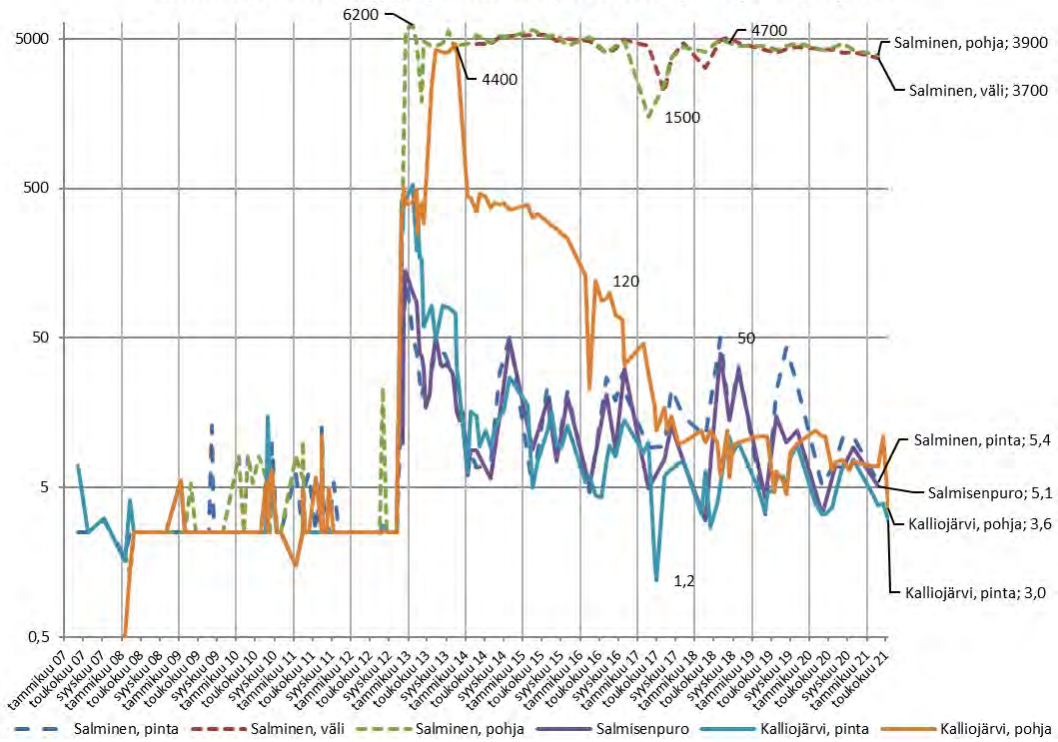
Happisaturaatio (%) Salminen ja Kalliojärvi



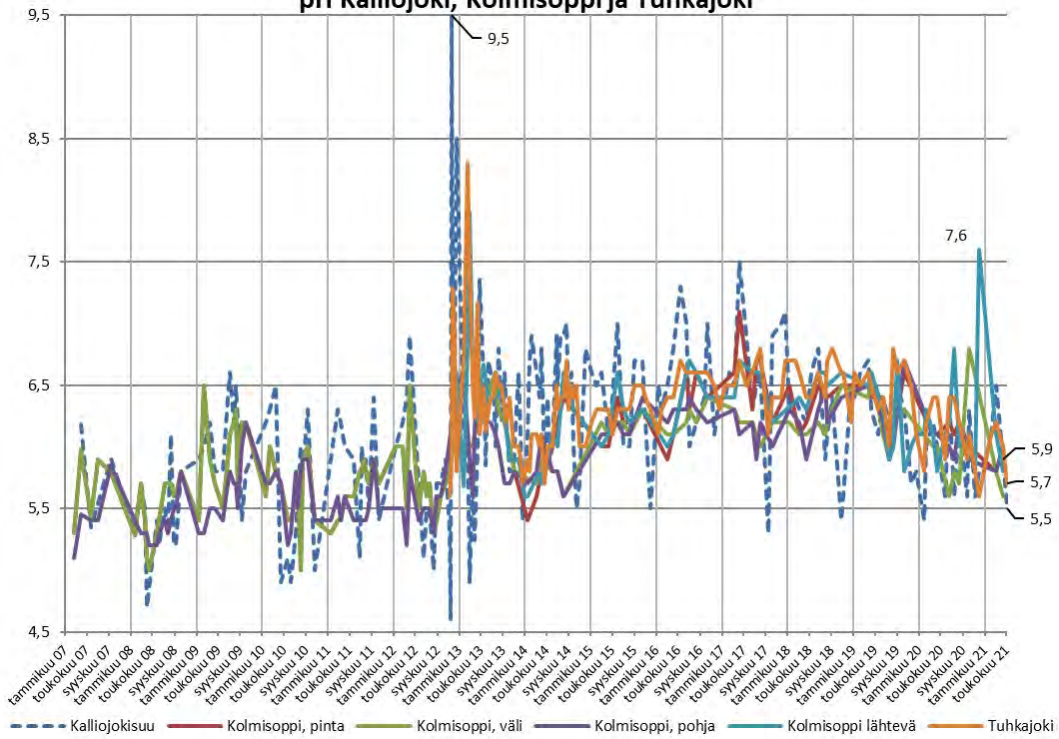
Kokonaistyyppi (µg/l) Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi



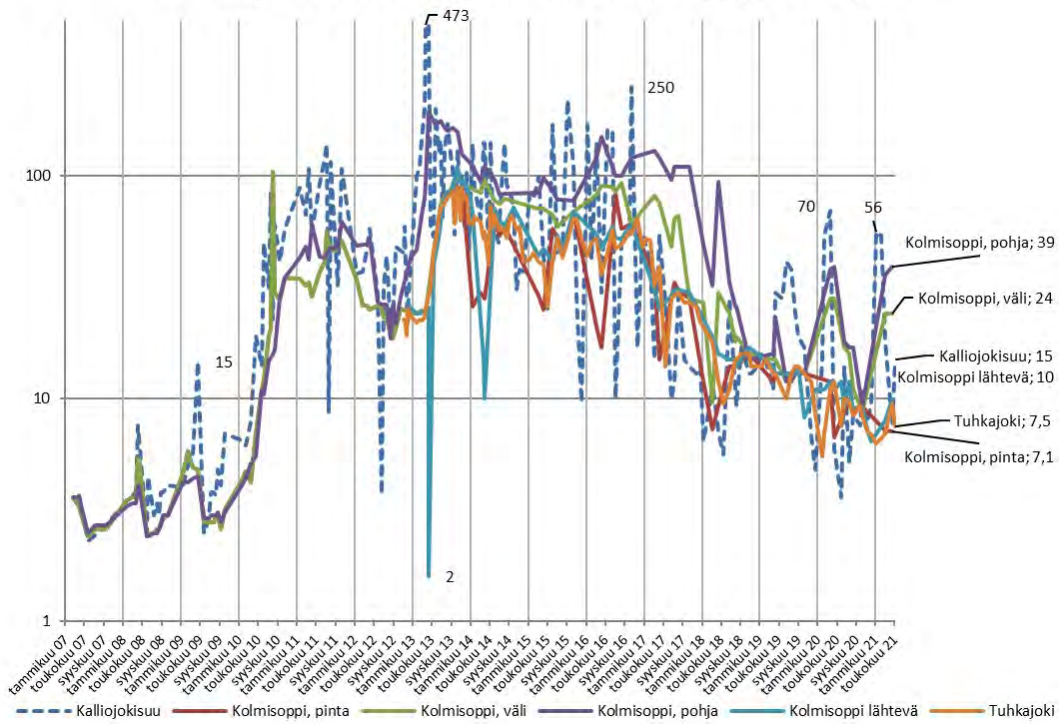
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Salminen, Salmisenpuro ja Kalliojärvi



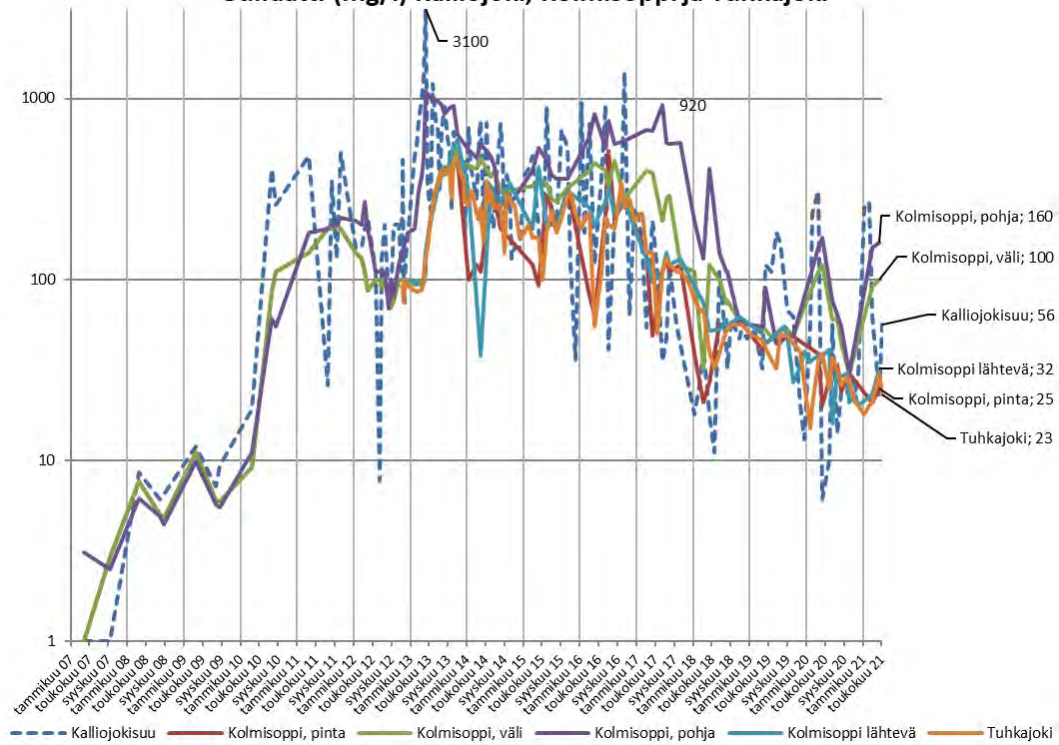
pH Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki



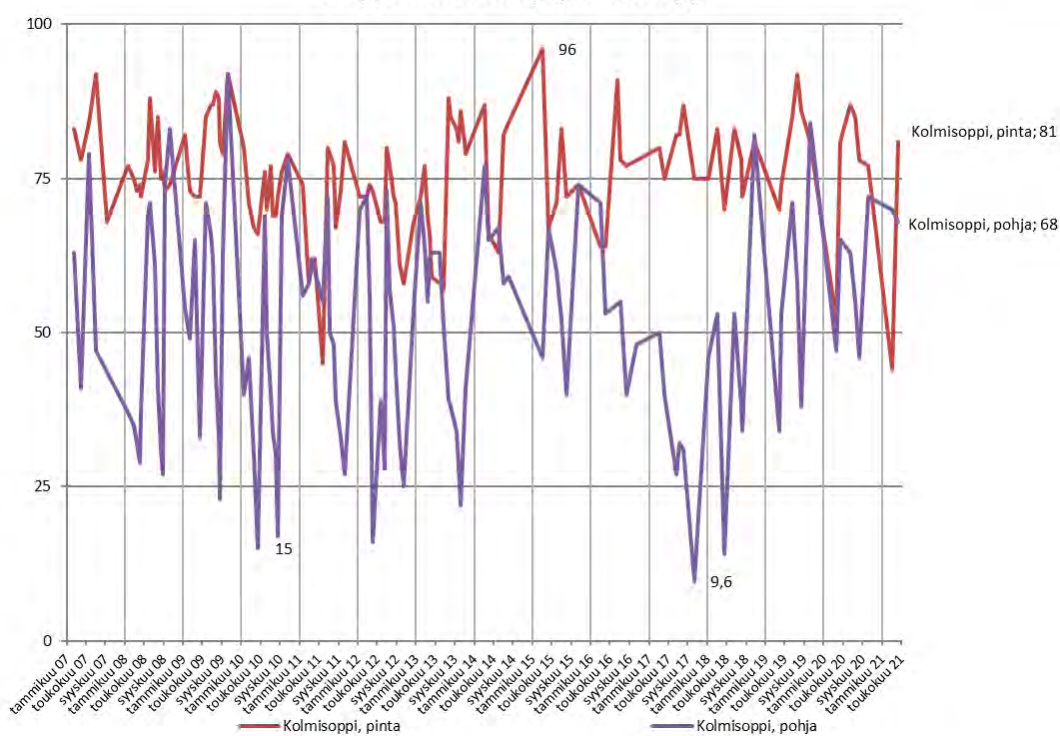
Sähköjohtavuus (mS/m) Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki



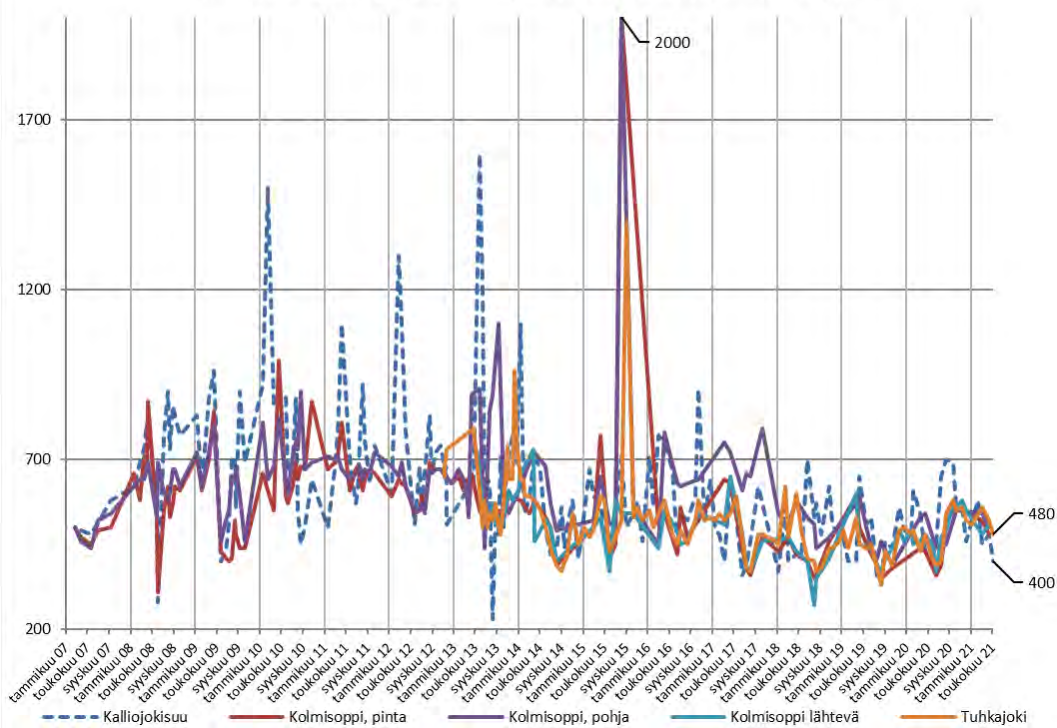
Sulfaatti (mg/l) Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki



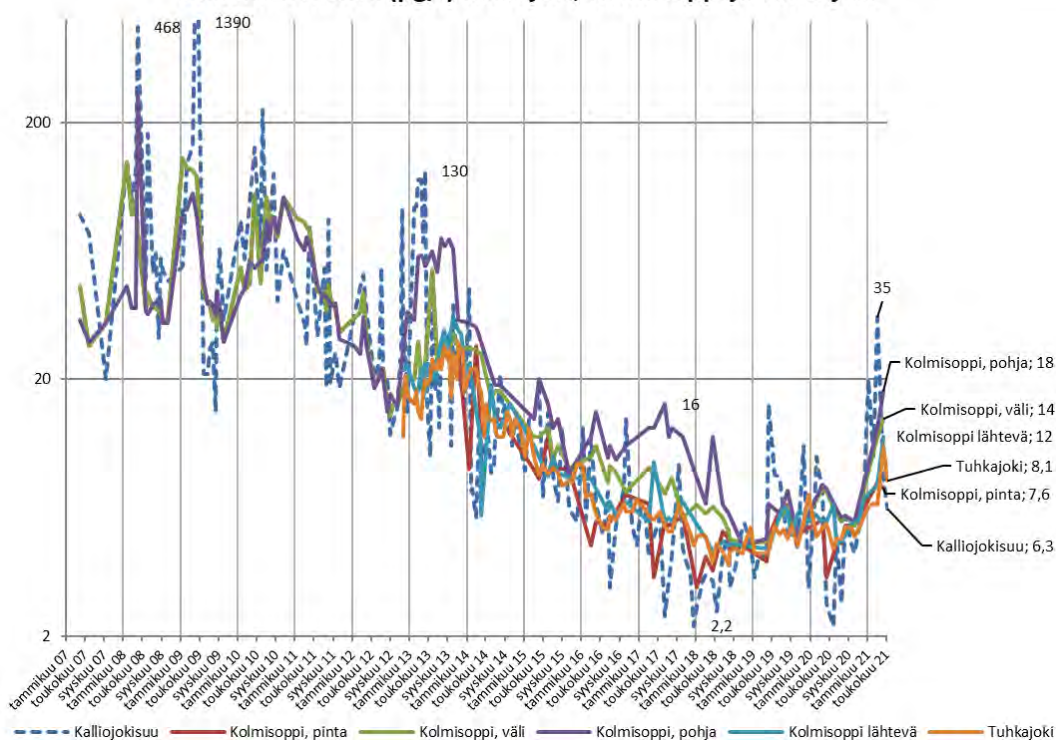
Happisaturaatio (%) Kolmisoppi



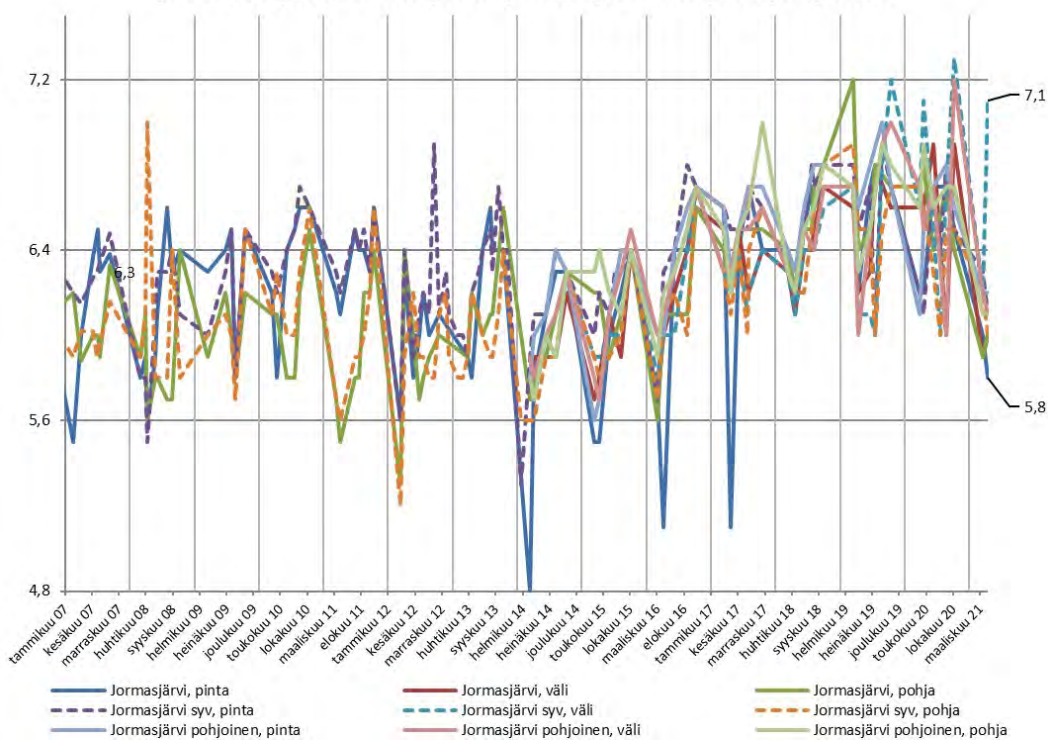
Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki



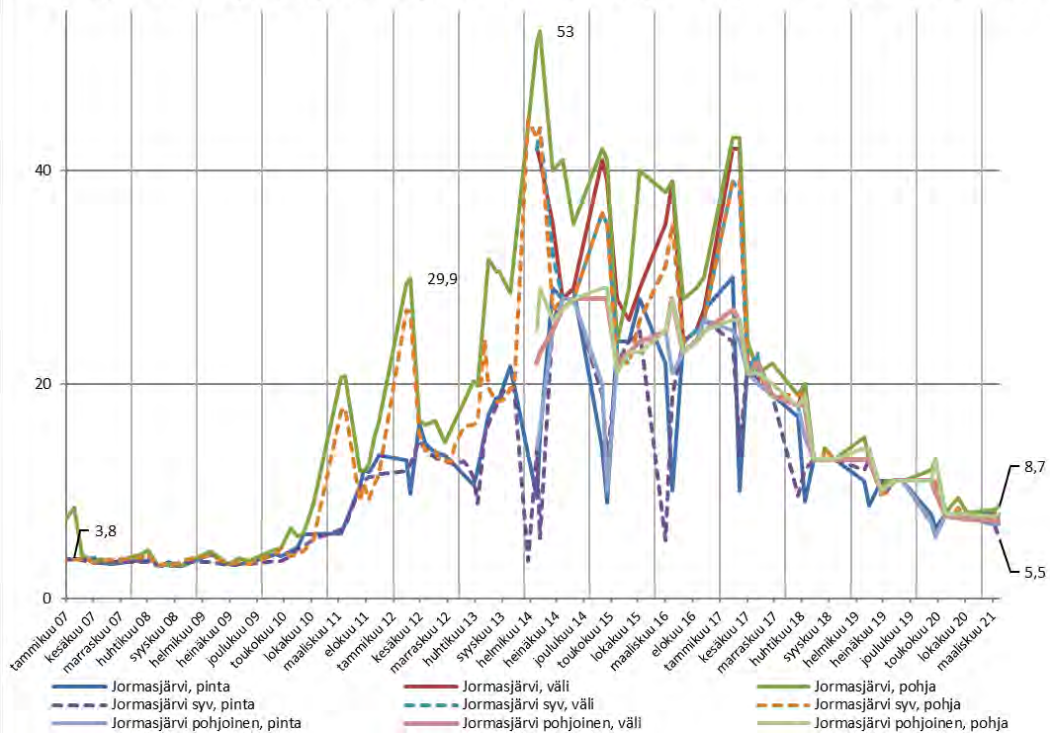
Liukoinen nikkeli (µg/l) Kalliojoki, Kolmisoppi ja Tuhkajoki



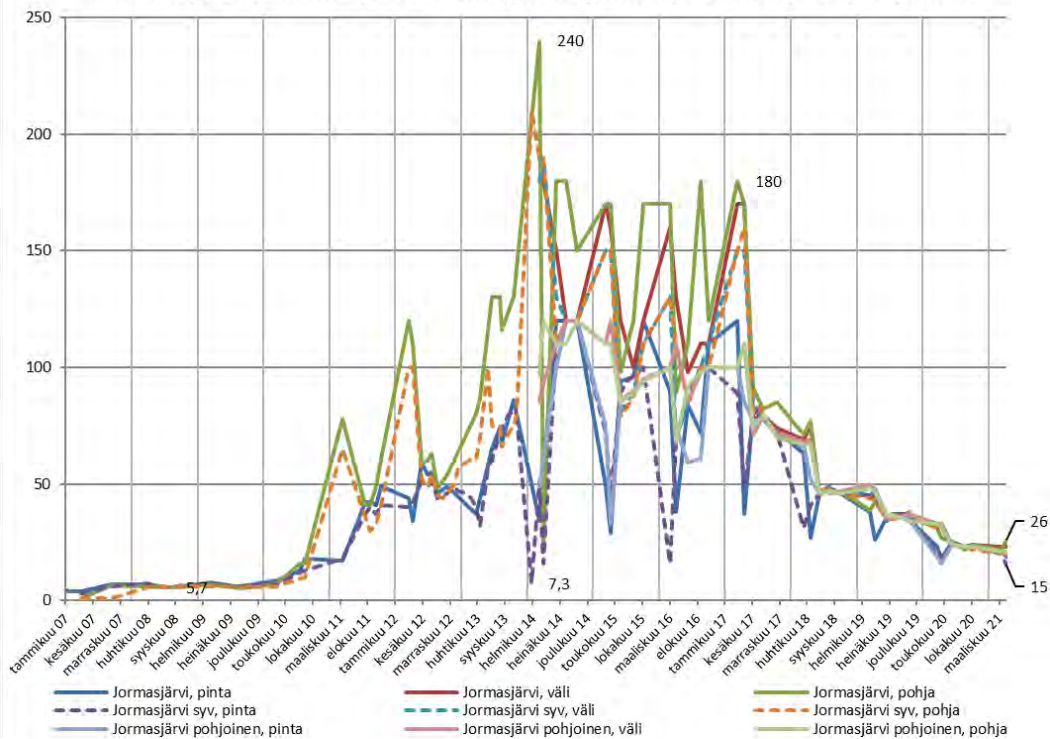
pH Jormasjärvi, Jormasjärvi syväne ja Jormasjärvi pohjoinen



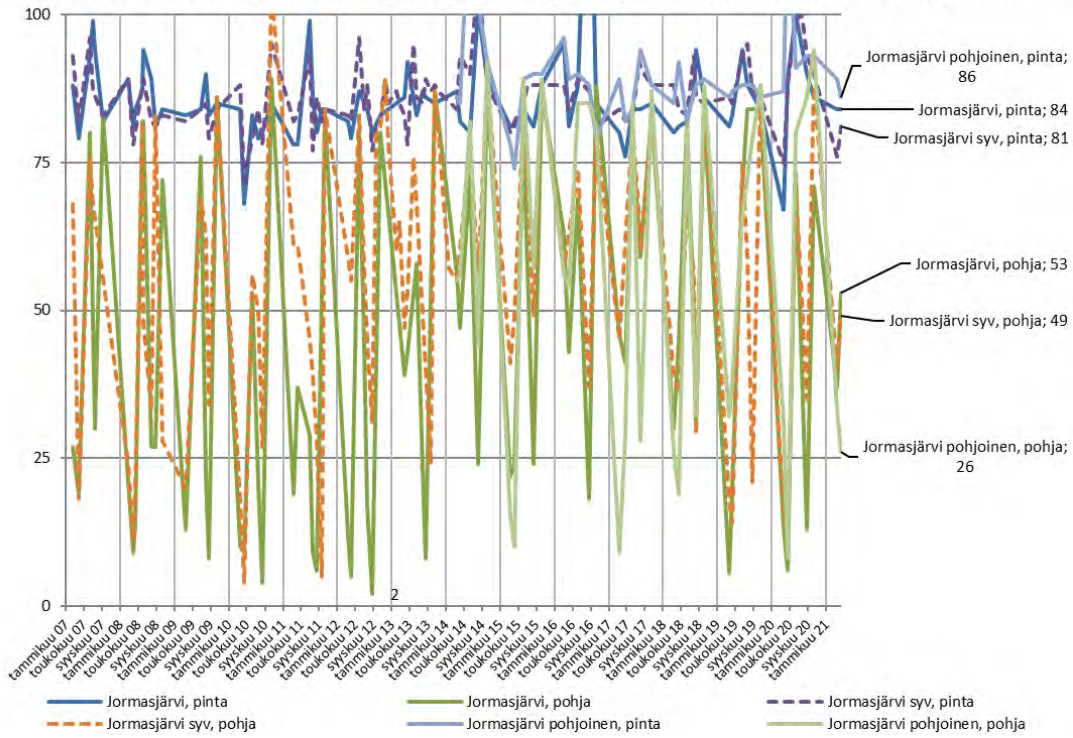
Sähkönjohtavuus (mS/m) Jormasjärvi, Jormasjärvi syväne ja Jormasjärvi pohjoinen



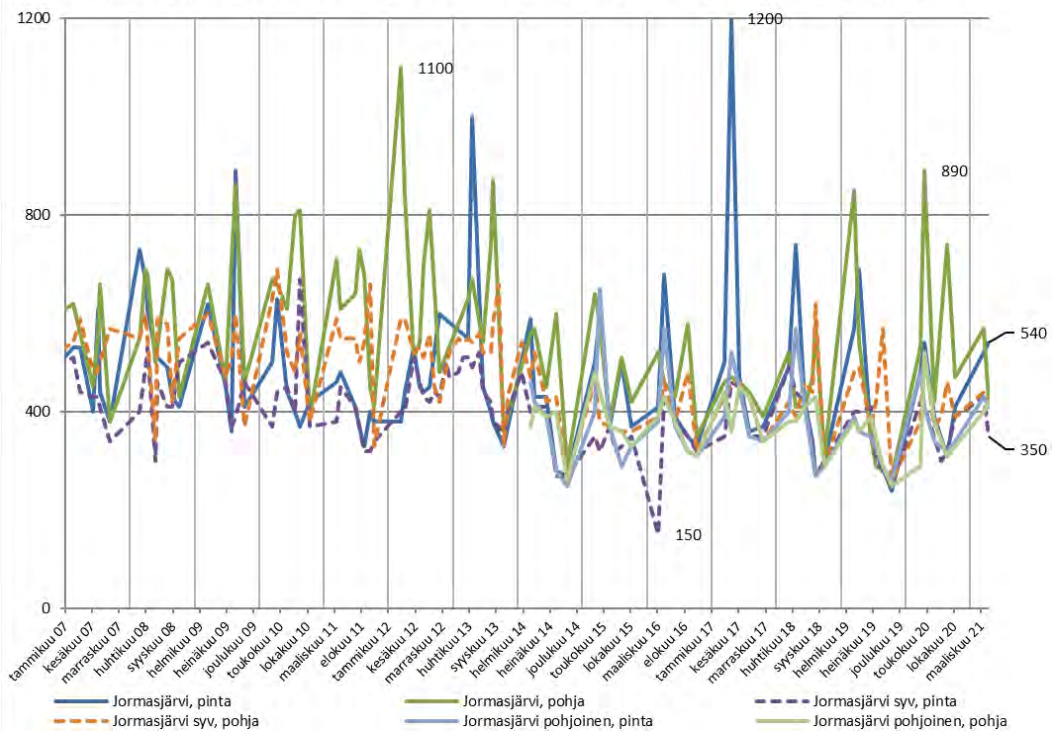
Sulfaatti (mg/l) Jormasjärvi, Jormasjärvi syväne ja Jormasjärvi pohjoinen



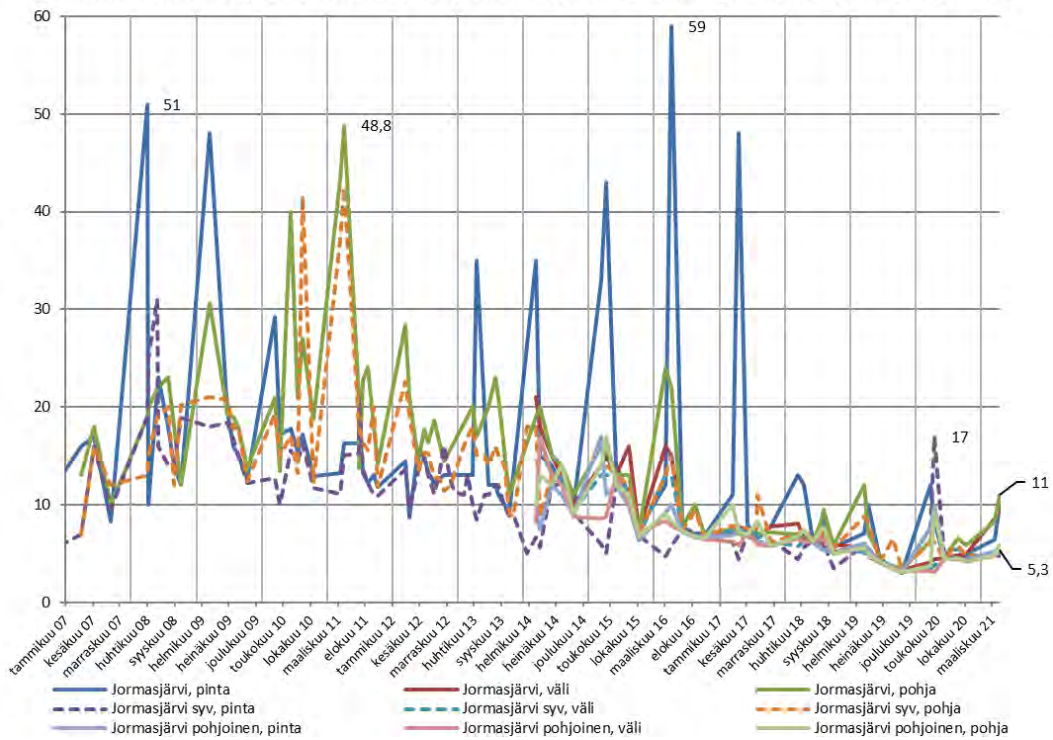
Happisaturaatio (%) Jormasjärvi, Jormasjärvi syväne ja Jormasjärvi pohjoinen



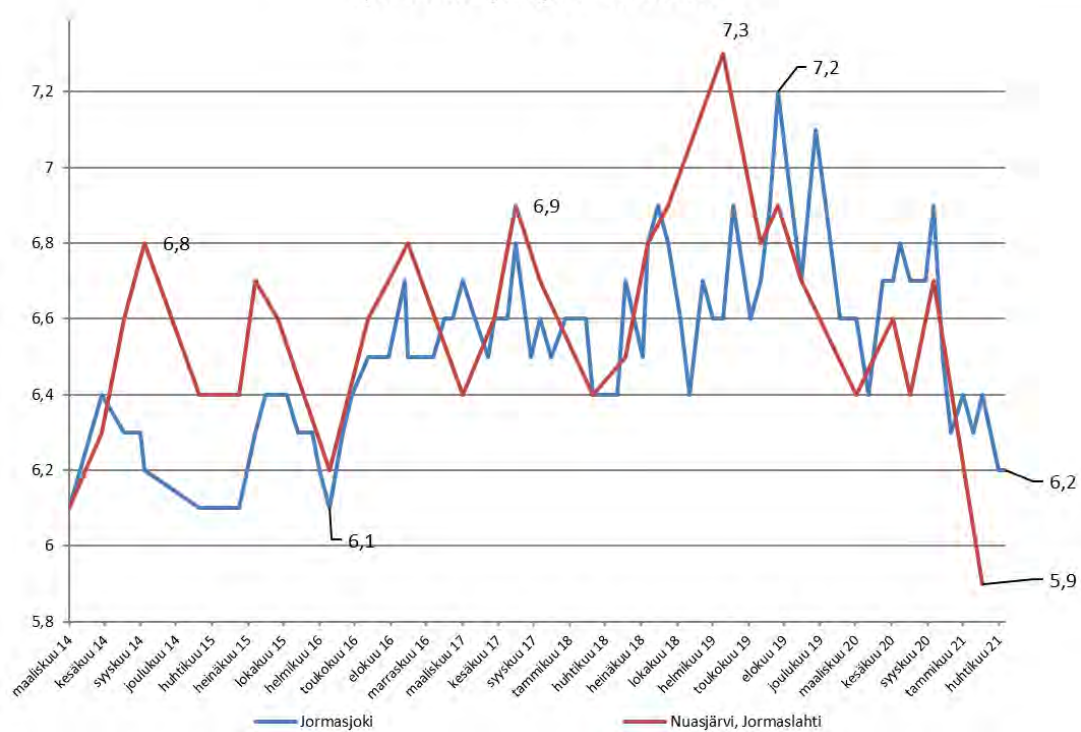
Kokonaistyyppi (µg/l) Jormasjärvi, Jormasjärvi syväne ja Jormasjärvi pohjoinen



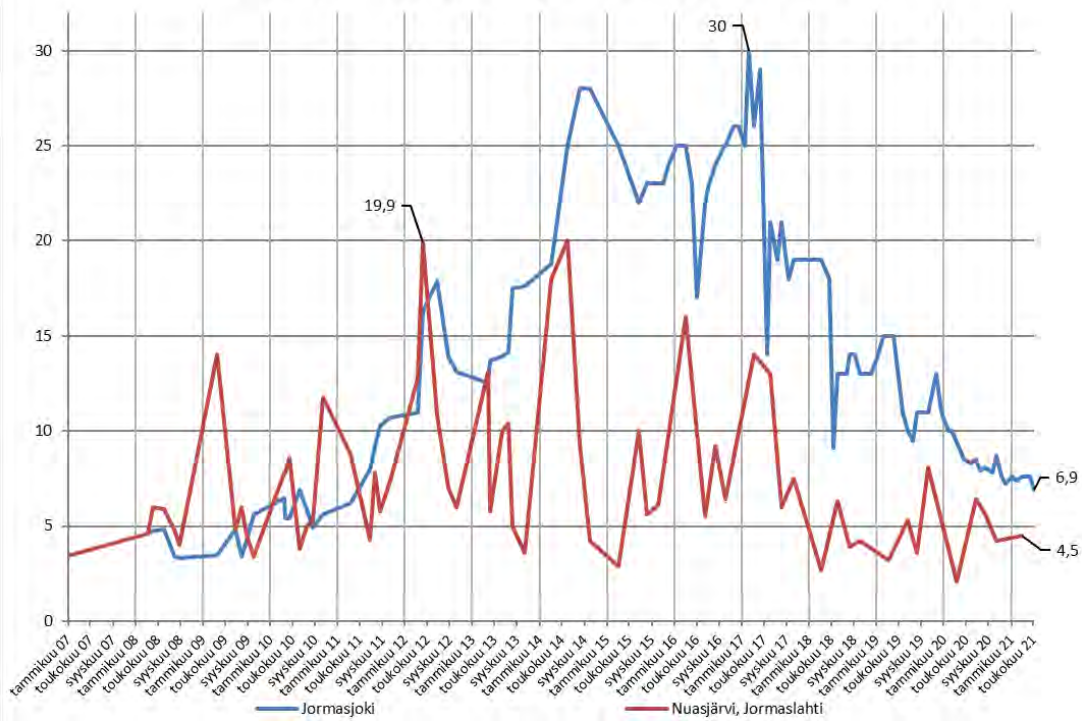
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Jormasjärvi, Jormasjärvi syväne ja Jormasjärvi pohjoinen



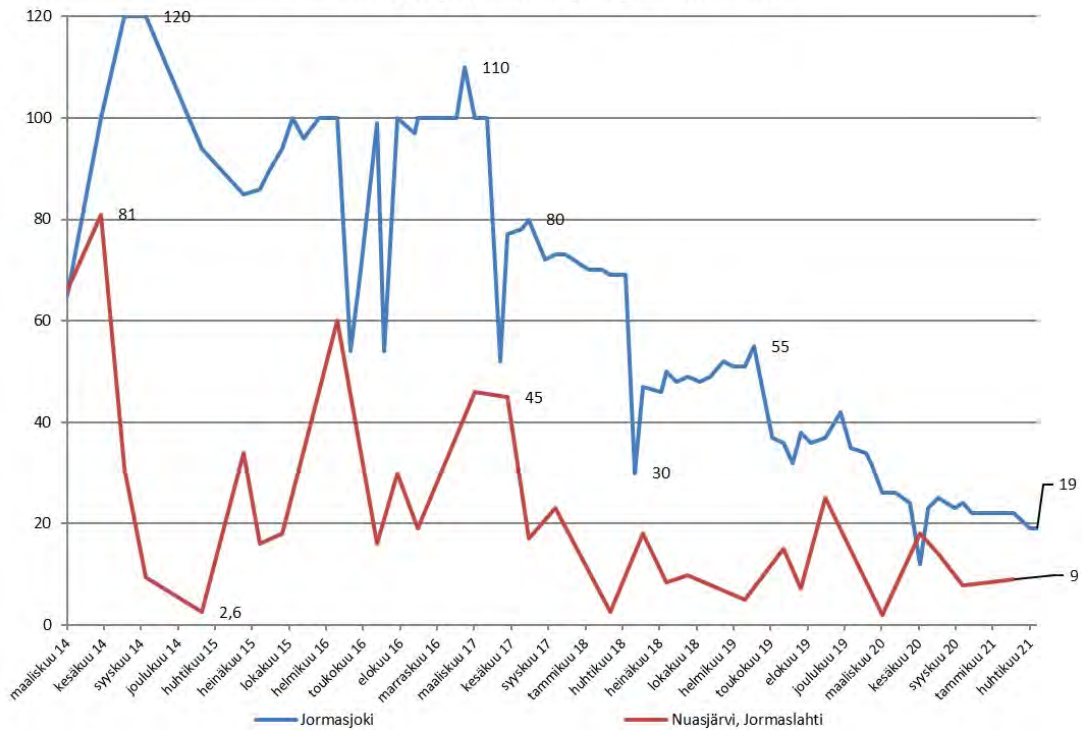
pH Jormasjoki ja Jormaslahti



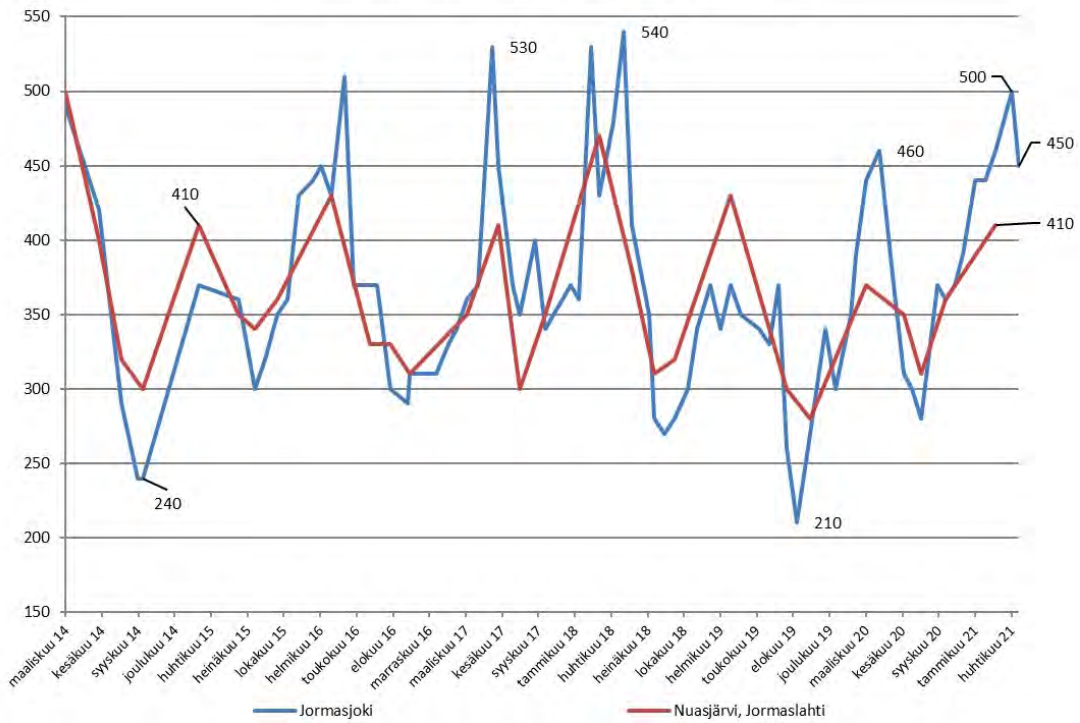
Sähkönjohtavuus (mS/m) Jormasjoki ja Jormaslahti



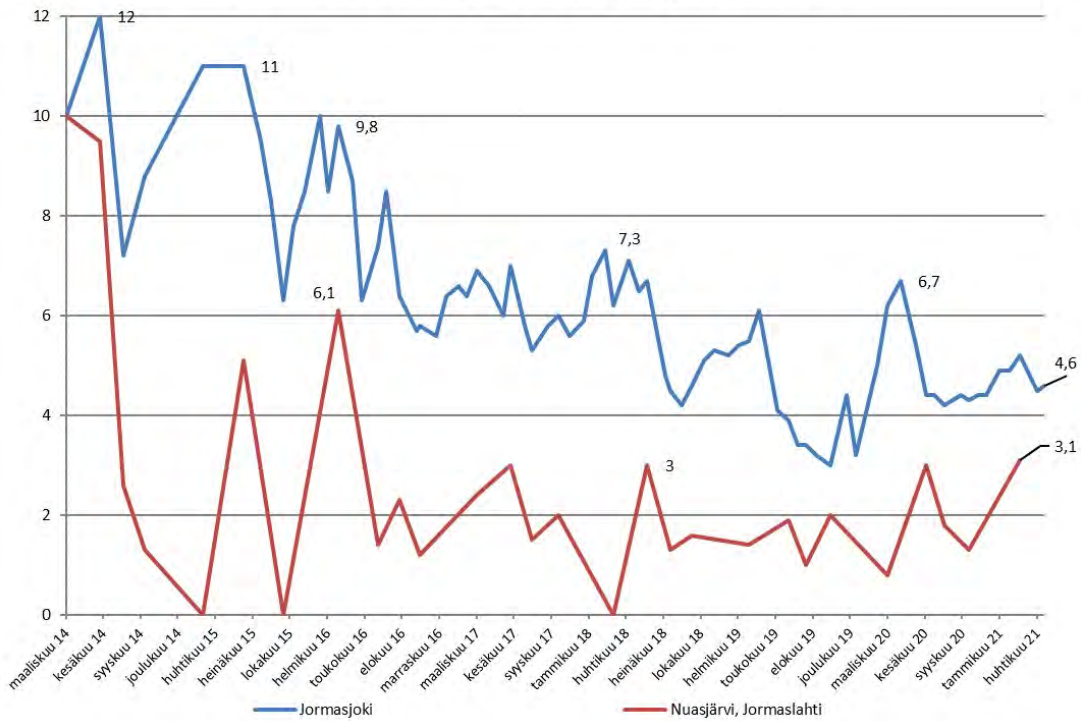
Sulfaatti (mg/l) Jormasjoki ja Jormaslahti



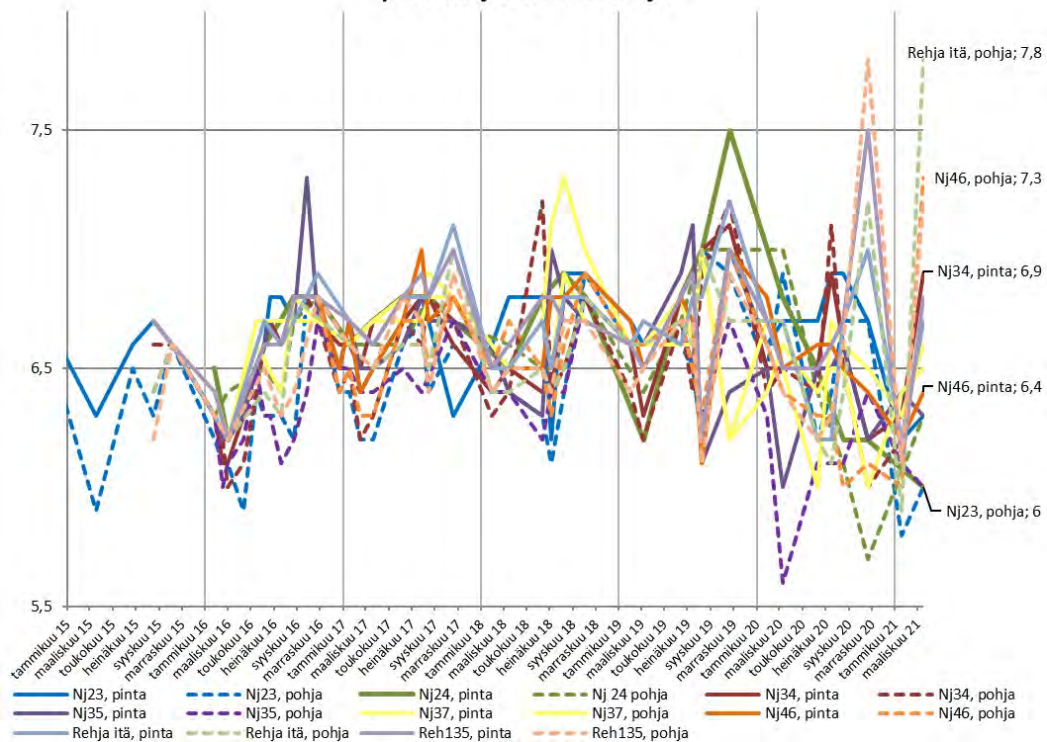
Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Jormasjoki ja Jormaslahti



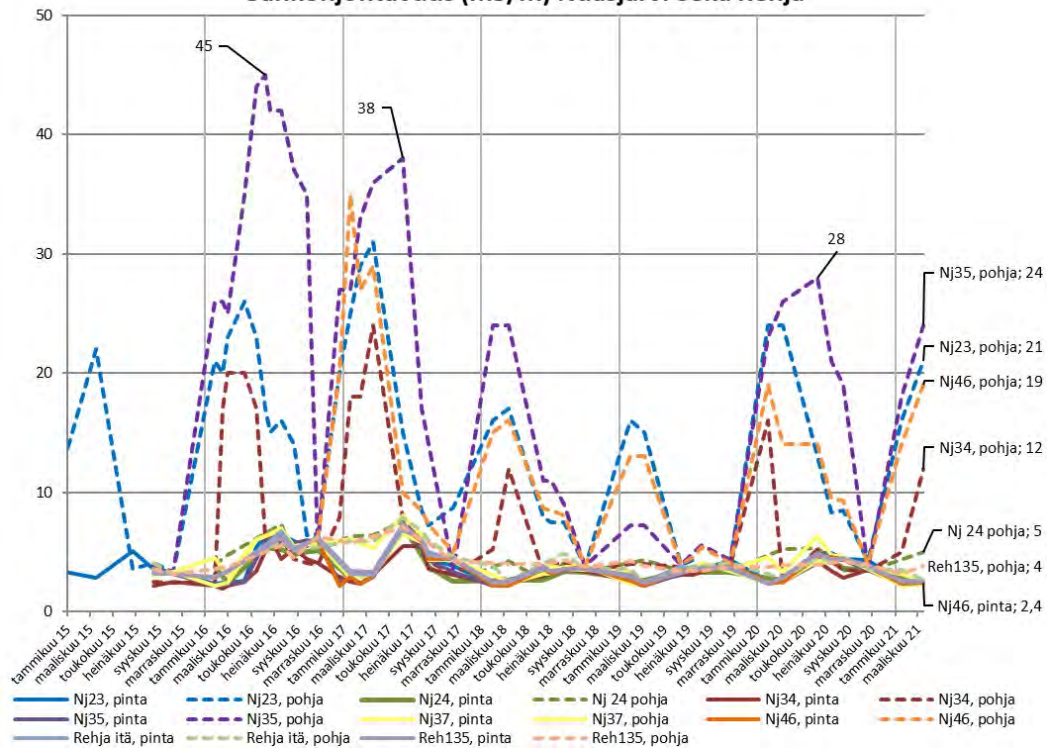
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Jormasjoki ja Jormaslahti

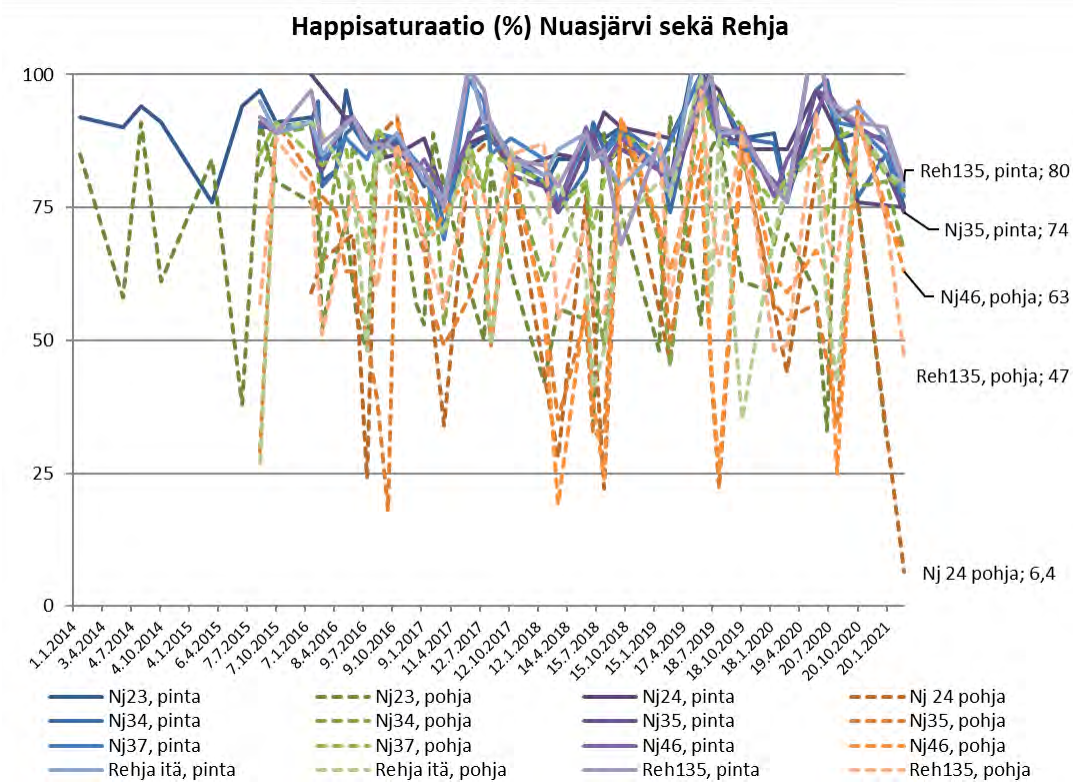
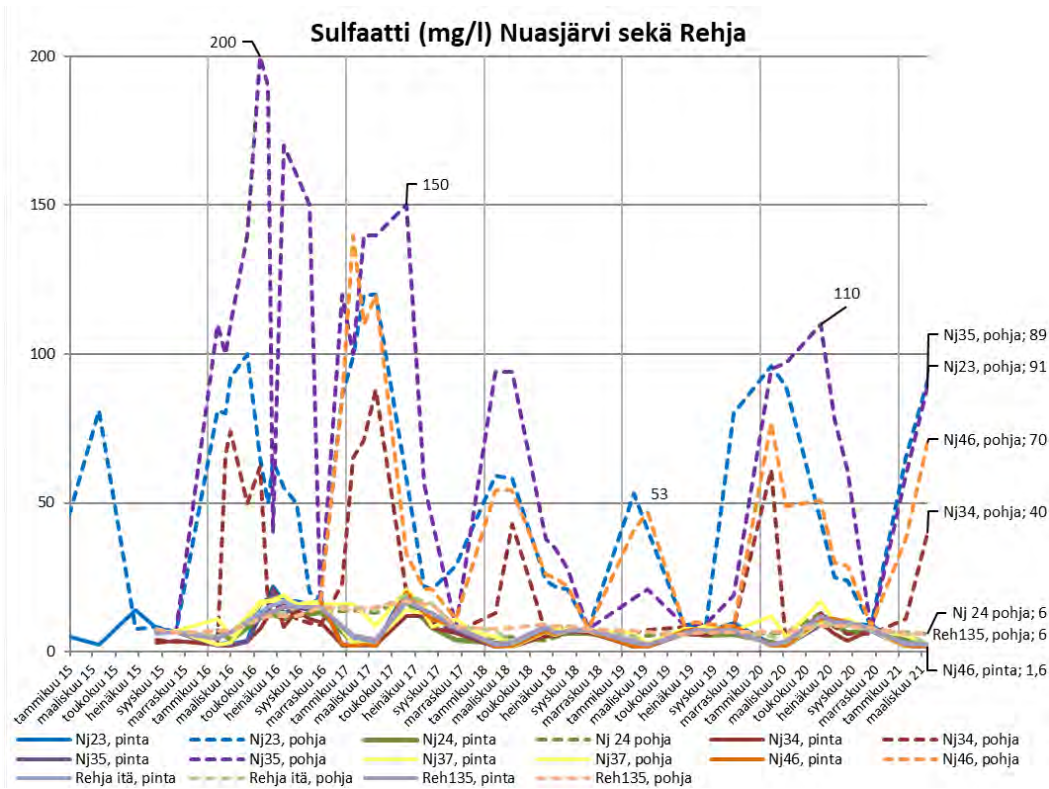


pH Nuasjärvi sekä Rehja

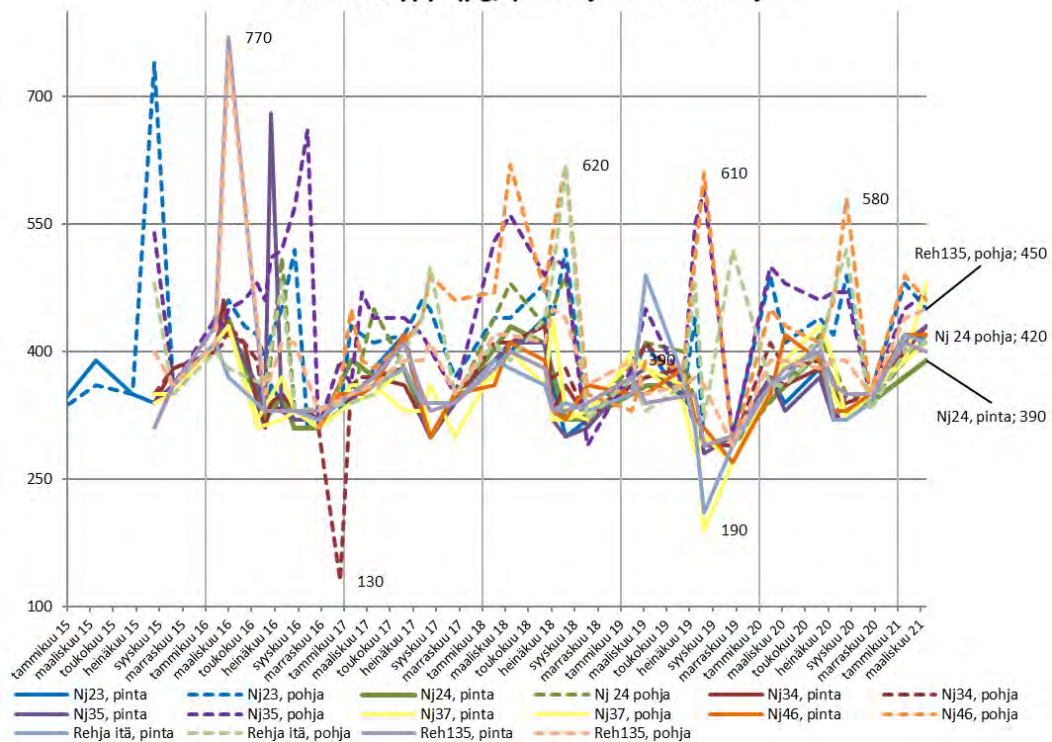


Sähkönjohtavuus (mS/m) Nuasjärvi sekä Rehja

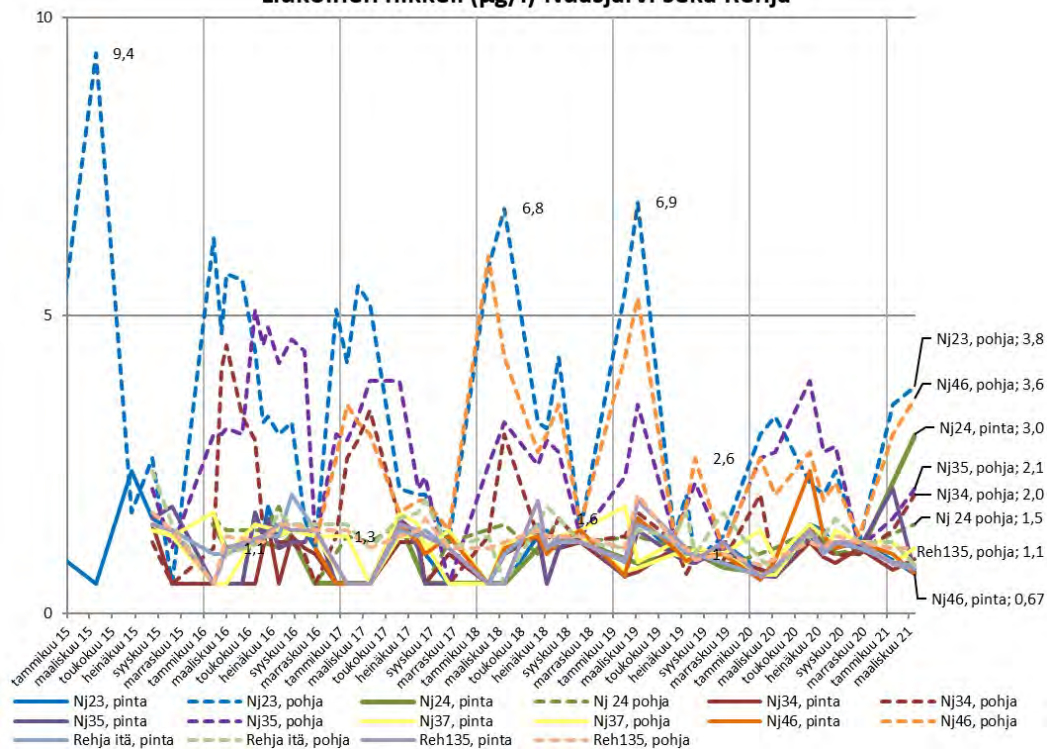


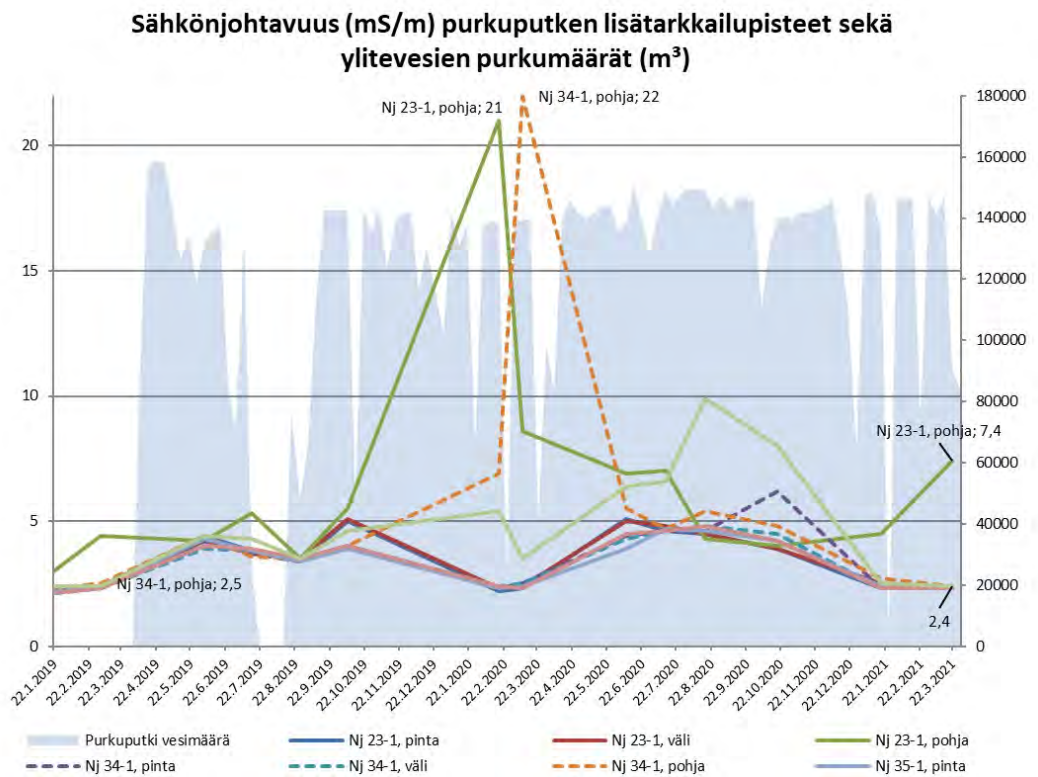
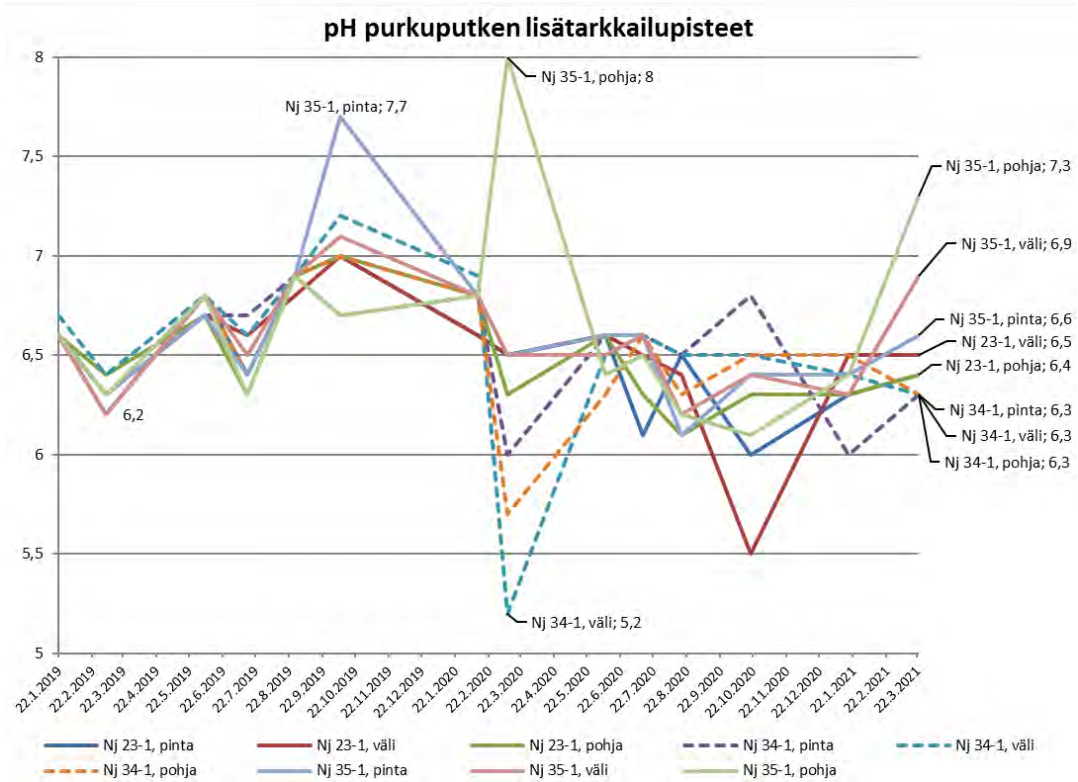


Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Nuasjärvi sekä Rehja

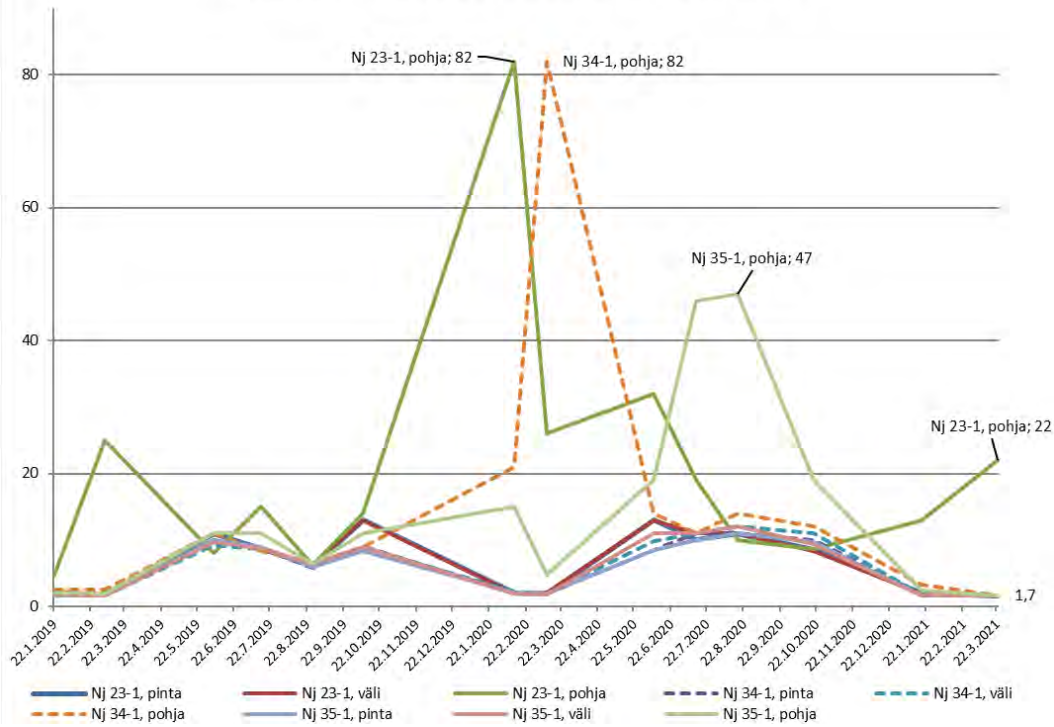


Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Nuasjärvi sekä Rehja

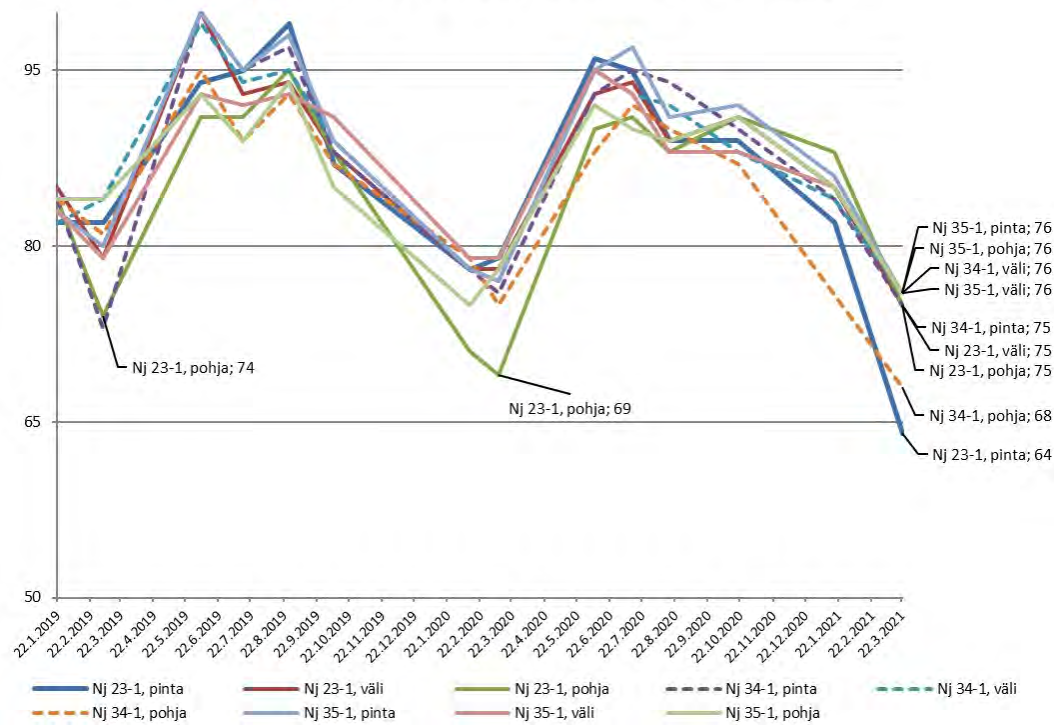




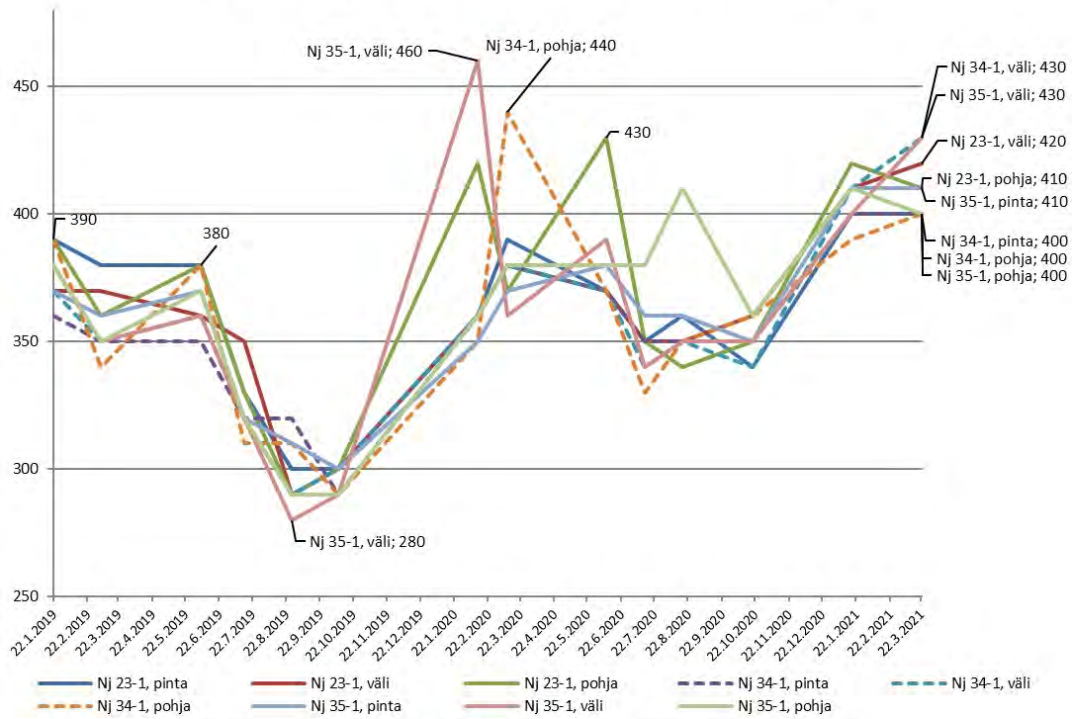
Sulfaatti (mg/l) purkupuutken lisätarkkailupisteet



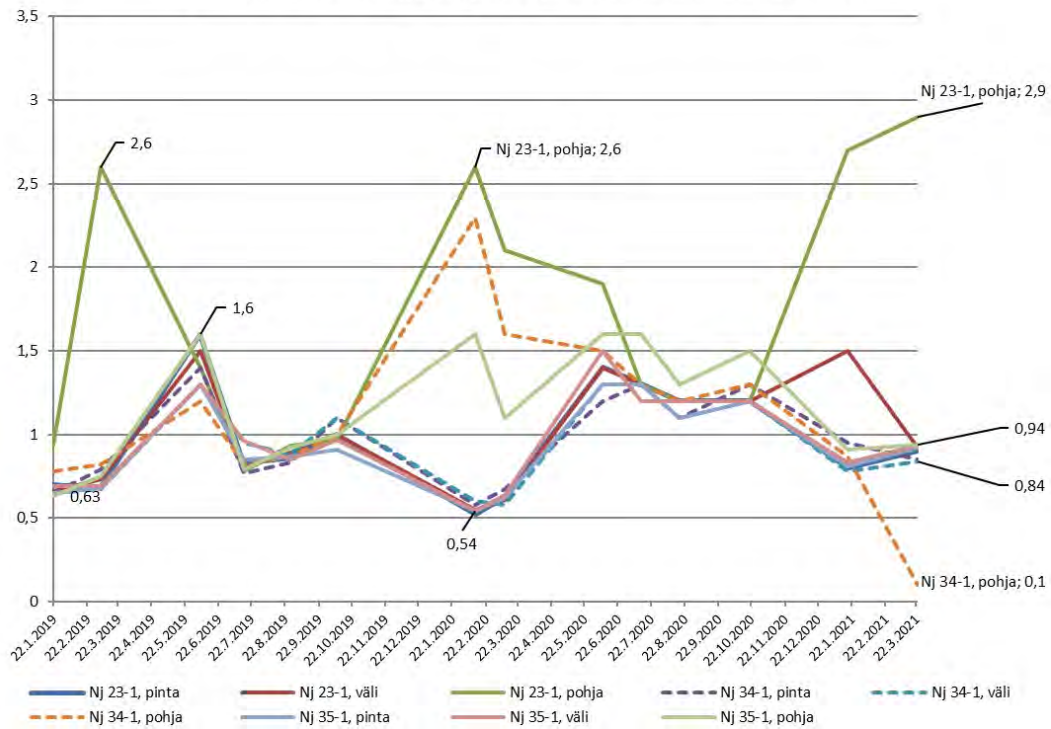
Hapisaturaatio (%) purkupuutken lisätarkkailupisteet



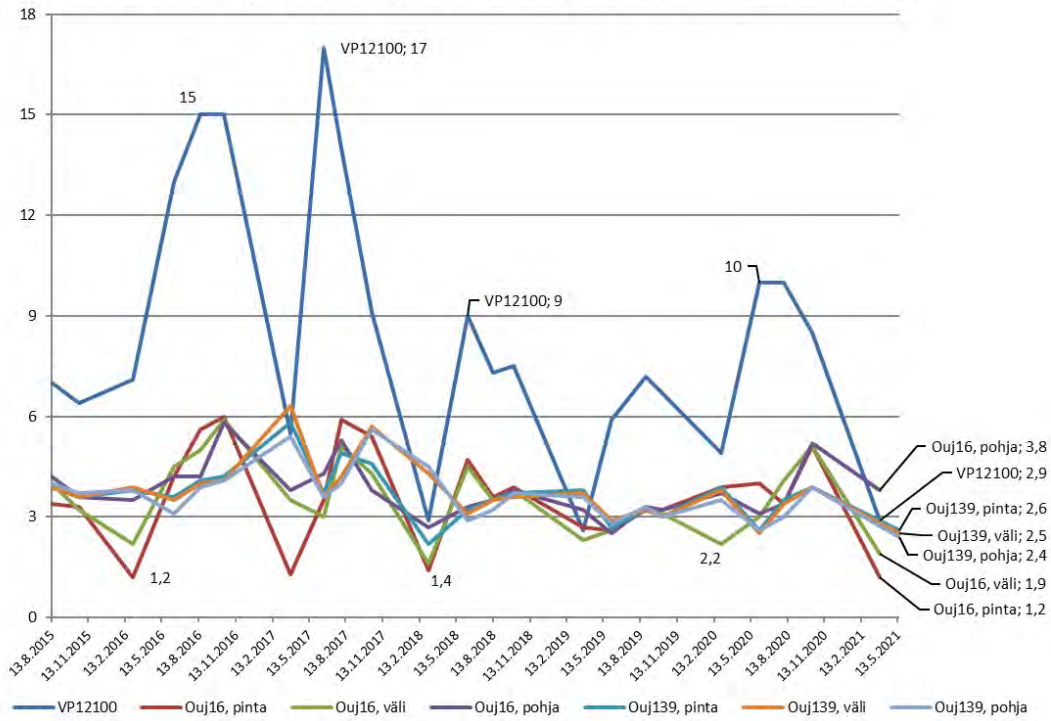
Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) purkupunken lisätarkkailupisteet



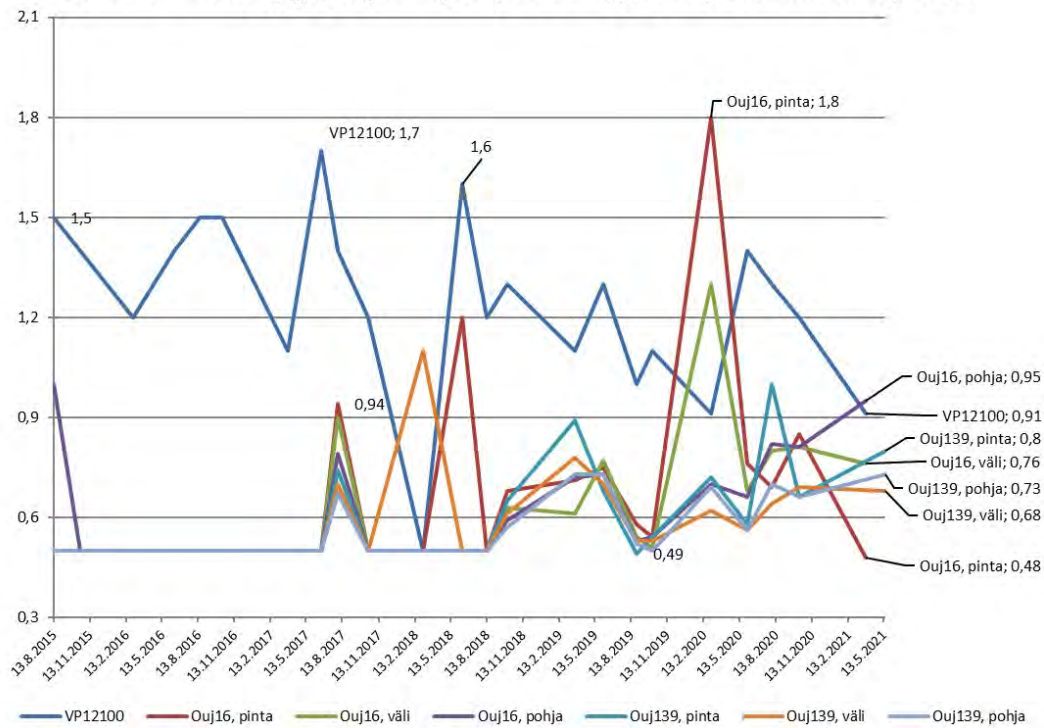
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) purkupunken lisätarkkailupisteet



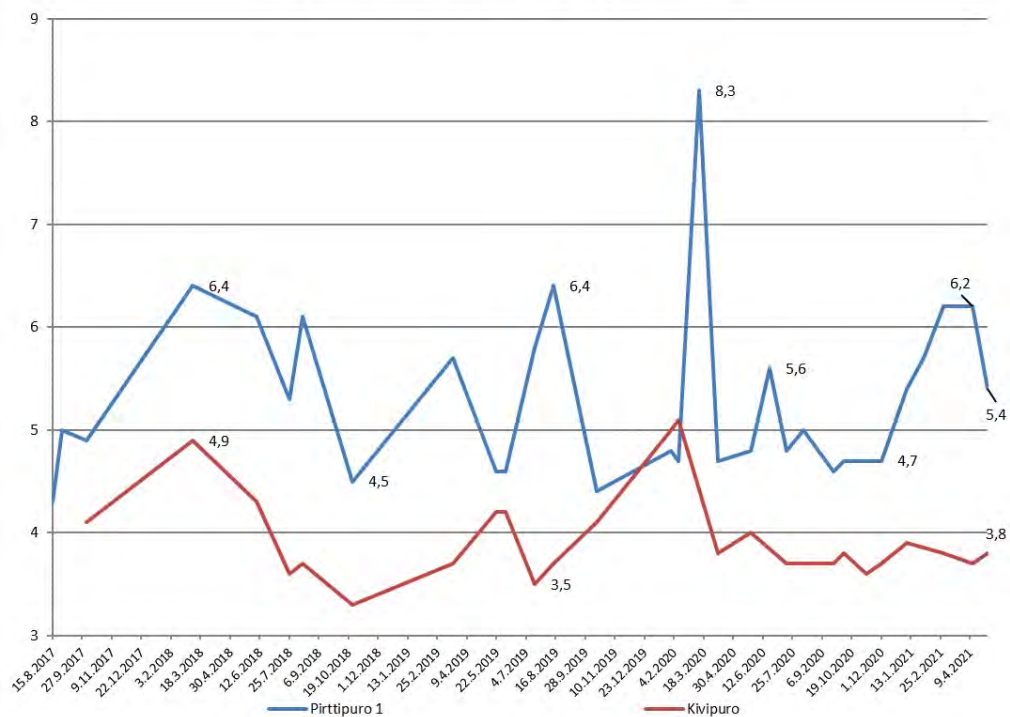
Sulfaatti (mg/l) Kajaaninjoki (VP12100) ja Oulujärven tarkkailupisteet



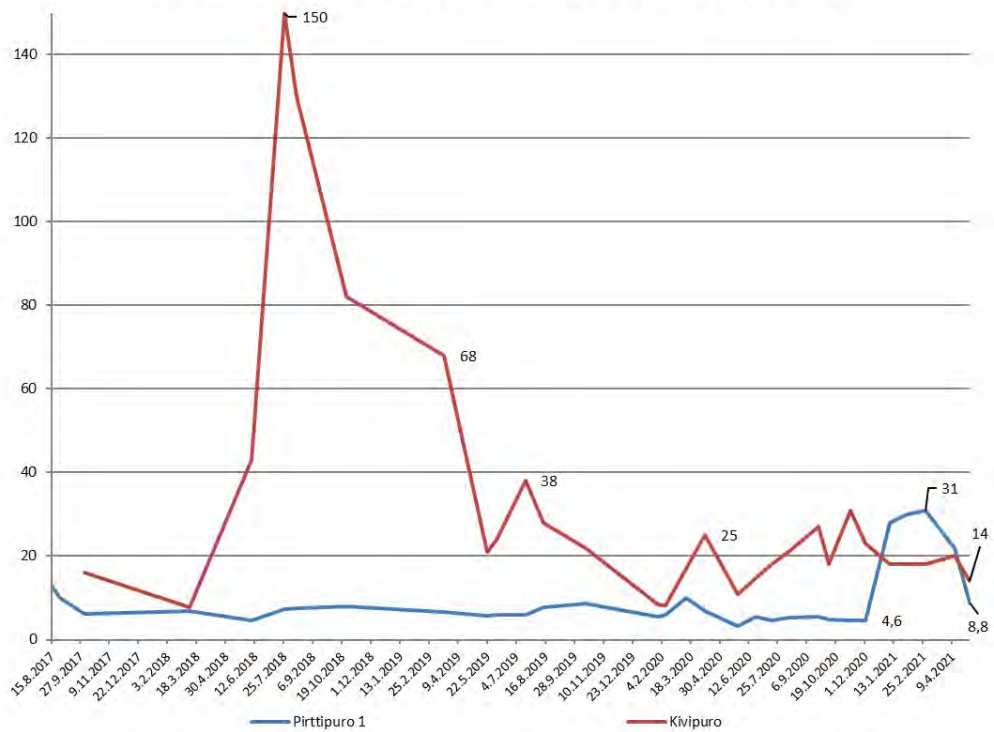
Liukoinen nikkeli (µg/l) Kajaaninjoki (VP12100) ja Oulujärven tarkkailupisteet



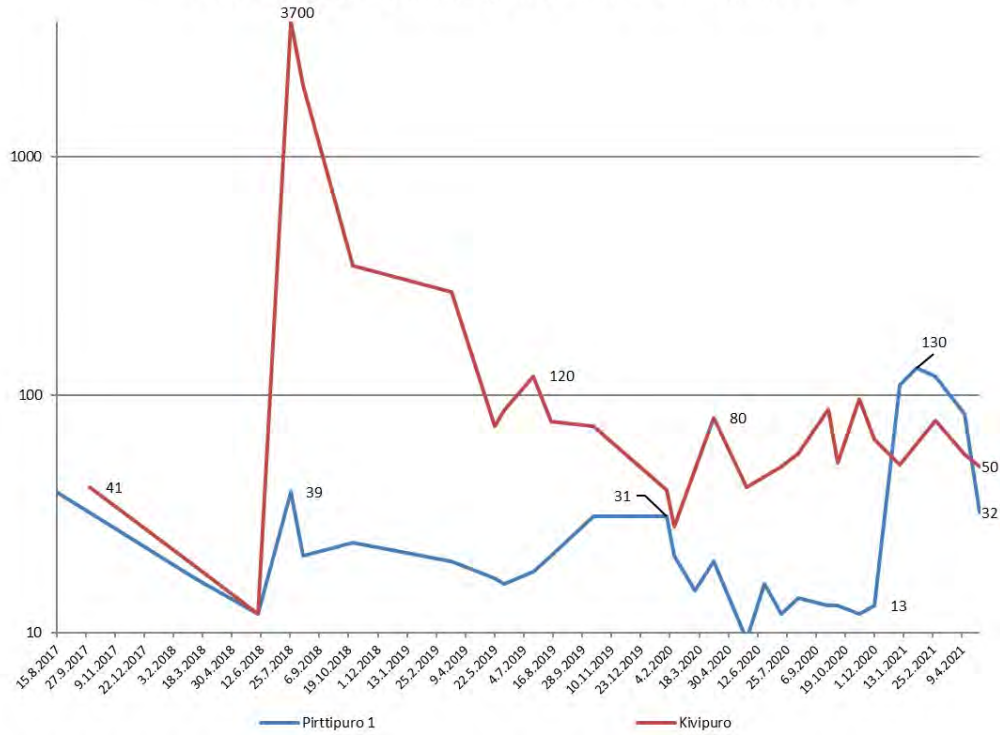
pH Pirttipuro ja Kivipuron tarkkailupisteet



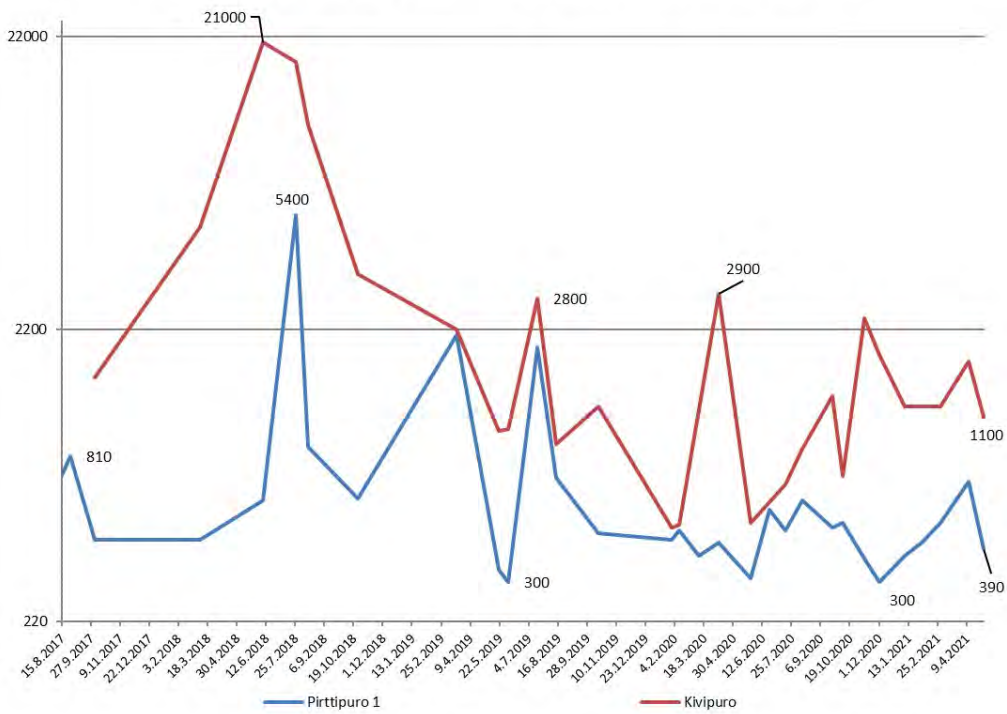
Sähkönjohtavuus (mS/m) Pirttipuro ja Kivipuron tarkkailupisteet



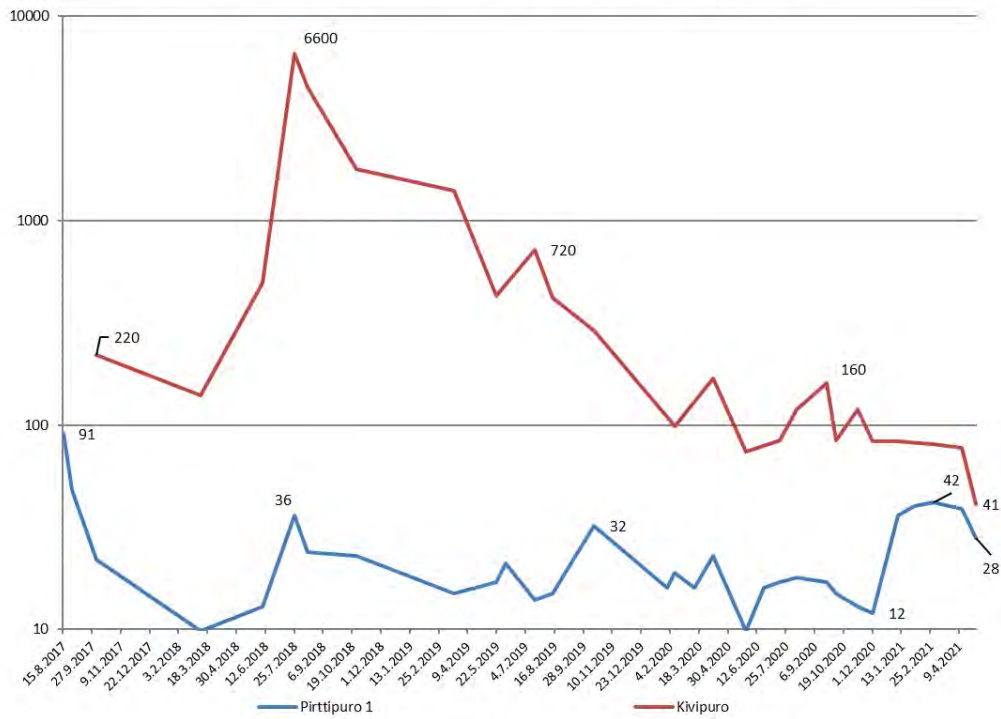
Sulfaatti (mg/l) Pirttipuro ja Kivipuron tarkkailupisteet



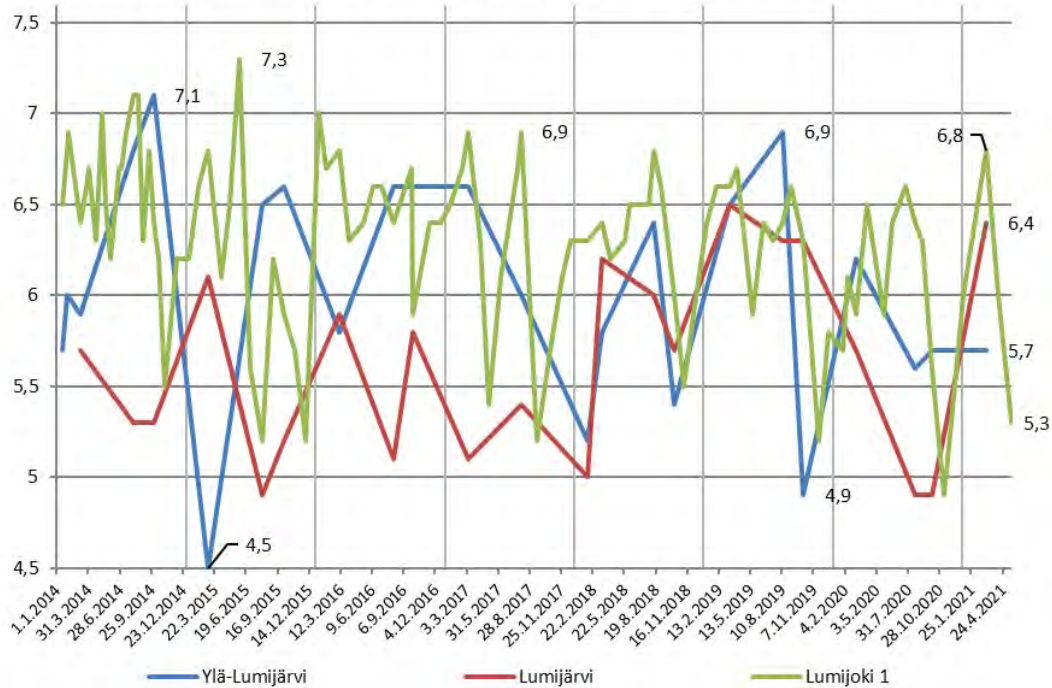
Kokonaistyyppi (µg/l) Pirttipuro ja Kivipuron tarkkailupisteet



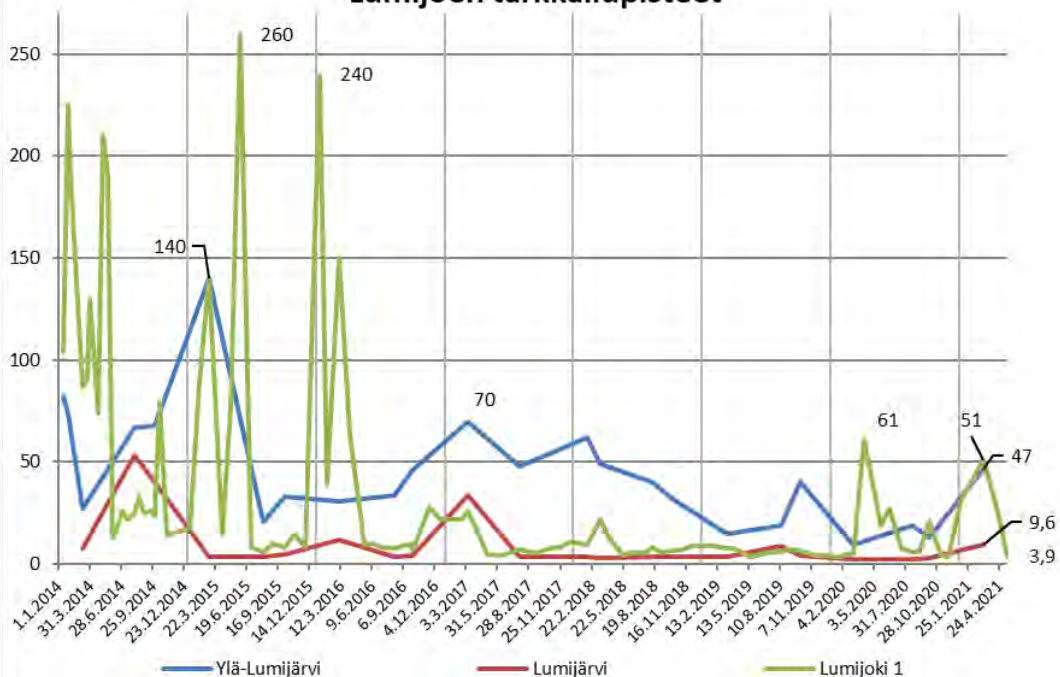
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Pirttipuro ja Kivipuron tarkkailupisteet



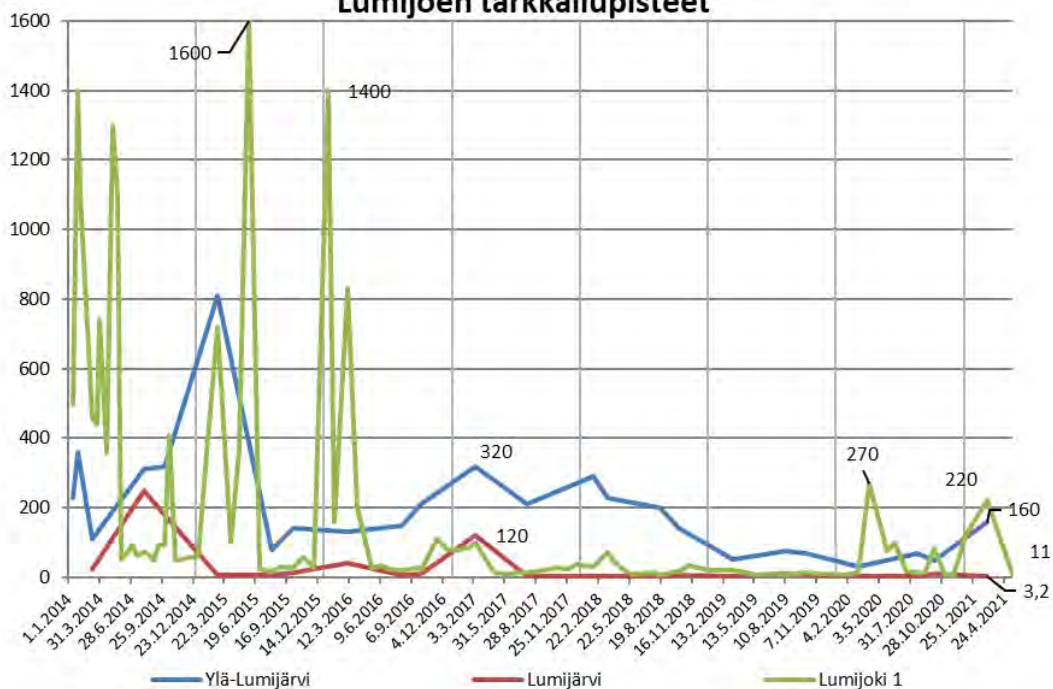
pH Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet



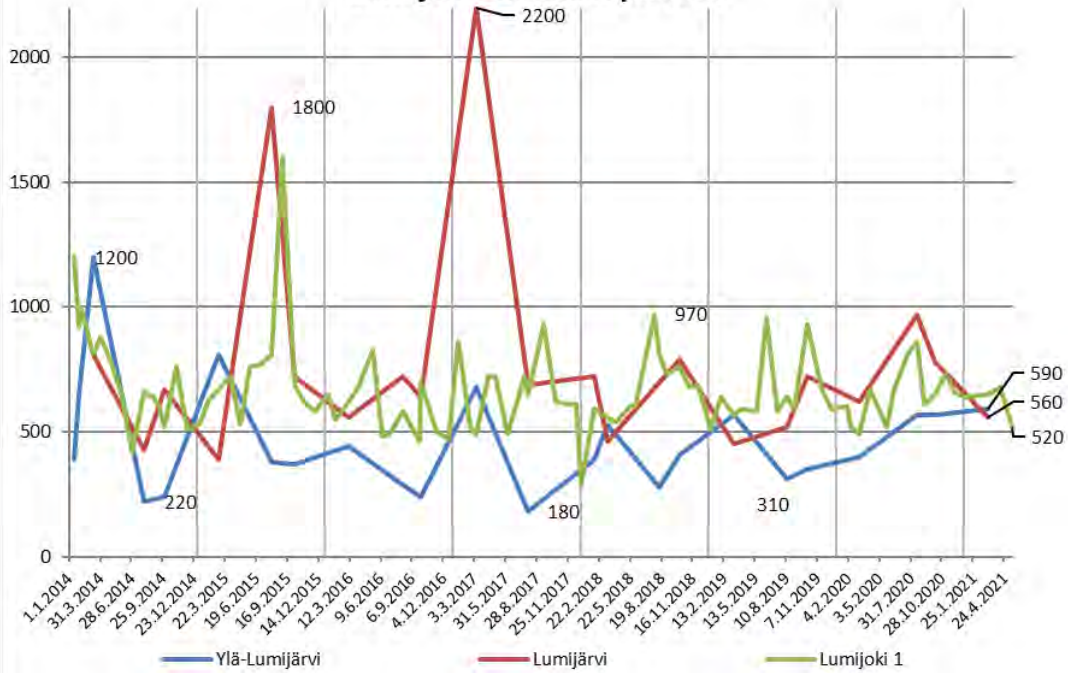
Sähkönjohtavuus (mS/m) Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet



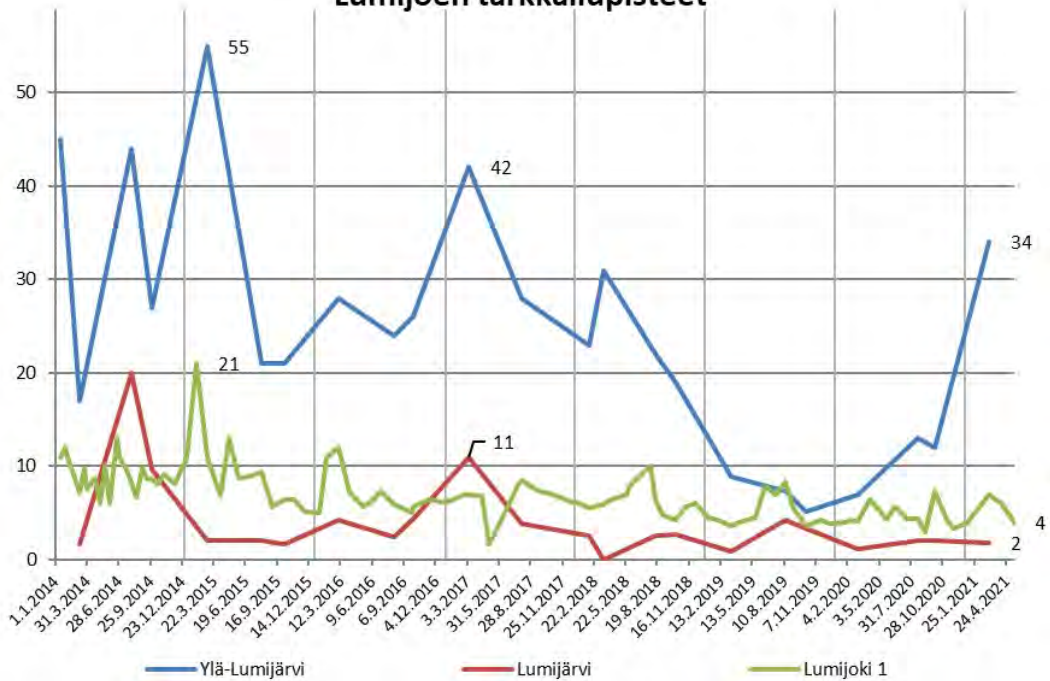
Sulfaatti (mg/l) Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet



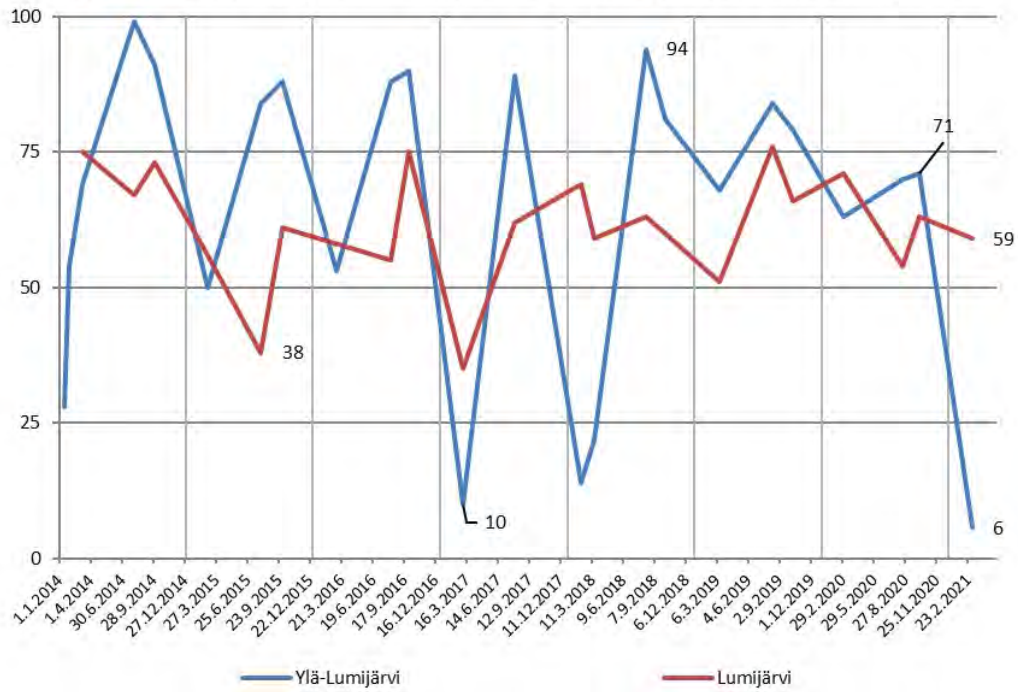
Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet



Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Ylä-Lumijärven, Lumijärven ja Lumijoen tarkkailupisteet



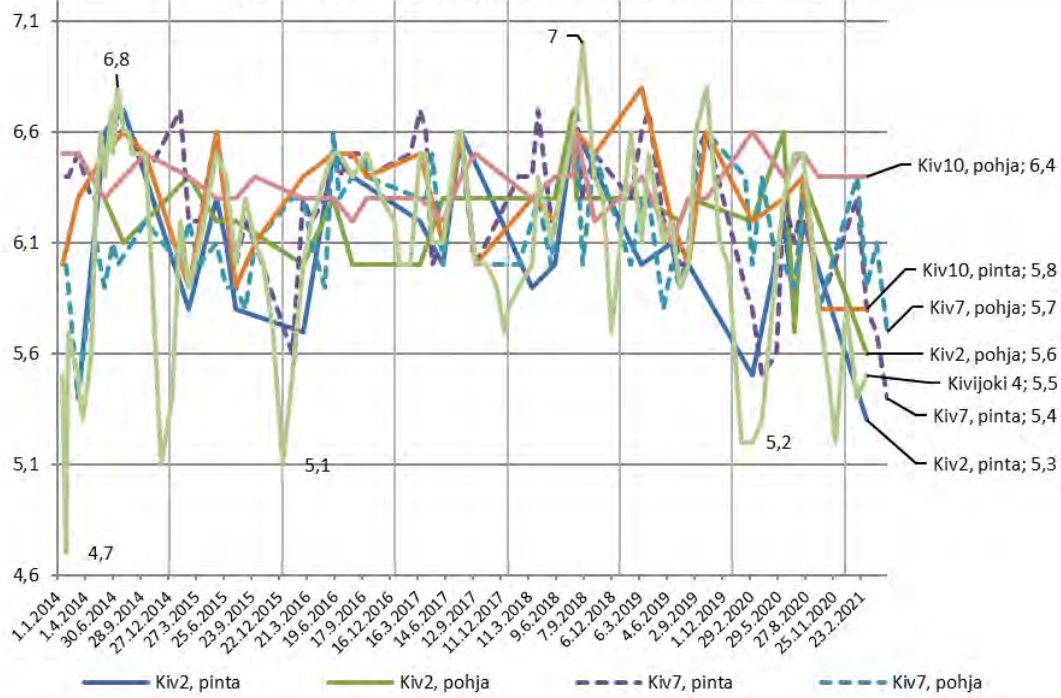
Happisaturaatio (%) Ylä-Lumijärven ja Lumijärven tarkkailupisteet



— Ylä-Lumijärvi

— Lumijärvi

pH Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet



— Kiv2, pinta

— Kiv2, pohja

- - - Kiv7, pinta

- - - Kiv7, pohja

Kiv10, pohja; 6,4

Kiv10, pinta; 5,8

Kiv7, pohja; 5,7

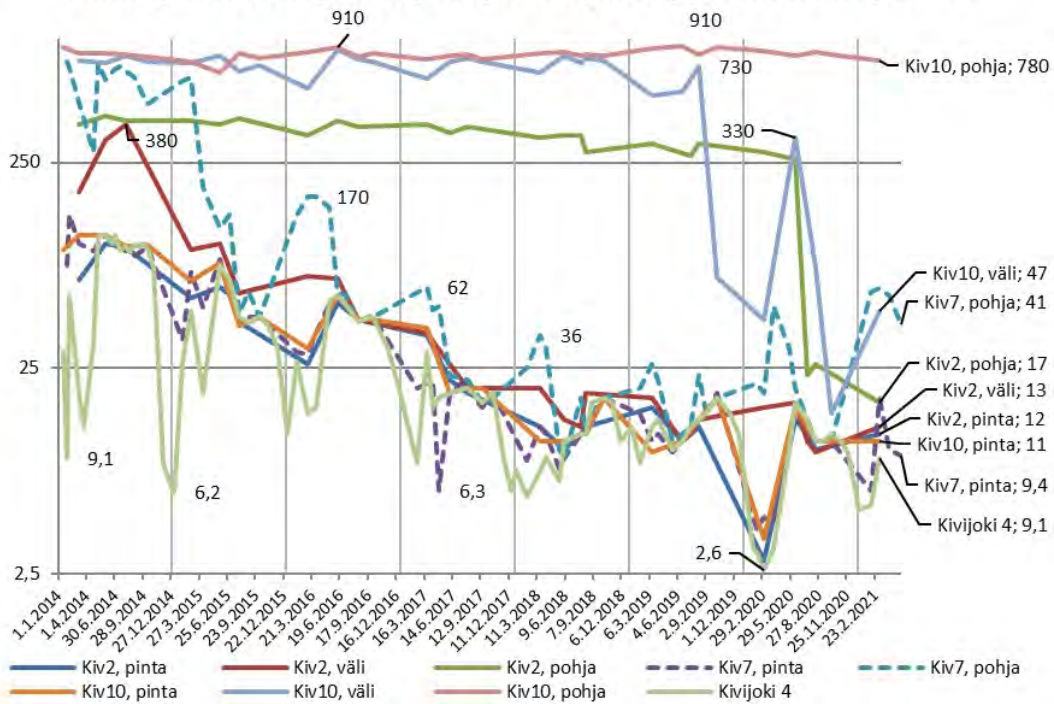
Kiv2, pohja; 5,6

Kivijoki 4; 5,5

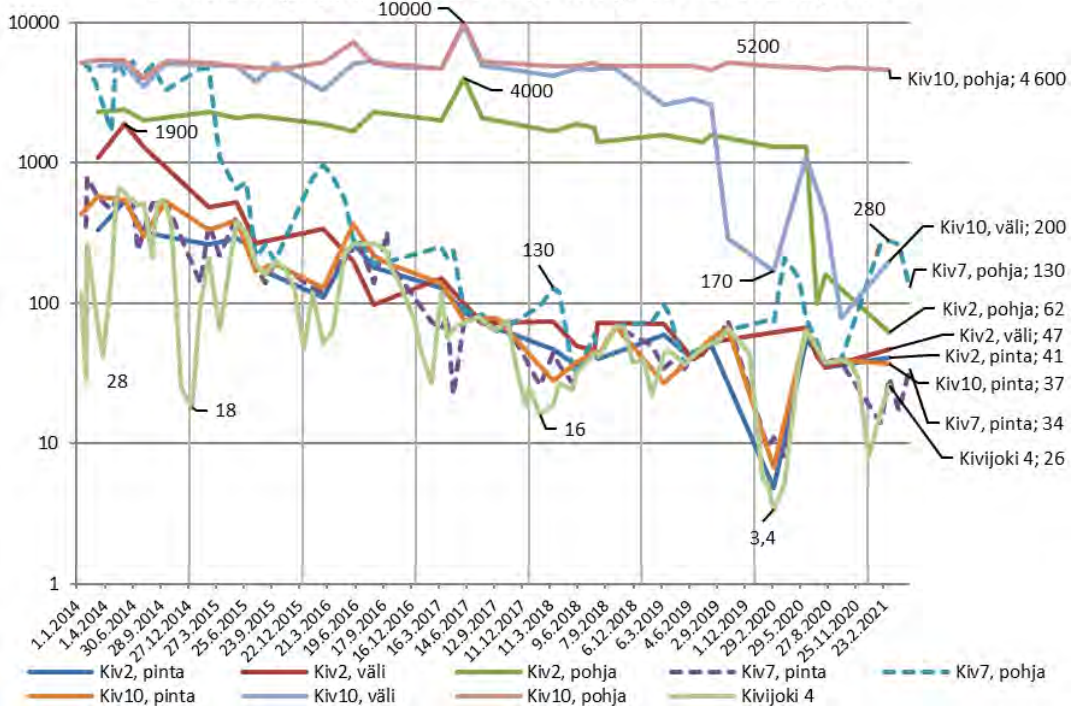
Kiv7, pinta; 5,4

Kiv2, pinta; 5,3

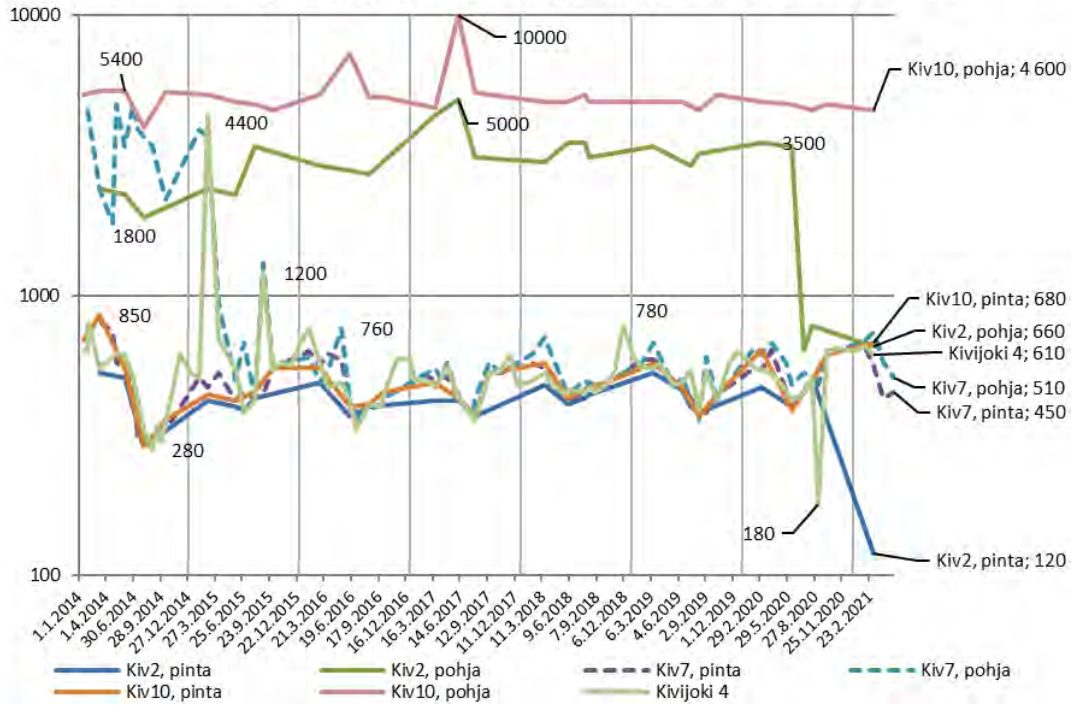
Sähkönjohtavuus (mS/m) Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet



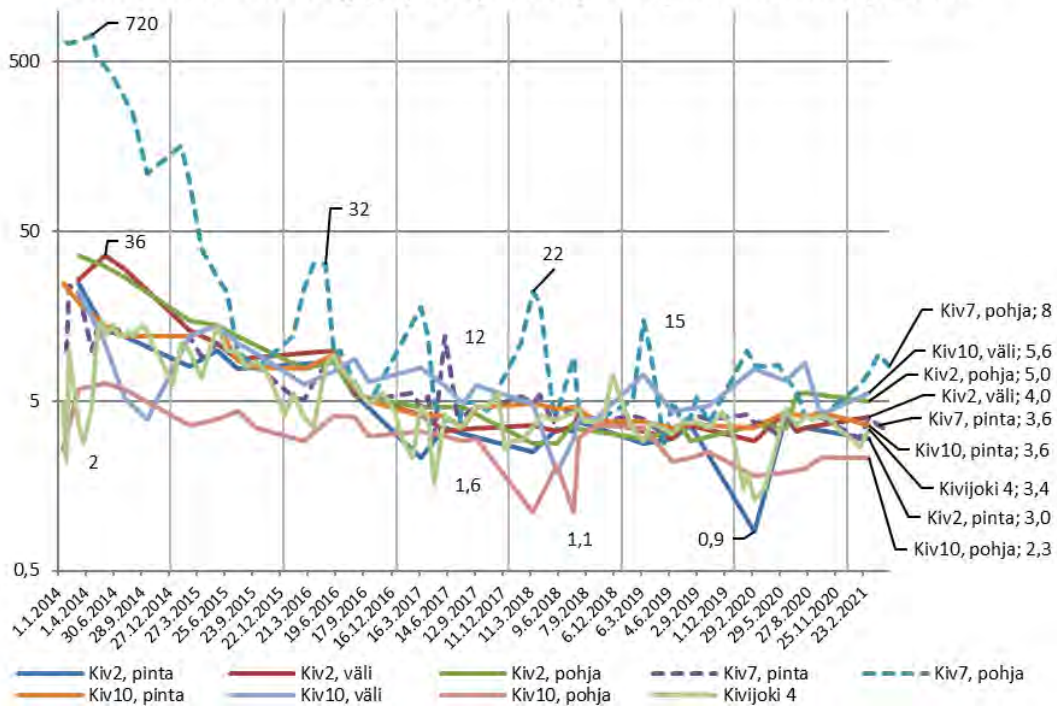
Sulfaatti (mg/l) Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet



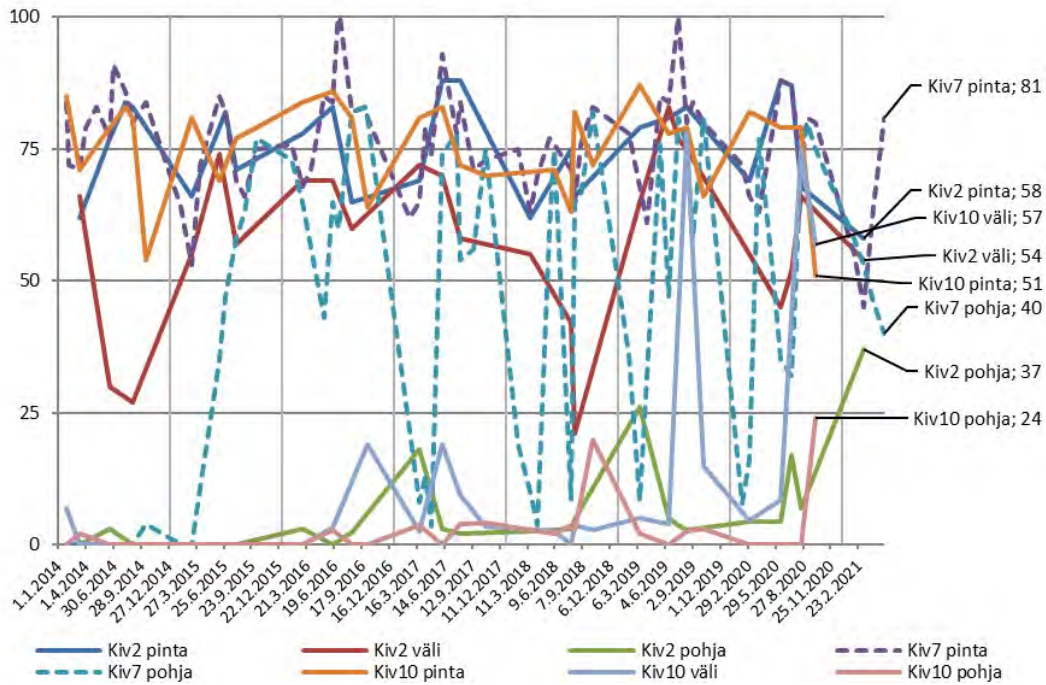
Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet



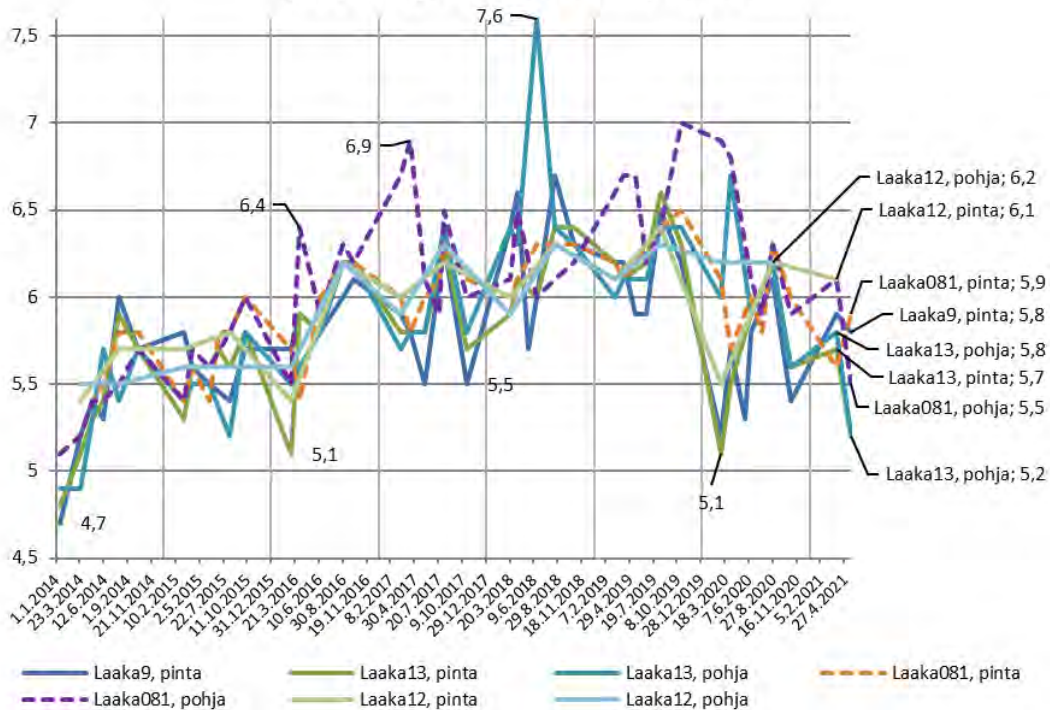
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Kivijärven ja Kivijoen tarkkailupisteet



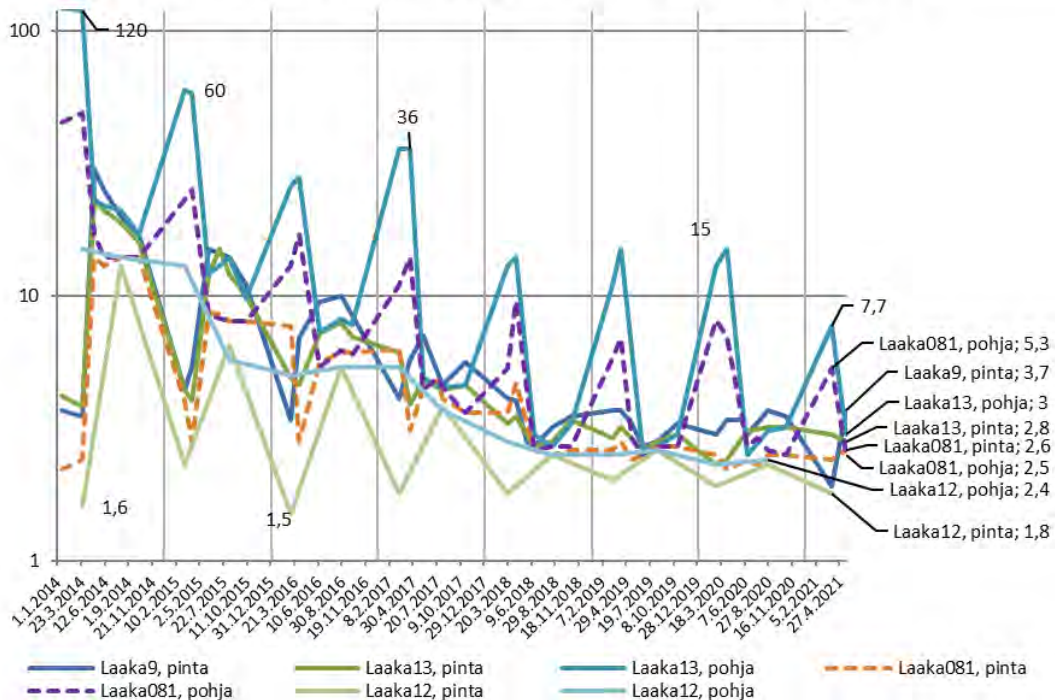
Happisaturaatio (%) Kivijärven tarkkailupisteet



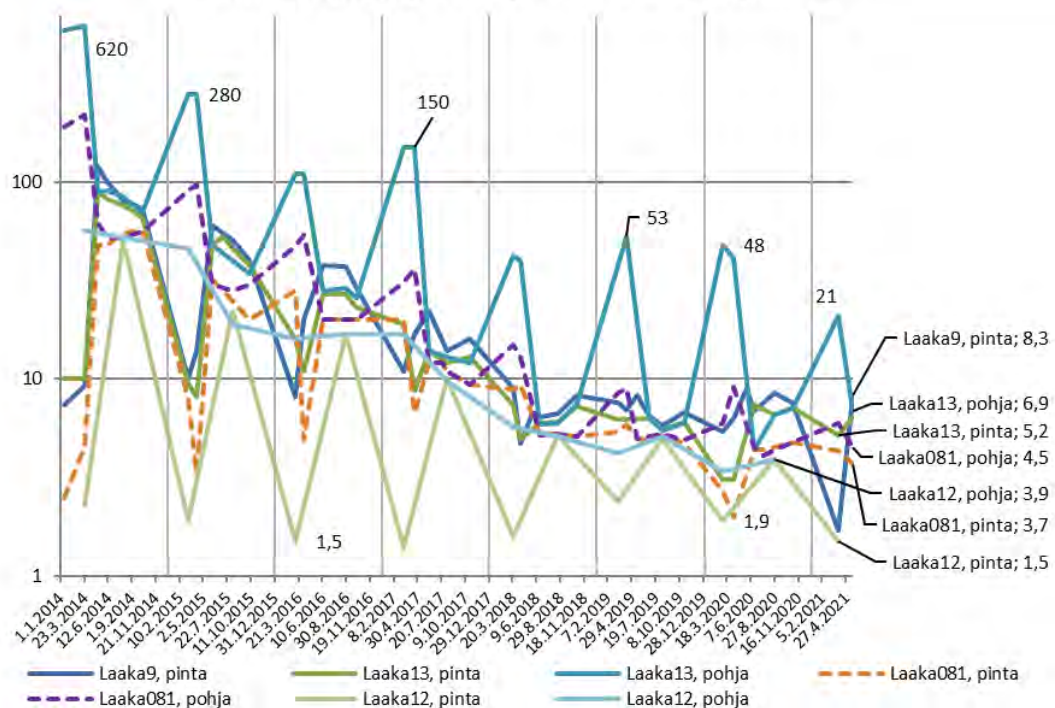
pH Laakajärven tarkkailupisteet



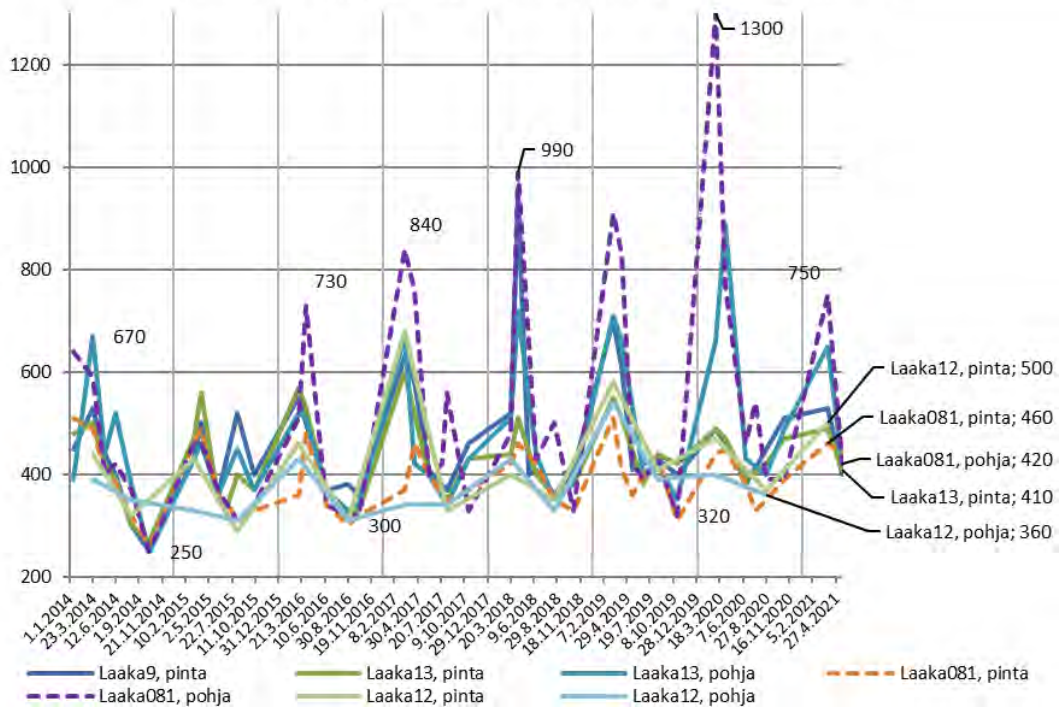
Sähkönjohtavuus (mS/m) Laakajärven tarkkailupisteet



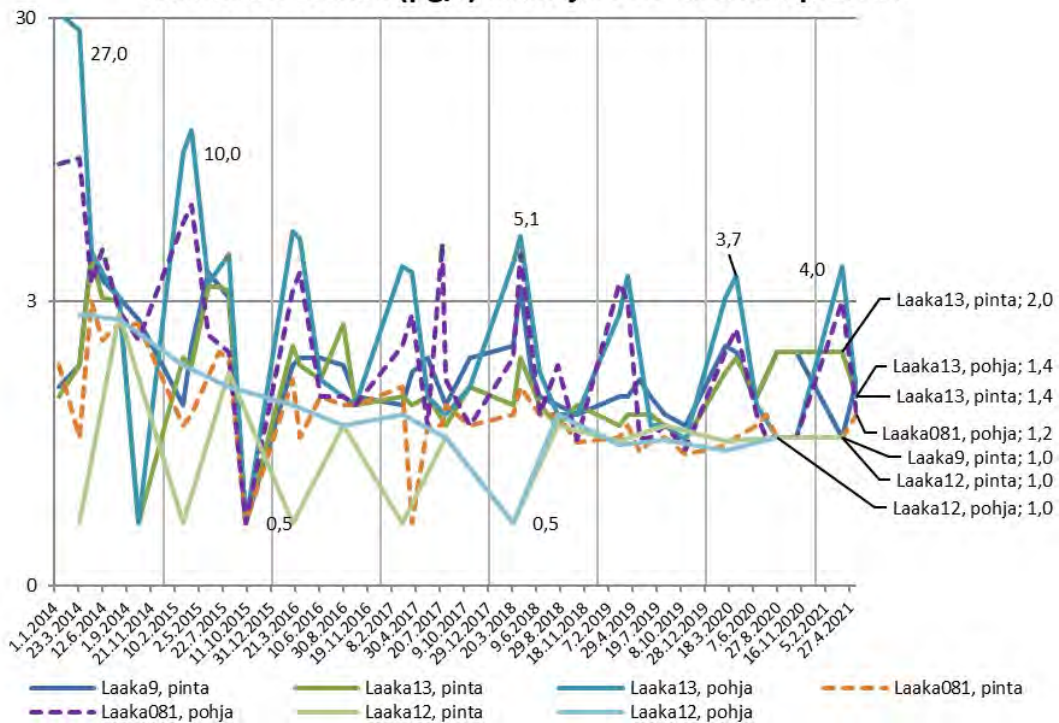
Sulfaatti (mg/l) Laakajärven tarkkailupisteet



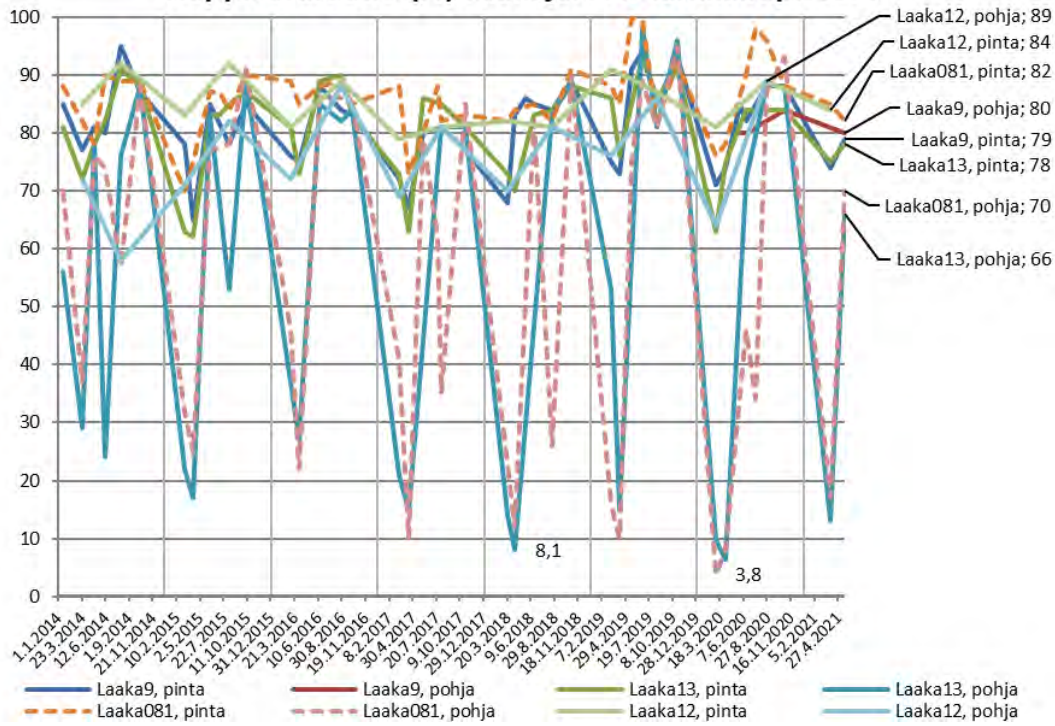
Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Laakajärven tarkkailupisteet



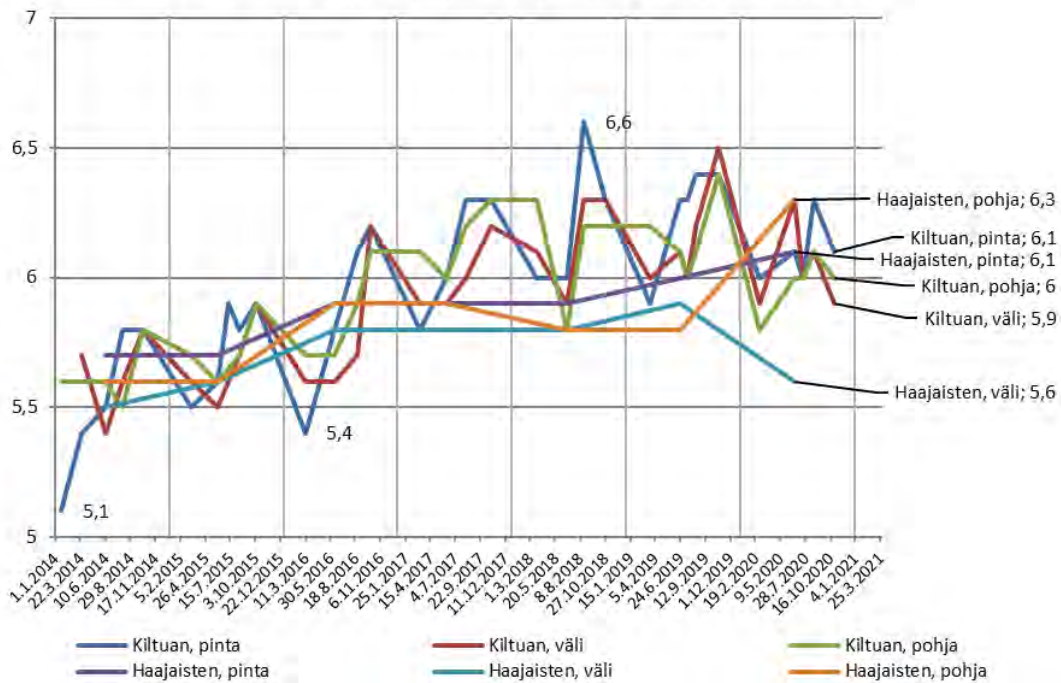
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Laakajärven tarkkailupisteet



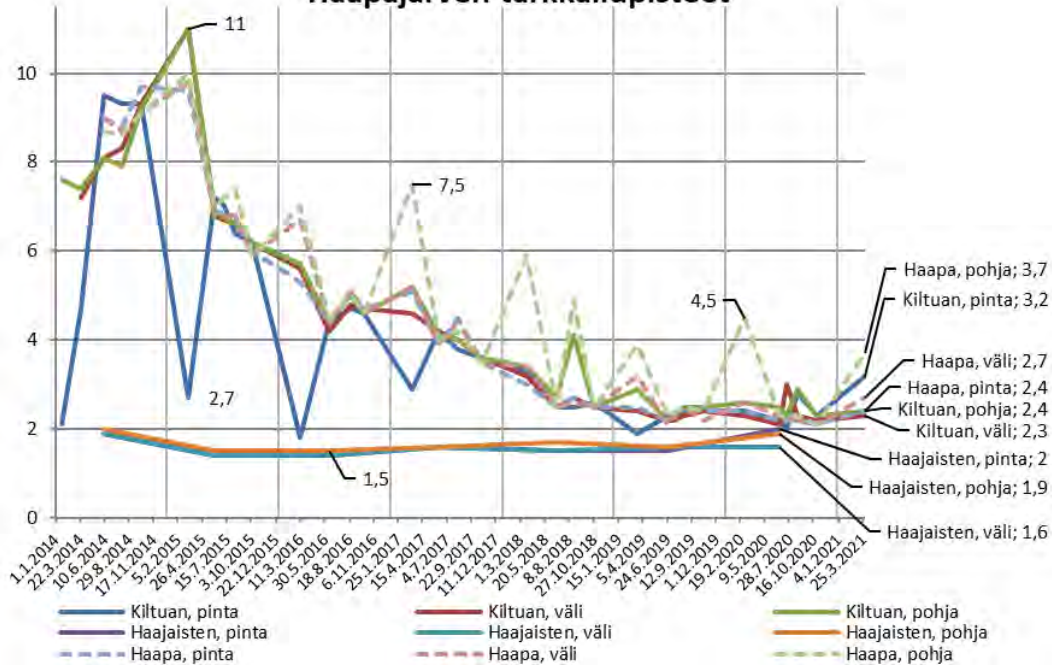
Happisaturaatio (%) Laakajärven tarkkailupisteet



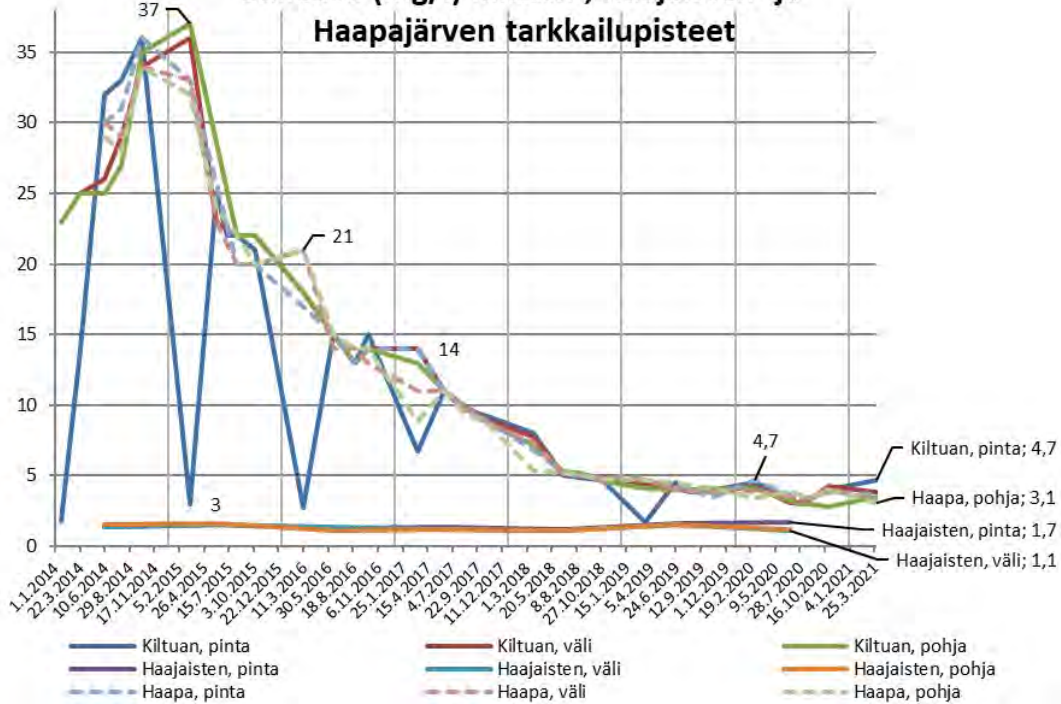
pH Kiltuan- ja Haajaistenjärven tarkkailupisteet



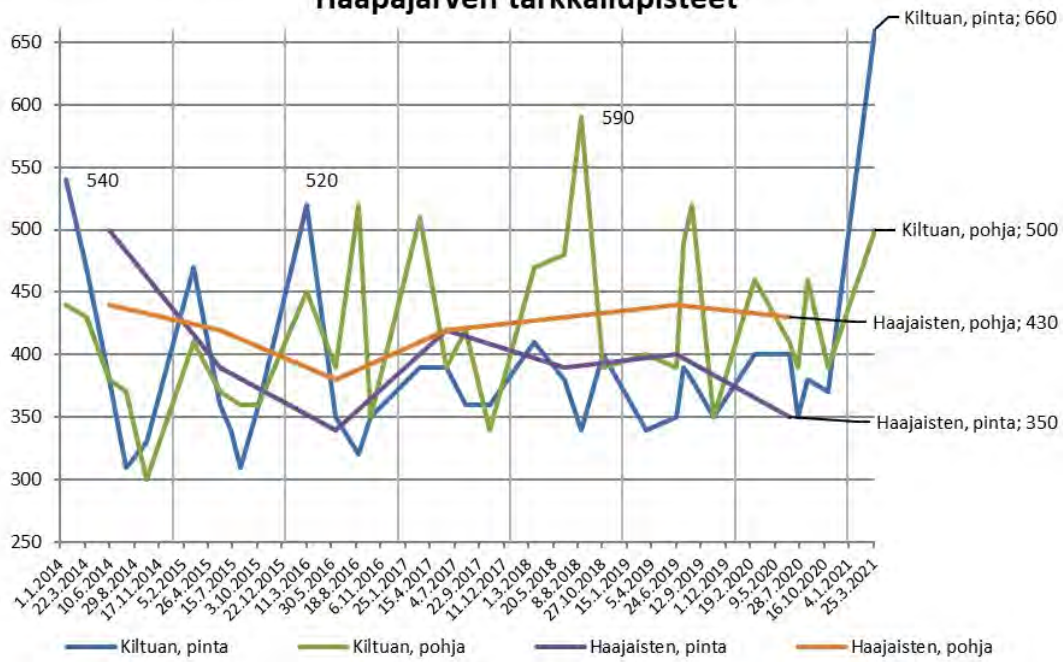
Sähkönjohtavuus (mS/m) Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteet



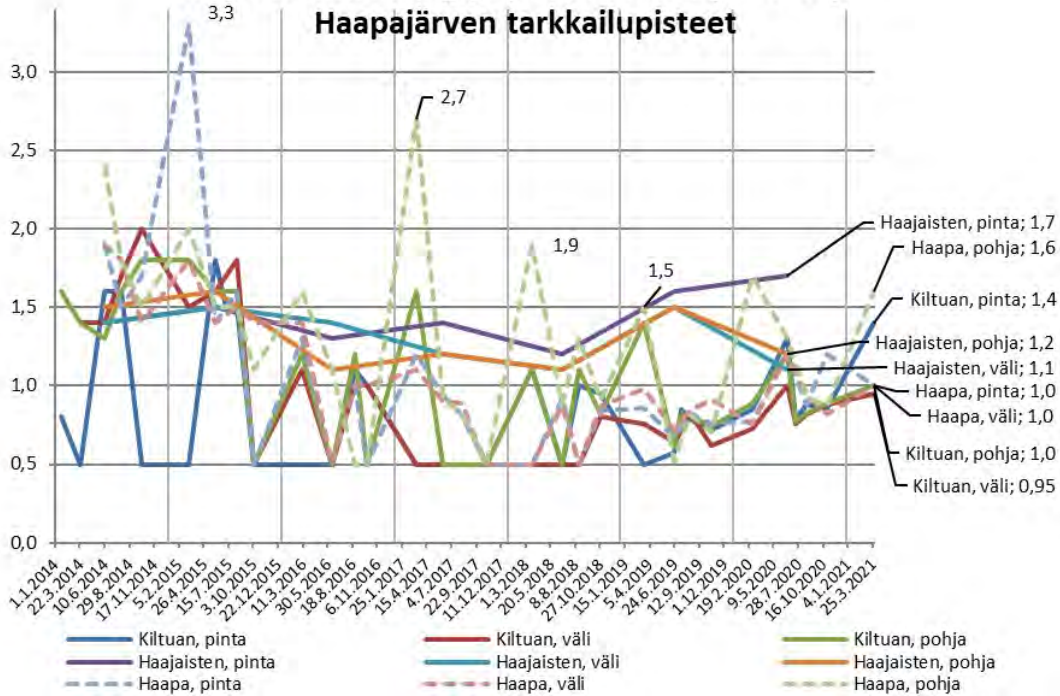
Sulfaatti (mg/l) Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteet



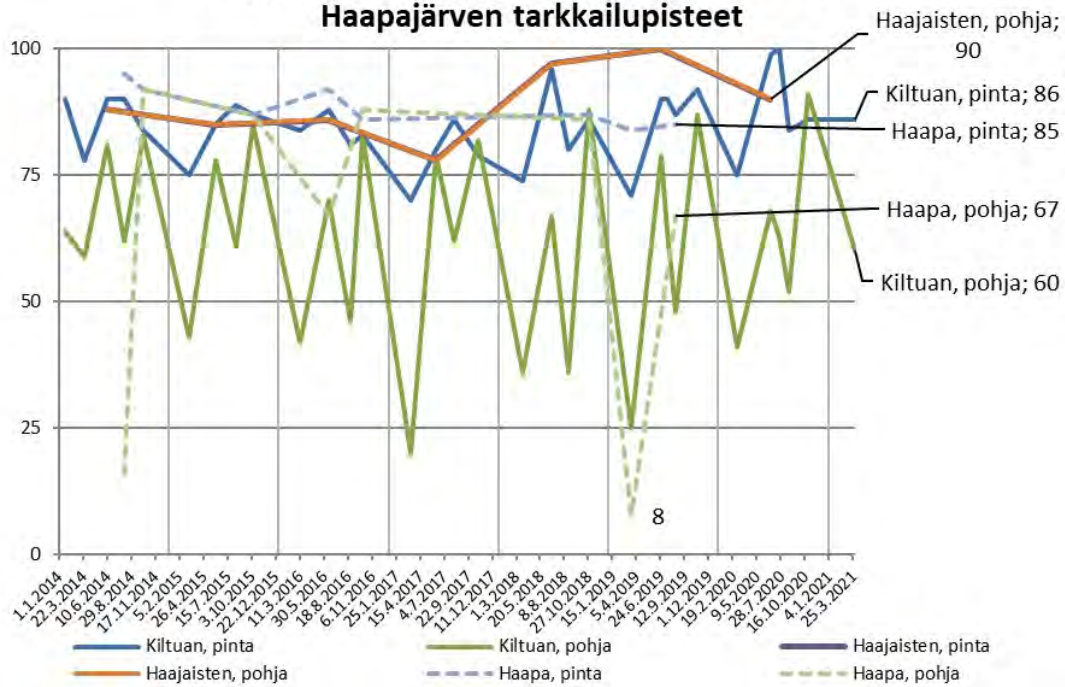
Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$) Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteet



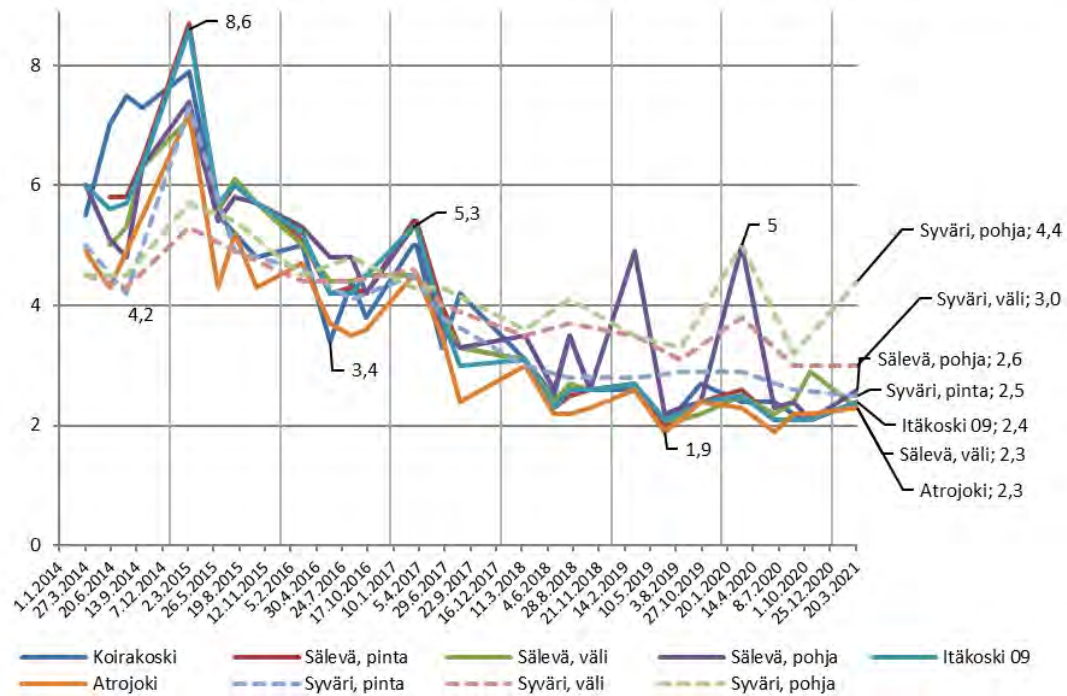
Liukoinen nikkeli ($\mu\text{g/l}$) Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteet

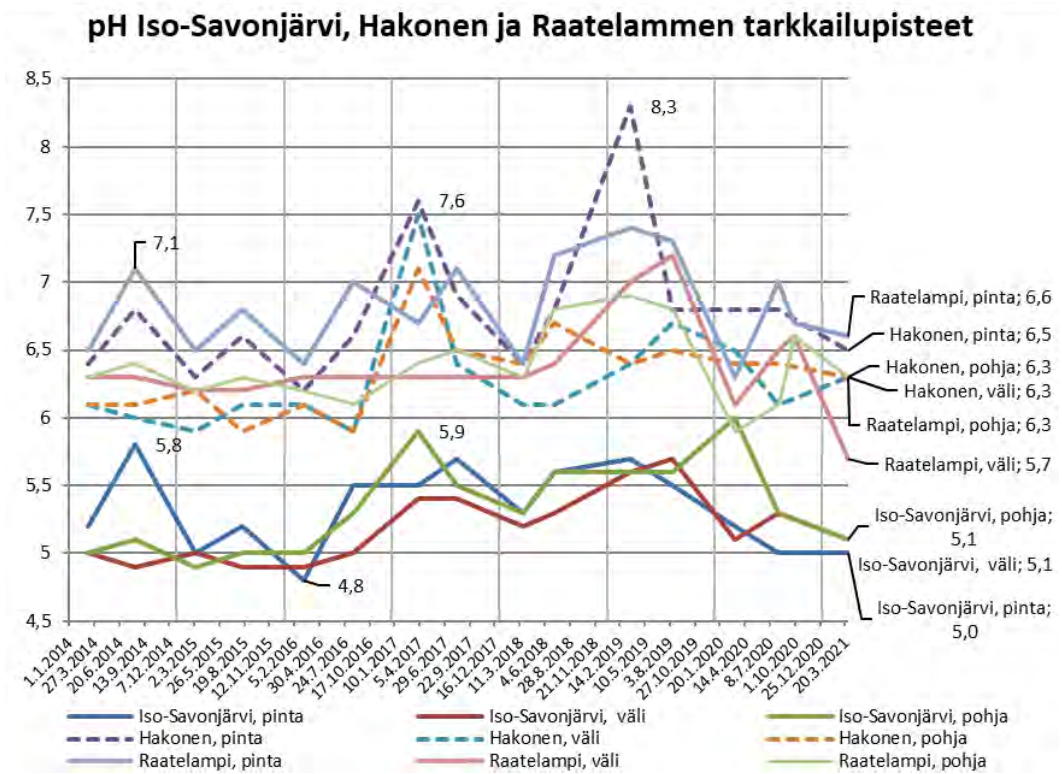
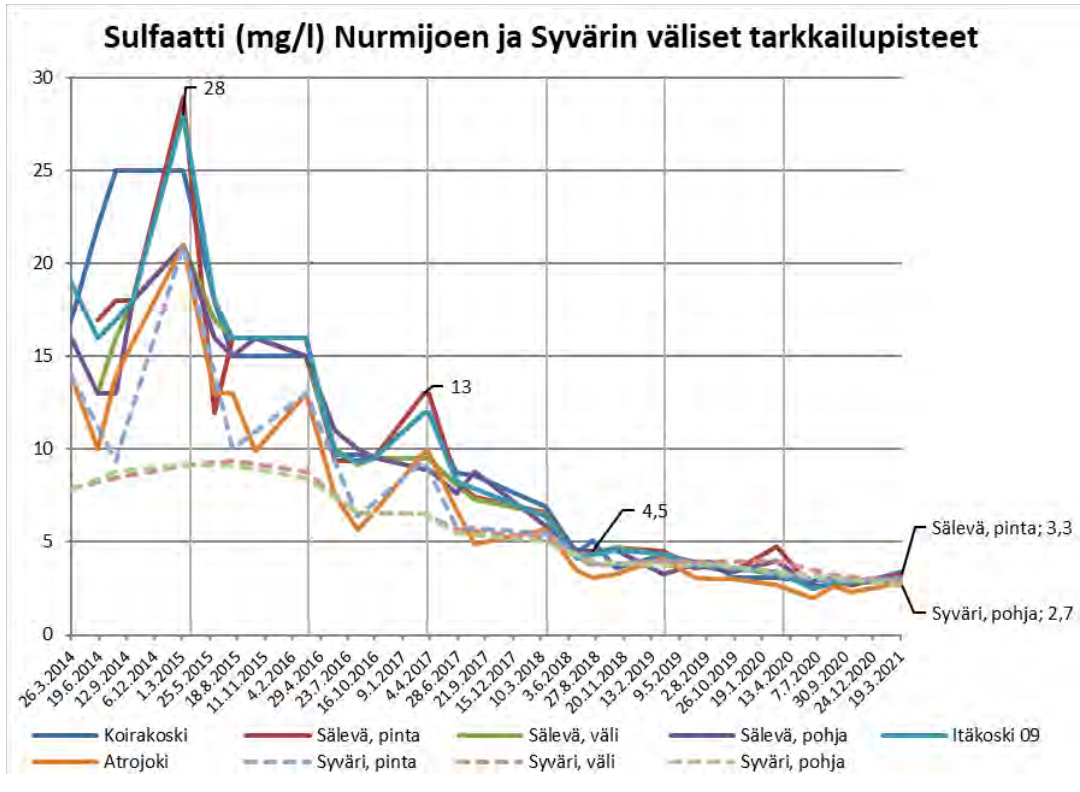


Happisaturaatio (%) Kiltuan-, Haajaisten- ja Haapajärven tarkkailupisteet

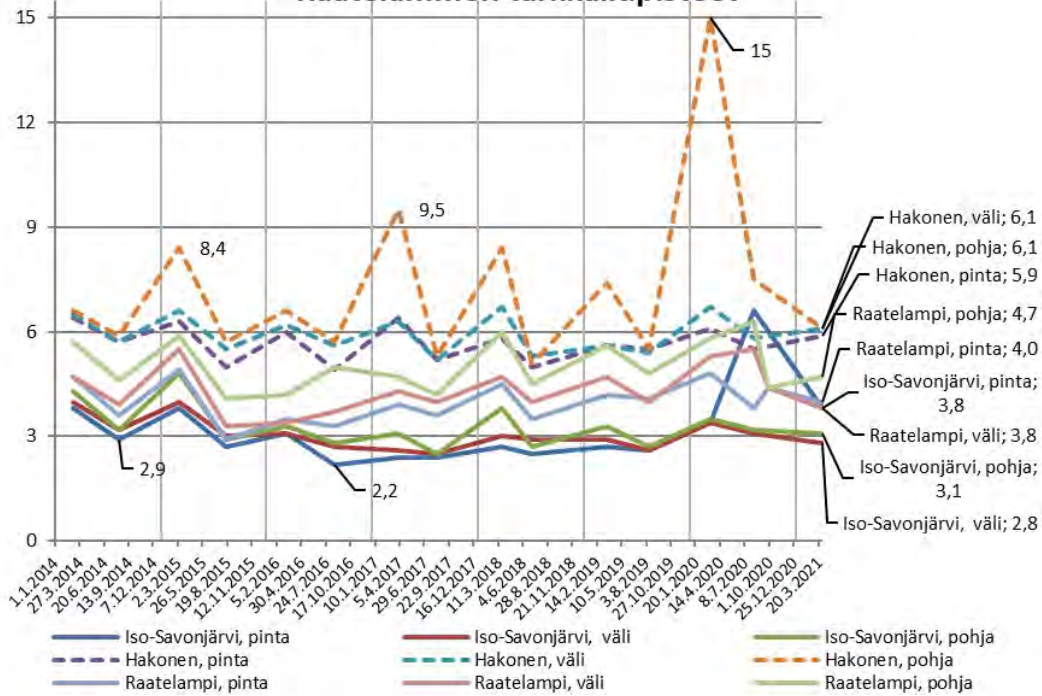


Sähkönjohtavuus (mS/m) Nurmijoen ja Syvärin väliset tarkkailupisteet

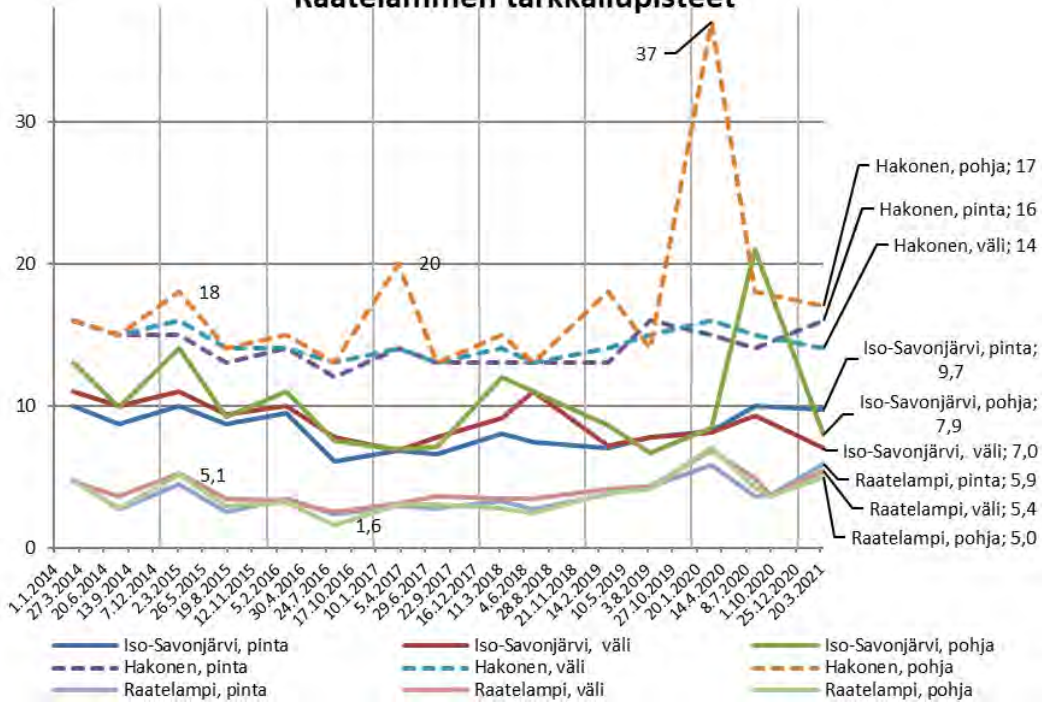




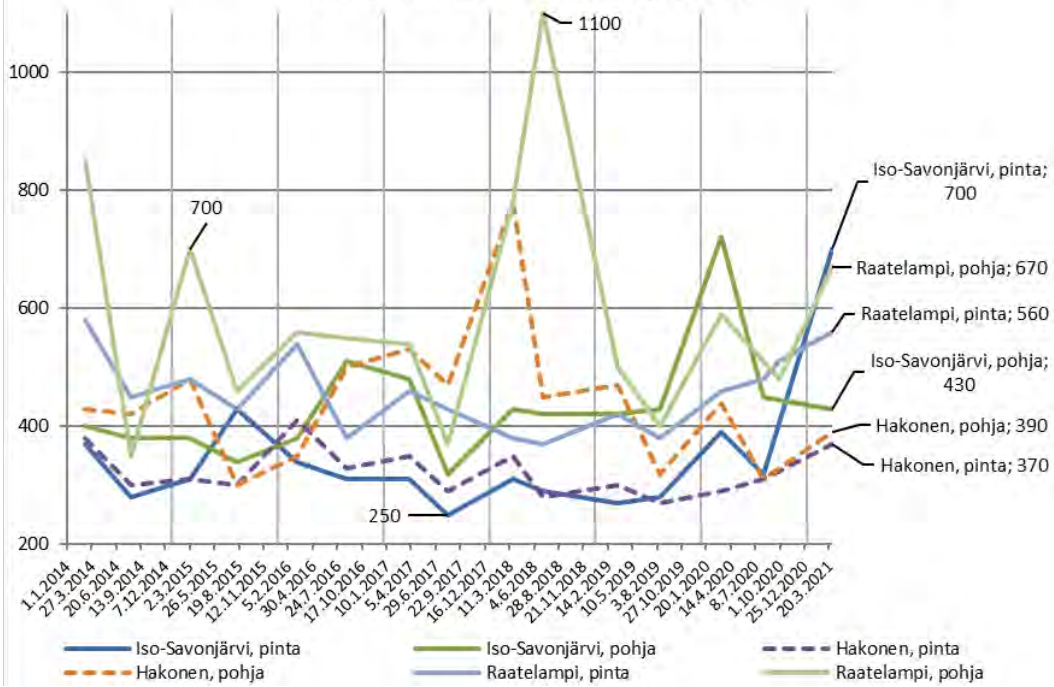
Sähkönjohtavuus (mS/m) Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet



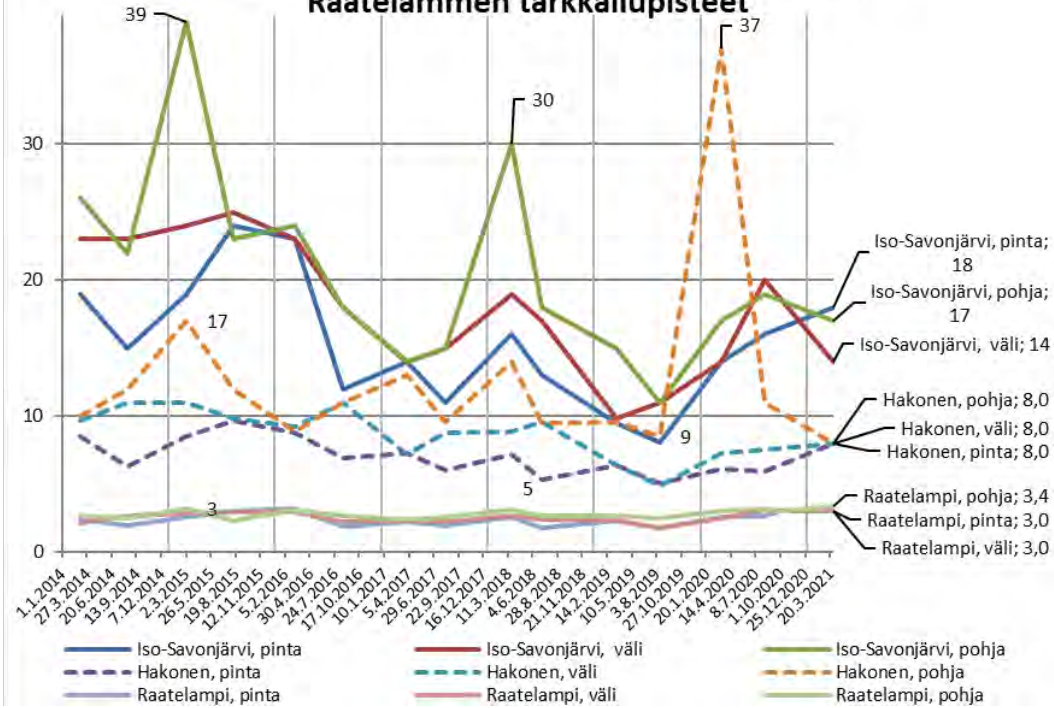
Sulfaattipitoisuus (mg/l) Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet



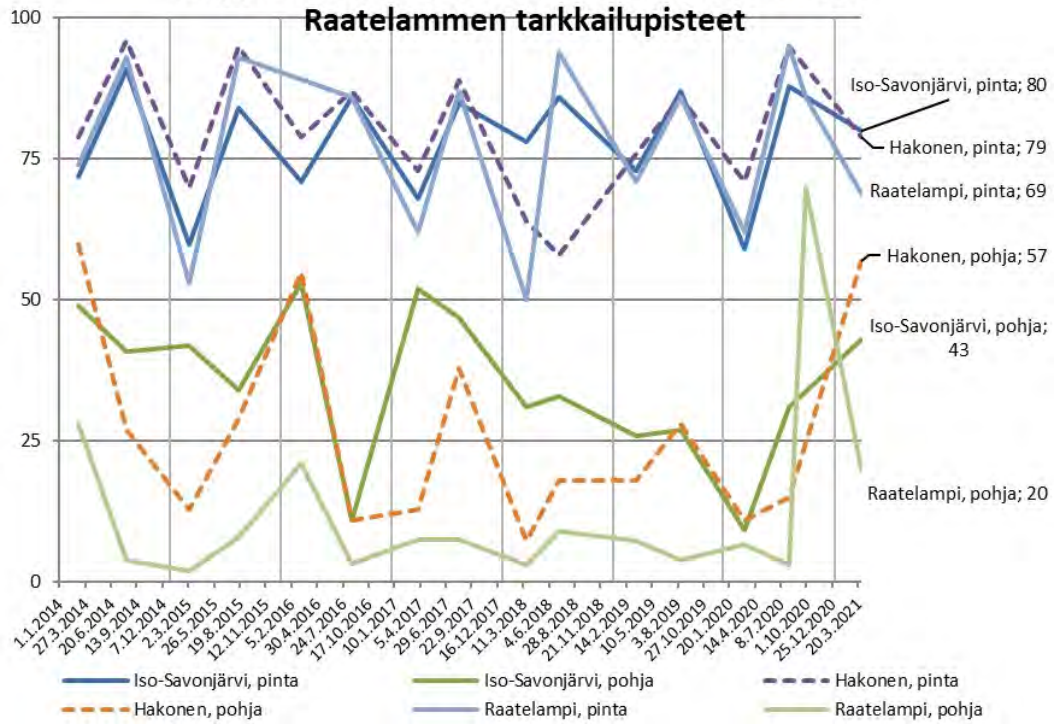
Kokonaistyyppipitoisuus (mg/l) Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet

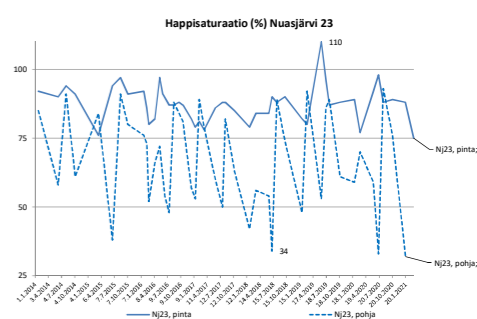
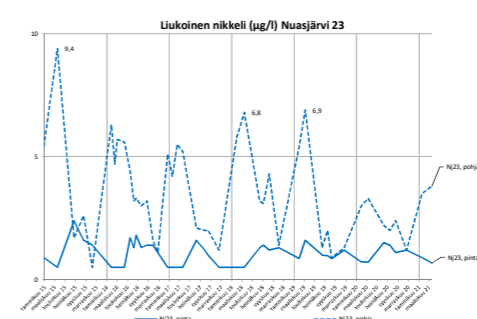
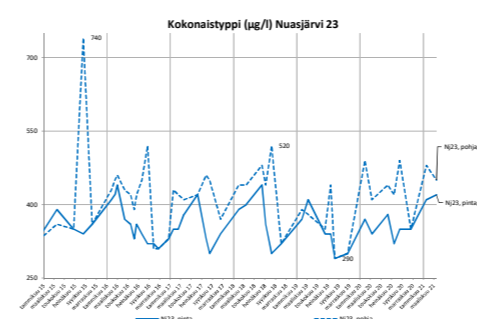
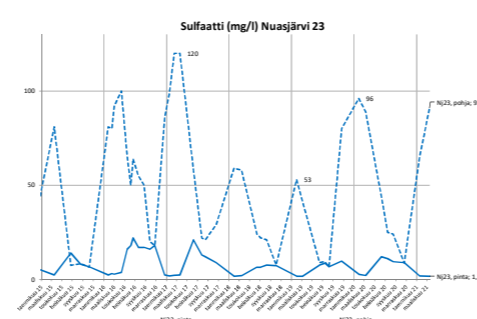
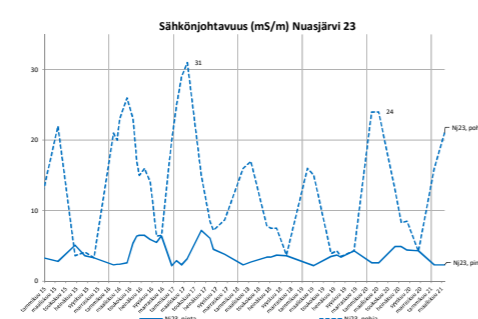
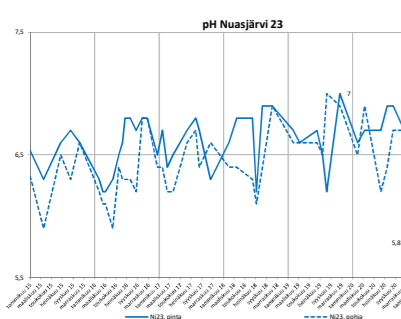
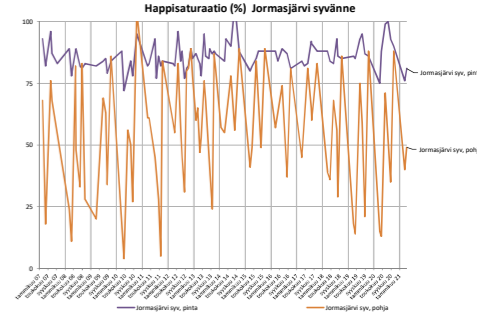
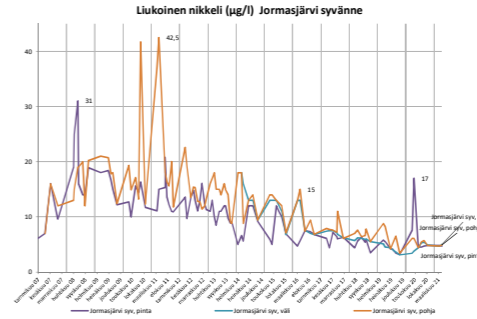
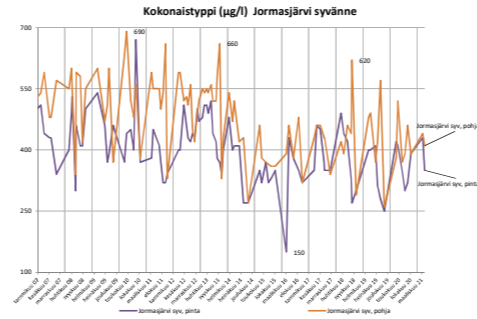
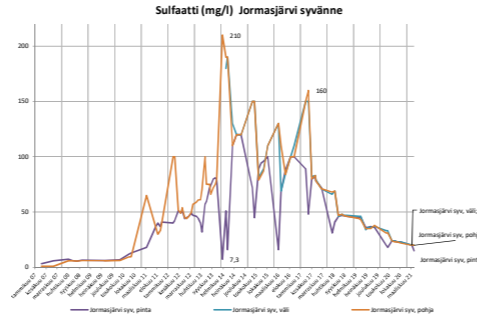
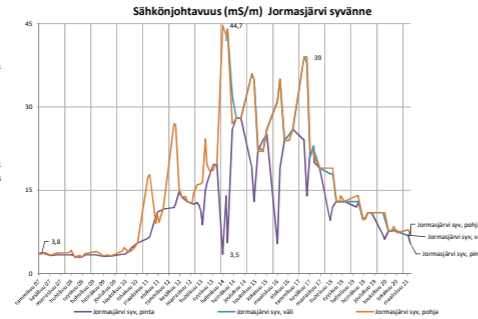
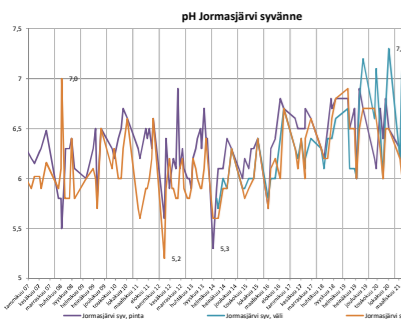
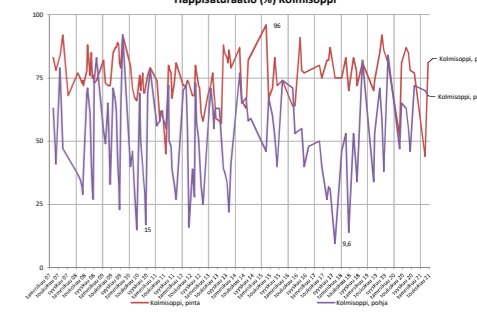
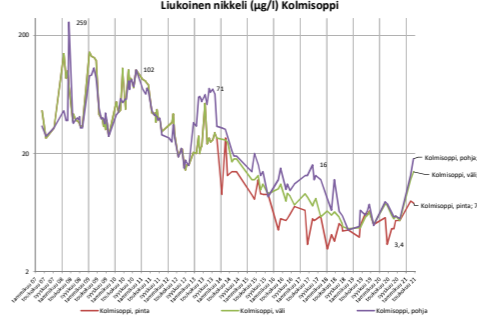
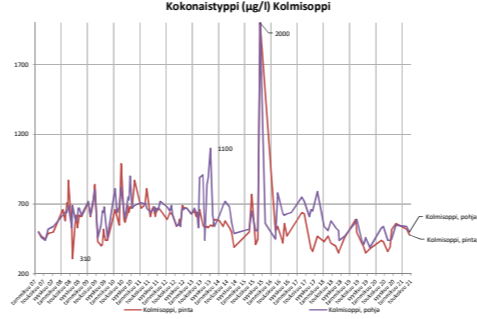
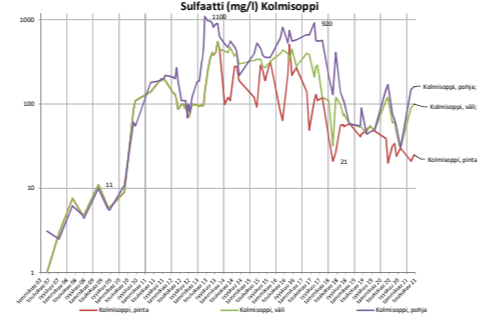
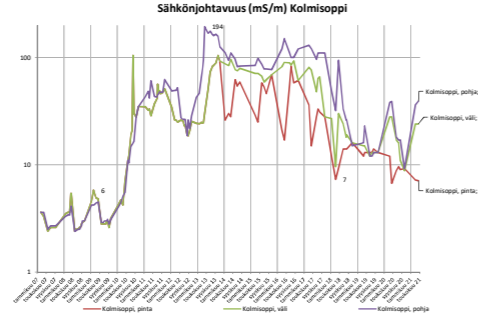
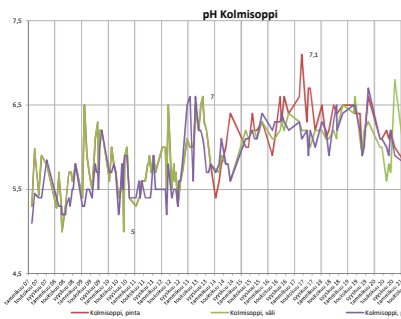
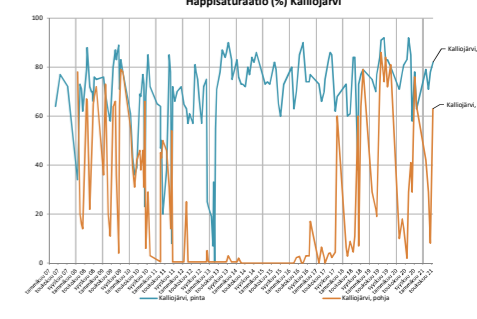
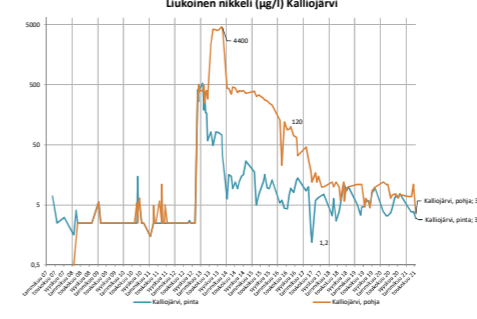
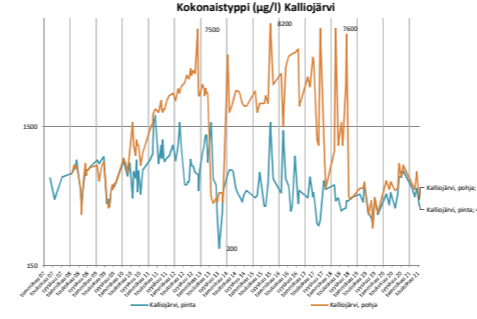
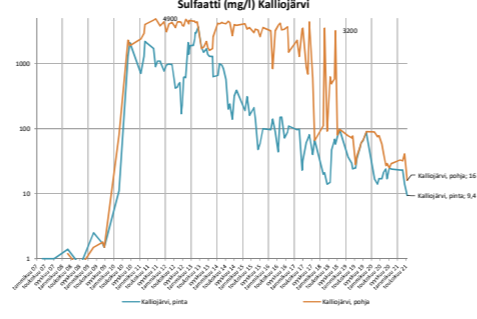
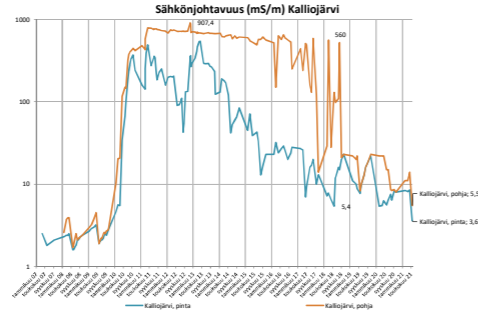
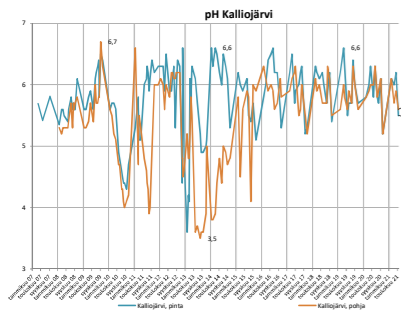
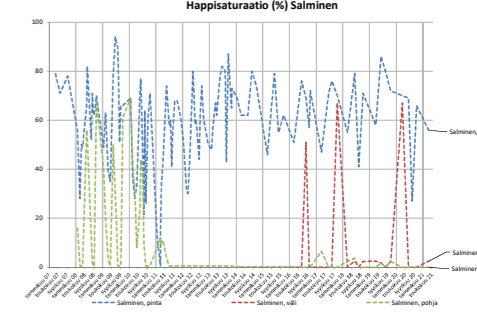
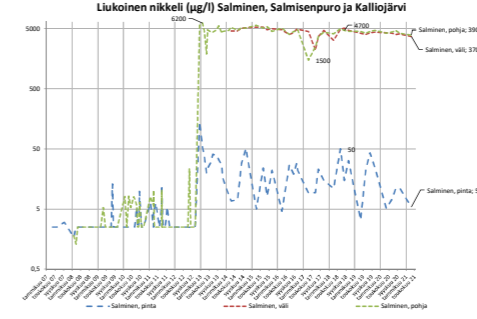
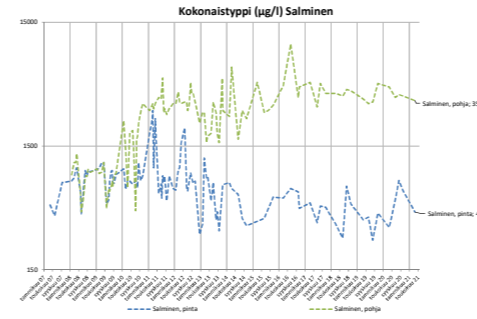
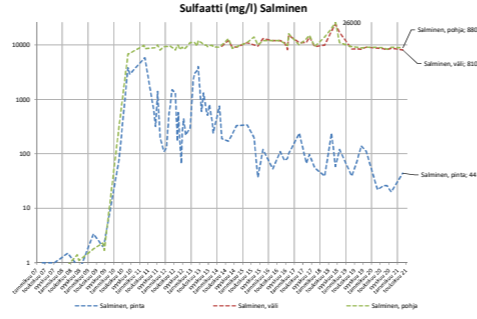
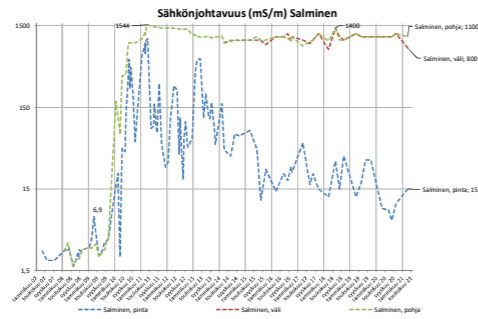
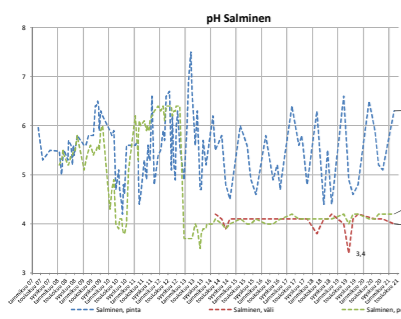


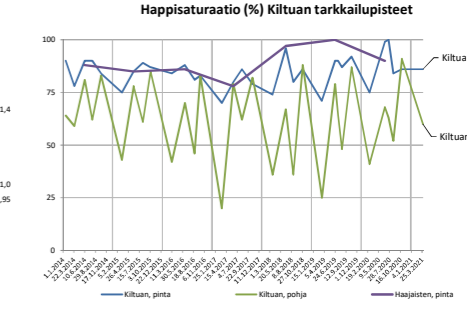
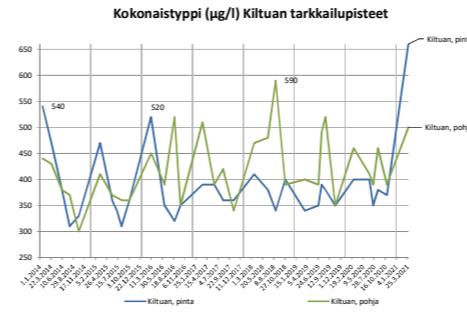
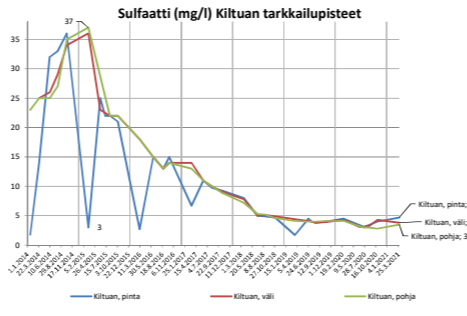
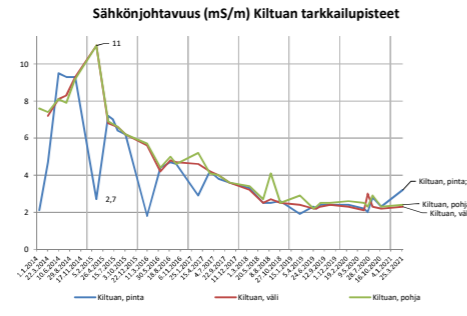
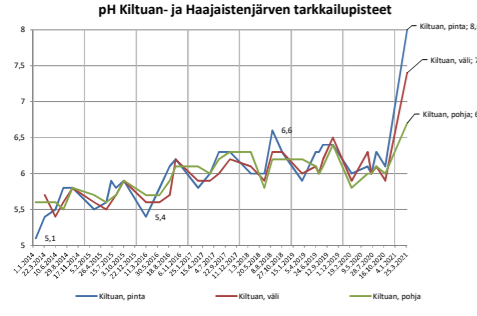
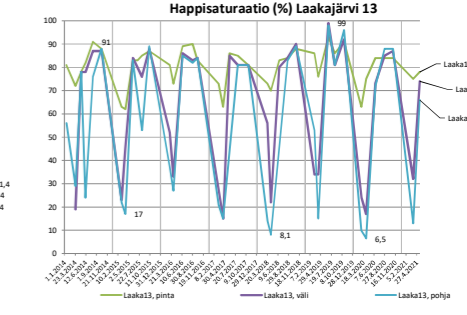
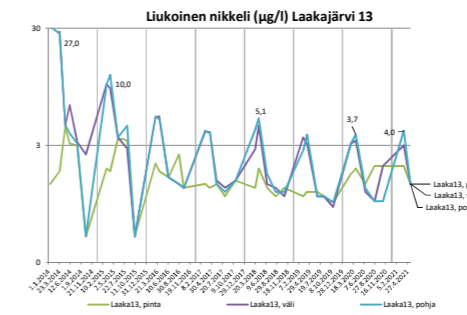
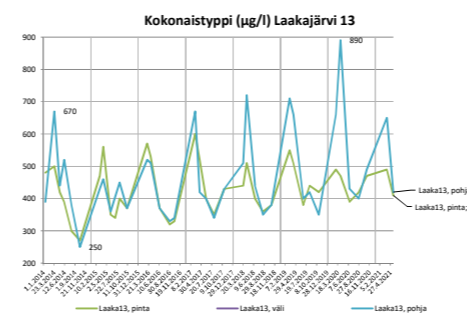
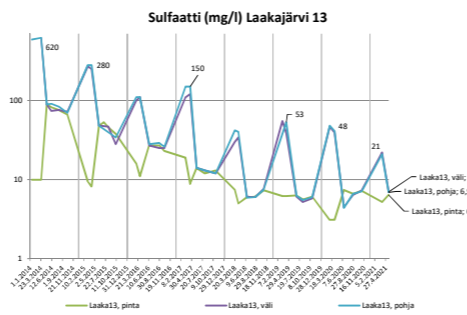
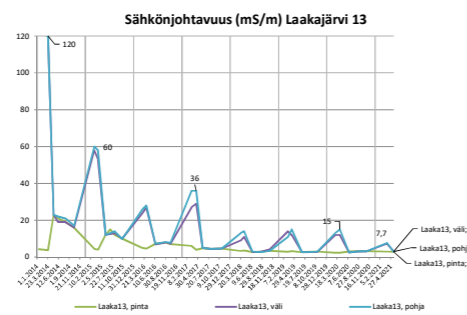
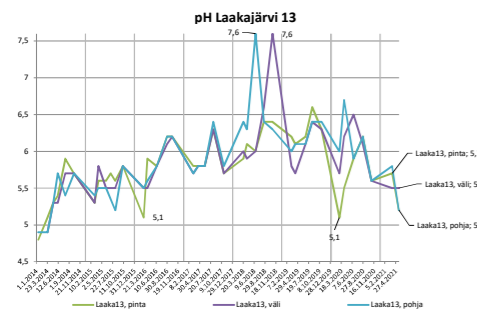
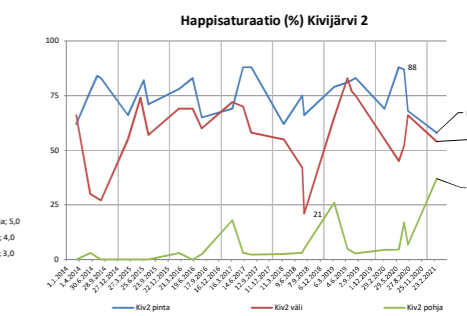
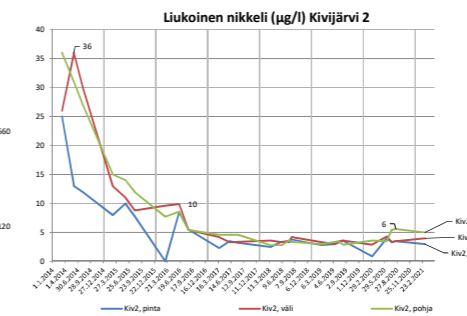
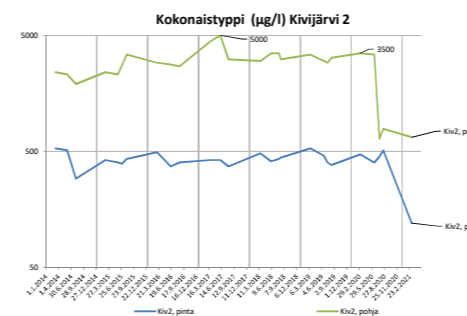
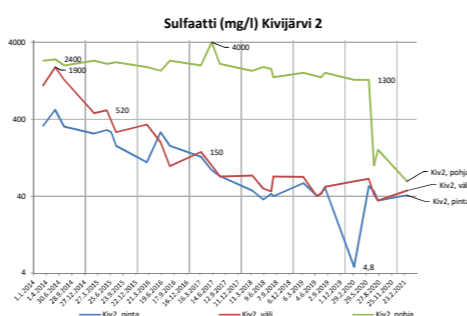
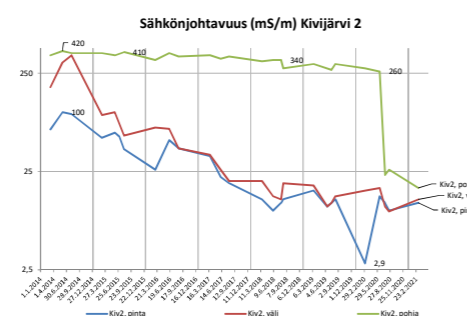
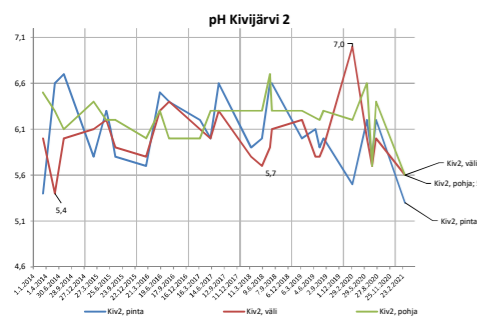
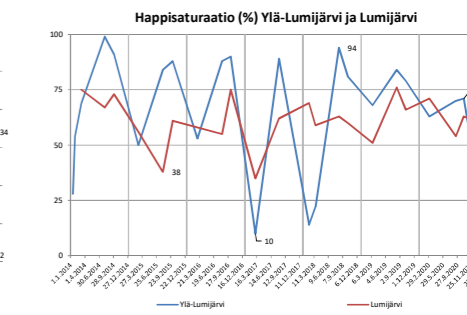
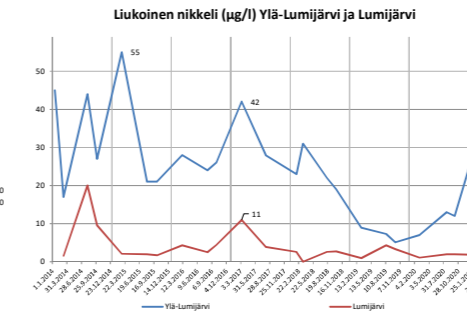
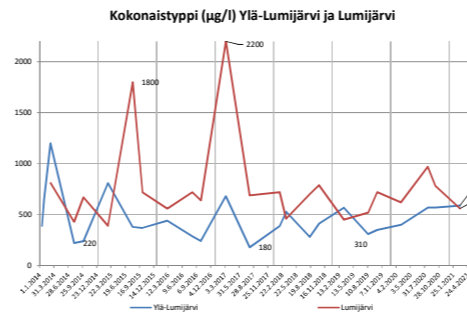
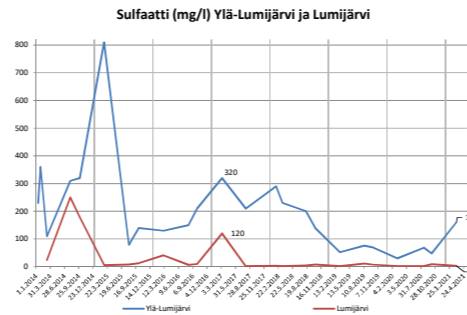
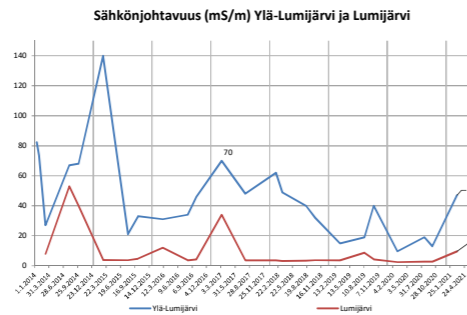
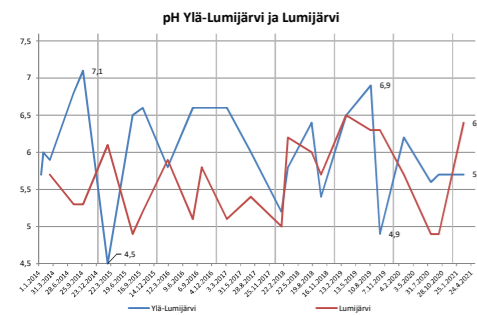
Liukoinen nikkeli (µg/l) Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet



Happisaturaatio (%) Iso-Savonjärvi, Hakonen ja Raatelammen tarkkailupisteet







LIITE 3
VESINÄYTTEIDEN TULOKSET

Käyttökäyt.	1	1	4,9	16	1,2	5,7	9,8	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Käyttökäyt.	18.7.2019	1	1	17,8	1,1	5,7	13	0,048	8,8	92	1,5	12	7	50	330	<4,0	<4,0	11	<2,4	2,3	200	190	<0,20	<0,20	10	<0,030	5,2	0,15	0,67	0,82	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31	
Käyttökäyt.	18.7.2019	1	1	17,8	1,1	5,7	13	0,048	8,8	92	1,5	12	7	50	330	<4,0	<4,0	11	<2,4	2,3	200	190	<0,20	<0,20	10	<0,030	5,2	0,15	0,67	0,82	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31	
Käyttökäyt.	18.7.2019	1	1	17,8	1,1	5,7	13	0,048	8,8	92	1,5	12	7	50	330	<4,0	<4,0	11	<2,4	2,3	200	190	<0,20	<0,20	10	<0,030	5,2	0,15	0,67	0,82	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31	
Käyttökäyt.	18.7.2019	1	1	17,8	1,1	5,7	13	0,048	8,8	92	1,5	12	7	50	330	<4,0	<4,0	11	<2,4	2,3	200	190	<0,20	<0,20	10	<0,030	5,2	0,15	0,67	0,82	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31	

Ötöpaikka	Näytteenotto paikka / pakka	Näytteenotto syvyys	Näkösyvyys	Maks. syvyys	Lämpötila	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happipitoisuus	Hapen %	Kinto-aine (GFC)	COD Mn	TOC	Sulfatti (SO4)	Typpi (N)	Ammonium tyyppi (NH4-N)	Nitratit tyyppi (NO3-N)	Fosfaattit tyyppi (PO4-P)	Kovus (Ca)	Alumiini (Al)	Alumiini (Al)	Antimoni (Sb)	Arseni (As)	Barium (Ba)	Kadmium (Cd)	Kalsium (Ca)	Koboltti (Co)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Lyijy (Pb)	Magnesium (Mg)	Mangani (Mn)	Natrium (Na)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Rikki (S)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)	Strontium (Sr)		
Korentoiki	6.3.2014	0,1	0,2	0,5	5,3	5,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Korentoiki	6.3.2014	0,1	0,2	0,5	5,3	5,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Korentoiki	6.3.2014	0,1	0,2	0,5	5,3	5,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Korentoiki	6.3.2014	0,1	0,2	0,5	5,3	5,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31

Ötöpaikka	Näytteenotto paikka / pakka	Näytteenotto syvyys	Näkösyvyys	Maks. syvyys	Lämpötila	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happipitoisuus	Hapen %	Kinto-aine (GFC)	COD Mn	TOC	Sulfatti (SO4)	Typpi (N)	Ammonium tyyppi (NH4-N)	Nitratit tyyppi (NO3-N)	Fosfaattit tyyppi (PO4-P)	Kovus (Ca)	Alumiini (Al)	Alumiini (Al)	Antimoni (Sb)	Arseni (As)	Barium (Ba)	Kadmium (Cd)	Kalsium (Ca)	Koboltti (Co)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Lyijy (Pb)	Magnesium (Mg)	Mangani (Mn)	Natrium (Na)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Rikki (S)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)	Strontium (Sr)		
Härkäluoto	15.1.2014	0,45	0,1	0,1	0,1	8,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Härkäluoto	15.1.2014	0,45	0,1	0,1	0,1	8,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Härkäluoto	15.1.2014	0,45	0,1	0,1	0,1	8,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Härkäluoto	15.1.2014	0,45	0,1	0,1	0,1	8,8	4,2	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31

Ötöpaikka	Näytteenotto paikka / pakka	Näytteenotto syvyys	Näkösyvyys	Maks. syvyys	Lämpötila	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happipitoisuus	Hapen %	Kinto-aine (GFC)	COD Mn	TOC	Sulfatti (SO4)	Typpi (N)	Ammonium tyyppi (NH4-N)	Nitratit tyyppi (NO3-N)	Fosfaattit tyyppi (PO4-P)	Kovus (Ca)	Alumiini (Al)	Alumiini (Al)	Antimoni (Sb)	Arseni (As)	Barium (Ba)	Kadmium (Cd)	Kalsium (Ca)	Koboltti (Co)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Lyijy (Pb)	Magnesium (Mg)	Mangani (Mn)	Natrium (Na)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Rikki (S)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)	Strontium (Sr)		
Kuusioiki	14.1.2014	0,55	0,2	0,2	0,2	6,8	3,6	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Kuusioiki	14.1.2014	0,55	0,2	0,2	0,2	6,8	3,6	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Kuusioiki	14.1.2014	0,55	0,2	0,2	0,2	6,8	3,6	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31
Kuusioiki	14.1.2014	0,55	0,2	0,2	0,2	6,8	3,6	0,027	9	91	2	20	17	35	360	8,8	9,7	11	<2,0	14	2,3	200	200	<0,20	<0,20	10	<0,030	3,7	0,28	<0,50	0,67	<0,10	2,6	430	8	5,7	790	500	11000	12	0,31

Table with columns for date, location, and various numerical values representing measurements or results. The table is organized in a grid with multiple columns for different categories.

Table with columns for 'Näytteenotto päivä/päivä', 'Näytteenotto ovyys', 'Näytteenotto maks. syyvyyt', 'Lämpötila', 'pH', 'Säähäjohtavuus', 'Alkaliteetti', 'Hapettavuus (O2)', 'Hapen piti.', 'Kinto-aine (GF/C)', 'COD Mn', 'TOC', 'Sulfatti (SO4)', 'Typpi (N)', 'Ammonium-typpi (NH4-N)', 'Nitritti-typpi (NO2-N)', 'Nitraatti-typpi (NO3-N)', 'Fosfori (P)', 'Fosfaatti-typpi (PO4-P)', 'Kovuus (Ca)', 'Alumiini (Al)', 'Alumiini (Al)', 'Antimoni (Sb)', 'Arseni (As)', 'Barium (Ba)', 'Kadmium (Cd)', 'Kalsium (Ca)', 'Koboltti (Co)', 'Kromi (Cr)', 'Kupari (Cu)', 'Lytly (Pb)', 'Magnesium (Mg)', 'Manganiini (Mn)', 'Natrium (Na)', 'Nikkel (Ni)', 'Rauta (Fe)', 'Rauta (Fe)', 'Rikki (S)', 'Sinkki (Zn)', 'Uraani (U)'. The table contains detailed chemical analysis data for various samples.

Ottopaikka	Näytteenotto päivä / pakka	Näytteenotto syvyys	Näkösyvyys	Maks. syvyys	Lämpötila	pH	Sähkönjohtavuus	Happipitoisuus (O ₂)	Hapen kyll.	Kiinto-ainetta (GFC)	COD Mn	COD Cr	TOC	DOC	Sulfatti (SO ₄)	Typpi (N)	Ammonium tyyppi (NH ₄ -N)	Nitraatti-nitriittityppi (NO ₃ -N/NO ₂ -N)	Fosfori (P), kok.	Fosfori (P)	Fosfaatti-fosfori (PO ₄ -P)	Klorofylli-a	Kovus (Ca)	Alumiini (Al)	Alumiini (Al), luk.	Arseni (As), luk.	Kadmium (Cd), luk.	Kalsium (Ca)	Kupari (Cu), luk.	Magnesium (Mg)	Mangani (Mn)	Natrium (Na)	Nikkel (Ni), luk.	Rauta (Fe)	Rikki (S)	Sinkki (Zn), luk.	Uraani (U), luk.	Strontium (Sr)
Ni 23-1, oohia	15.7.2019	7,3	1,7	8,3	15,2	6,3	5,3	9,1	9,1	2,7	12	9,6	9,3	6,5	390	4,6	8,8	16		0,095	83		0,26	+0,030	3,8	0,64	1,1	52	2,2	0,78	380	3100	2,6	+0,10	15			
Ni 23-1, oohia	27.8.2019	7,3	1,7	8,3	15,6	6,9	5,3	9,5	9,5	2,6	12	8,7	9,4	13	350	4,5	4,7	17		0,064	66		0,32	+0,030	2,5	0,67	0,96	56	1,6	0,93	350	2000	+0,10	+0,10	12			
Ni 23-1, oohia	8.10.2019	7,2	1,1	6,8	2,1	10,7	7,1	+0,0	12	9,5	9,1	82	420	11						0,28	77		0,25	+0,030	1,0	0,6	3,4	57	6	2,6	380	1700		+0,12	25			
Ni 23-1, oohia	10.3.2020	7	1,1	6,8	6,6	9,7	6,9	+0,0	13	17	17	26	370	10						0,19	140		0,25	+0,030	7,5	0,65	2,4	48	4,3	2,1	430	7800	3,7	+0,10	21			
Ni 23-1, oohia	8.6.2020	7	1,1	6,8	6,6	9,2	6,9	+0,0	15	11	11	32	420	16						0,28	130		0,25	+0,030	8,3	0,73	4,3	49	1,9	12000	8,8	+0,10	25					
Ni 23-1, oohia	13.7.2020	7	1,1	6,8	6,3	7	8,8	9,1	1,5	13	11	10	350	12						0,17	110		0,28	+0,030	6,9	0,63	1,4	43	2,7	1,3	320	5900	2	+0,10	19			
Ni 23-1, oohia	17.8.2020	7,5	1,7	6,1	1,7	6,1	6,1	1,7	10	10	10	16	10							0,38	100		0,38	+0,030	1,1	0,35	0,7	2	1,2	300	2900	3	+0,10	15				
Ni 23-1, oohia	20.10.2020	7,5	1,7	6,1	6,3	4	11	9,1	1,8	15	11	10	370	350						0,11	95		0,31	+0,030	4,5	0,93	1,1	68	1,7	1,2	390	2900	5,8	+0,10	15			
Ni 23-1, oohia	18.1.2021	7	0,3	6,3	4,5	13	88	+0,0	18	13	13	13	420	13						0,085	140		0,31	+0,030	3,4	0,79	1,3	22	2	2,7	540	3100	7,3	+0,10	14			
Ni 23-1, oohia	23.3.2021	6	0,5	6,4	7,4	11	75	+0,0	17	13	13	22	410	14						0,17	130		0,38	+0,030	6,7	0,71	1,8	25	2,4	2,9	530	6900	5,3	+0,10	18			

