

Pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailu

Neljännesvuosiraportti 4/2020 - Veden fysikaalisen, kemiallisen
ja hygieenisen laadun tarkkailu

Emil Nyman



Kaupunkiympäristön aineistoja 2021:3

Pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailu

Neljännesvuosiraportti 4/2020 – Veden fysikaalisen, kemiallisen ja
hygieenisen laadun tarkkailu

Emil Nyman

Kannen kuva | Emil Nyman
Julkaisija | Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala
ISBN | 978-952-331-886-1
ISSN | 2489-4257

Sisällys

1. Johdanto	4
2. Tarkkailualueen kuvaus	6
2.1. Helsinki-Porkkala vesimuodostuma.....	6
2.2. Porvoo-Helsinki vesimuodostuma	7
2.3. Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuma.....	7
2.4. Seurasaari vesimuodostuma	8
2.5. Kruunuvuorenselkä vesimuodostuma	9
2.6. Villinki vesimuodostuma	9
2.7. Sipoon saaristo vesimuodostuma.....	10
3. Tarkkailun tulokset	11
3.1. Helsinki-Porkkala vesimuodostuma.....	11
3.2. Porvoo-Helsinki vesimuodostuma	19
3.3. Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuma.....	26
3.4. Seurasaari vesimuodostuma	33
3.5. Kruunuvuorenselkä vesimuodostuma	40
3.6. Villinki vesimuodostuma	47
3.7. Sipoon saaristo vesimuodostuma.....	53
4. Pääkaupunkiseudun merialueen rehevöityneisyys	59
5. Yhteenveto.....	60
Lähdeluettelo.....	62
Liitteet	63

1. Johdanto

Helsingin kaupungin ympäristöpalveluiden ympäristöseuranta- ja -valvonta yksikkö koordinoi pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailuohjelman toteutusta. Seurannan kaikki näyteasetmat ja analyysit ovat esitetty pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailuohjelmassa. Yhteistarkkailuohjelma toimitetaan pyydettyäessä (emil.vahtera@hel.fi).

Veden laadun tulokset esitetään ryhmiteltynä vesienhoitolain (1299/2004) mukaisen vesimuodostumaluokituksen mukaan kahdeksaan vesimuodostumaan (kuva 1). Tätä alueluokittelua käytetään myös valtakunnallisessa pintavesien tilan arvioinnissa. Näistä vesimuodostumista kaksi (Helsinki-Porkkala ja Porvoo-Helsinki) kuuluvat pintavesityyppiin Suomenlahden ulkosaaristo ja loput kuusi pintavesityyppiin Suomenlahden sisäsaaristo. Kaikille vesimuodostumille ei sijoitu yhteistarkkailun piirissä olevia toimia (kuvaukset toiminnoista alla olevissa vesimuodostumia käsittelevissä kappaleissa).

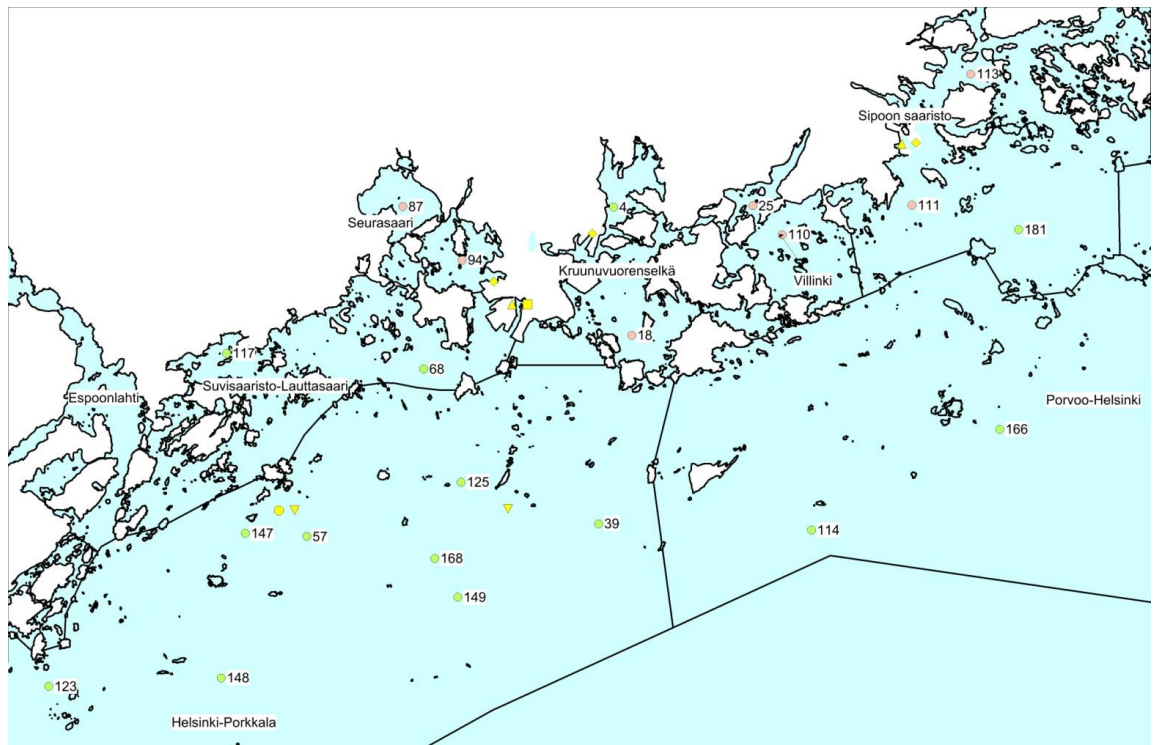
Tulokset esitetään kuvina, joissa esitetään aineiston viimeisen 20 vuoden kuukausikohtainen mediaani sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiit kaikille vesimuodostuman alueella oleville asemille, joita vasten kuluvan vuoden havaintoja verrataan. Havainnot jotka sijoittuvat 25. ja 75. persenttiin väliin tulkitaan tavanomaisiksi, 5. ja 25. sekä 75. ja 95. väliin poikkeavan matalina tai vastavasti korkeina ja alle 5. tai yli 95. hyvin poikkeavan matalina tai korkeina. Tarkempi tulosten analyysi esitetään joka toinen vuosi julkaistavassa kokoomaraportissa, viimeisin yhteenvetoraportti on julkaistu 2020 (Vahtera ym. 2020).

Tässä raportissa esitetään seurannan veden laadun tulokset ajanjaksolta 1.1.2020 - 31.12.2020. Ajanjaksolla on seurannan puitteissa mitattu veden fysikaalista, kemiallista, biologista ja hygieenistä tilaa yhteistarkkailun vuosittain seurattavilta asemilta. Vuoden 2020 ensimmäisen vuosineljänneksen aikana tarkkailualueella esiintyi useita verkostoylivuotoja Espoossa, yksi laitosohitus Suomenojalla sekä yksi Viikinmäen puhdistamon purkutunnelin ohitus. Toisen, kolmannen ja neljänneksen vuosineljänneksen aikana ei ilmoitettu verkostoylivuodoista jotka olisivat kohdistuneet yhteistarkkailualueeseen kuuluvaan merialueeseen.

Espoon verkostoylivuodoista suurin tapahtui helmikuun puolessa välissä (16.2. – 18.2.2020) ylivuodon määrä noin 6400 m³, kaikkien ylivuotojen arvioitu yhteismäärä noin 7900 m³) ja ylivuoto kohdistui Gräsanojaan ja sitä kautta Haukilahteen (Suvisaaristo – Lauttasaari vesimuodostuma). Ylivuodon johdosta käynnistettiin erillistarkkailu, jonka tulokset esitetään kappaleessa 3.3.

Suomenojan laitosohituksen osalta, Viipurinkiven purkutunneliin johdettiin esiselkeytettyä jätevettä noin 54 600 m³, poikkeustilanne kesto oli noin vajaa vuorokausi (18.2. – 19.2.2020). Laitosohitus johtui suuresta jätevesien tulovirtaamasta ja hetkellisestä puhdistuskapasiteetin ylityksestä. Laitosohituksen kesto oli niin lyhyt, että erillistarkkailua ei käynnistetty.

Viikinmäen puhdistamon purkutunnelin kapasiteetin ylityksen aikana osa puhdistetuista jätevesistä johdettiin Vanhankaupunginlahdelle Kyläsaaren varapurkureitin kautta. Purkutunnelin kapasiteetti ylittyi johtuen suurista puhdistamon tulovirtaamista, sekä korkeasta meriveden pinnasta. Vanhankaupunginlahdelle johdettiin yhteensä noin 174 000 m³ puhdistettuja jätevesiä. Varapurkureitin käytön johdosta alueella käynnistettiin erillistarkkailu mahdollisista vaikutuksista veden laatuun. Erillistarkkailun tulokset esitetään tässä raportissa kappaleessa 3.5.



Kuva 1. Vesienhoitolain mukainen rannikkovesimuodostumien luokittelu Helsingin ja Espoon edustalla (luokittelun mukainen muodostuman virallinen koodi ja pinta-ala su-luissa). Helsinki-Porkkala (2_Su_050, 400 km²), Porvoo-Helsinki (2_Su_040, 425 km²), Espoonlahti (2_Ss_030, 19 km²), Suvisaari-Lauttasaari (2_Ss_029, 48 km²), Seurasaari (2_Ss_028, 13 km²), Kruunuvuorenselkä (2_Ss_027, 25 km²), Villinki (2_Ss_026, 19 km²) ja Sipoon saaristo (2_Ss_025, 94 km²). Yhteistarkkailun näyteasemat (vihreät pallot), Helsingin kaupungin lähivesien tarkkailuohjelman näyteasemat (oranssit pallot) sekä yhteistarkkailun kuormitus-lähteet (keltaiset kärkikolmiot: jätevedenpuhdistamon purkupaikka, keltaiset pallot: meri-lauhdevesien purkupaikka, keltainen neliö: telakka).

2. Tarkkailualueen kuvaus

2.1. Helsinki-Porkkala vesimuodostuma

Helsinki-Porkkala vesimuodostumaan sijoittuvat yhteistarkkailun puitteissa tarkkailtavista toimista Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamojen purkualueet, Espoon teknisen keskuksen Rövargrundin läjitysalue sekä Fortum Power and Heat Oy:n merilauhdevesien purkualue (merilauhdevedet puretaan Suomenojan jätevedenpuhdistamon purkutunnelin kautta). Jätevesien johtaminen alueelle vaikuttaa pääosin veden ravinnepitoisuuksiin ja tätä kautta levien määrään ja rehevöitymiseen sekä veden hygieeniseen laatuun. Läjitystoiminta vaikuttaa veden paikalliseen sameuteen ja merilauhdevesien johtaminen veden lämpötilaan. Merilauhdevesien vaikutukset ovat hyvin pienet ja niiden vaikutusta ei seuranta-aineistosta pystytäkään havaitsemaan. Tarkempi vaikutusseuranta tehdään mallintamalla ja tulokset julkaistaan kahden vuoden välein julkaistavassa kokoomaraportissa.

Vesimuodostuman alueelle sijoittuu suurin osa yhteistarkkailun havaintoasemista (57, 123, 125, 147, 148, 149, 168), joista 57, 125 ja 147 ovat lähimpänä jätevesien purkualueita sekä 57 ja 147 merilauhdevesien purkualuetta (kuva 1). Asemat 57, 123 sekä 148 ovat lähimpänä vesimuodostuman alueella sijaitsevaa läjitys-aluetta. Espoon teknisen keskuksen Rövargrundin läjitysalue on kuitenkin niin kaukana jokavuotisista seuranta-asemista, että tuloksia ei suoraan käytetä läjitysalueen vaikutusten arviointiin, vaan taustoittamaan määrävuosin tehtäviä selvityksiä.

Talven ravinnepitoisuudet vaihtelevat vesimuodostuman pintavedessä tyypillisesti kokonaistypen osalta noin 390–470 $\mu\text{g l}^{-1}$ välillä. Pohjanläheisessä vedessä kokonaistypen pitoisuudet ovat hyvin samankaltaiset. Kokonaisfosforia pintavedessä on tavanomaisesti noin 36–45 $\mu\text{g l}^{-1}$ ja typpiravinteiden lailla pohjanläheisen veden pitoisuudet ovat pintaveden kaltaiset talvella.

Talvella typen osalta liukoisessa muodossa ravinteita on noin reilu kolmasosa, kun fosforin suhteen liukoisten ravinteiden osuus on noin 75 %. Liukoisten ravinteiden N:P -suhde on noin 5:1, mikä viittaa levien kasvun suureen fosforiravinteiden ylijäämään, eli typpiravinne on mitä todennäköisimmin levien kevätkukintaa rajoittava pääraavinne ulkosaaristossa, mikä on todettu myös mittauksin (Tamminen ja Andersen 2007, Vahtera ym. 2016). Keväällä ravinnepitoisuudet laskevat voimakkaasti ja tyypillisesti liukoiset ravinteet ovat ehtyneet toukokuulle tultaessa.

Veden pH ja hapen kyllästysaste kasvavat levätuotannon käynnistyessä ja kevätkukinnan biomassahuippu ajoittuu tyypillisesti huhtikuulle. Pintavesi on tyypillisesti lämpimimmillään elokuussa ja pohjanläheinen vesi lämpimimmillään taas syyskuussa. Liukoisten ravinteiden regeneraatio alkaa syyskuussa, kun levätuotanto tyypillisesti hiipuu. Kun liukoisten ravinteiden määrä lisääntyy pintavedessä, esiintyy alueella toisinaan levien syyskukintoja. Pohjanläheisen veden happipaine on suurimmillaan elokuussa.

Veden hygieeninen laatu, jota mitataan *E. coli* -bakteerien määränä, on tyypillisesti hyvä. Bakteeripitoisuuksien vaihdellessa tyypillisesti 1–20 mpn 100 ml⁻¹ välillä. Mutta koska alueella sijaitsee puhdistettujen jätevesien purkualueet, on veden hygieenisen laadun vaihtelu ajoittain suurta ja suuriakin *E. coli* -bakteerien määriä (> 100 mpn 100 ml⁻¹) saattaa esiintyä. Meriolosuhteissa veden hygieenisen laadun suhteen yksittäisen valvontanäytteen toimenpideraja *E. coli* -bakteerien suhteen on 500 mpn 100 ml⁻¹. Pintaveden sameus vaihtelee vuoden mittaan tyypillisesti noin 0.8 ja 2.3 NTU yksikön välillä.

2.2. Porvoo-Helsinki vesimuodostuma

Porvoo-Helsinki vesimuodostumaan ei sijoitu enää vuoden 2018 jälkeen yhteistarkkailun puitteissa tarkkailtavia toimia. Ennen vuotta 2018 alueella sijaitsevat Mustakuvun läjitysalue, jonka käyttö lakkautettiin vuoden 2018 loppuun mennessä. Alueella sijaitsee kaksi tarkkailuasemaa, 114 ja 166, mutta aseman 39 tuloksia käytetään myös tätä vesimuodostumaa tarkasteltaessa (kuva 1). Tulokset toimivat vertailupohjana Helsinki-Porkkala vesimuodostuman veden laadun muutoksille.

Veden talvenajan tyypilliset typpiravinteiden pitoisuudet ovat Helsinki-Porkkala vesimuodostuman vastaavia pitoisuuksia noin 10–20 µg l⁻¹ pienemmät, fosforiravinteiden pitoisuudet ovat samankaltaiset. Keväällä ravinnepitoisuudet laskevat voimakkaasti ja tyypillisesti liukoiset ravinteet ovat ehtyneet toukokuulle tultaessa.

Veden pH ja hapen kyllästysaste kasvavat levätuotannon käynnistyessä ja kevätkukinnan biomassahuippu ajoittuu tyypillisesti huhtikuulle. Veden hygieeninen laatu on Helsinki-Porkkala vesimuodostuman hygieenistä laatua parempi eikä *E. coli* -bakteereja tällä alueella juuri havaita.

Pintavesi on tyypillisesti lämpimimmillään elokuussa. Pohjanläheisen veden lämpöennätys on mitattu syyskuussa, mutta pohjanläheinen vesi on keskimäärin lämpimimmillään lokakuussa. Liukoisten ravinteiden regeneraatio alkaa syyskuussa, kun levätuotanto tyypillisesti hiipuu. Kun liukoisten ravinteiden määrä lisääntyy pintavedessä, esiintyy alueella toisinaan levien syyskukintoja.

Pohjanläheisen veden happivaje on suurimmillaan elokuussa ja yleensä matalin asemalla 166. Pohjanläheisen veden liukoisen fosfaatin pitoisuudet vaihtelevat suuresti loppukesästä, indikoiden ajoittain voimakasta sisäistä kuormitusta vesimuodostuman alueella. Veden kirkkaus on Helsinki-Porkkala vesimuodostumaa hieman suurempi, veden sameuden vaihdellen alueella vuoden mittaan noin 0.7–1.7 NTU -yksikön välillä, ollen pohjan läheisyydessä hieman sameampaa.

2.3. Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuma

Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostumaan sijoittuu tarkkailtavista toimista Helsinki Shipyard Oy:n telakka, joka sijaitsee Länsi-satamassa sekä useampi alue jonne on ennen johdettu puhdistettuja jätevesiä pienpuhdistamoista. Alueella sijaitsee myös Suomenojan puhdistamon virtaaman tasausslammikko, jonka läheisyydessä tarkkaillaan veden laatua mahdollisten ylivuotojen takia. Alueelle laskee Finnoonoja, jonka uoma kulkee virtaaman tasausslammikon viertä ennen kuin se laskee Nuottalahteen. Ojan mereen tuoma ravinnekuorma näkyy usein tarkkailuaseman 117 tuloksissa. Alueella sijaitsee kaksi tarkkailun havaintoasemaa, 68 ja 117 (kuva 1).

Alueen toiminnot (Suomenojan puhdistamon tasausslammikko) vaikuttavat pääosin alueen ravinnepitoisuuksiin ja rehevöitymiseen, sekä veden hygieeniseen laatuun. Helsinki Shipyard Oy:n telakan toimintaa tarkkaillaan pääosin määrävuosin toteutettavan haitta-aineiden levinneisyyden tarkkailun kautta.

Talven kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelevat vesimuodostuman pintavedessä tyypillisesti kokonaistypen osalta noin 500–1600 µg l⁻¹ välillä, mikä on samaa suurusluokkaa idässä olevan Villingin vesimuodostuman pitoisuuksien kanssa. Pohjanläheisessä vedessä kokonaistypen pitoisuudet ovat talvella pintakerrosta pienemmät, osoittaen maalta tulevan valuman leviävän jään alla ohuessa pintakerroksessa. Kokonaisfosforia pintavedessä on tavanomaisesti noin 34–57 µg l⁻¹. Poiketen typpiravinteista, pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet ovat pintaveden kaltaiset.

Typen osalta, liukoisessa muodossa ravinteita on noin reilu puolet, kun fosforin suhteen liukoisten ravinteiden osuus on noin kolmannes. Liukoisten ravinteiden N:P -suhde on noin 30:1, mikä viittaa levien kasvun suhteen typpiravinteiden ylijäämään, eli fosforiravinne, tai rannikon sameissa vesissä todennäköisemmin valon saatavuus, on tekijä mikä rajoittaa levien kevätukukinnan laajuutta vesimuodostuman alueella.

Ulkosaariston vesimuodostumien tapaan pintaveden ravinnepitoisuudet laskevat voimakkaasti keväällä, tosin liukoinen fosfori ehtyy tyypillisesti ennen tyyppiä lähempänä rannikkoa. Kevätukukinnan biomassahuippu ajoittuu myös tyypillisesti huhtikuulle. Pintaveden suolaisuus vaihtelee voimakkaasti tammikuulta huhtikuulle, ollen suhteellisen vakaa lopun vuotta.

Pinta- ja pohjanläheinen vesi alueella on tyypillisesti lämpimimmillään heinä- ja elokuussa. Loppukesän leväkukinnat ajoittuvat tyypillisesti elokuulle ja pohjanläheisen veden happivaje on suurimmillaan elokuussa. Sekä pinta että pohjanläheinen vesi voi ajoittain olla hieman sameaa, silmin havaittavan selvän samentumisen raja (~10 NTU) ylittyy vain ajoittain.

Veden hygieeninen laatu vaihtelee talvella paljon, johtuen maalta tulevasta valumasta. Tyypillisesti *E. coli* -bakteerien määrät vaihtelevat noin 0-400 mpn 100 ml⁻¹ välillä. Loppuvuodesta vaihtelu on pienempää (noin 0-20 mpn 100 ml⁻¹).

2.4. Seurasaari vesimuodostuma

Seurasaaren vesimuodostumassa johon kuulu Seurasaarenselkä ja Laajalahti sijaitsee Helen Oy:n Salmisaaren voimalan lauhdevesien purkualue Lapinlahdella. Alueelle on myös ajan saatossa laskettu puhdistettuja jätevesiä pienpuhdistamoista. Varsinkin Laajalahti on vielä hyvin rehevöitynyt. Aluetta kuormittavat useammat purot sekä ajoittaiset kantakaupungin sekaviemäroidyn alueen ylivuodot, jotka kohdistuvat mallinnustulosten mukaan pääosin Taivallahteen (Rimpiläinen 2019). Alueella sijaitsee kolme tarkkailun havaintoasemaa, 87 Laajalahdella, 94 Seurasaarenselällä ja 191 Humalahdella. Alueen veden vaihtuvuus on suhteellisen heikko johtuen laajoista pengerryksistä etenkin Lauttasaaren länsipuolella, tämä vaikuttaa alueen veden laatuun heikentävästi.

Pintaveden lämpötila vesimuodostuman alueella vaihtelee talvella tyypillisesti noin -0.1 ja 0.6 °C välillä, pohjanläheisen veden ollessa hieman lämpimämpää (0.1 – 1.0 °C). Keväällä veden lämpötila kasvaa nopeasti kesäkuun noin 16 °C:een. Sekä pinta- että pohjanläheinen vesi on lämpimimmillään heinä- ja elokuussa. Veden suolaisuus vaihtelee tyypillisesti eniten huhti- ja touku-kuussa, vaihtelun tasaantuessa loppuvuodeksi noin 4.8-5.5 PSU:n välille.

Typpiravinteiden kokonaismäärät pintavedessä vaihtelevat talvella tyypillisesti välillä 520–1450 µg l⁻¹ ja fosforiravinteiden kokonaismäärät vastaavasti välillä 31–47 µg l⁻¹. Pohjanläheisessä vedessä kokonaistypen pitoisuudet ovat talvella pintakerrosta pienemmät, osoittaen maalta tulevan valuman leviävän jään alla ohuessa pintakerroksessa. Kokonaisfosforin pitoisuudet ovat pohjanläheisessä vedessä pintaveden kaltaiset.

Talvella typpiravinteista noin puolet ovat liukoisessa muodossa, fosforiravinteista liukoisena on noin kolmasosa. Liukoista tyyppiä on saatavilla levien tarpeeseen nähden suhteellisen paljon, liukoisen typen ja fosforin suhde on noin 40:1, mikä viittaa fosforiravinteiden tai sameissa vesissä valon saatavuuteen levien kasvua rajoittavina tekijöinä keväällä. Keväällä fosforiravinne ehtyy tyypillisesti ennen typpiravinteita. Kevätukukinnan biomassahuippu ajoittuu huhtikuulle mutta ei ole enää niin erottuva vuodenaikaisrytmikissä kuin ulompien vesimuodostumien alueella.

Alueella esiintyy ajoittain voimakkaita leväkukintoja, etenkin elokuun aikana, jolloin vesi myös on sameimmillaan. Pohjanläheisen veden happivaje on suurimmillaan elokuussa, jolloin alueella myös ajoittain esiintyy fosforin sisäistä kuormitusta. Sisäinen kuormitus on pääosin ongelma Laajalahdella. Seurasaarenselällä pohjanläheisen veden ravinnepitoisuuksiin vaikuttaa etelästä työntyvä välisaariston pohjanläheisen veden laatu.

2.5. Kruunuvuorenselkä vesimuodostuma

Kruunuvuorenselän vesimuodostumaan kuuluu Kruunuvuorenselkä ja Vanhankaupunginlahti. Alue vastaanottaa tarkkailualueen suurimmat makean veden-, ravinne- ja kiintoainekuormat vuositain, joka näkyy suurena vaihteluna tuloksissa. Alueelle sijoittuu Viikinmäen jätevedenpuhdistamon puhdistettujen jätevesien varapurkureittejä, sekä Helen Oy:n Hanasaaren voimalaitoksen ja Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen lauhdevesien purkualue. Alueelle kohdistuu myös kantakaupungin sekaviemäröidyn alueen suurimmat toistuvat ylivuodot. Ylivuodot purkautuvat pääosin Etelä-sataman satama-altaaseen (Rimpiläinen 2019). Alueella sijaitsee kolme tarkkailun havaintoasemaa: 4 Vanhankaupunginlahdella, 18 Kruunuvuorenselällä ja 188 Kaisaniemenlahdella. Merilauhdevedet puretaan Sörnäisten satama-altaaseen jonka välittömässä läheisyydessä ei ole havaintoasemaa.

Alueen veden laadulle on tyypillistä hyvin suuri vaihtelu, etenkin veden suolaisuuden ja ravinnepitoisuuksien suhteen. Ravinnepitoisuudet ovat korkeita ja alue on ainoa, jolla usein kesälläkin tavataan mitattavia liukoisen typen pitoisuuksia. Lämpötila kehittyy samankaltaisesti muiden suojaisten alueiden kanssa, vaihdellen talvella 0 ja 1 °C välillä ja kasvaen voimakkaasti keväällä. Kesäkuussa pintaveden lämpötila on tyypillisesti noin 16 °C. Veden hygieeninen laatu on muuta pääkaupunkiseudun merialuetta selvästi heikompi. Alueella ei esiinny tyypillistä Kevätkukinnan biomassahuippua, a-klorofyllipitoisuuksien ollessa korkeita aina huhtikuulta syyskuulle saakka. Alueella esiintyy voimakasta hapen ylikyllästystä pintavedessä mutta myös huomattavaa happivajetta pohjanläheisessä vedessä. Vesi on tyypillisesti hyvin sameaa.

2.6. Villinki vesimuodostuma

Villingin vesimuodostuma on suhteellisen pieni ja siihen kuuluu Vartiokylänlahti, Kallahdenselkä ja Villasaarenselkä. Alueelle on ennen johdettu puhdistettuja jätevesiä ja se sijaitsee Vuosaaren sataman läheisyydessä, jossa on sekä voimala- että satamatoimintaa. Alueella sijaitsee tarkkailun havaintoasemat 25 ja 110.

Vesimuodostuman ravinnepitoisuudet muistuttavat muita Suomenlahden sisäsaariston rannikko-vesityyppiin kuuluvien vesimuodostumien ravinnepitoisuuksia. Kokonaistypen pitoisuudet talvella vaihtelevat tyypillisesti noin 600-1200 µg/l välillä ja kokonaisfosforin pitoisuudet vastaavasti 35-60 µg/l välillä. Liukoisten ravinteiden suhteet muistuttavat muita vastaavia vesimuodostumia, joskin liukoista typpeä on talvella vedessä hieman läntisiä vastaavia alueita vähemmän, mutta fosforiravinne ehtyy muiden samankaltaisten vesimuodostumien tapaan ennen typpiravinteita.

Pintaveden sameus on samalla tasolla Seurasaaren vesimuodostuman kanssa, hieman kirkkaampaa verrattuna Suvisaari-Lauttasaari vesimuodostuman talvenajan pintaveteen. Kevätkukinnan biomassahuippu ajoittuu huhtikuulle. Alueella on ajoittain havaittu talvella voimakkaita jäänalaisia leväkukintoja ja loppukesän leväkukinnot ajoittuvat tyypillisesti elokuulle. Pinta- ja pohjanläheisen veden lämpötila on korkeimmillaan heinä- elokuussa. Happivaje on suurimmil-

laan elokuussa ja alueella esiintyy oletettavasti ajoittain sisäistä fosforin kuormitusta syvänealueilla, pohjanläheisen veden liukoisen fosforin pitoisuuden vaihdellessa elokuussa noin 6-18 µg/l välillä.

2.7. Sipoon saaristo vesimuodostuma

Sipoon saariston vesimuodostumassa on tarkkailtavista toimista Vuosaaren satama, jossa on Helen Oy:n voimalatoimintaa. Alueella sijaitsee kolme tarkkailun havaintoasemaa, 111 Vuosaaren satamasta suoraan etelään, 113 joka sijaitsee satamasta koilliseen, sekä 181 sataman syväväylän läheisyydessä, Musta Hevonen saaren itäpuolella. Voimaloiden merilauhdevedet johdetaan Vuosaaren sataman satama-altaaseen eikä satama-altaan välittömässä läheisyydessä ole havaintoasemia.

Vesimuodostuman alueen pintaveden lämpötila vaihtelee talvella tyypillisesti noin -0.1 ja 1.0 °C välillä, pohjanläheisen veden ollessa saman lämpöistä. Pintaveden lämpötila kasvaa keväällä voimakkaasti, jäädessä kuitenkin kesäkuussa viileämmäksi kuin sisempien vesimuodostumien alueella, ollen tyypillisesti noin 12 °C. Veden maksimilämpötila tavataan heinä- elokuussa, jolloin pintaveden lämpötila vaihtelee tyypillisesti noin 16-19 °C välillä.

Alue on ravinnepitoisuuksiltaan ulkosaariston ja sisäsaariston tyypillisten pitoisuuksien välissä. Kokonaisravinteissa on historian saatossa esiintynyt voimakasta vaihtelua, etenkin keväällä, mikä johtunee voimakkaasti vaihtelevasta kevätukinnan intensiteetistä ja maalta tulevasta valumasta. Alueella esiintyy fosforin sisäistä kuormitusta ja pohjanläheisen veden happivajetta esiintyy ajoittain jo heinäkuussa, mutta myös elokuussa.

3. Tarkkailun tulokset

3.1. Helsinki-Porkkala vesimuodostuma

3.1.1. Ensimmäinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemilta (39, 57, 125, 147) haettiin näytteet maaliskuussa Suomenlinnan merivartioston aluksella. Pintaveden osalta merkittävimmät poikkeamat havainnoissa ovat korkea pintaveden lämpötila ja suolaisuus (kuva 2). Korkea suolaisuus viittaa vähäiseen jokivaluman vaikutukseen alueella, vaikka jokivaluma olikin ollut alkuvuodesta suhteellisen suurta¹. Ravinnepitoisuudet olivat pääosin tavanomaisella tasolla, mutta pintaveden sameus oli tavanomaista suurempi. Pintaveden lämpötila talvikuukausina oli Helsingin edustalla ennätyskorkea verrattuna viimeisen neljän vuoden mittausaineistoon (liite 1).

Myös pohjanläheisen veden lämpötila oli tavanomaista korkeampi, mutta suolaisuus oli tavanomaisella tasolla (kuva 3). Pohjanläheisen veden sameus oli tavanomaista korkeampi, ravinnepitoisuuksien ollessa tavanomaisella tasolla. Samea vesi alueella on saattanut johtua tehokkaasta veden pystysuuntaisesta sekoittumisesta, jota ylläpiti suhteellisen lämmin ja tuulinen sää. Tammikuu 2020 oli tuulitilastoissa myrskyisin tammikuu vuodesta 1994 lähtien, kahdeksalla myrskypäivällä². Asemalla 147 havaittiin tavanomaista alhaisempi pohjanläheisen veden happipitoisuus, alueella havaittiin myös vuonna 2019 maaliskuussa poikkeuksellisen alhainen happipitoisuus. Nämä tulokset voivat viitata alueella esiintyvään voimakkaaseen sedimentin hapenkulutukseen myös talvella.

3.1.2. Toinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemilta haettiin näytteitä huhtikuussa, toukokuussa, aivan kesäkuun alussa ja kesäkuun lopussa.

Huhti- ja toukokuun pintaveden lämpötila olivat tavanomaisella tasolla. Pintaveden lämpötila kasvoi kuitenkin voimakkaasti huhtikuulta kesäkuulle, ollen poikkeuksellisen lämmintä kesäkuun lopulla (kuva 2). Vuoden 2020 kesäkuun pintalämpötilat olivat ennätyskorkeita, verrattuna viimeisten neljän vuoden mittausaineistoon (liite 1). Pintaveden suolaisuus laski kasvavan pintaveden lämpötilan kanssa huhtikuulta kesäkuulle, ollen poikkeuksellisen korkea huhtikuussa ja poikkeuksellisen alhainen kesäkuussa (kuva 2). Avomeren veden laadun vaikutus Helsinki-Porkkala vesimuodostuman veden laatuun on ollut voimakasta huhtikuussa.

Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat huhtikuussa alueella tavanomaiset (kuva 2). Toukokuussa pintaveden kokonais- ja liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat koholla. Toisen vuosineljänneksen aikana suurimmat pintaveden laadun poikkeamat ravinteiden osalta havaittiin kesäkuun lopulla (kuva 2). Kokonaistypen pitoisuudet olivat poikkeuksellisen suuret Katajaluodon (125) ja Kytön väylän seurana-asevilla (57), myös liukoisen typen pitoisuudet olivat tavanomaista suuremmat näillä asemilla kesäkuun lopulla. Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat poikkeuksellisen

¹ <http://wwwi2.vmparisto.fi/i/2/21/q2101710v/wqfi.html#qin> 17.4.2020

² <https://www.ilmatieteentaitos.fi/tuulitilastot> 17.4.2020

suuret melkein kaikilla seuranta-asetilla kesäkuun lopulla, liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat poikkeuksellisen suuret Knaperskärin (147) sekä Kytön väylän (57) asemilla.

Vantaanjoen virtaama oli ajanjaksolla suhteellisen pientä, joten pintaveden suolaisuuden lasku johtunee Suomenlahden tyypillisen jokisuistomaisten virtaamakenttien voimistumisesta kesäkuussa. Kesäkuussa Suomen yllä oli pysyvä korkeapaineen alue, jonka myötä tuulet puhalsivat pääosin koillisen ja idän suunnalta (liite 2). Idän suunnalta puhaltavat tuulet voimistavat Suomenlahden tyypillistä jokisuistomaista veden kiertoa, työntämällä makeampaa vettä idästä pintaa pitkin ulos Suomenlahdelta. Tämä aiheuttaa kompensatiovirtauksen syvemmällä, mikä aiheuttaa suolaisemman veden voimakkaamman pohjavirtauksen sisään Suomenlahdelle (liite 2). Ilmiö voimistaa suolaisuuden pystysuuntaisten erojen aiheuttamaa kerrostuneisuutta kasvattaen pohjanläheisen veden suolaisuutta samaan aikaan pintaveden suolaisuuden laskiessa. Samalla ilmiö voimistaa Suomenlahden itä-länsisuuntaista suolaisuusgradienttia (Elken ym. 2003, Liblik ja Lips 2017).

Jokisuistomaisen veden kierron voimistumisen johdosta korkeat ravinnepitoisuudet kesäkuussa ovat voineet johtua rannikon myötä pintavedessä idän suunnalta kulkeutuneista ravinteista, mutta myös paikallisista lähteistä peräisin olevista ravinteista jotka voimakkaamman veden pystysuuntaisen kerrostumisen myötä eivät sekoitu niin suureen vesitilavuuteen ja ovat täten helpommin havaittavissa pintavedessä.

Pintaveden sameus oli toisen vuosineljänneksen aikana tyypillinen tai sitä pienempi, lukuun ottamatta kesäkuun loppua, jolloin pintaveden sameus oli tavanomaista suurempaa (kuva 2). Suuri pintaveden sameus on johtunut suurista levämääristä kesäkuun puolessavälissä ja loppupuolella, jolloin a-klorofyllin pitoisuudet olivat paikoittain poikkeuksellisen suuret (kuva 2). Kesäkuussa levämäärät ovat yleensä tyypillisesti pienimmillään. Kesäkuun lopulla mitattiin myös tavanomaista suurempia pH-arvoja ja voimakkaampaa pintaveden hapen ylikyllästystä, mikä viittaa suureen levätuotantoon alueella. Knaperskärin asemalla (147) mitattiin kesäkuun lopulla myös poikkeuksellisen matala hapen kyllästysasteen taso, mikä saattaa johtua alueelle johdettavista puhdistetuista jätevesistä. Veden hygieeninen laatu oli ajoittain heikentynyt alueen eri asemilla, joskin raja-arvoja ei ylitetty (kuva 2).

Pohjanläheisen veden lämpötila oli toisen vuosineljänneksen aikana pääosin tavanomaista korkeampi tai poikkeuksellisen korkea (kuva 3). Suolaisuus laski ajanjaksolla pintaveden suolaisuuden tapaan, lukuun ottamatta tarkkailualueen syvintä asemaa (Berggrund 148) jossa pohjanläheisen veden suolaisuus kasvoi voimakkaasti kesäkuun lopussa (kuva 3), viitaten yllä mainitun jokisuistomaisen veden kierron voimistumiseen ja suolaisemman veden työntymiseen pohjaa pitkin Suomenlahdelle varsinaisen Itämeren pääaltaan syvänteistä. Pohjanläheisen veden suolaisuuden hajonta oli pintaveden suolaisuutta suurempaa, viitaten varsinaisen Itämeren suolaisten syvännevesien vaikutukseen vesimuodostuman matalammillakin seuranta-asetilla.

Pohjanläheisen veden ravinnepitoisuudet olivat tavanomaisella tai sitä matalammalla tasolla huhtikuussa (kuva 3). Kokonaisravinteiden pitoisuudet kasvoivat toukokuussa, mahdollisesti johtuen kevätukinnan vajoamisesta syvempään veteen. Liukoiset ravinteet olivat pääosin vielä tavanomaista matalammalla tasolla toukokuussa (kuva 3). Toukokuussa ravinnepitoisuudet kasvoivat pohjanläheisessä vedessä (kuva 3) alueelle työntyneen suolaisemman Itämeren pääaltaan syvännevesien johdosta.

Veden sameus pohjanläheisessä kerroksessa oli tuntemattomasta syystä poikkeuksellisen suuri Katajaluodon asemalla (125) toukokuussa. Pohjanläheisen veden happipitoisuus laski myös ajankohtaan nähden poikkeuksellisen matalaksi Knaperskärin (147) ja Kytön väylän (57) asemilla (kuva 3), Suomenojan puhdistamon purkutunnelin lähistöllä. Alueen pohjien on todettu

viime vuosina kärsineen vähähappisuudesta ja pohjaeläinyhteisöt ovat muuta ympäröivää aluetta huomommassa kunnossa (Vahtera ym. 2018).

3.1.3. Kolmas vuosineljännes

Poikkeuksellisen lämpimän kesäkuun jälkeen, pintaveden lämpötilat olivat laskeneet tavanomaiselle tai sitä alhaisemmalle tasolle heinäkuun loppuun mennessä (kuva 2 ja liite 1). Elokuun lopulla pintalämpötila oli tavanomainen ja syyskuussa tavanomainen tai sitä hieman alhaisempi. Pintaveden suolaisuus kolmannen vuosineljänneksen aikana oli tavanomainen tai hieman sitä korkeampi (kuva 2).

Kokonaisravinteiden pitoisuudet laskivat kesäkuun lopun poikkeuksellisen korkeista pitoisuuksista tavanomaiselle tasolle, etenkin kokonaistypen osalta. Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat hieman tavanomaista suuremmat syyskuun lopulla. Liukoisten ravinteiden pitoisuudet pintavedessä olivat pääosin tavanomaista hieman suuremmat, liukoisen fosfaatin osalta ajoittain jopa poikkeuksellisen suuret, etenkin syyskuussa.

Pintaveden sameus, pH ja hapen kyllästysaste olivat tavanomaisella tai sitä hieman alhaisemmalla tasolla kolmannen vuosineljänneksen aikana. Knaperskärin asemalla (147) havaittiin kesäkuun tapaan poikkeuksellisen alhainen hapen kyllästysaste pintavedessä elokuun lopulla. Vastaava alhainen hapen kyllästysaste havaittiin syyskuun lopulla Kytön asemalla (57). Molemmat asemat ovat Suomenojan puhdistamon purkutunnelin vaikutusalueella ja poikkeuksellisen alhaiset hapen kyllästysasteet pintavedessä ovat todennäköisesti johtuneet puhdistettujen jätevesien kuormituksesta. Alueella ei havaittu merkittäviä leväkukintoja loppukesästä ja a-klorofyllin pitoisuudet olivatkin pääosin tavanomaisella tasolla. Veden hygieeninen laatu oli tavanomainen tai sitä hieman heikompi.

Pohjanläheisen veden lämpötila ja suolaisuus olivat pääosin tavanomaisella tasolla kolmannen vuosineljänneksen aikana (kuva 3). Kokonaistypen pitoisuudet olivat tavanomaiset ja kokonaisfosforin pitoisuudet tavanomaiset tai sitä hieman suuremmat joillakin asemilla syyskuussa. Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat tavanomaiset tai hieman sitä suuremmat, etenkin liukoisen fosfaatin osalta (kuva 3).

Pohjanläheisen veden sameus ja pH olivat pääosin tavanomaisella tasolla. Pohjanläheisen veden hygieeninen laatu oli tavanomaista hieman heikompi. *E. coli* –bakteerien pitoisuudet olivat kuitenkin suhteessa toimenpiderajoihin hyvin matalat. Hapen pitoisuus oli pääosin tavanomaisella tasolla, lukuun ottamatta elokuun loppua, jolloin asemien 123 ja 147 pohjanläheisen hapen pitoisuus oli tavanomaista pienempi ja aseman 57 pohjanläheisen veden hapen pitoisuus oli poikkeuksellisen matala (kuva 3).

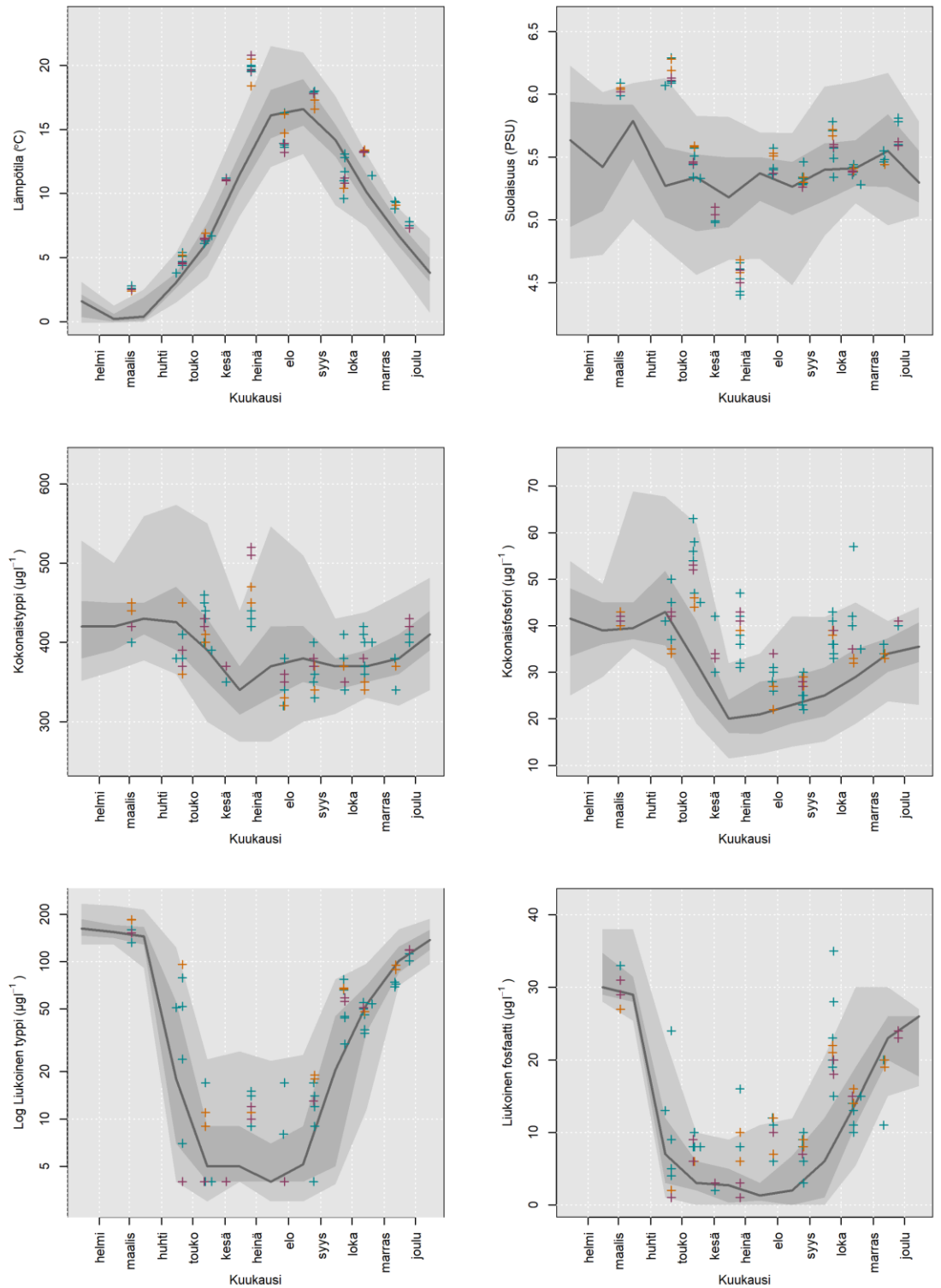
3.1.4. Neljäs vuosineljännes

Pintaveden lämpötila oli vuoden 2020 viimeisen vuosineljänneksen aikana tavanomaista korkeampi, suolaisuuden ollessa tavanomainen tai sitä hieman suurempi (marraskuun lopulla) (kuva 2). Kokonais- ja liukoisen typen pitoisuudet vaihtelivat tavanomaisen tai sitä hieman suurempien tai pienempien pitoisuuksien välillä. Kokonaisfosforin pitoisuus oli paikoitellen tavanomaista suurempi tai poikkeuksellisen suuri, syyskuun tapaan, laskien hieman marraskuun alkuun. Liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä pienemmät, marraskuun alussa paikoittain jopa poikkeuksellisen pienet (kuva 2).

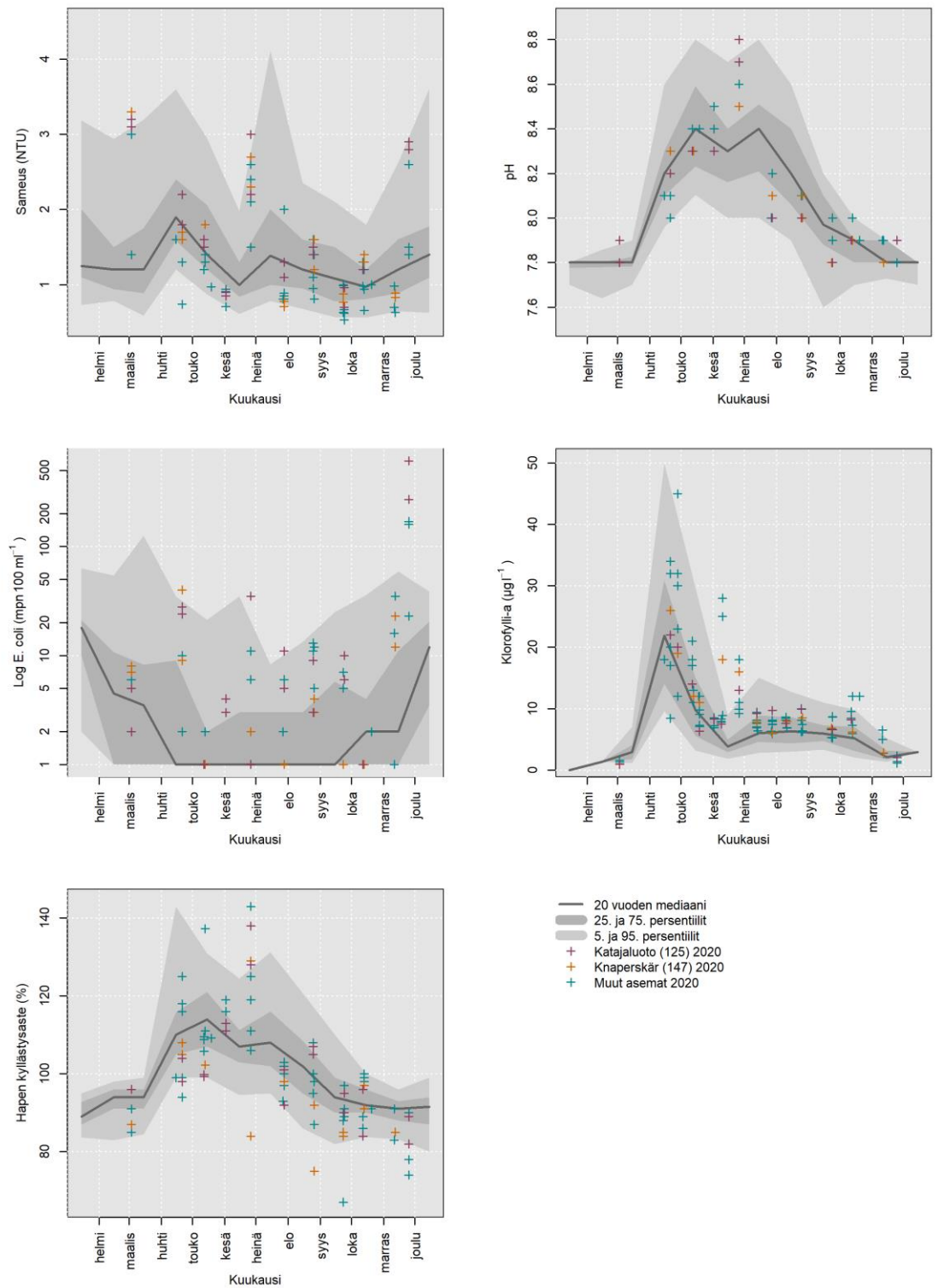
Pintaveden sameus vaihteli vuosineljänneksen alussa pääosin tavanomaisella tasollaan, ollen tavanomaista hieman matalampi marraskuun alussa ja tavanomaista suurempi marraskuun lopussa. Marraskuun lopun samea vesi Katajaluodon ympäristössä havaittiin samaan aikaan suurten *E. coli* –bakteerien pitoisuuksien sekä poikkeuksellisen matalan hapen kyllästysasteen kanssa, viitaten puhdistettuihin jätevesien vaikutukseen alueella (kuva 2). Levämäärä (mitattuna a-klorofyllin pitoisuutena) oli lokakuussa paikoitellen poikkeuksellisen suuri (kuva 2), selittäen todennäköisesti osin myös lokakuun korkeat kokonaisfosforin pitoisuudet.

Pohjanläheisen veden lämpötila oli pintaveden tapaan tavanomaista korkeampi (kuva 3). Suolaisuus vaihteli lokakuussa alueella, ollen alueen syvimmällä asemalla (148) poikkeuksellisen suuri ja tavanomainen tai sitä hieman matalampi muilla asemilla. Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat pääosin tavanomaiset, alueen syvimmän aseman (148) poikkeuksellisen suurta kokonaisfosforin pitoisuutta lukuun ottamatta (kuva 3). Myös liukoisen fosfaatin pitoisuus oli tällä asemalla poikkeuksellisen suuri, viitaten Suomenlahden syvänealueilta työntyvän ravinteikkaan ja suolaisen veden vaikutuksiin tarkkailualueen syvimpien alueiden pohjanläheisen veden laatuun.

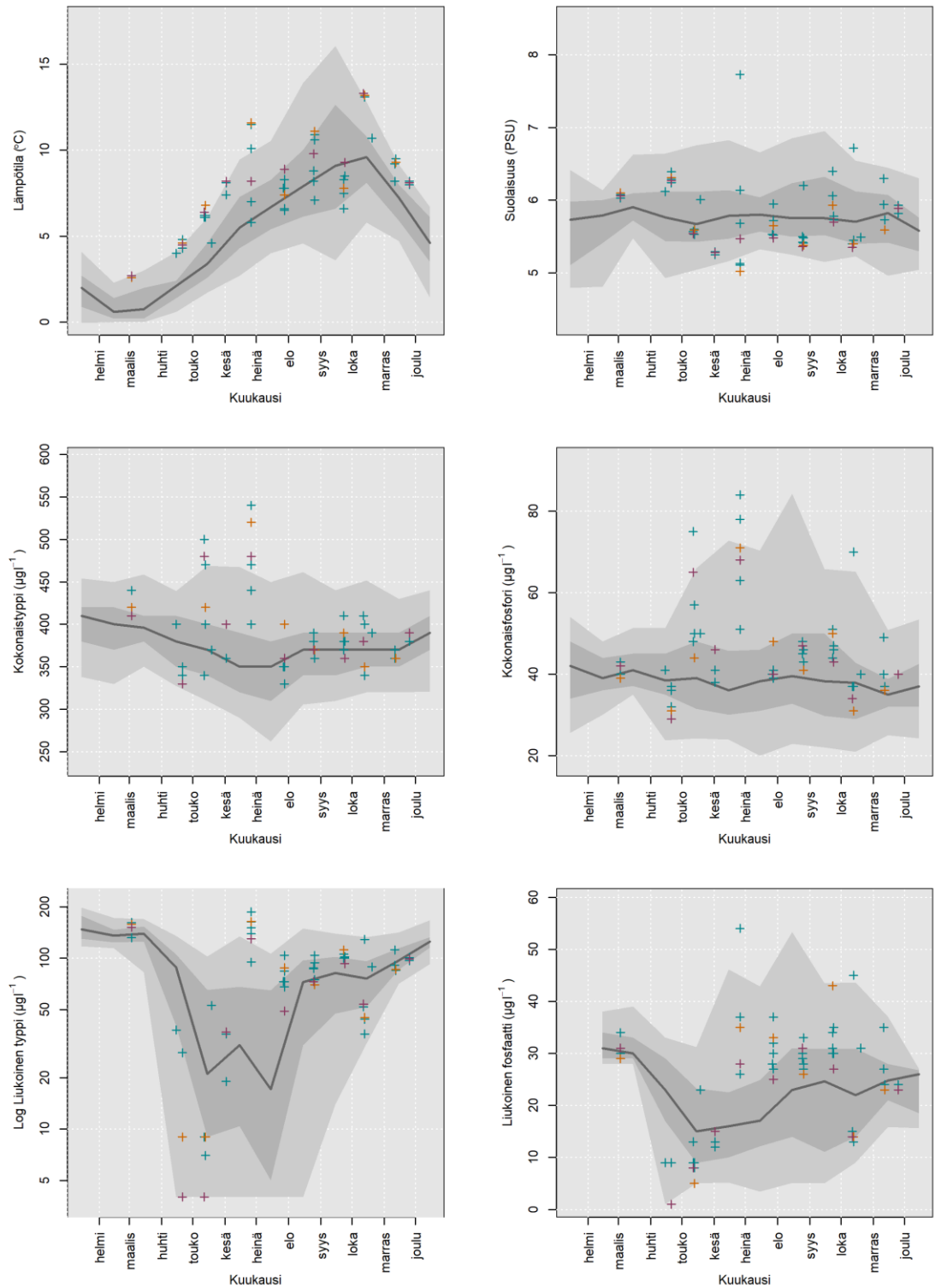
Vuoden 2020 neljännen vuosineljänneksen aikana alueen pohjanläheisen veden sameus oli pääosin tavanomaisella tasolla, veden pH:n kanssa. Pohjanläheisen veden *E. coli* –bakteerien pitoisuudet olivat koholla etenkin marraskuun lopulla Katajaluodon purkutunnelin lähistöllä (kuva 3). Pohjanläheisen veden happipitoisuus oli tavanomaista hieman matalampi, ollen lokakuussa paikoitellen (asema 148) alueen vertailuaineistoon nähden poikkeuksellisen matala.



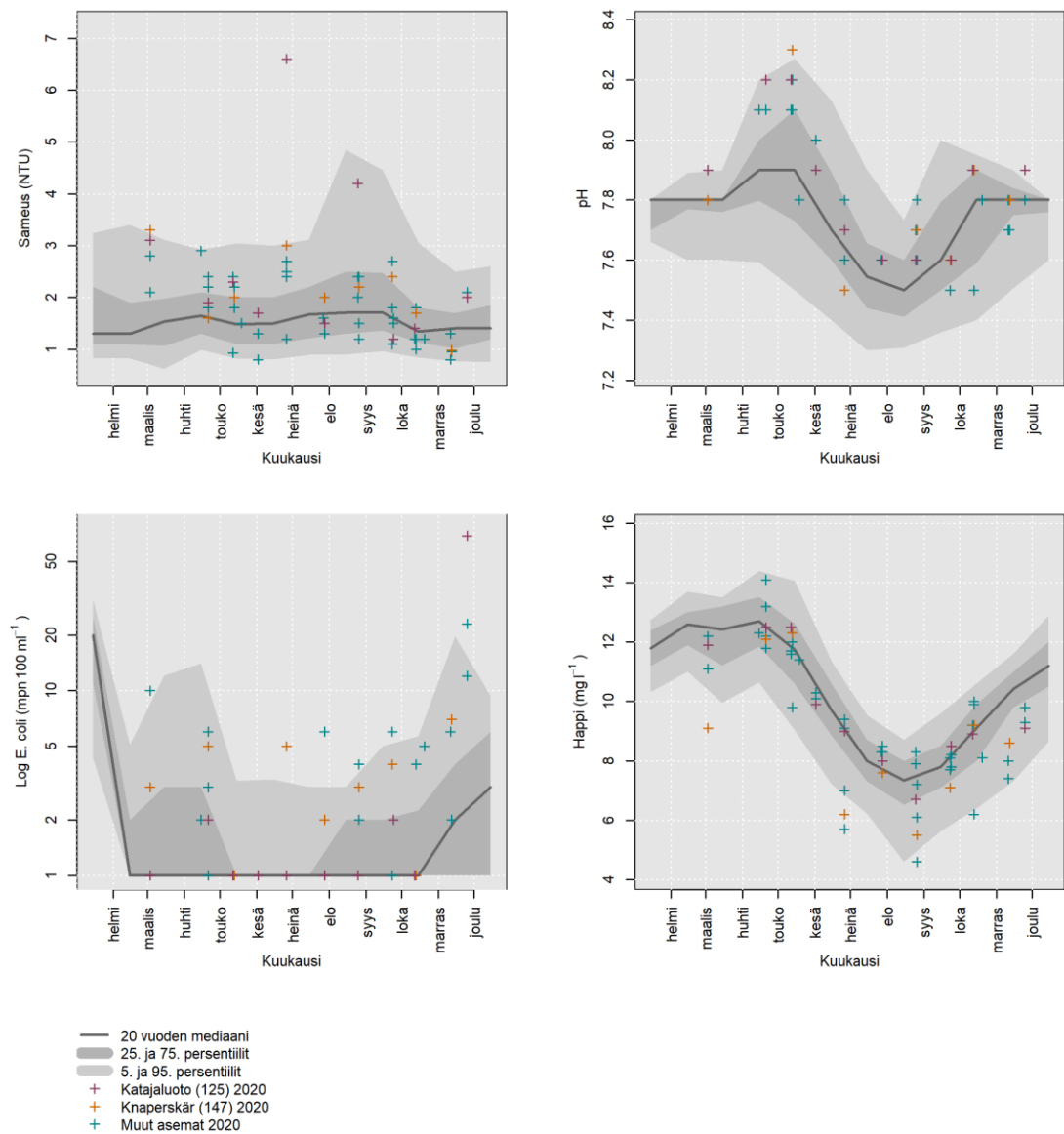
Kuva 2. Helsinki-Porkkala -vesimuodostuman pintaveden (0-5 m) havaintojen kuukausi-kohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persentiilit ja kuluvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 2. Jatkoa edelliseltä sivulta.



Kuva 3. Helsinki-Porkkala -vesimuodostuman pohjanläheisen veden (pohja +1 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiitit ja kuluvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 3. Jatkoa edelliseltä sivulta.

3.2. Porvoo-Helsinki vesimuodostuma

3.2.1. Ensimmäinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemilta (39, 114) haettiin näytteet kerran, maaliskuussa. Helsinki-Porkkala vesimuodostuman tapaan pintaveden laadun pääasialliset poikkeamat olivat korkea lämpötila ja suolaisuus (kuva 4). Ravinnetasot olivat pääosin tavanomaiset, joskin fosforiravinteiden pitoisuudet olivat hieman koholla. Pintaveden hapen kyllästysaste oli poikkeuksellisen pieni asemalla 114.

Pohjanläheisen veden lämpötila oli tavanomaista korkeampi, suolaisuus ja ravinteet olivat pääosin tavanomaisella tasolla (kuva 5). Pohjanläheisen veden sameus oli tavanomaista suurempaa asemalla 39 ja pohjanläheisen veden pH oli tavanomaista korkeampi molemmilla havaintoasemilla, joilta näytteet haettiin.

3.2.2. Toinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemien pintaveden lämpötila oli tavanomainen huhti- ja toukokuussa sekä kesäkuun puolen välin näytteenoton yhteydessä. Pintavesi lämpeni poikkeuksellisen lämpimäksi kesäkuun lopulla (kuva 4), muiden rannikon vesimuodostumien pintaveden tapaan. Pintaveden suolaisuus laski toisen vuosineljänneksen aikana voimakkaasti, poikkeuksellisen korkeista pitoisuuksista, poikkeuksellisen pieniin pitoisuuksiin. Syynä tähän on sama Suomenlahden jokisuistomaisten virtauskenttien voimistumisen ilmiö kuin Helsinki-Porkkala vesimuodostuman suolaisuuden muutoksissa (kts. kappale 3.1.2.).

Pintaveden ravinnepitoisuudet olivat toisen vuosineljänneksen aikana tavanomaiset tai sitä suuremmat, ajoittain poikkeuksellisen suuret kokonaisravinteiden ja liukoisen typen osalta (kuva 4). On oletettavaa, että ravinnepitoisuuksien kasvu johtuu Suomenlahden jokisuistomaisen veden kierron vahvistumisesta. Pintaveden sameus oli tavanomaisella tasolla huhti- ja toukokuussa kevätkukinnan aikaan. Kevätkukinnan huippu ajoittui toukokuun alkuun, jonka jälkeen a-klorofyllin pitoisuudet laskivat tavanomaiselle tasolle kesäkuun alussa (kuva 4). Kesäkuun lopulla pintaveden sameus kasvoi, kasvaneiden a-klorofyllin pitoisuuksien myötä (kuva 4), mikä johtui todennäköisesti syanobakteerien määrien kasvusta lämpimän pintaveden myötä. Suuri levätuotanto heijastui myös kohonneena veden pH:na ja suurina hapen kyllästysasteina (kuva 4).

Pohjanläheisen veden lämpötila oli hieman tavanomaista korkeampi tai poikkeuksellisen korkea alueen matalimmalla havaintoasemalla (Flathällgrundet 39) (kuva 5). Pohjanläheisen veden suolaisuus laski huhtikuulta kesäkuun alkuun, jonka jälkeen suolaisuus kasvoi suolaisemman varsinaisen Itämeren syvänteiden veden työntyessä alueelle pohjanläheisessä vesikerroksessa.

Suolaisempi Itämeren syvänteiden vesi aiheutti ravinnepitoisuuksien kasvun pohjanläheisessä vedessä (kuva 5). Ajankohtaan nähden liukoisen typen pitoisuus Pentarnin seuranta-asemalla (166) oli poikkeuksellisen korkea. Pohjanläheisen veden sameus vaihteli suhteellisen paljon, kasvaen suolaisemman veden työntyessä alueelle. Suolaisen pohjanläheisen veden on todettu olevan sameampaa suuren kiintoainemäärän sekä savipartikkelien ja mangaanin flokkulaation johdosta (Yurkovskis 2005). Pohjanläheisen veden happipitoisuus oli pääosin tavanomaisten pitoisuuksien puitteissa (kuva 5).

3.2.3. Kolmas vuosineljännes

Pintaveden lämpötila ja suolaisuus olivat pääosin tavanomaisella tasolla (kuva 4). Kokonaistypen pitoisuus oli tavanomainen tai hieman sitä pienempi, kun taas kokonaisfosforin pitoisuus oli tavanomainen tai hieman sitä suurempi. Liukoisen typen pitoisuus oli ajankohtaan nähden tavanomaisesti analyttisen määrittämissuunnan alapuolella heinä- ja elokuussa. Syyskuussa liukoisen typen pitoisuus kasvoi tyypillisesti, mutta paikoitellen pitoisuudet olivat tavanomaista suuremmat. Liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat pääosin tavanomaista suuremmat koko kolmannen vuosineljänneksen ajan (kuva 4).

Pintaveden sameus ja pH olivat pääosin tavanomaisella tasolla ja pintaveden hygieeninen laatu oli hyvä (kuva 4). Leväkukintoja ei havaittu alueella ja heinäkuun a-klorofyllin pitoisuus oli tavanomainen, mutta pitoisuus kasvoi hieman elokuussa ja syyskuussa, ollen paikoitellen tavanomaista suurempi. Hapen kyllästysaste oli tavanomaista pienempi heinäkuun lopulla Länsi-Tontun (114) ja Flathällgrundetin (39) asemilla (kuva 4).

Pohjanläheisen veden lämpötila oli tavanomainen tai hieman sitä korkeampi ja suolaisuus oli tavanomainen tai hieman sitä pienempi (kuva 5). Kokonaistypen pitoisuus oli tavanomainen tai sitä suurempi ja kokonaisfosforin pitoisuus pääosin tavanomainen. Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla.

Pohjanläheisen veden sameus oli pääosin tavanomaisella tasolla, tai paikoitellen sitä pienempi (Pentarn 166). Syyskuussa Länsi-Tontun havaintoasemalla pohjanläheisen veden sameus oli poikkeuksellisen suuri (kuva 5). Näytteenoton yhteydessä ei ilmennyt mitään tavanomaisesta poikkeavaa, tuuli oli kohtalaista ja vesipatsas oli vielä heikosti lämpötilan suhteen kerrostunut. Poikkeuksellisen suurelle sameudelle ei löydy loogista selitystä aineistosta. Sameuden kanssa samaan aikaan kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat koholla.

Alueen pohjanläheisen veden happipitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla tai sitä suuremmat (kuva 5). Alueella ei esiintynyt vuoden 2020 loppukesästä tyypillistä syvän veden happivajetta.

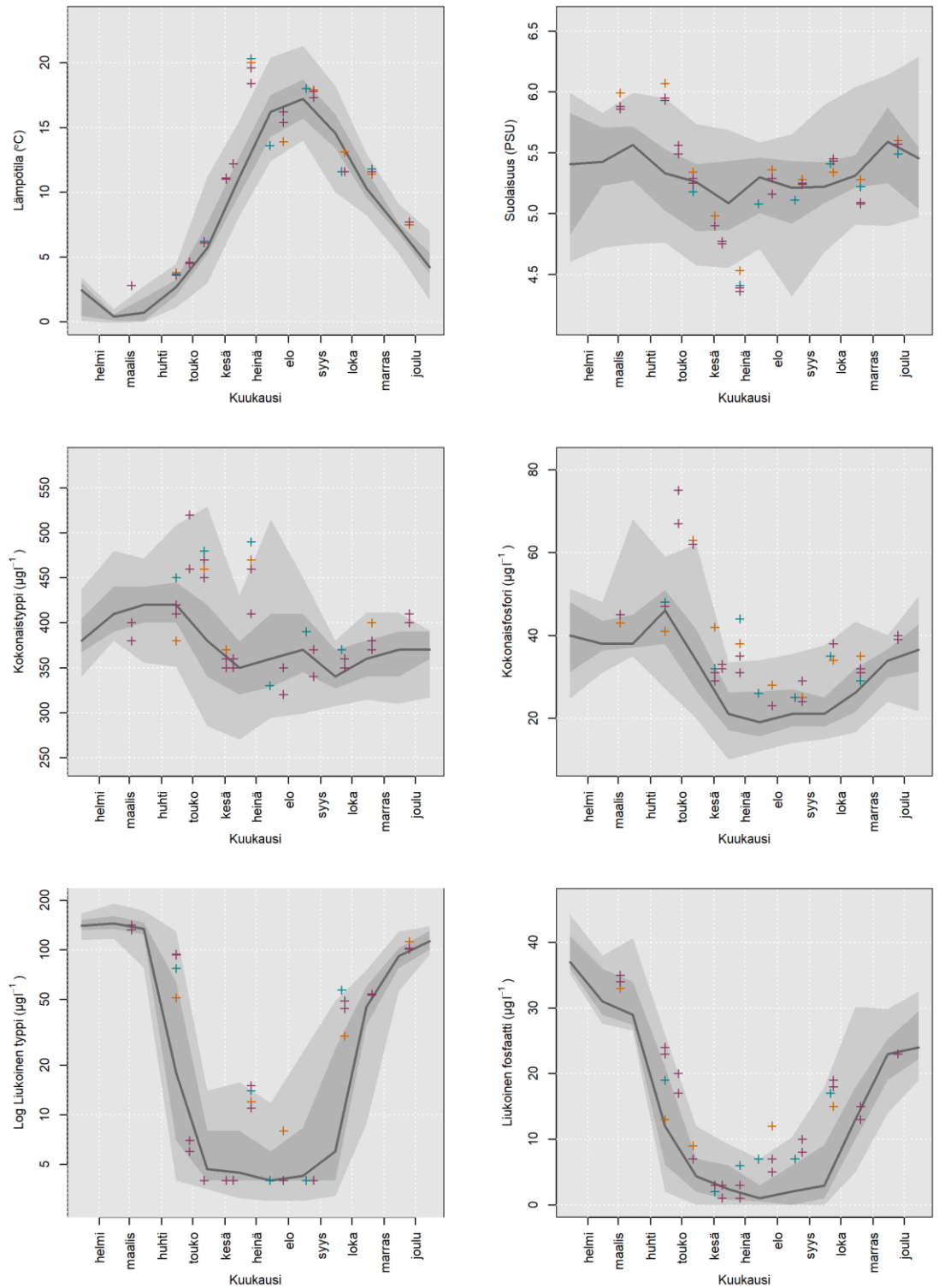
3.2.4. Neljäs vuosineljännes

Pintaveden lämpötila oli tavanomaista hieman korkeampi, Helsinki-Porkkala vesimuodostuman pintaveden lämpötilan tapaan. Suolaisuus vaihteli tavanomaisella tai sitä hieman matalammalla tasolla (kuva 4). Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä hieman suuremmat ja liukoisten ravinteiden pitoisuudet tavanomaiset.

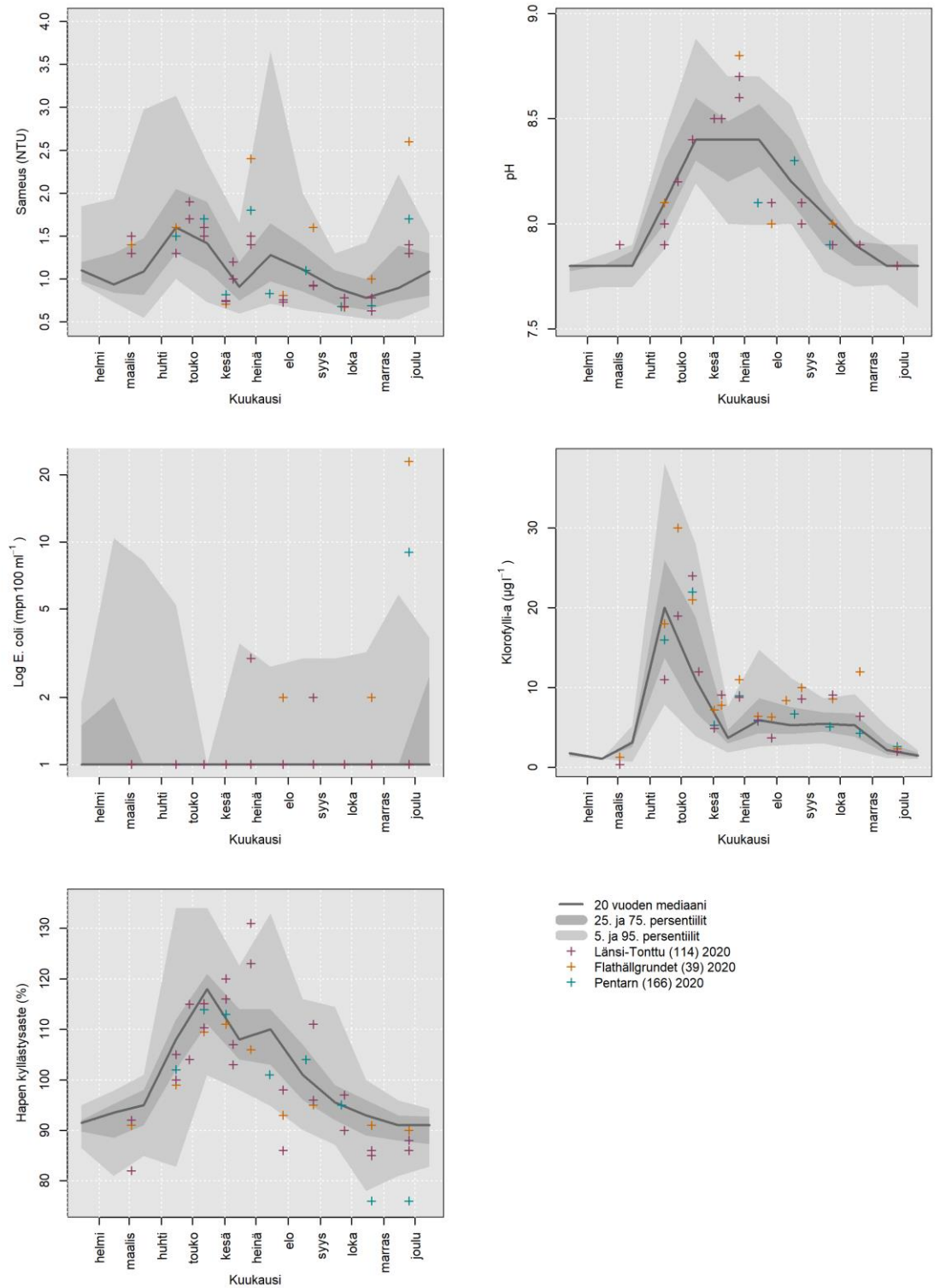
Pintaveden sameus oli tavanomainen, lukuun ottamatta Katajaluodon purkutunnelin itäpuolella sijaitsevaa asemaa (39) jossa sekä sameus että *E. coli* -bakteerien määrät olivat vertailuaineistoon nähden poikkeuksellisen suuret marraskuussa (kuva 4). Myös aseman 166 pintaveden sameus oli koholla ja veden hygieeninen laatu oli poikkeuksellisen huono, suhteessa vertailuaineistoon. Bakteeripitoisuudet olivat kokonaisuudessaan kuitenkin toimenpideraja-arvoihin nähden hyvin pienet. Levämäärä oli poikkeuksellisen suuri lokakuussa alueen läntisimmällä asemalla (39) ja pintaveden hapen kyllästysaste oli poikkeuksellisen matala loka- ja marraskuussa asemalla 166 (kuva 4).

Pohjanläheisen veden lämpötila oli tavanomainen tai sitä suurempi, suolaisuuden vaihdellessa pääosin tavanomaisella tasolla (kuva 5). Kokonaistypen pitoisuudet olivat tavanomaista suuremmat tai tavanomaiset ja kokonaisfosforin pitoisuudet pääosin tavanomaiset. Liukoisten ravinteiden

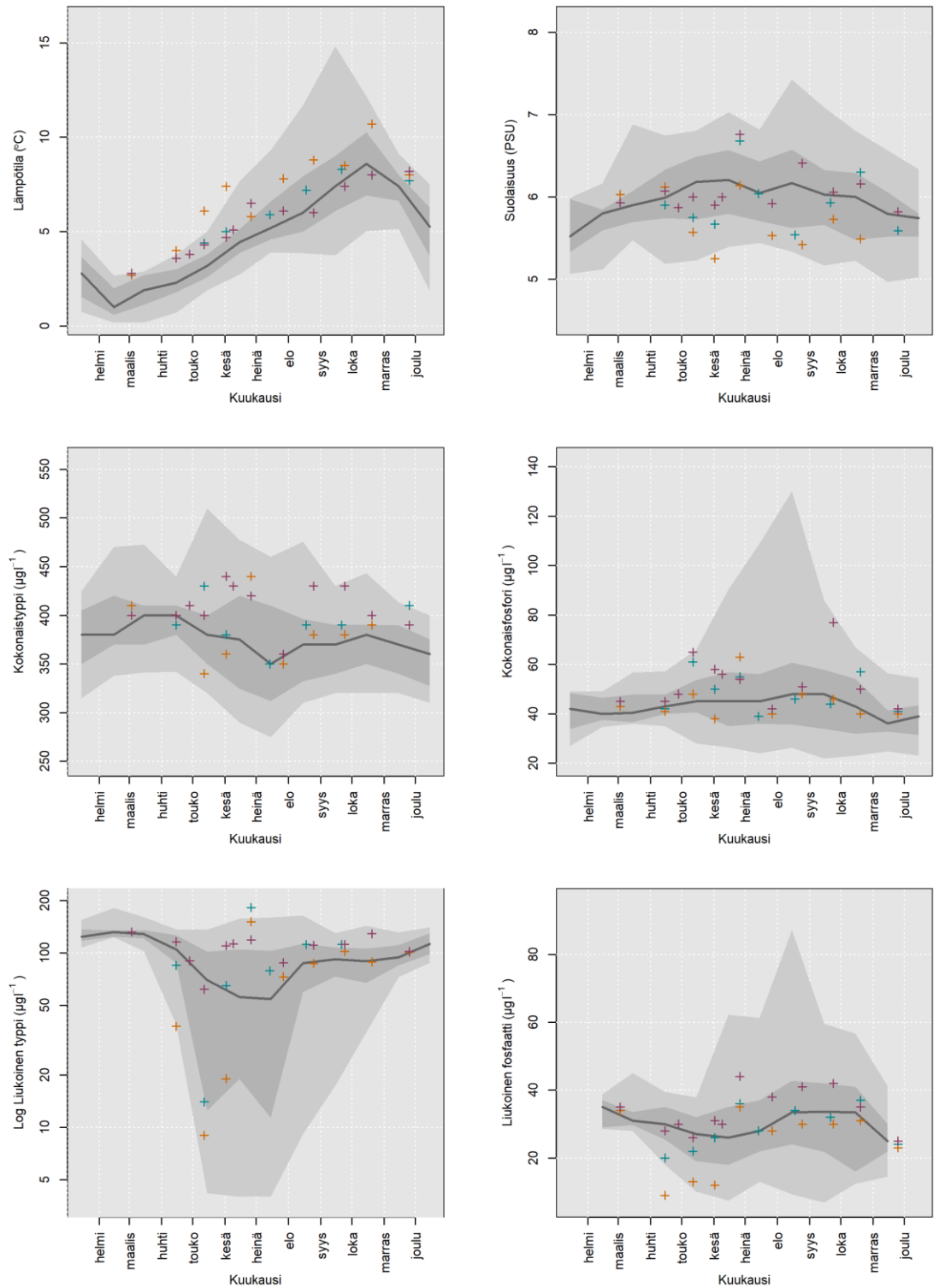
den pitoisuudet olivat pääosin tavanomaiset. E. coli bakteerien pitoisuudet olivat poikkeuksellisen suuret suhteessa vertailuaineistoon Katajaluodon purkualueen lähistöllä (asema 39) ja pohjanläheisen veden happipitoisuudet olivat pääosin tavanomaista hieman pienemmät (kuva 5).



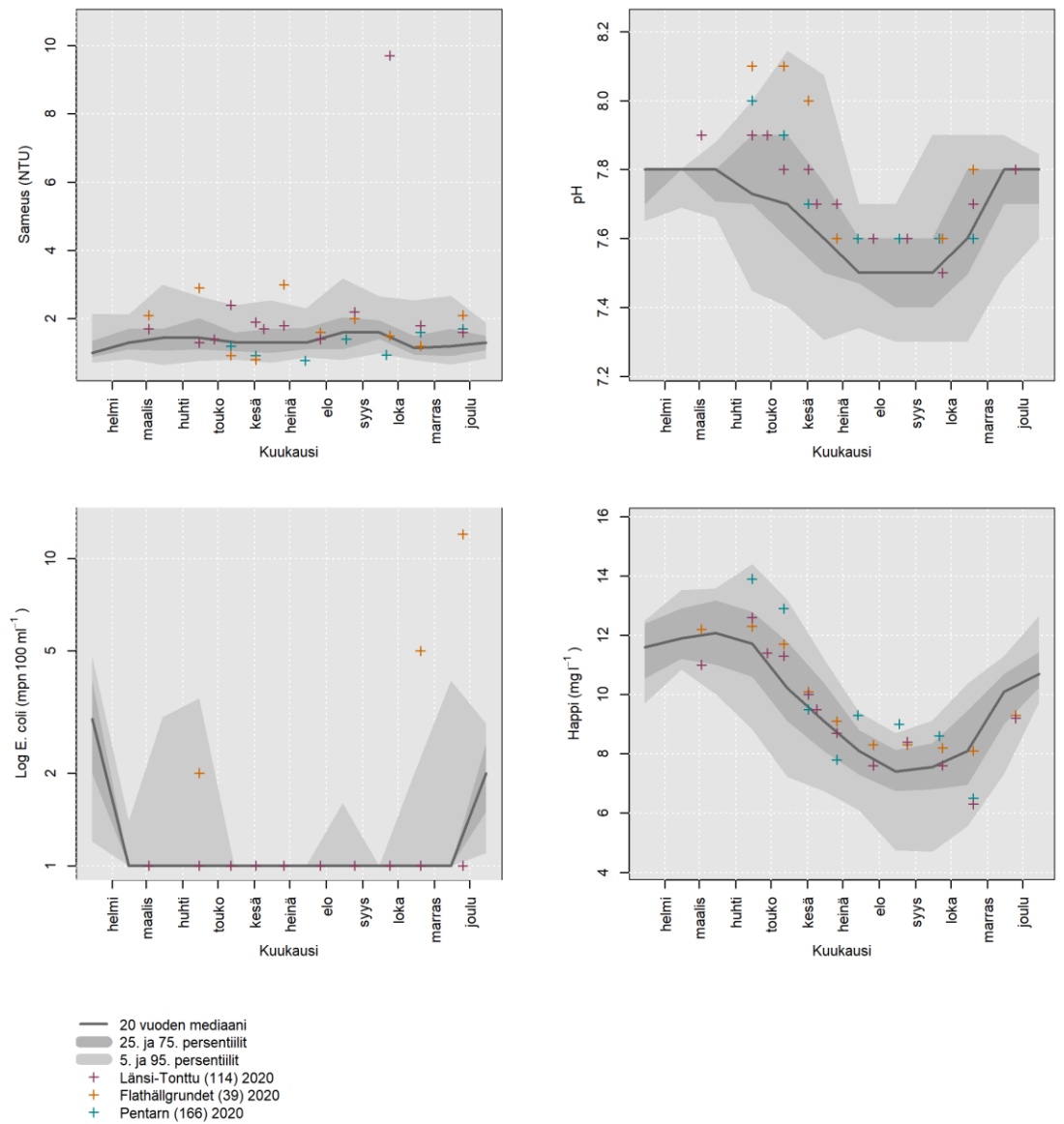
**Kuva 4. Porvoo-Helsinki -vesimuodostuman pintaveden (0-5 m) havaintojen kuukausikoh-
taiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persentiilit ja kuluvan vuoden
havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.**



Kuva 4. Jatkoa edelliseltä sivulta.



Kuva 5. Porvoo-Helsinki -vesimuodostuman pohjanläheisen veden (pohja +1 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiitit ja kuluvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 5. Jatkoa edelliseltä sivulta.

3.3. Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuma

3.3.1. Ensimmäinen vuosineljännes

Vesimuodostuman alueelta ei haettu rutiiniseurantanäytteitä ensimmäisen vuosineljänneksen aikana.

Gräsanojaan kohdistuneiden pumppaamoylivuotojen johdosta käynnistettiin kuitenkin merialueen yhteistarkkailun mukainen veden laadun erillistarkkailu tammikuussa. Tarkkailun yhteydessä haettiin näytteet kolmelta eri näyteasemalta, Haukilahden ympäristöstä (liite 3).

Pintaveden lämpötila oli vertailuaineistoon nähden poikkeuksellisen korkea. Kokonaistypen ja – fosforin pitoisuudet olivat poikkeuksellisen suuria kahdella sisemmällä havaintoasemalla (Haukilahti, Koukkuniemi) (kuva 6). Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat etäämmällä Haukilahdesta (Nokkalan havaintoasema) tavanomaiset tai sitä matalammat.

Liukoisen typen pitoisuudet olivat kokonaistypen tapaan poikkeuksellisen suuret Haukilahden ja Koukkuniemen havaintoasemilla ja poikkeuksellisen pieni Nokkalan havaintoasemalla. Liukoisen fosfaatin osalta tilanne oli vastakkainen, Nokkalan havaintoaseman pitoisuus oli poikkeuksellisen suuri, kun taas Haukilahdella pitoisuudet olivat vertailuaineistoon nähden tavanomaiset. Pintaveden sameus ja *E. coli* bakteerien määrät olivat myös poikkeuksellisen suuret Haukilahden (yksi havainnoista > 2400 mpn/100 ml) ja Koukkuniemen asemilla.

Gräsanojan tuoman kuormitus vaikuttaa huomattavasti Haukilahden veden laatua heikentävästi. Tulosten pohjalta on vaikea arvioida, johtuiko heikentynyt veden laatu juuri pumppaamoylivuodoista vai johtuiko Gräsanojan suuri kuormitus sateisesta talvesta.

3.3.2. Toinen vuosineljännes

Pintaveden lämpötila ja suolaisuus kehittyivät samaan tapaan Suomenlahden ulkosaariston vesimuodostumien lämpötilan ja suolaisuuden kanssa. Kesäkuun lopulla pintaveden lämpötila oli korkea ja suolaisuus oli laskenut tavanomaista matalammalle tasolle (kuva 6).

Ravinteiden pitoisuudet kasvoivat poikkeuksellisen suuriksi pintaveden suolaisuuden laskiessa kesäkuun lopulla (kuva 5), koska ajanjakso oli lämmin ja vähäsateinen, on oletettavaa, että rannikonkin läheisyydessä ravinteiden pitoisuudet kasvoivat osittain alueelle idästä työntyneen pintaveden mukana.

Pintavesi oli poikkeuksellisen sameaa Ryssjeholmsfjärdenin seuranta-asemalla (117) toukuussa ja kesäkuun lopulla, samaan aikaan matalan pH:n ja poikkeuksellisen alhaisten hapen kyllästysasteen kanssa (kuva 6). Näytteenottojen yhteydessä havaittiin myös tavanomaista korkeampia *E. coli* -bakteerien pitoisuuksia (kuva 6). Nämä tulokset viittaavat paikalliseen kuormitukseen veden laadun heikkenemisen syinä.

Pohjanläheisen veden lämpötila, suolaisuus ja kokonaisravinteiden pitoisuudet kehittyivät pintaveden lämpötilan, suolaisuuden ja ravinnepitoisuuksien tapaan (kuva 7). Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat poikkeuksellisen suuret alueen syvemmillä, Melkin selän (68), asemalla (kuva 7). Melkin selän aseman suolaisuuden laskiessa koko toisen vuosineljänneksen aikana on oletettavaa, että Suomenlahdelle työntyneiden varsinaisen Itämeren syvänteiden vedet eivät vaikuttaneet veden laatuun näin lähellä rannikkoa. Tästä syystä voidaan olettaa, että liukoisten ravin-

teiden kasvu johtuu alueen paikallisesta sisäisestä kuormituksesta. Melkin selän aseman pohjanläheisen veden happipitoisuus laski myös poikkeuksellisen alhaiseksi kesäkuun lopulla, mikä lienee johtuneen lämpimästä pohjanläheisestä vedestä ja tätä myötä happea kuluttavasta heterotrofisesta tuotannosta.

Pohjanläheinen vesi, pintaveden tapaan, oli ajoittain poikkeuksellisen sameaa Ryssjeholmsfjärdenin seuranta-asemalla (117), kohonneiden *E. coli* –bakteerien määrien kanssa (kuva 7). Ryssjeholmsfjärden on niin matala, että vesi sekoittuu pääosin pohjaa myöten, jolloin maalta tuleva kuormitus näkyy myös pohjanläheisen veden laadussa.

3.3.3. Kolmas vuosineljännes

Pintaveden lämpötila, suolaisuus ja kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat kolmannen vuosineljänneksen aikana pääosin tavanomaisella tasolla (kuva 6). Liukoisien typen ja fosfaatin pitoisuudet olivat tavanomaiset heinä- ja elokuussa. Liukoisien fosfaatin pitoisuus kasvoi poikkeuksellisen suureksi syyskuussa Melkin selän (68) asemalla. Fosfaatin pitoisuuden kasvu johtui todennäköisesti veden kerrostuneisuuden murtumisesta ja syvemmän veden sekoittumisesta pintaveteen. Kerrostuneisuuden murtumisesta antaa viitteitä Kruunuvuorenselällä tehtävät lämpötilamittaukset jossa havaittiin syyskuun ensimmäisellä puoliskolla nopea pinta- ja pohjanläheisen veden eron pieneneminen, jonka jälkeen ero kasvoi uudestaan niin että vesipatsas oli syyskuun loppuun mennessä kerrostunut uudestaan (liite 1). Kruunuvuorenselällä veden kerrostuneisuuden vaikuttaa myös Vantaanjoen valuma, joten pelkän lämpötilan pohjalta tehtävät koko rannikkoaluetta koskevat yleistykset veden kerrostumisesta ovat viitteellisiä.

Pintavesi oli tavanomaista hieman sameampaa Ryssjeholmsfjärdenin asemalla (117) samaan aikaan heikentyneen veden hygieenisen laadun kanssa (kuva 6). Tämä on todennäköisesti johtunut tavanomaista sateisemmasta heinäkuusta³ ja tätä myötä suuremmasta maalta tulevasta valumasta. Pintaveden pH oli tavanomaisella tasolla. Kasviplanktonin määrä oli tavanomaista hieman suurempi Ryssjeholmsfjärdenin asemalla. Hapen kyllästysaste oli pintavedessä poikkeuksellisen matala Melkin selällä syyskuussa. Matala pintaveden hapen kyllästysaste on voinut johtua syyskuun veden pystysuuntaisesta voimakkaasta sekoittumisesta, jossa pintaveteen on sekoittunut vähähappisempaa pohjanläheistä vettä.

Pohjanläheisen veden lämpötila vaihteli jonkin verran, ollen heinäkuussa ja syyskuussa tavanomaista viileämpää Melkin selän asemalla (kuva 7). Pohjanläheisen veden suolaisuus oli pääosin tavanomaisella tasolla, kasvaen Melkin selän asemalla tavanomaista hieman suuremmaksi syyskuussa. Kokonaistypen pitoisuudet olivat Ryssjeholmsfjärdenillä tavanomaiset ja Melkin selällä tavanomaista hieman pienemmät. Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat pääosin tavanomaiset. Liukoisten ravinteiden pitoisuudet Ryssjeholmsfjärdenin asemalla olivat pääosin tavanomaiset tai sitä hieman pienemmät, kun ne taas Melkin selän asemalla olivat tavanomaista suuremmat, liukoisien fosfaatin osalta jopa poikkeuksellisen suuret heinäkuussa ja syyskuussa.

Pohjanläheisen veden sameus oli heinäkuussa poikkeuksellisen suuri Ryssjeholmsfjärdenillä, edeltävien kuukausien tapaan. Sameus laski elo- ja syyskuussa tyypillisen vuosikierron mukaan, mutta taso oli vielä tavanomaista korkeampi. Melkin selän asemalla pohjanläheisen veden sameus oli tavanomaista matalampi. Pohjanläheisen veden sameuden kasvu matalalla Ryssjeholmsfjärdenillä ei suoraan selity kasviplanktonin runsausvaihteluilla (kuvat 6 ja 7), eikä pohjanläheisen veden sameuden vaihtelu heijasta suoraan pintaveden sameuden vaihtelua, mutta avo-

³ <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/heinakuu> 2.11.2020

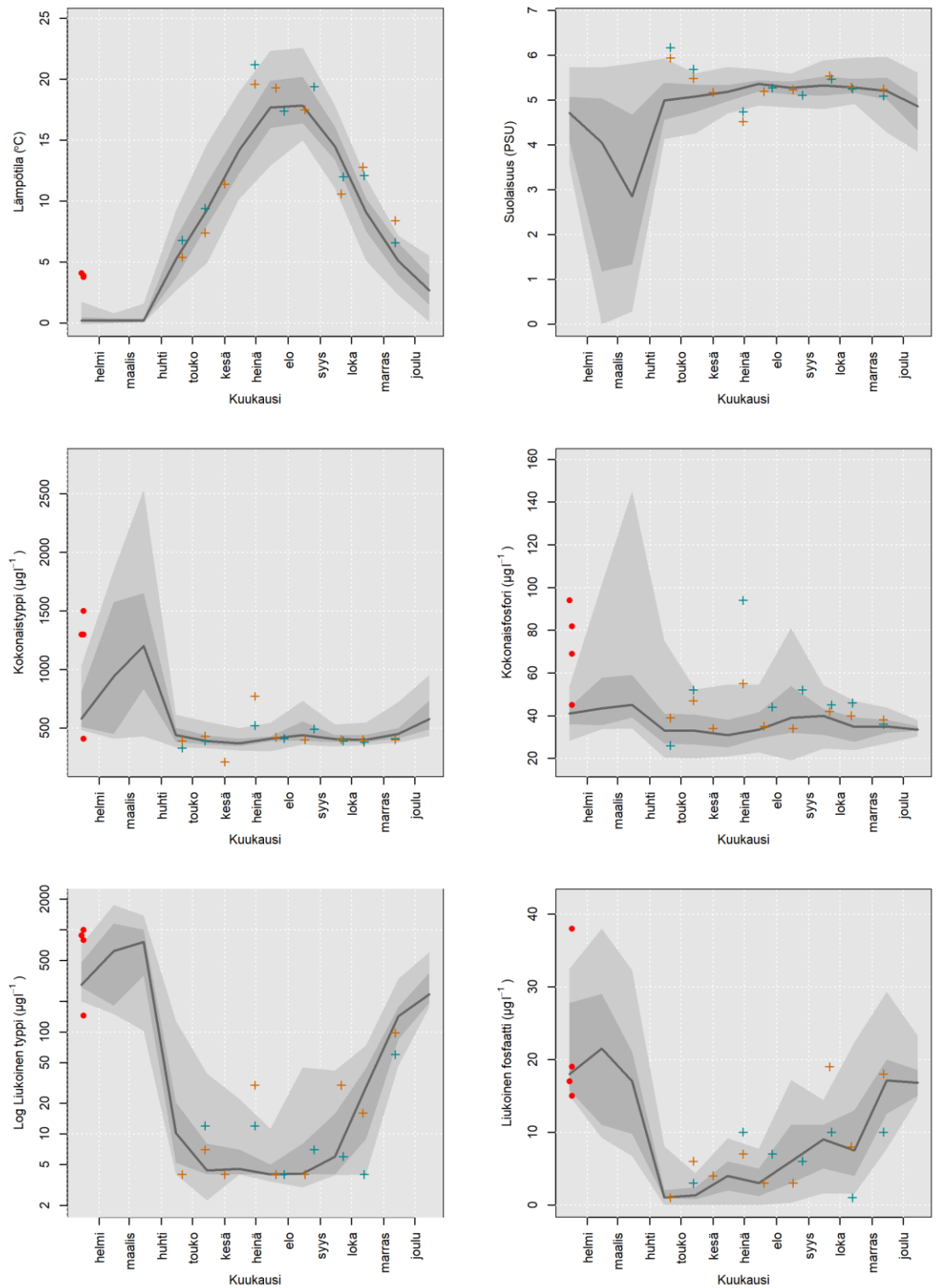
veden aikaan alueen vesipatsas on tehokkaasti sekoittunut pohjaan saakka. Pohjanläheisen veden sameuden vaihtelu johtunee sekä pintaveden sameudesta, että pohjan liettyneen sedimentin resuspensiosta.

Pohjanläheisen veden pH ja happipitoisuus olivat poikkeuksellisen matalat Melkin selän asemalla heinäkuussa ja tavanomaista matalammat elo- ja syyskuussa. Aseman suuret pohjanläheisen (ja ajoittain myös pintaveden) liukoisen fosfaatin pitoisuudet johtunevat paikallisesta sedimentin ravinteiden vapautumisesta.

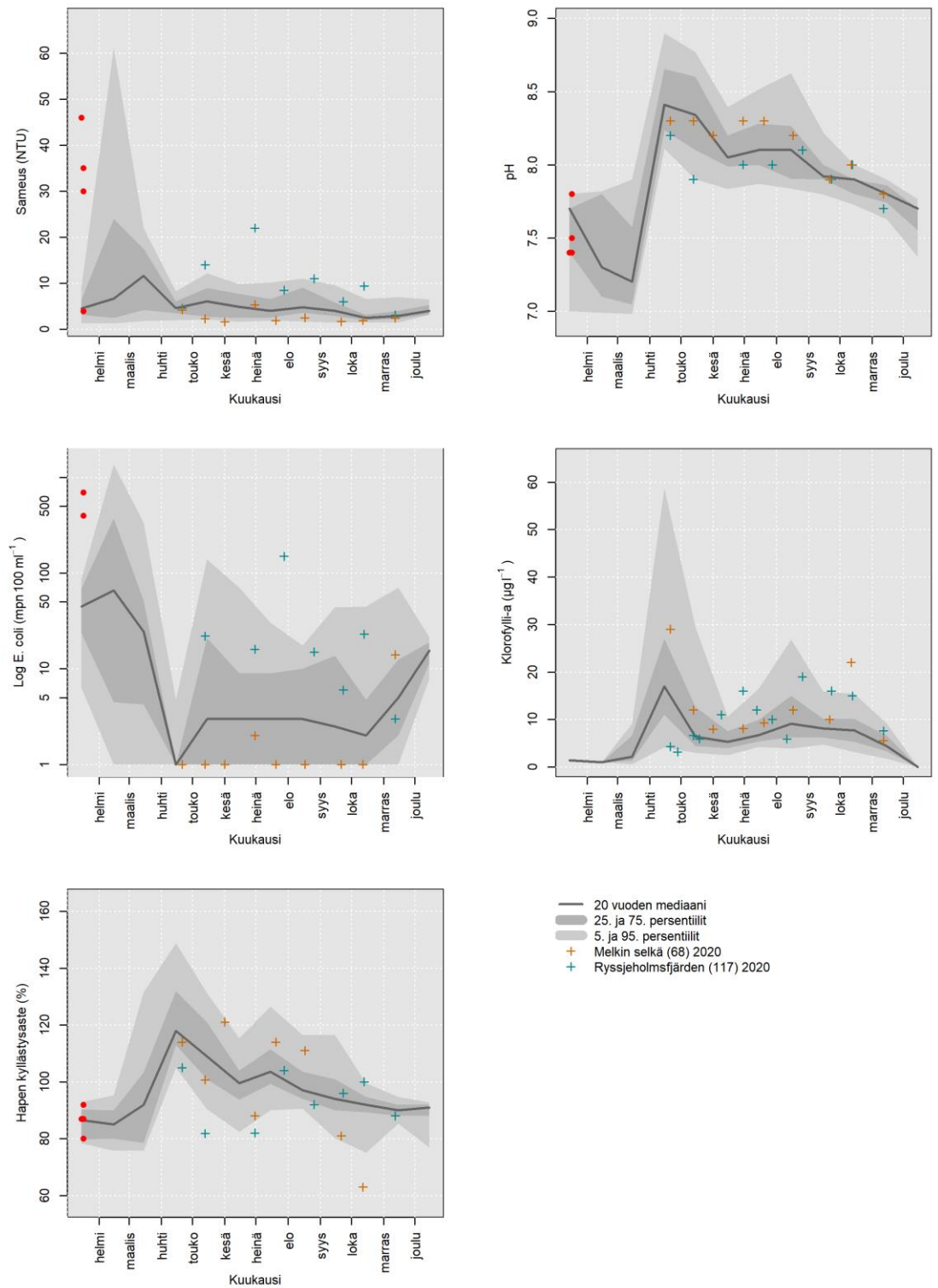
3.3.4. Neljäs vuosineljännes

Muiden vesimuodostumien tapaan pintaveden lämpötila oli ajoittain tavanomaista korkeampi tai poikkeuksellisen korkea, suolaisuuden ollessa tavanomaisella tasolla (kuva 6). Kokonaistypen pitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla tai sitä hieman matalammat ja kokonaisfosforin pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä suuremmat, etenkin asemalla 117 lokakuussa (kuva 6). Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat asemalla 68 tavanomaiset mutta poikkeuksellisen pienet asemalla 117 lokakuussa. Tämä on voinut johtua aktiivisesta levätuotannosta alueella vielä loppuvuodesta. Tätä indikoivat korkea a-klorofyllin pitoisuus, korkea pintaveden hapen kyllästysaste, pH ja sameus (kuva 6). Pintaveden hapen kyllästysaste oli poikkeuksellisen alhainen Melkin selän asemalla (68) lokakuussa, samaan aikaan poikkeuksellisen korkean a-klorofyllin pitoisuuden kanssa.

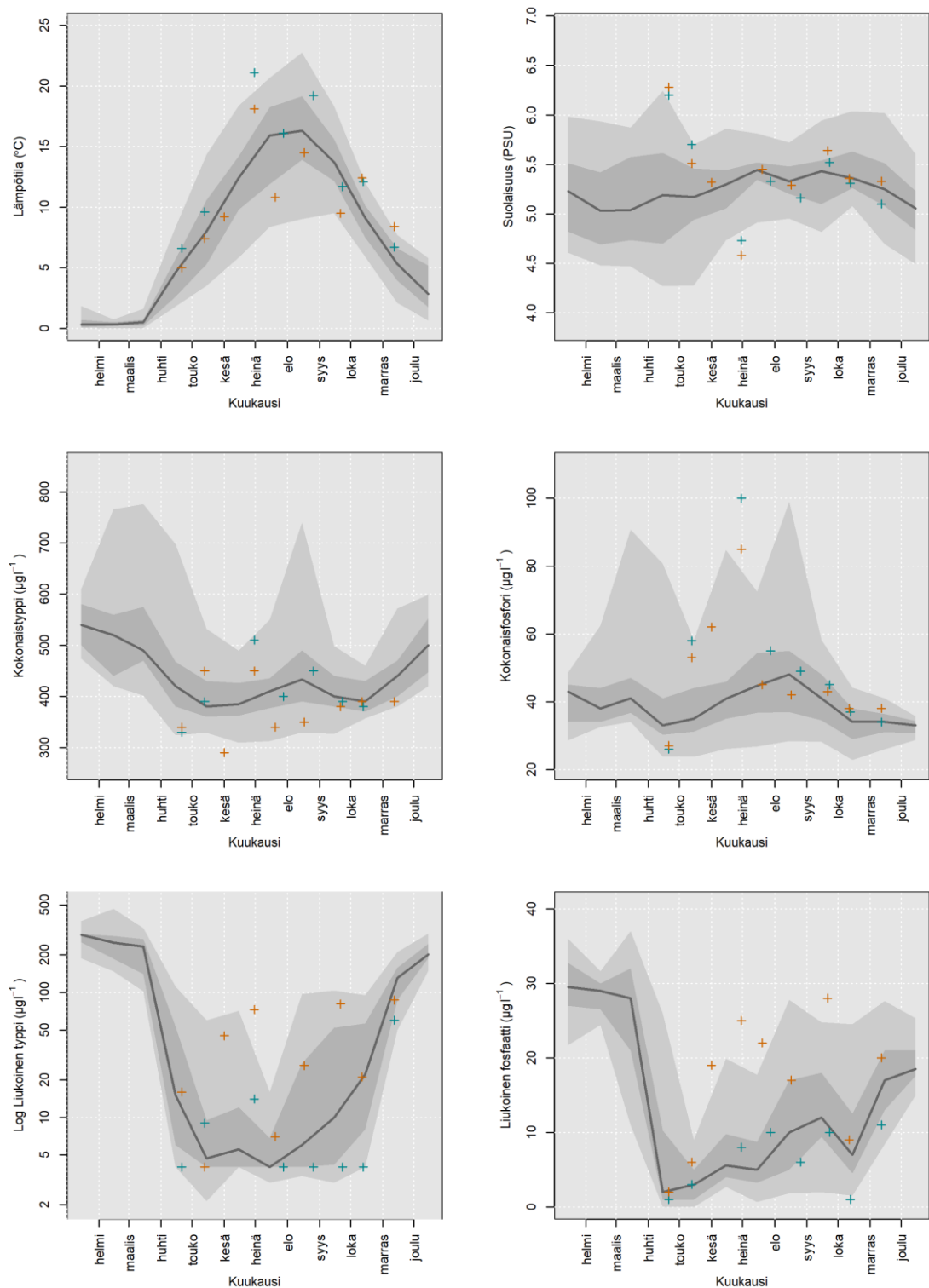
Pintaveden tapaan, pohjanläheisen veden lämpötila oli vesimuodostuman tarkkailuasemilla tavanomaista korkeampi. Suolaisuus oli pääosin tavanomaisella tasolla (kuva 7). Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat pääosin tavanomaisella tasolla. Melkin selän asemalla (68) havaitut korkeat liukoisten ravinteiden pitoisuudet palasivat tavanomaiselle tasolle neljännen vuosineljänneksen aikana. Ryssjeholmsfjärdenin aseman (117) liukoisten ravinteiden pitoisuuksien ollessa vielä lokakuussa poikkeuksellisen alhaiset (kuva 7). Pohjanläheisen veden sameus oli poikkeuksellisen suuri Ryssjeholmsfjärdenillä (117) lokakuussa (kuva 7). Melkin selän aseman happipitoisuus oli poikkeuksellisen alhainen lokakuussa (kuva 7). Melkin selän pohjanläheisen veden happipitoisuudet olivat vuonna 2020 tavanomaista alhaisemmat, indikoiden alueen mahdollisesti heikenevää tilaa.



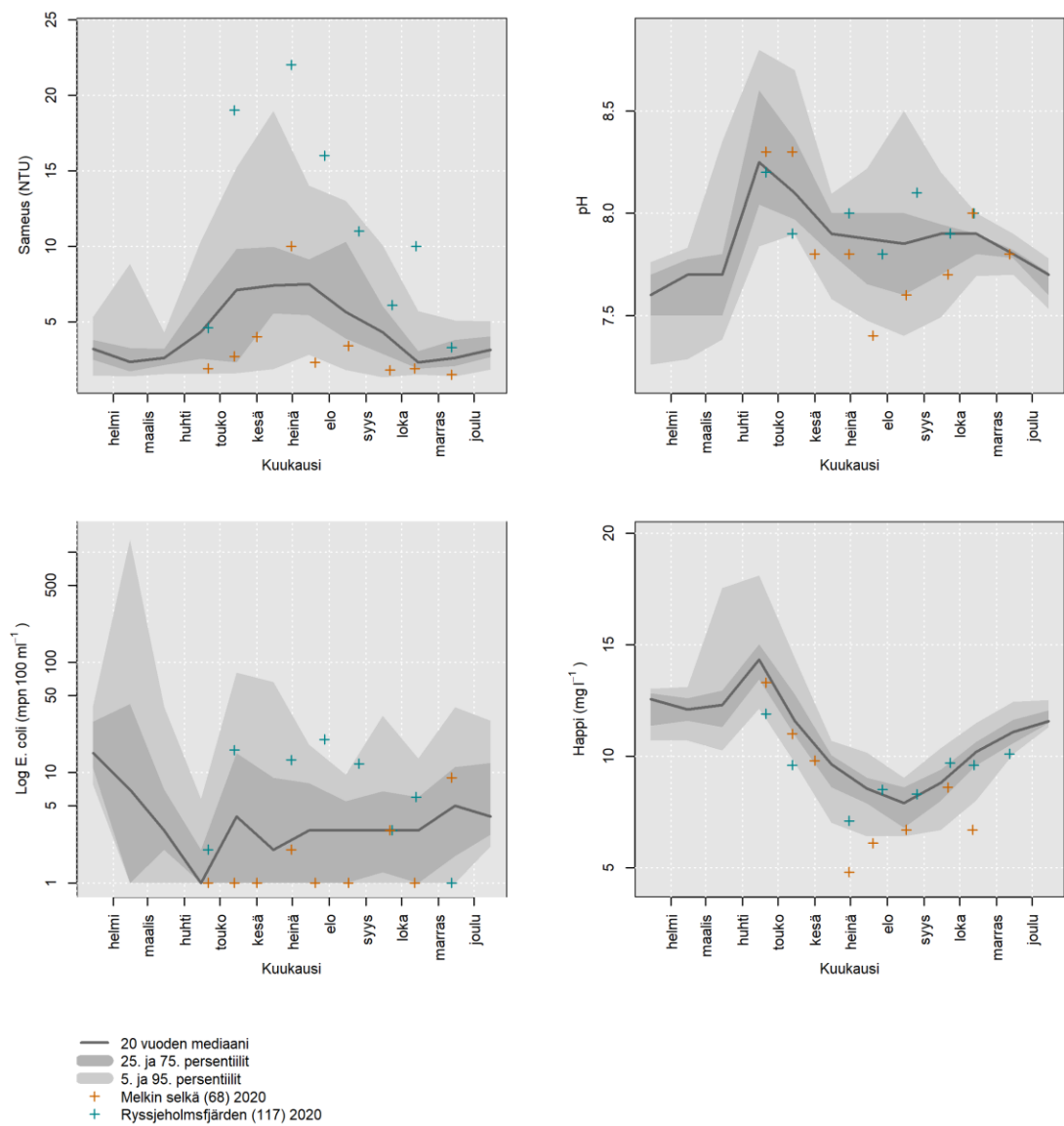
Kuva 6. Suvisaaristo-Lauttasaari -vesimuodostuman pintaveden (0-5 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiit ja kuluva vuoden havainnot. (Ylivuototilanteen erillistarkkailun havainnot esitetty punaisina pisteinä, kts. myös liite 1). Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 6. Jatkoa edelliseltä sivulta.



Kuva 7. Suvisaari-Lauttasaari -vesimuodostuman pohjanläheisen veden (pohja +1 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persentiilit ja kuluvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 7. Jatkoa edelliseltä sivulta.

3.4. Seurasaari vesimuodostuma

3.4.1. Ensimmäinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemilta haettiin näytteet tammikuussa (87, 94) ja maaliskuussa (87, 94, 191). Pintaveden lämpötila oli poikkeuksellisen korkea tai tavanomaista korkeampi molempina näytteenottokertoina ja suolaisuus oli tavanomaista korkeampi asemilla 94 ja 191 (kuva 8). Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä pienemmät. Liukoisen typen pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä pienemmät, jopa poikkeuksellisen pienet asemalla 191 maaliskuussa. Asemalla 191 myös liukoisen fosfaatin pitoisuus oli poikkeuksellisen matala ja fosfaatti oli jo käytännössä ehtynyt maaliskuussa.

Pintaveden pH ja a-klorofylli olivat poikkeuksellisen korkeat maaliskuussa asemalla 191 osoittaen kevätukinnan alkaneen noin kuukautta tavanomaista aikaisemmin (kuva 8).

Pohjanläheisen veden laatu kehittyi vesimuodostuman havaintoasemilla pintaveden laadun tapaan (kuva 9). Pohjanläheinen vesi oli tavanomaista lämpimämpää, ja suolaisuus oli koholla asemilla 94 ja 191. Liukoinen fosfaatti oli käytännössä jo ehtynyt maaliskuussa asemalla 191 ja oli tavanomaista pienempi asemalla 87. Aseman 191 pohjanläheisen veden sameus ja pH olivat myös tavanomaista korkeampi tai poikkeuksellisen suuri.

3.4.2. Toinen vuosineljännes

Seurasaaren vesimuodostuman pintaveden laatu kehittyi toisen vuosineljänneksen aikana pääosin samaan tapaan Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuman sekä Suomenlahden ulkosaa-riston vesimuodostumien veden laadun kanssa. Pintaveden lämpötila oli kesäkuun lopulla poikkeuksellisen korkea, suolaisuus oli laskenut poikkeuksellisen korkealta tasolta tavanomaiselle tasolle (kuva 8).

Kokonaistypen pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä matalammat, liukoisen typen pitoisuudet olivat tavanomaiset, tai tavanomaista suuremmat, etenkin Laajalahden asemalla (87). Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat kesäkuussa tavanomaista suuremmat, liukoisen fosfaatin ollessa tavanomaisella tasolla, toukokuun poikkeuksellisen suurten pitoisuuksien jälkeen (kuva 8).

Pintaveden sameus oli kesäkuussa suurta, mutta a-klorofyllin pitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla. Veden suuri sameus on mahdollisesti rajoittanut kasviplanktonin, ja etenkin pohjaan kiinnittyneiden vesikasvien perustuotantoa mikä on johtanut liukoisten ravinteiden suhteellisen hyvään saatavuuteen kesäkuussakin. Pintaveden pH ja hapen kyllästysaste olivat tavanomaista alhaisemmat, viitaten heterotrofisten eliöiden korkeampaan aktiivisuuteen, mahdollisesti korkean veden lämpötilan myötä.

Seurasaarenselän pohjanläheisen veden lämpötila oli tavanomainen huhtikuulta kesäkuun alkuun, jonka jälkeen muiden vesimuodostumien tapaan veden lämpötila kasvoi voimakkaasti ol- len tavanomaista lämpimämpää tai poikkeuksellisen lämmintä (kuva 9). Samaan aikaan suolai- suus laski poikkeuksellisen korkeista pitoisuuksista tavanomaiselle tasolle.

Ravinteiden pitoisuudet olivat pääosin tavanomaisella tasolla kesäkuun alkuun saakka, lukuun ottamatta poikkeuksellisen matalia typpiravinteiden pitoisuuksia huhtikuussa Seurasaarenselän (94) pohjanläheisessä vedessä. Seurasaarenselän pohjanläheisen veden ravinnepitoisuudet kasvoivat voimakkaasti poikkeuksellisen suuriin pitoisuuksiin kesäkuussa. Kokonaisfosforin ja

liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat yli kolminkertaiset tavanomaiseen tasoon verrattuna ja liukoisen typen pitoisuudet olivat jopa yli kymmenkertaiset tavanomaiseen verrattuna. Samaan aikaan korkeiden ravinnepitoisuuksien kanssa havaittiin hyvin korkea pohjanläheisen veden sameus sekä alhainen happipitoisuus (vain kesäkuun loppupuolella).

Pohjanläheisen veden laadun voimakas heikkeneminen voi johtua Lauttasaaren paineviemärin rakennusurakasta⁴ jossa seurasaaarenselän pohjalle laskettiin viemäriputkea pinnalta käsin. Tämä on todennäköisesti aiheuttanut voimakasta sedimentin resuspensiota alueella, joka on johdannut korkeisiin ravinnepitoisuuksiin.

3.4.3. Kolmas vuosineljännes

Pintaveden lämpötila, suolaisuus ja kokonaisravinnepitoisuudet olivat pääosin tavanomaisella tai sitä hieman matalammalla tasolla, lukuun ottamatta suurta kokonaisfosforin pitoisuutta Laajalahdella syyskuussa (kuva 8). Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat vesimuodostuman alueella tavanomaisella tai sitä hieman korkeammalla (syyskuu) tasolla.

Pintaveden sameus alueella vaihteli suhteellisen paljon, ollen poikkeuksellisen suuri syyskuussa Laajalahdella. Pintaveden pH ja a-klorofyllin pitoisuus olivat pääosin tavanomaisella tasolla. Pintaveden hapen kyllästysaste oli elokuussa Seurasaaarenselällä poikkeuksellisen suuri ja syyskuussa Laajalahdella poikkeuksellisen matala (kuva 8).

Pohjanläheisen veden lämpötila ja suolaisuus olivat tavanomaisella tasolla, kokonaistypen ja –fosforin vaihdellessa pääosin tavanomaisella tasolla, pitoisuuksien ollessa hieman alhaisemmat Seurasaaarenselällä (kuva 9). Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat tavanomaisella tai sitä hieman suuremmalla tasolla, lukuun ottamatta elokuussa tavanomaista pienempää liukoisen fosfaatin pitoisuutta Laajalahdella.

Pohjanläheisen veden sameus laski tavanomaiselle tasolleen Seurasaaarenselällä kesäkuun hyvin suurien sameustasojen jälkeen (kuva 9). Pohjanläheisen veden sameus alueella vaihtelee tyypillisesti Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuman tapaa, kasvaen maaliskuisen huhtikuulta kesän ajaksi ja laskien uudelleen syksyllä matalammalle tasolle. Pohjanläheisen veden pH ja happipitoisuus olivat poikkeuksellisen matalat Laajalahdella heinäkuussa.

3.4.4. Neljäs vuosineljännes

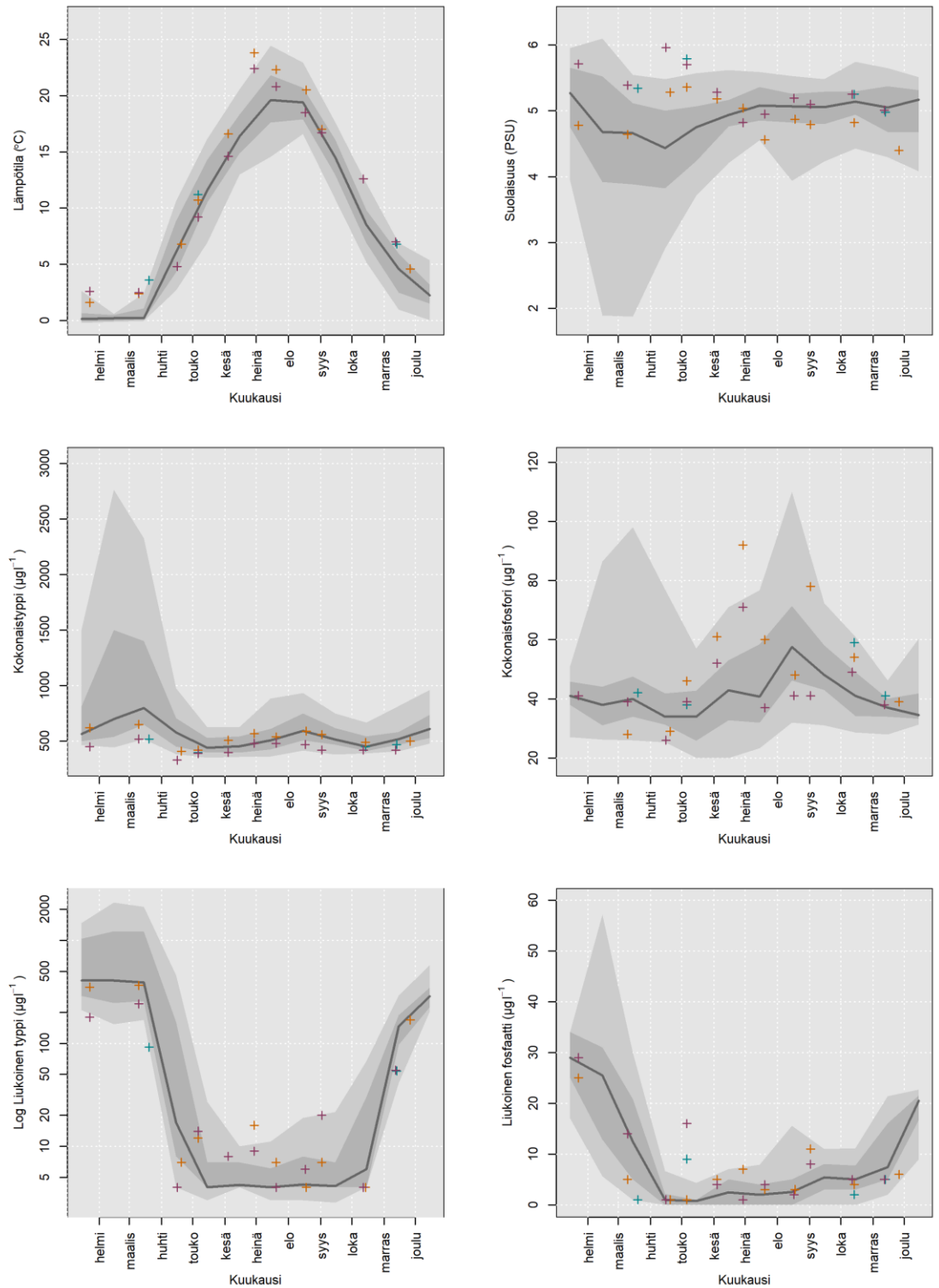
Muiden vesimuodostumien tapaan, pintaveden lämpötila oli loppuvuodesta tavanomaista korkeampi, suolaisuus oli tavanomaisella tasolla, lukuun ottamatta Laajalahden asemaa (87) jossa suolapitoisuus oli alueen vertailuaineistoon nähden tavanomaista pienempi (kuva 8). Kokonaistypen pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä pienemmät ja kokonaisfosforin tavanomaiset tai sitä hieman suuremmat. Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä hieman pienemmät.

Pintaveden sameus oli tavanomaista suurempaa, tavanomaista suurempien a-klorofyllin pitoisuuksien kanssa lokakuussa (kuva 8). Lokakuussa myös pH ja hapen kyllästysaste olivat tavanomaista suurempia, viitaten aktiiviseen levätuotantoon ajankohtana. Levämäärät olivat vielä mar-

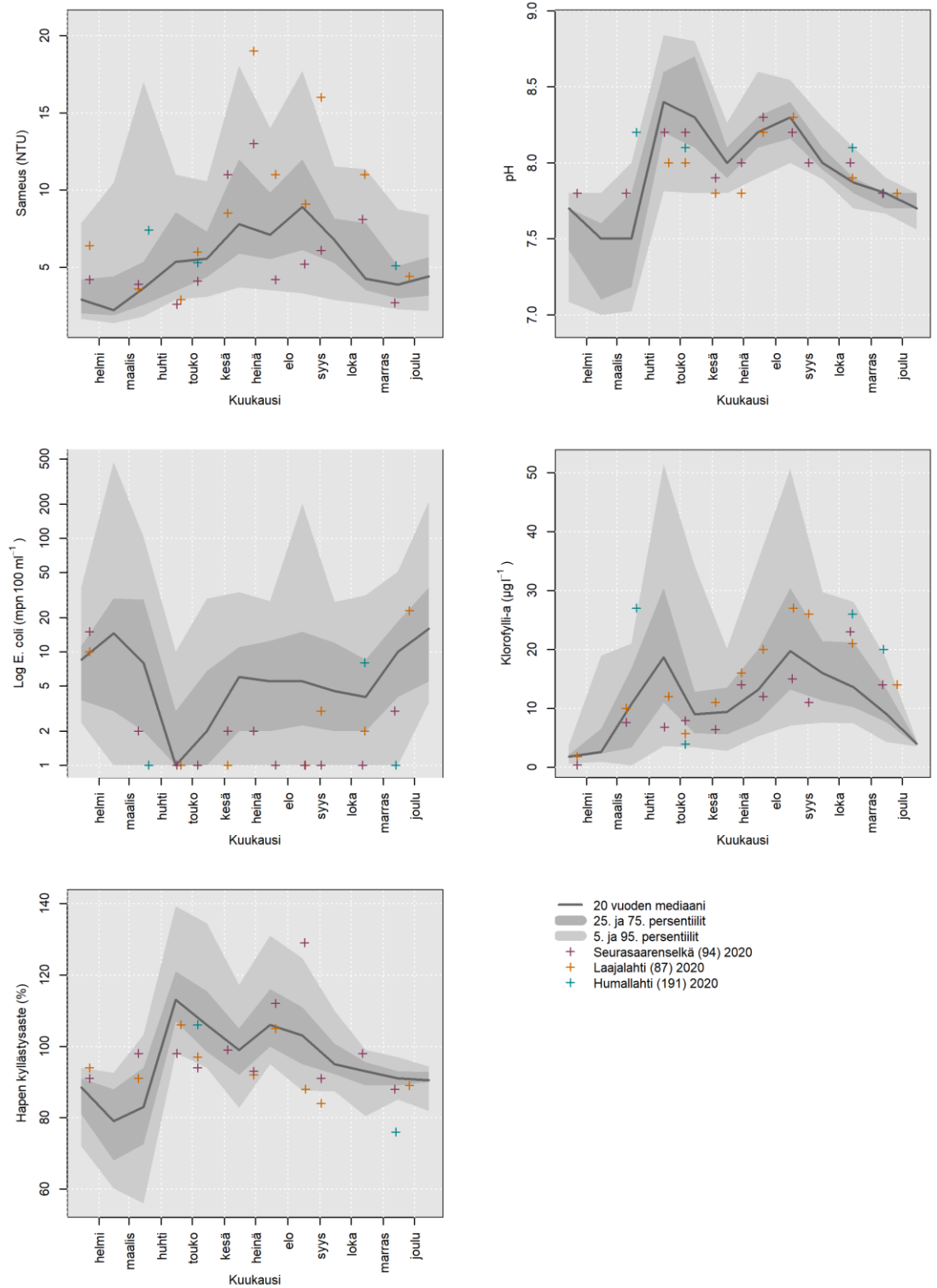
⁴ https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/Avaaliite.aspx?Liite_ID=6173061 (20.8.2020)

raskuudessa tavanomaista suuremmat, mutta veden sameus, pH ja hapen kyllästysaste olivat laskeneet tavanomaiselle tai paikoitellen hapen kyllästysasteen osalta poikkeuksellisen matalalle tasolle (kuva 8).

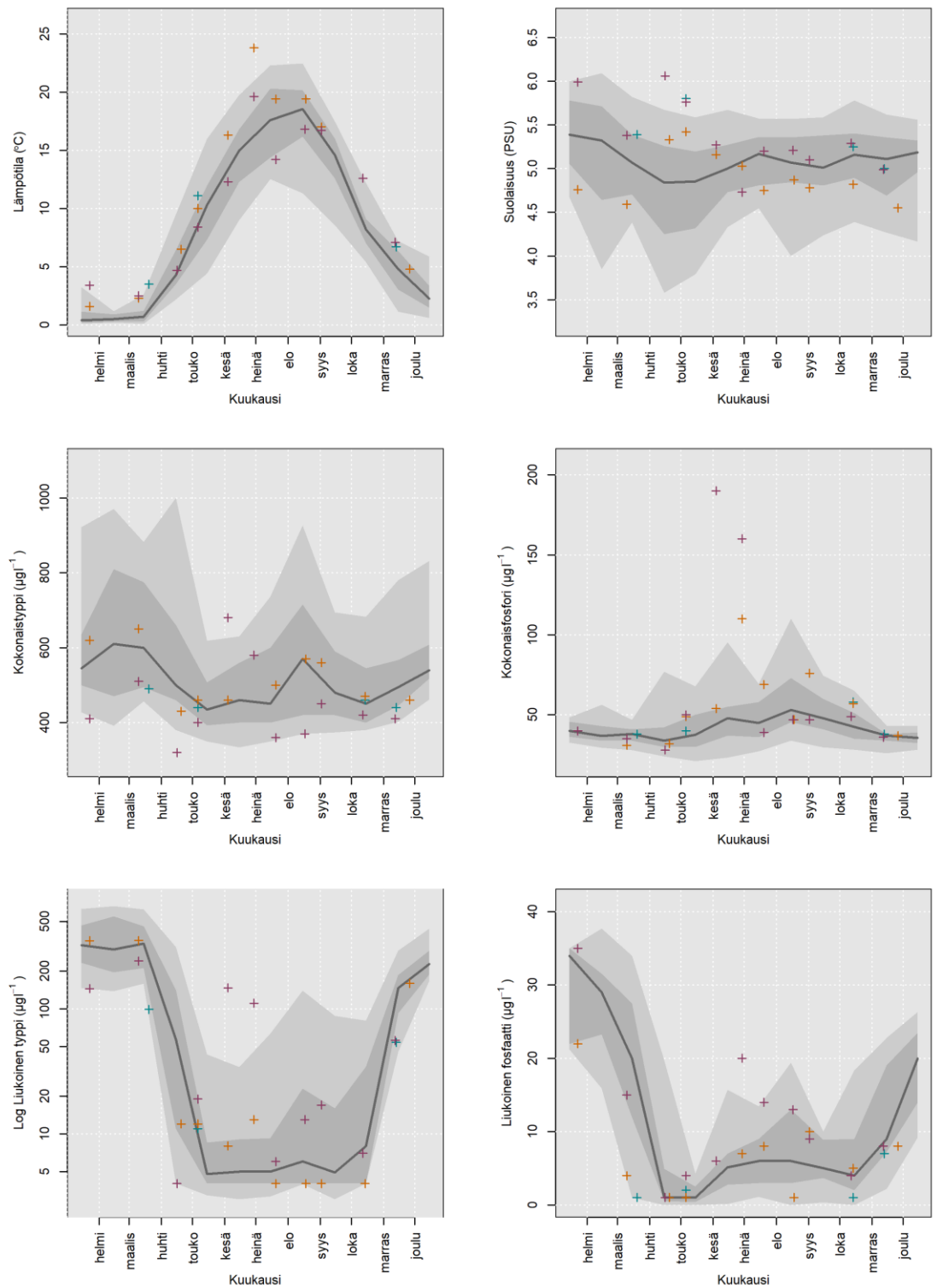
Pohjanläheisen veden laatu kehittyi vesimuodostuman alueella pintaveden laadun tapaan, eikä veden laadussa havaittu merkittäviä poikkeamia, lukuun ottamatta poikkeuksellisen matalia happipitoisuuksia marraskuussa (kuva 9).



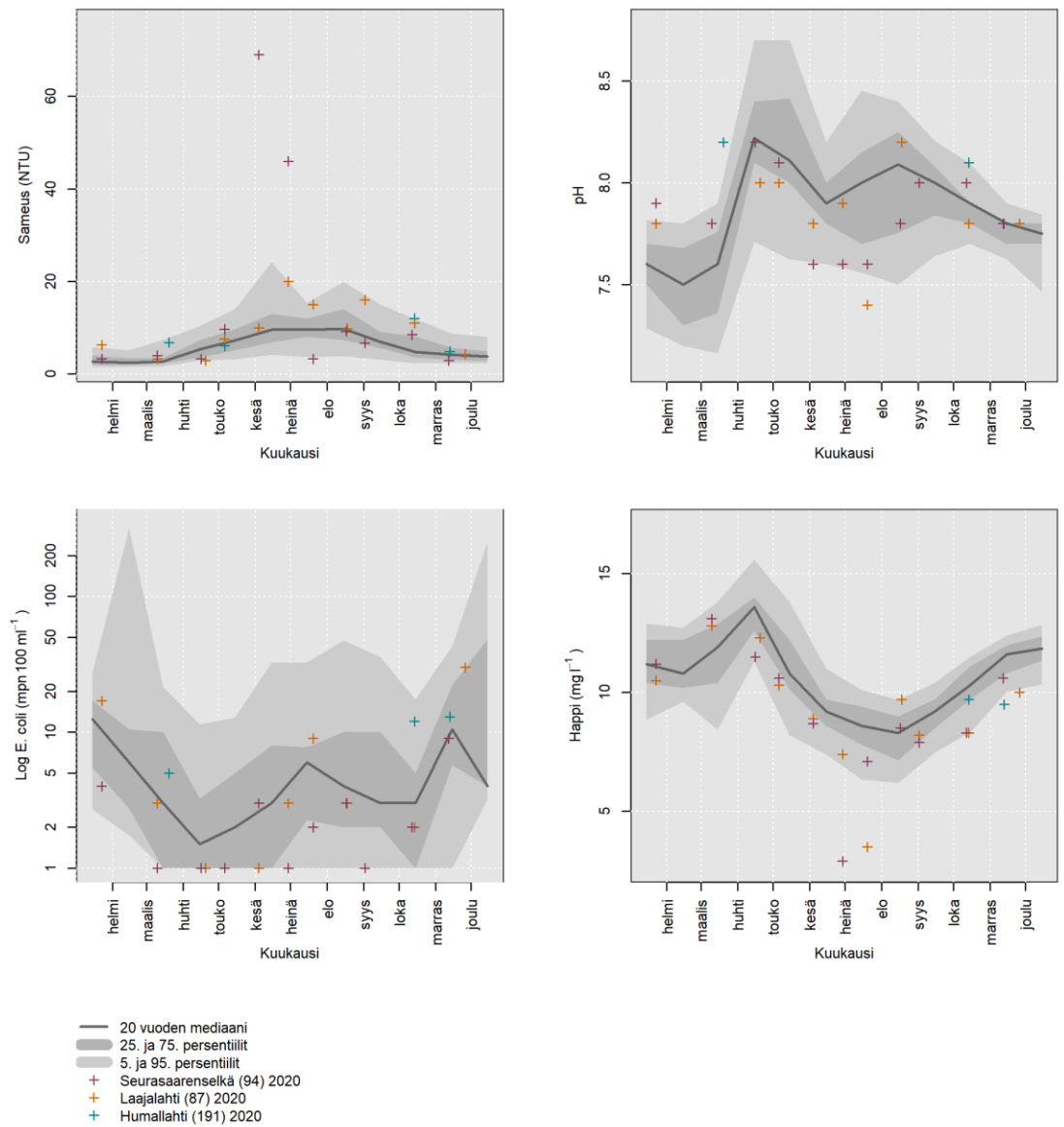
Kuva 8. Seurasaari -vesimuodostuman pintaveden (0-5 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiit ja kuluva vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 8. Jatkoa edelliseltä sivulta.



Kuva 9. Seurasaari -vesimuodostuman pohjanläheisen veden (pohja +1 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiit ja ku-
luvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 9. Jatkoa edelliseltä sivulta.

3.5. Kruunuvuorenselkä vesimuodostuma

3.5.1. Ensimmäinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemilta haettiin näytteet tammikuussa (18), helmikuussa (4, Kyläsaaren varapurkureitin erillistarkkailuasema 4C) (liite 4) ja maaliskuussa (188). Pintaveden lämpötila oli poikkeuksellisen korkea ja suolaisuuden vaihtelu huomattavaa (kuva 10). Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä pienemmät tammikuussa ja maaliskuussa.

Helmikuussa Kyläsaaren varapurkureitin käytön aikana tehtyjen lisänäytteenottojen mukaan kokonaisravinteiden määrät eivät eronneet aseman 4 pitoisuuksista ja onkin oletettavaa, että esimerkiksi poikkeuksellisen suuret kokonaisfosforin pitoisuudet johtuivat ajankohdan suuresta joki-
valumasta⁵ ($> 100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Varapurkureitin käytön aikana johdettiin puhdistettuja jätevesiä Vanhankaupunginlahteen noin $100\,000 \text{ m}^3$ vuorokaudessa, samaan aikaan Vantaanjoen virtaama oli noin 8.5 milj. m^3 vuorokaudessa, eli noin 85 -kertainen.

Vantaanjoen veden kokonaisravinnepitoisuudet olivat 18.2.2020 Vanhankaupunginkosken havaintoasemalla $2100 \mu\text{g l}^{-1}$ typpeä ja $370 \mu\text{g l}^{-1}$ fosforia⁶. Puhdistettujen jätevesien tyypilliset pitoisuudet⁷ ovat kokonaistypen suhteen noin $4000 \mu\text{g l}^{-1}$ ja fosforin suhteen noin $200 \mu\text{g l}^{-1}$. Vantaanjoen suuri virtaama ja suuret kokonaisravinnepitoisuudet peittävät puhdistettujen jätevesien vaikutuksen alleen osittain. Liukoisen fosfaatin pitoisuus oli ravinteista ainoa parametri jossa, näkyi purkualueen lähistön aseman ja aseman 4 välillä selvä ero. Puhdistetuissa jätevesissä liukoisen fosfaatin osuus kokonaisfosforista on jokivesiä suurempi ja pitoisuus oli yli kaksinkertainen⁸. Puhdistetuissa jätevesissä liukoista fosfaattia kokonaisfosforista on noin vajaa puolet, kun sitä jokivedessä oli ajankohtana vain noin vajaa 10 %. Todennäköisesti tästä syystä puhdistettujen jätevesien johtamisen vaikutus näkyi juuri liukoisen fosfaatin osalta.

Pintaveden sameus oli poikkeuksellisen suuri helmikuussa, pH oli matala ja *E. coli* bakteerien määrät tavanomaista suuremmat asemalla 4 ja poikkeuksellisen suuret asemalla 4C. Puhdistettujen jätevesien *E. coli* bakteerien pitoisuudet ovat tyypillisesti yli kymmenkertaiset verrattuna ajankohdan jokivesien bakteerimäärin ($1000 \text{ mpn } 100 \text{ ml}^{-1}$). Puhdistettujen jätevesien vaikutus keskittyi kuitenkin todennäköisesti purkualueen läheisyyteen.

Puhdistettujen jätevesien johtamisella Vanhankaupunginlahdelle oli havaittavissa oleva vaikutus, vaikka samaan aikaan Vantaanjoen virtaama ja alueelle sitä kautta kohdistunut kuormitus oli suurta.

Pohjanläheisen veden lämpötila oli poikkeuksellisen korkea ja suolaisuus vaihteli huomattavasti (kuva 11). Pohjanläheisen veden kokonaistypen pitoisuus oli tammikuussa asemalla 18 hyvin matala alueen vertailuaineistoon nähden, pitoisuus oli helmikuussa asemalla 4 tavanomaista suurempi ja maaliskuussa asemalla 188 tavanomainen. Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat tavanomaiset tammikuussa ja maaliskuussa, helmikuussa kokonaisfosforin pitoisuus oli poikkeuksellisen suuri pohjanläheisessä vedessä asemalla 4. Liukoisen typen ja fosfaatin pitoisuudet olivat pääosin tavanomaisen vaihtelun puitteissa.

⁵ <http://www2.ymparisto.fi/i2/21/q2101710y/wqfi.html#gln> 17.4.2020

⁶ aineisto: VHSVY

⁷ Arvioitu vuoden 2017 Viikinkmäen puhdistamon lähtevän puhdistetun jäteveden keskimääräisinä pitoisuuksina. Aineisto: HSY.

⁸ Arvioitu vuoden 2017 Viikinkmäen puhdistamon lähtevän puhdistetun jäteveden keskimääräisinä pitoisuuksina ja VHSVY:n toteuttaman seurannan puitteissa kerätyistä aineistoista. Aineistot: HSY ja VHSVY.

Pohjanläheisen veden sameus oli poikkeuksellisen suuri asemalla 4 helmikuussa, samaan aikaan tavanomaista suurempien *E.coli* bakteerien määrien ja happipitoisuuden kanssa.

3.5.2. Toinen vuosineljännes

Ensimmäisen vuosineljänneksen aikana puhdistettuja jätevesiä johdettiin varapurkureitin kautta Vanhankaupunginlahdelle. Tämän tapahtuman vaikutuksia ei enää huomattu toisen vuosineljänneksen aikana alueen seurantanäytteissä.

Pintaveden lämpötila oli tavanomainen huhtikuussa ja toukokuussa, nousten tavanomaista korkeammaksi kesäkuussa. Kruunuvuorenselällä suolaisuus laski tavanomaista korkeammasta pitoisuuksista tavanomaiselle tasolle. Vanhankaupunginlahden suolaisuus oli vuodenaikaan nähden tavanomaisella tasolla (kuva 10). Kokonaistypen ja liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat pääosin tavanomaisella tai sitä hieman matalammalla tasolla. Vanhankaupunginlahden kokonaisfosforin pitoisuudet kasvoivat kuitenkin kesäkuun lopulle tultaessa poikkeuksellisen korkeiksi (kuva 10). Selvää syytä kokonaisfosforin pitoisuuksien kasvulle ei aineistosta voi päätellä. Kokonaisfosforin tavanomaista aikaisempi kasvu havaittiin myös muiden Suomenlahden sisäsaariston vesimuodostuminen alueella, joten kyse voi olla mixotrofisten tai heterotrofisten (a-klorofyllin pitoisuudet eivät kasvaneet samaan tapaan) eliöiden biomassan kasvusta lämpimän pintaveden myötä.

Veden sameus, pH ja *E. coli* –bakteerien määrät olivat pääosin tavanomaisella tasolla. Levämäärät (mitattuna a-klorofyllin pitoisuutena) olivat poikkeuksellisen suuret Vanhankaupunginlahdella toukokuussa, laskien hieman kesäkuulle, ollen kuitenkin vielä tavanomaista suuremmat (kuva 10). Kruunuvuorenselän levämäärät olivat poikkeuksellisen suuret huhtikuussa, jonka jälkeen levämäärät olivat tavanomaiset tai sitä pienemmät. Kesäkuun alussa Vanhankaupunginlahdella pintavesi oli voimakkaasti hapen ylikyllästämää, indikoiden voimakasta levätuotantoa. Toukokuun alussa mitattujen poikkeuksellisen suurten levämäärien yhteydessä hapen kyllästysaste oli poikkeuksellisen pieni, viitaten jo hajoavaan leväbiomassaan.

Alueen pohjanläheisen veden laatu kehittyi pintaveden laadun tapaan, lukuun ottamatta alueen syvimmän tarkkailuaseman (Kruunuvuorenselkä 18) pohjanläheisen veden laatua. Kruunuvuorenselän aseman pohjanläheisen veden liukoisen fosfaatin pitoisuus oli poikkeuksellisen korkea kesäkuun lopulla (kuva 11), samaan aikaan poikkeuksellisen alhaisen happipitoisuuden kanssa.

Samankaltainen ilmiö havaittiin Melkin selän asemalla (68) Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuman alueella jossa alle 20 m syvillä asemilla muodostui hapen vajausta jo kesäkuun puolella, mikä on alueelle poikkeuksellista. Tämä saattaa johtua poikkeuksellisen lämpimästä vedestä kesäkuun aikana mikä on kiihdyttänyt vesipatsaan heterotrofista toimintaa ja täten hapen kulutusta pohjanläheisessä vedessä. Poikkeuksellisen alhainen hapen pitoisuus havaittiin myös Vanhankaupunginselällä huhtikuussa, johtuen todennäköisesti suuresta jokikuormituksesta.

3.5.3. Kolmas vuosineljännes

Pintaveden lämpötila oli tavanomaisen puitteissa ja suolaisuus erosi tyypillisesti voimakkaasti Vanhankaupunginlahden (4) ja Kruunuvuorenselän (18) asemien välillä (kuva 10). Kokonaistypen pitoisuudet olivat tavanomaista hieman suuremmat Vanhankaupunginlahdella ja tavanomaiset tai sitä pienemmät Kruunuvuorenselällä. Kokonaistypen pitoisuudet olivat Vanhankaupungin-

lahdella heinäkuussa tavanomaista suuremmat, elokuussa tavanomaiset ja syyskuussa poikkeuksellisen suuret. Kruunuvuorenselän kokonaisfosforin pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä hieman pienemmät.

Liukoisen typen pitoisuudet olivat Vanhankaupunginlahdella tavanomaista suuremmat ja Kruunuvuorenselällä pääosin tavanomaiset (kuva 10). Liukoisen fosfaatin pitoisuudet kasvoivat kolmannelle vuosineljännekselle tyypillisesti syyskuuta kohden, pitoisuudet kasvoivat poikkeuksellisen suuriksi Kruunuvuorenselällä syyskuussa, mikä johtui todennäköisesti syyskuun tuulisen jakson aikana tapahtuneesta tehokkaasta veden pystysuuntaisesta sekoittumisesta mikä näkyi Kruunuvuorenselällä hetkellisenä pinta- ja pohjanläheisen veden lämpötilaeron häviämisenä (liite 1).

Pintaveden sameus oli pääosin tavanomaisella tasolla, tai sitä alhaisempi, lukuun ottamatta syyskuuta jolloin sameus oli poikkeuksellisen suuri Vanhankaupunginlahdella. Syyskuussa Vantaanjoen virtaamassa oli virtaamapiikki⁹, mikä on tuonut Vanhankaupunginlahdelle savisameaa vettä, jossa on ollut runsaasti kiintoainekseen sitoutunutta fosforia, mikä johti suuriin kokonaisfosforin pitoisuuksiin (kuva 10).

Pintaveden hygieeninen laatu vaihteli suhteellisen paljon, ollen poikkeuksellisen heikkoa Vanhankaupunginlahdella syyskuussa. Kasviplanktonin määrä mitattuna yhteyttämispigmentti a-klofyllin määränä oli poikkeuksellisen suuri Vanhankaupunginlahdella heinäkuussa, ja tavanomaista suurempi elo- ja syyskuussa. Hapen kyllästysaste oli myös tavanomaista suurempi (> 120 %), ilmentäen voimakasta levätuotantoa Vanhankaupunginlahdella.

Pohjanläheisen veden lämpötila oli tavanomainen tai sitä matalampi ja suolaisuus kehittyi pintaveden suolaisuuden tapaan, ollen tavanomaista matalampi Vanhankaupunginlahdella (kuva 11). Ravinnepitoisuuksien vaihtelu pohjanläheisessä vedessä muistutti molemmilla vesimuodostuman asemilla pintaveden ravinteiden vaihtelua. Liukoista fosfaattia oli poikkeuksellisen runsaasti Kruunuvuorenselän pohjanläheisessä vedessä (kuva 11). Pohjanläheisen veden sameus vaihteli pintaveden sameuden tapaan, veden hygieeninen laatu oli poikkeuksellisen heikko Vanhankaupunginlahdella elo- ja syyskuussa. Pohjanläheisen veden hapen pitoisuus oli tavanomaisella tasolla.

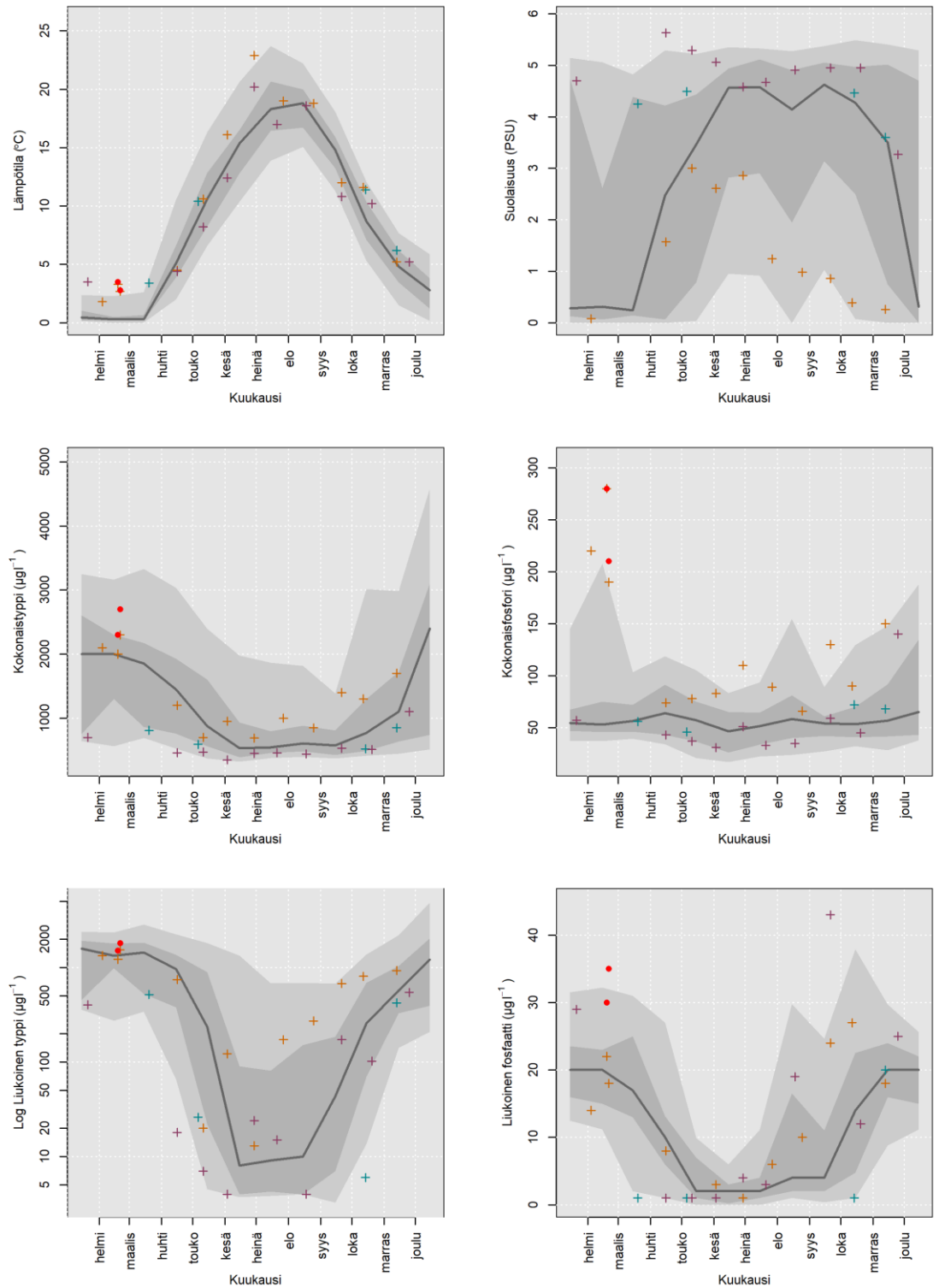
3.5.4. Neljäs vuosineljännes

Muiden vesimuodostumien tapaan pintaveden lämpötila loppuvuodesta oli hieman tavanomaista korkeampi. Kruunuvuorenselän vesimuodostuman asemille tyypillisesti pintaveden suolaisuus kehittyi eri tavalla alueen eteläisimmän aseman (18) ja suoraan Vantaanjoen valuman vaikutuksen alaisena olevan Vanhankaupunginlahden aseman (4) välillä (kuva 10). Vantaanjoen virtaama oli voimakasta lokakuun lopulla sekä marraskuun keskivaiheen jälkeen¹⁰ mikä on vaikuttanut alueella veden laatuun. Vantaanjoen virtaaman mukana alueelle tulee etenkin kiintoainekseen sitoutunutta fosforia, mikä näkyy suurina kokonaisfosforin pitoisuuksina. Jokivirtaaman mukana alueelle tulee myös tyypeä liukoisessa muodossa, mikä johtaa alueen vertailuaineistoon nähden tavanomaista suurempiin liukoisen typen pitoisuuksiin.

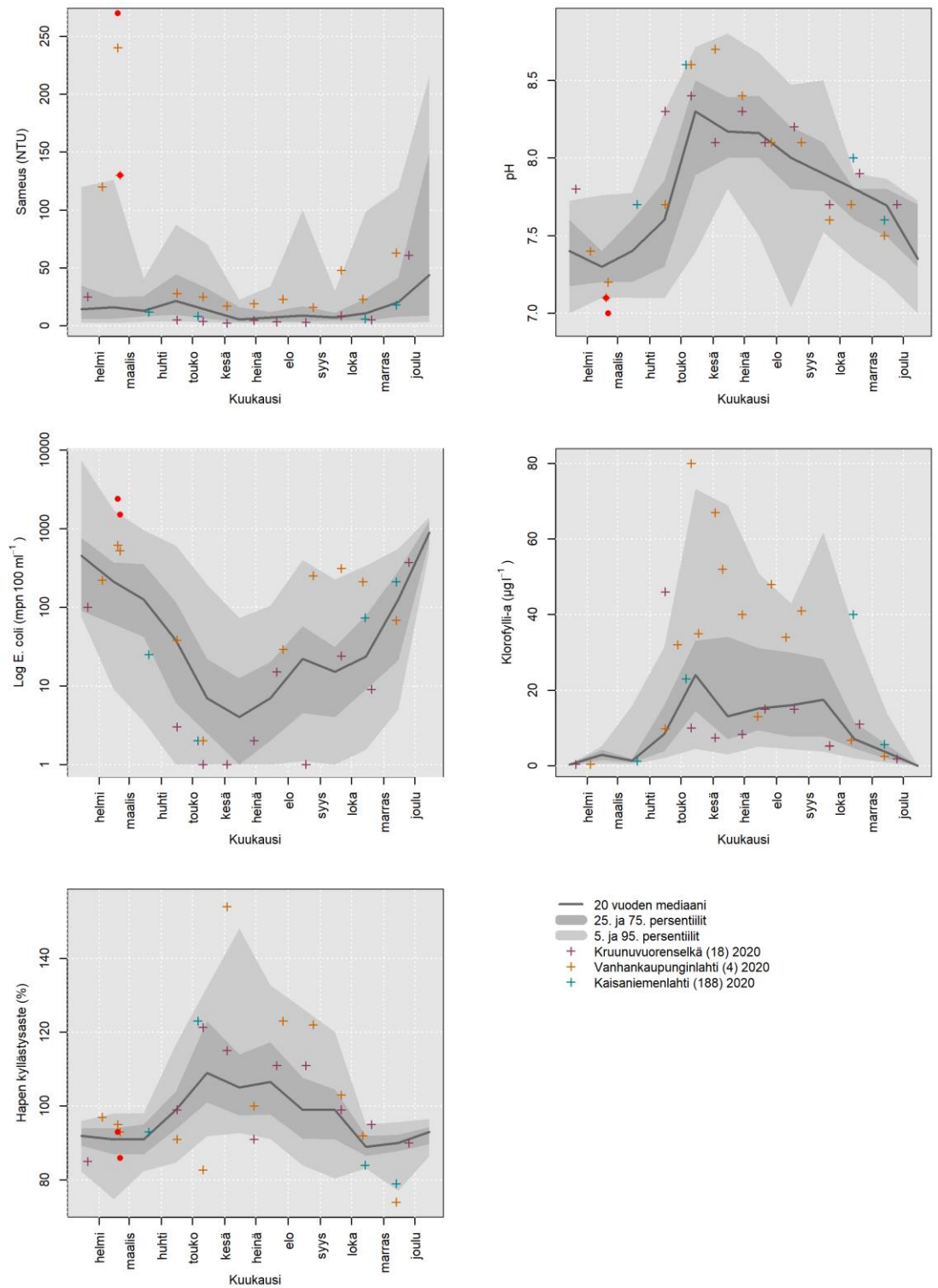
Levä määrä oli poikkeuksellisen suuri Kaisaniemenlahdella (188) lokakuussa ja hapen kyllästysaste matala Vanhankaupunginlahdella (4) marraskuussa (kuva 10).

⁹ <http://www.i2.vmparisto.fi/i/2/21/q2101700v/wqfi.html> 2.11.2020

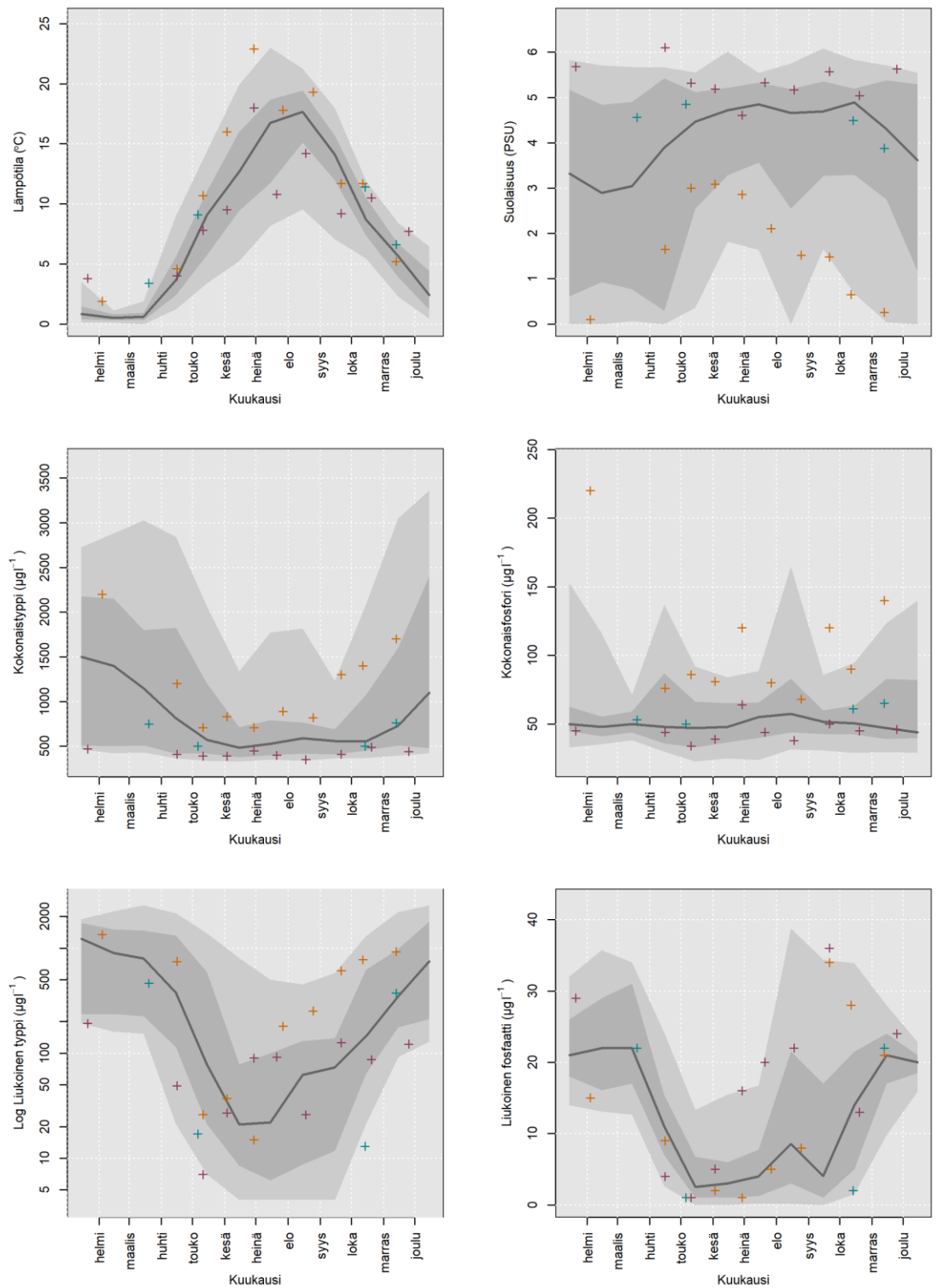
¹⁰ <http://www.i2.vmparisto.fi/i/2/21/q2101700v/wqfi.html> 8.1.2021



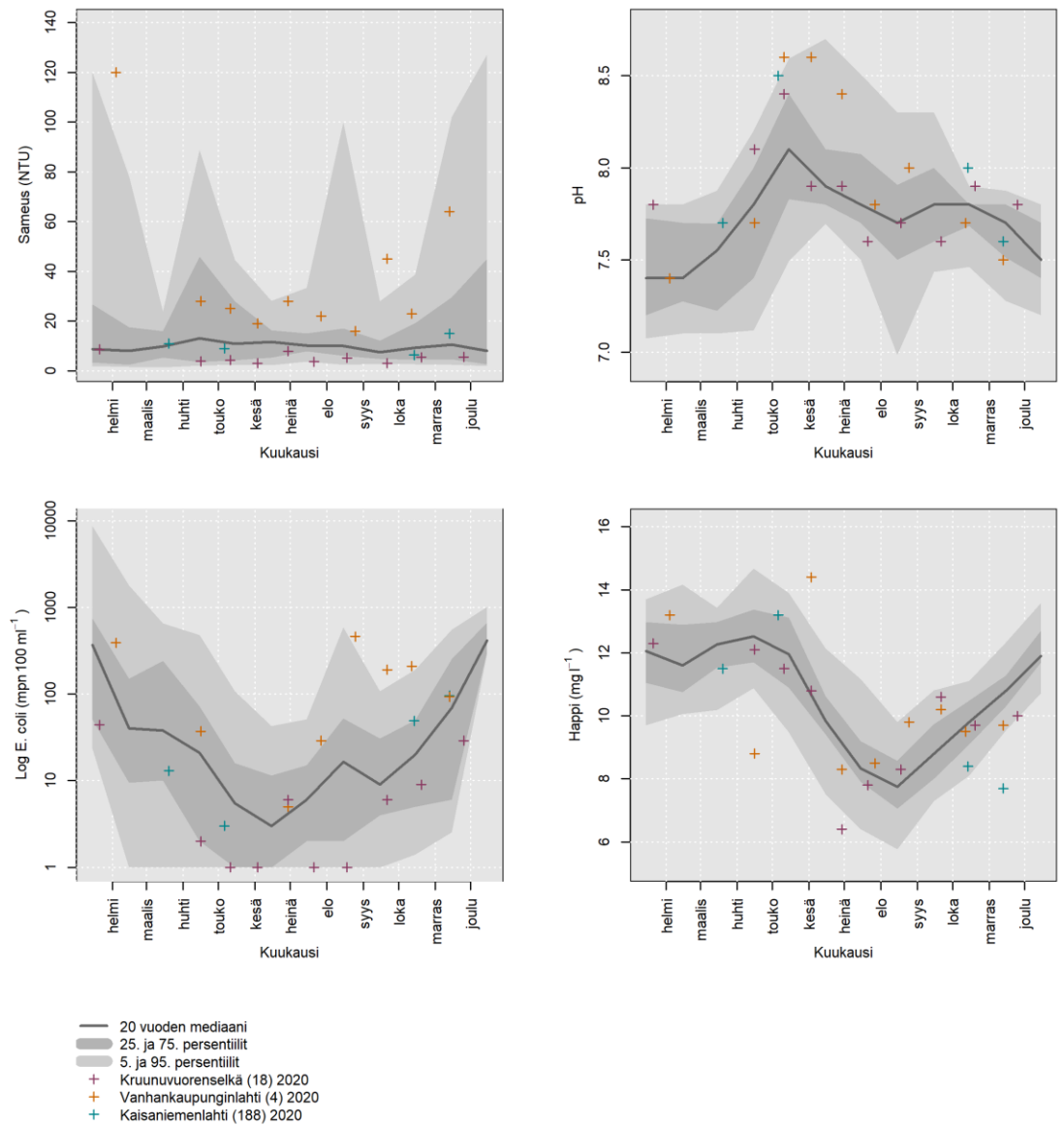
Kuva 10. Kruunuvuorenselkä -vesimuodostuman pintaveden (0-5 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiit ja kuluva vuoden havainnot (Ylivuototilanteen erillistarkkailun havainnot esitetty punaisina pisteinä, kts. myös liite 2). Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 10. Jatkoa edelliseltä sivulta.



Kuva 11. Kruunuvuorenselkä -vesimuodostuman pohjanläheisen veden (pohja +1 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiitit ja kuluvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 11. Jatkoa edelliseltä sivulta.

3.6. Villinki vesimuodostuma

3.6.1. Ensimmäinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemilta haettiin näytteet tammikuussa (25, 110). Pintaveden lämpötila oli poikkeuksellisen korkea, suolaisuus oli korkea asemalla 110 ja tavanomainen asemalla 25 (kuva 12). Kokonaistypen pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä pienemmät ja kokonaisfosforin pitoisuudet tavanomaiset tai sitä suuremmat. Liukoisen typen pitoisuus oli tavanomainen tai sitä pienempi ja liukoisen fosfaatin pitoisuus tavanomainen.

Pintaveden sameus oli poikkeuksellisen suurta vartiokylänlahdella (25), jossa myös *E. coli* bakteerien määrät olivat koholla.

Pohjanläheisen veden laatu kehittyi paljon pintaveden laadun tapaan (kuva 13).

3.6.2. Toinen vuosineljännes

Pintaveden lämpötila kehittyi samankaltaisesti muiden vesimuodostumien havaintoasemien kanssa, ollen pääosin tavanomaisella tasolla huhtikuulta kesäkuun alkuun ja ollen poikkeuksellisen lämmintä kesäkuun lopulla. Suolaisuus laski poikkeuksellisen korkealta tasolta tavanomaiseksi tai sitä pienemmäksi kesäkuun lopulle tultaessa (kuva 12).

Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat poikkeuksellisen suuret kesäkuussa Vartiokylänlahdella (25), myös liukoisen typen pitoisuus kesäkuun lopulla oli poikkeuksellisen suuri molemmilla alueen seuranta-asemista (kuva 12). Pintaveden sameus oli myös poikkeuksellisen suurta Vartiokylänlahdella kesäkuun lopulla, samaan aikaan kohonneen α -klorofyllin pitoisuuden kanssa. Poikkeuksellisen korkea pH-arvo mitattiin Kallahdenselällä kesäkuun lopussa.

Pohjanläheisen veden laatu kehittyi pintaveden laadun kanssa samaan tapaan veden laadun poiketessa tavanomaisesta pääosin korkean lämpötilan, sameuden ja kokonaisfosforin pitoisuuksien osalta (kuva 13).

3.6.3. Kolmas vuosineljännes

Pintaveden lämpötila, suolaisuus ja kokonaistypen pitoisuus olivat tavanomaisella tasolla tai sitä pienempiä, kokonaisfosforin pitoisuuksien vaihdellessa hieman enemmän (kuva 12). Liukoisen typen pitoisuudet olivat tavanomaiset tai sitä hieman suuremmat ja liukoisen fosfaatin pitoisuudet pääosin tavanomaiset, lukuun ottamatta poikkeuksellisen suurta pitoisuutta Kallahdenselällä (110) syyskuussa. Korkea pitoisuus on todennäköisesti johtunut syyskuussa tapahtuneesta tehokkaasta veden pystysuuntaisesta sekoittumisesta (sama ilmiö havaittiin Suvisaaristo-Lauttasaari ja Kruunuvuorenselkä vesimuodostumien alueella).

Pintaveden sameus oli pääosin tavanomainen tai sitä hieman alhaisempi, pH:n ja veden hygieenisen laadun ollessa tavanomaisilla tasoillaan. Kasviplanktonin määrä oli tavanomainen tai sitä hieman pienempi heinä- ja elokuussa, ja tavanomaista hieman suurempi syyskuussa (kuva 12). Pintaveden hapen kyllästysaste oli poikkeuksellisen suurta Vartiokylänlahdella elokuussa, viitaten voimakkaaseen levätuotantoon, mikä ei kuitenkaan heijastunut kertyvänä biomassana (α -klorofylli) (kuva 12), mahdollisesti eläinplanktonin laidunnuksen tai lahdelta pois kulkeutumisen johdosta.

Pohjanläheisen veden lämpötila ja suolaisuus olivat tavanomaisella tasolla. Kokonaistypen pitoisuus oli tavanomainen ja kokonaisfosforin pitoisuus palasi tavanomaiselle tasolle toisen vuosineljänneksen aikana havaituista poikkeuksellisen suurista pitoisuuksista (kuva 13). Kokonaisfosforin pitoisuus oli tavanomaista suurempi vartiokylänlahdella syyskuussa, samaan aikaan hieman madaltuneen suolapitoisuuden ja suuremman sameuden kanssa, viitaten maalta tulevaan valumaan kokonaisfosforin pitoisuuden kasvun syynä.

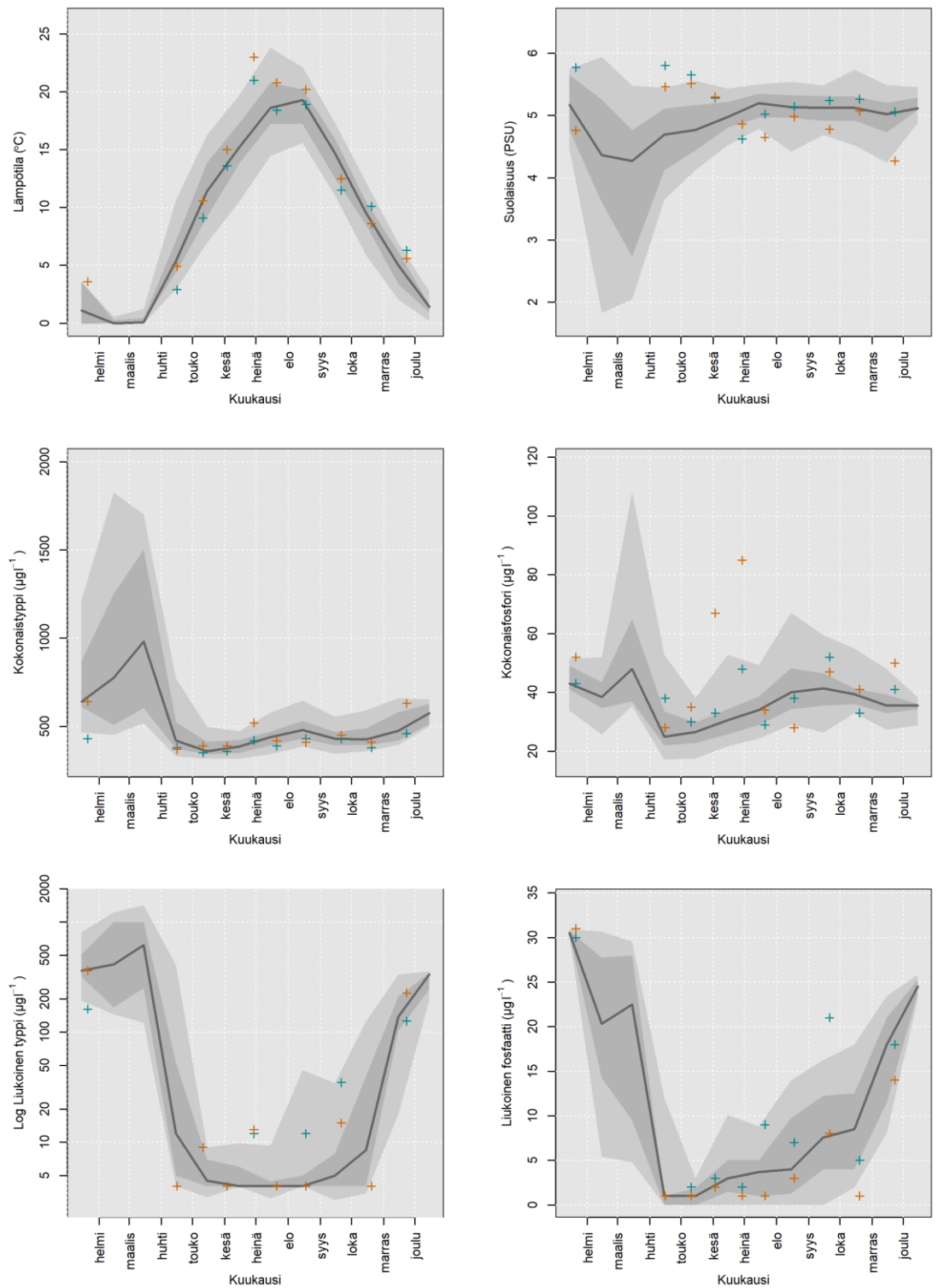
Liukoisen typen pitoisuudet olivat tavanomaiset tai hieman sitä suuremmat, etenkin Kallahdenselällä syyskuussa. Myös liukoisen fosfaatin pitoisuus oli suuri syyskuussa Kallahdenselän asemalla (110) (kuva 13). Kallahdenselän aseman pohjanläheisen veden liukoisten ravinteiden kasvu osuu yhteen hieman kasvaneen suolaisuuden kanssa, mikä viittaa mereisemmän syvän veden vaikutukseen alueella.

Pohjanläheisen veden sameus, pH ja hygieeninen laatu olivat tavanomaisella tasolla. Villingin vesimuodostuman pohjanläheisen veden sameuden vuoden ajan kehitys on samankaltainen Suvisaari-Lauttasaari ja Seurasaarenselkä vesimuodostumien kanssa, ollen suurinta kesä- ja heinäkuussa. Pohjanläheisen veden happipitoisuus oli tavanomainen tai sitä suurempi (kuva 13).

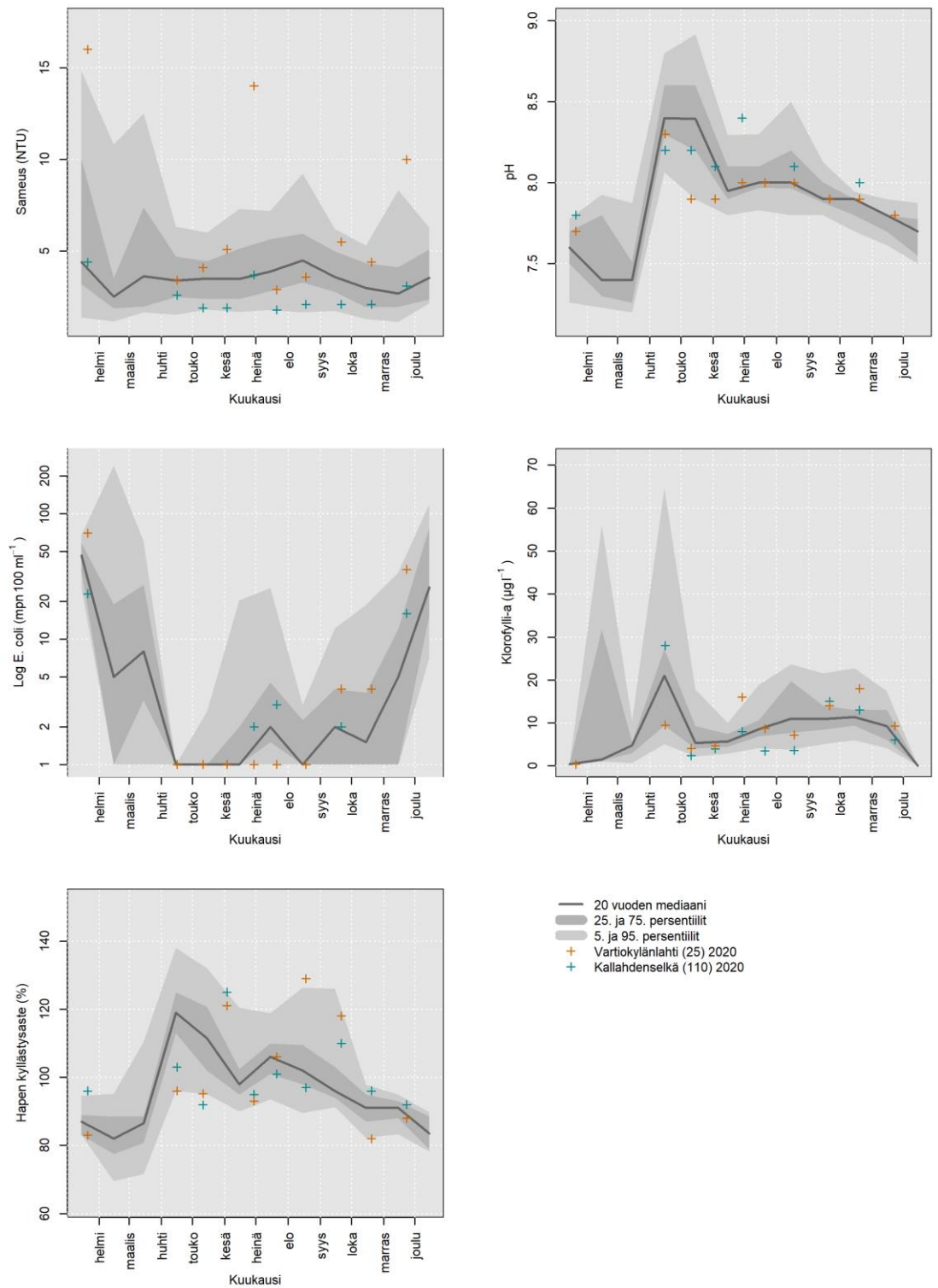
3.6.4. Neljäs vuosineljännes

Muiden vesimuodostumien tapaan pintaveden lämpötila oli tavanomaista korkeampi loppuvuodesta. Suolaisuus oli tavanomainen tai sitä alhaisempi (kuva 12). Kokonaisravinteiden pitoisuudet olivat lokakuussa tavanomaisella tai sitä alhaisemmalla tasolla, liukoisen typen pitoisuudet olivat analyttisen määrittämissä rajoissa, myös liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat pienet lokakuussa. Ravinnepitoisuudet kasvoivat marraskuussa ja kokonaisfosforin pitoisuus oli poikkeuksellisen suuri Vartiokylänlahdella (25), mikä on todennäköisesti johtunut maalta tulevasta valumasta (samanaikainen pieni suolapitoisuus ja poikkeuksellisen korkea sameus) (kuva 12). Levämäärät olivat tavanomaista suuremmat Vartiokylänlahdella lokakuussa, samaan aikaan alhaisen hapen kyllästysasteen kanssa (kuva 12).

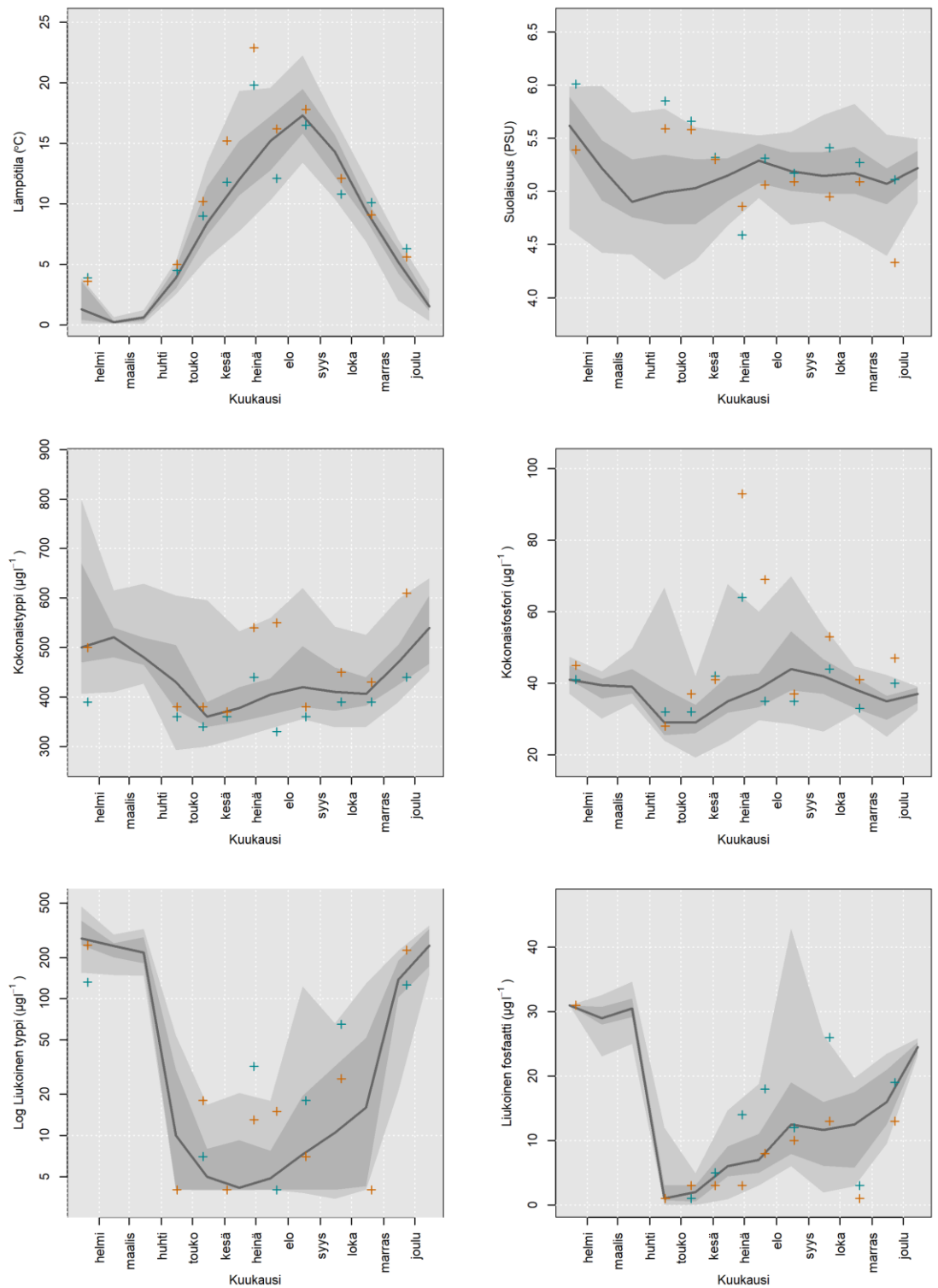
Pohjanläheisen veden laatu kehittyi samaan tapaan pintaveden laadun kanssa. Yllä mainittujen poikkeamien lisäksi havaittiin poikkeuksellisen pieniä liukoisten ravinteiden pitoisuuksia lokakuussa vesimuodostuman molemmilla havaintoasemilla (kuva 13).



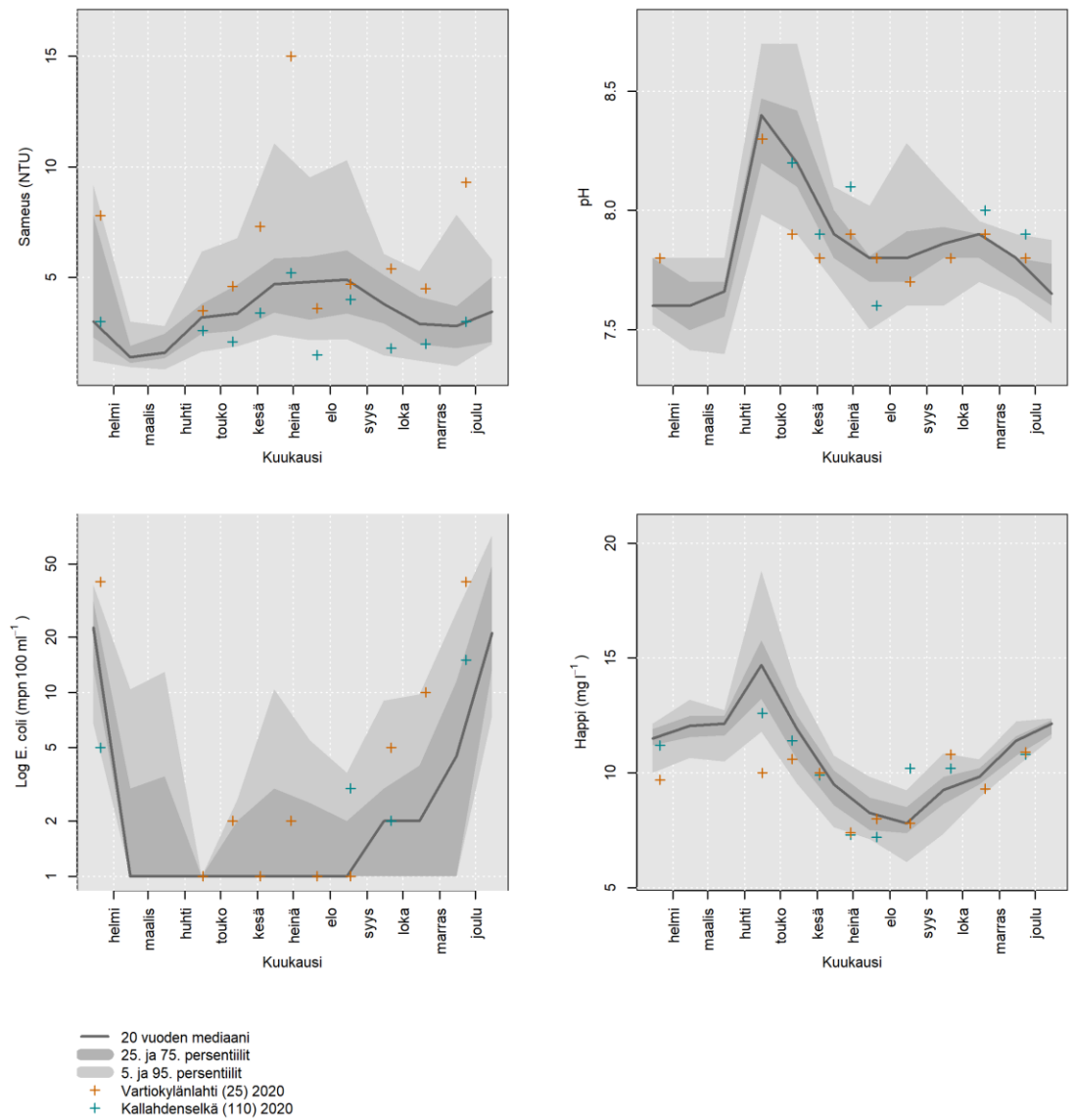
Kuva 12. Villinki -vesimuodostuman pintaveden (0-5 m) havaintojen kuukausikohtaiset vii-meisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiit ja kuluvan vuoden havain-not. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 12. Jatkoa edelliseltä sivulta.



Kuva 13. Villinki -vesimuodostuman pohjanläheisen veden (pohja +1 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiit ja kuluva vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 13. Jatkoa edelliseltä sivulta.

3.7. Sipoon saaristo vesimuodostuma

3.7.1. Ensimmäinen vuosineljännes

Vesimuodostuman havaintoasemilta haettiin näytteet tammikuussa (111, 113, 181). Pintaveden laadun osalta merkittävimmät poikkeamat olivat korkea lämpötila ja suolaisuus, tavanomaista pienempi typpiravinteiden pitoisuus ja aseman 181 korkea pH ja matala hapen kyllästysaste (kuva 14).

Pohjanläheisen veden laatu kehittyi paljolti pintaveden laadun tapaan, poikkeuksena aseman 181 pohjanläheisen veden näytteessä havaittiin tavanomaiseen hyvin matalaan tasoon nähden poikkeavan suuria määriä *E. coli* –bakteereja. *E. coli* –bakteerien määrät olivat kuitenkin raja-arvoihin nähden hyvin pienet (yksittäisen valvontanäytteen toimenpideraja: 500 mpn/100ml).

3.7.2. Toinen vuosineljännes

Sipoon saariston vesimuodostuman pintaveden lämpötila ja suolaisuus kehittivät samaan tapaan muiden vesimuodostumien pintaveden lämpötilan ja suolaisuuden kanssa. Lämpötila oli poikkeuksellisen korkea kesäkuun lopulla ja suolaisuus laski huhtikuulta kesäkuun loppuun (kuva 14).

Kokonaistypen (asema 113) ja kokonaisfosforin (asemat 111 ja 113) pitoisuudet olivat paikoitellen poikkeuksellisen korkeat kesäkuun lopulla. Liukoisen typen pitoisuudet olivat myös poikkeuksellisen suuret asemilla 111 ja 113 kesäkuun lopulla, samaan aikaan poikkeuksellisen korkean pintaveden sameuden kanssa (kuva 14). Vuonna 2020 aloitetut Vuosaaren sataman syväväylän ruoppaustyöt ovat voineet vaikuttaa veden sameuteen ja kokonaisravinteiden pitoisuuksiin vesimuodostuman alueella, joskin kesäkuun lopulla mitattiin kohonneita pintaveden sameuksia ja korkeita kokonaisfosforin pitoisuuksia myös monilla muilla asemilla. Pintaveden sameuden kasvu on voinut johtua mikсотrofisten tai heterotrofisten (samanaikainen voimakas a-klorofyllipitoisuuksien kasvu viittaisi autotrofisiin leviin) eliöiden runsastumisesta tarkkailualueella, johtuen poikkeuksellisen lämpimästä kesäkuusta.

Hapen kyllästysaste oli poikkeuksellisen matala Granöfjärdenin asemalla (113) huhti- ja toukuussa ja poikkeuksellisen suuri Mustan hevosen asemalla (181) kesäkuun lopulla, samaan aikaan poikkeuksellisen korkean pH-arvon kanssa, viitaten täällä suureen levätuotantoon.

Pohjanläheisen veden laatu kehittyi pintaveden laadun kanssa samankaltaisesti, lukuun ottamatta liukoisen typen ja kokonaisfosforin pitoisuuksia jotka olivat poikkeuksellisen suuret Mustan Hevosen aseman (181) pohjanläheisessä vesikerroksessa (kuva 15).

3.7.3. Kolmas vuosineljännes

Pintaveden lämpötila oli ajankohtaan nähden alueella tavanomainen, suolaisuus vaihteli, ollen paikoitellen tavanomaista alhaisempi (heinäkuu, asema 113) tai tavanomaista korkeampi (asemat 111 ja 181 syyskuu) (kuva 14). Kokonaistypen pitoisuus oli alueen avoimemmilla asemilla (111, 181) tavanomainen ja tavanomaista suurempi sisäsaaristossa Granöfjärdenin (113) asemalla (kuva 14). Kokonaisfosforin pitoisuus oli tavanomainen tai sitä hieman suurempi heinä- ja elokuussa, kasvaen kaikilla asemilla syyskuussa.

Liukoisen typen pitoisuudet olivat analyttisen määritysrajan alapuolella heinä- ja elokuussa, kasvaen syyskuulle tavanomaista suurempiin pitoisuuksiin. Liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat tavanomaiset heinäkuussa, elokuussa havaittiin poikkeuksellisen suuri liukoisen fosfaatin pitoisuus Granöfjärdin (113) asemalla. Havainnolle ei löydy aineistosta loogista selitystä. Syyskuussa liukoisen fosfaatin pitoisuudet olivat tavanomaista suuremmat.

Pintaveden sameus oli tavanomaista suurempaa Granöfjärdin (113) asemalla ja hapen kyllästysaste oli paikoittain tavanomaista suurempi elokuussa (kuva 14). Veden hygieeninen laatu vaihteli alueen keskimääräiseen tasoon nähden suhteellisen paljon.

Alueen pohjanläheisen veden lämpötila oli heinä- ja elokuussa tavanomainen ja tavanomaista hieman viileämpää syyskuussa (kuva 15). Pohjanläheisen veden suolaisuus kasvoi tavanomaiselta tasoltaan tavanomaista suuremmaksi syyskuussa alueen avoimemmilla asemilla (111, 181). Kokonaistypen pitoisuudet olivat pääosin tavanomaiset, kokonaisfosforin pitoisuudet olivat taas tavanomaista suuremmat tai ajoittain poikkeuksellisen suuret (asema 113) (kuva 15). Liukoisen typen ja fosfaatin pitoisuudet kasvoivat tavanomaiselta tai sitä hieman suuremmalta tasolta tavanomaista suuremmiksi tai poikkeuksellisen suuriksi syyskuussa (kuva 15).

Pohjanläheisen veden sameus oli ajoittain poikkeuksellisen suurta Granöfjärdin asemalla (113) (kuva 15). Sipoon saariston vesimuodostuman pohjanläheisen veden sameuden vuoden ajan kehitys on samankaltainen Suvisaaristo-Lauttasaari, Seurasaarenselkä ja Villinki vesimuodostumien kanssa, ollen suurinta kesä- ja heinäkuussa.

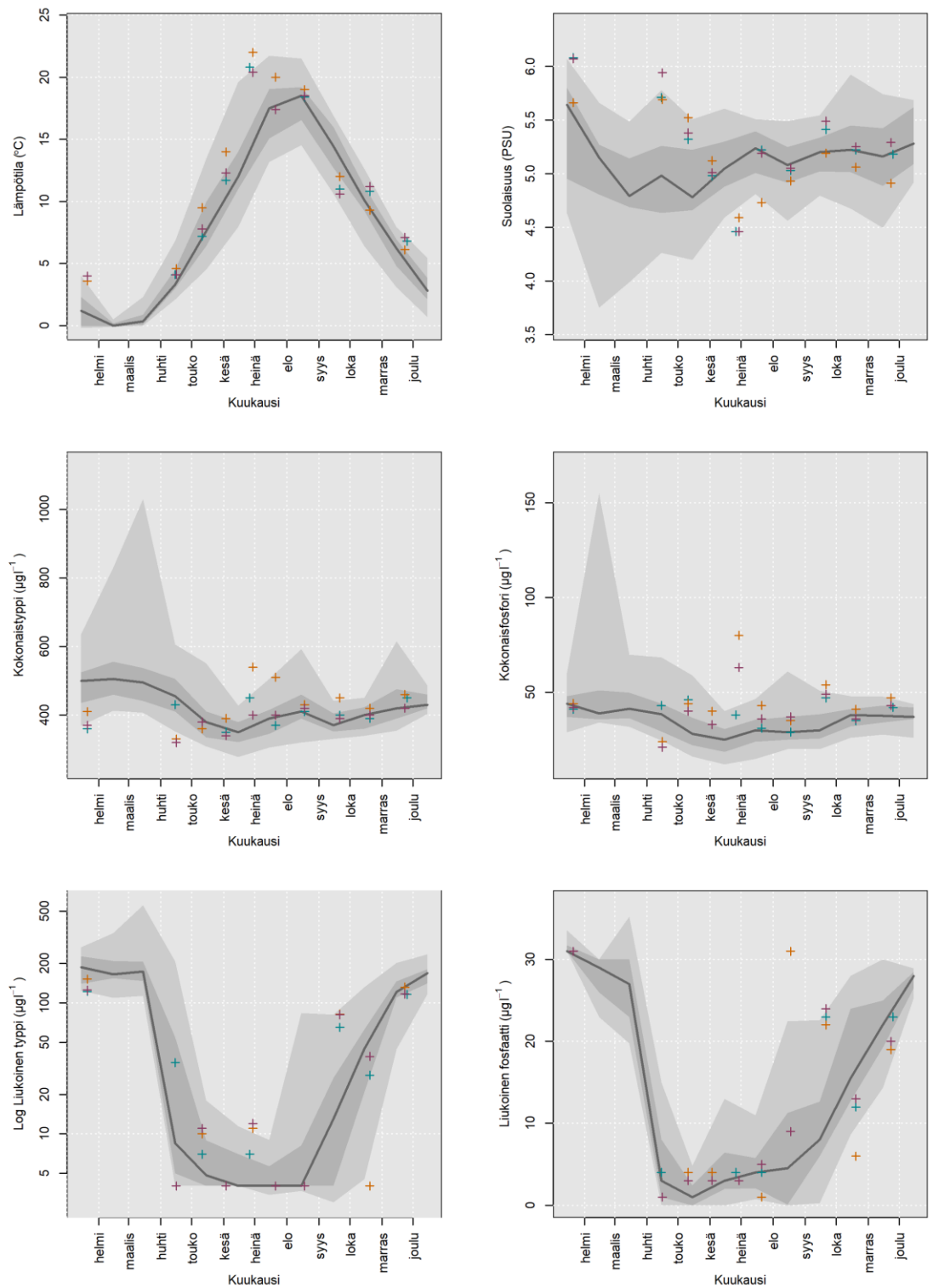
Pohjanläheisen veden pH ja happipitoisuus olivat pääosin tavanomaiset tai sitä alhaisemmat, ollen kuitenkin poikkeuksellisen matalia heinäkuussa Granöfjärdin asemalla (kuva 15).

3.7.4. Neljäs vuosineljännes

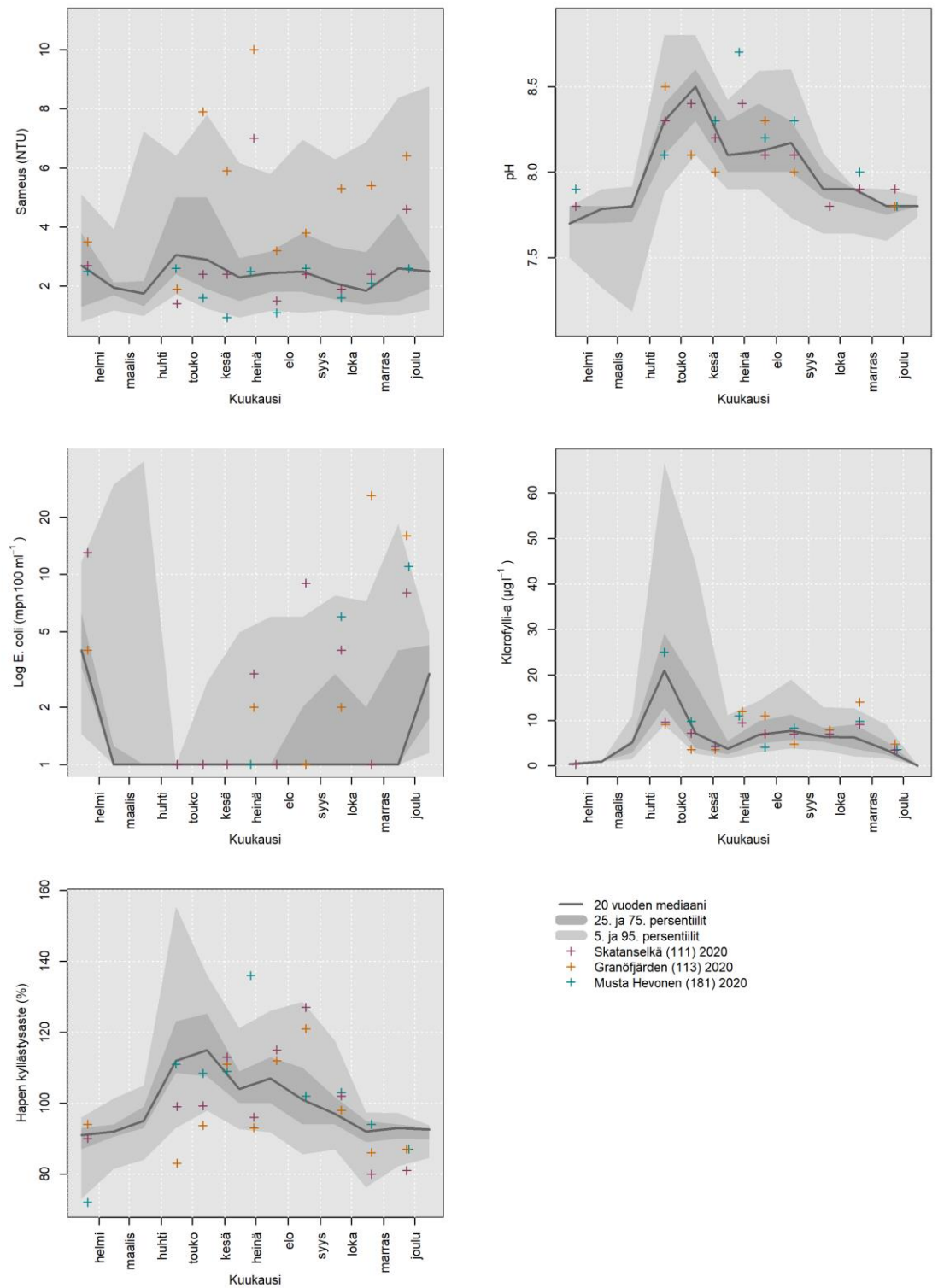
Muiden vesimuodostumien tapaan pintaveden lämpötila oli tavanomaista hieman korkeampi. Suolaisuus oli tavanomaisella tasolla tai sitä hieman pienempi (kuva 14). Kokonaistypen pitoisuus oli tavanomaisella tasolla, kokonaisfosforin pitoisuus tavanomainen tai sitä hieman suurempi. Liukoisten ravinteiden pitoisuudet olivat poikkeuksellisen pienet Granöfjärdin asemalla (113) lokakuussa ja tavanomaiset tai sitä hieman pienemmät vesimuodostuman muilla tarkkailuasemilla.

Vesi oli tavanomaista sameampaa asemalla 113, tavanomaista suurempien *E. coli* -bakteerien määrien sekä poikkeuksellisen suuren levämäärän (lokakuu) kanssa (kuva 14). Hapen kyllästysaste pintavedessä oli tavanomaista matalampi ja pH tavanomaista suurempi (kuva 14).

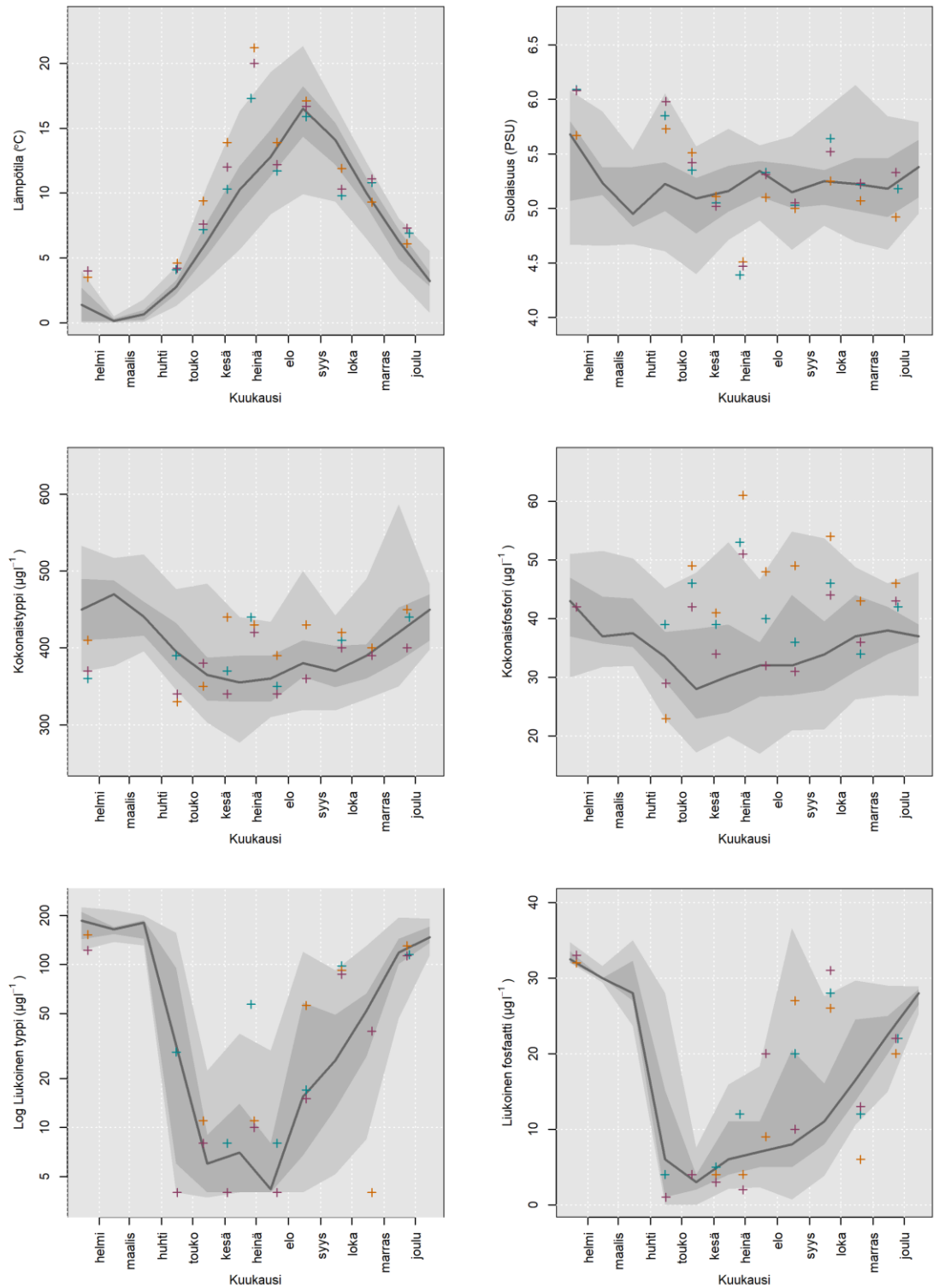
Pohjanläheisen veden laatu kehittyi pääosin samaan tapaan pintaveden laadun kanssa (kuva 15).



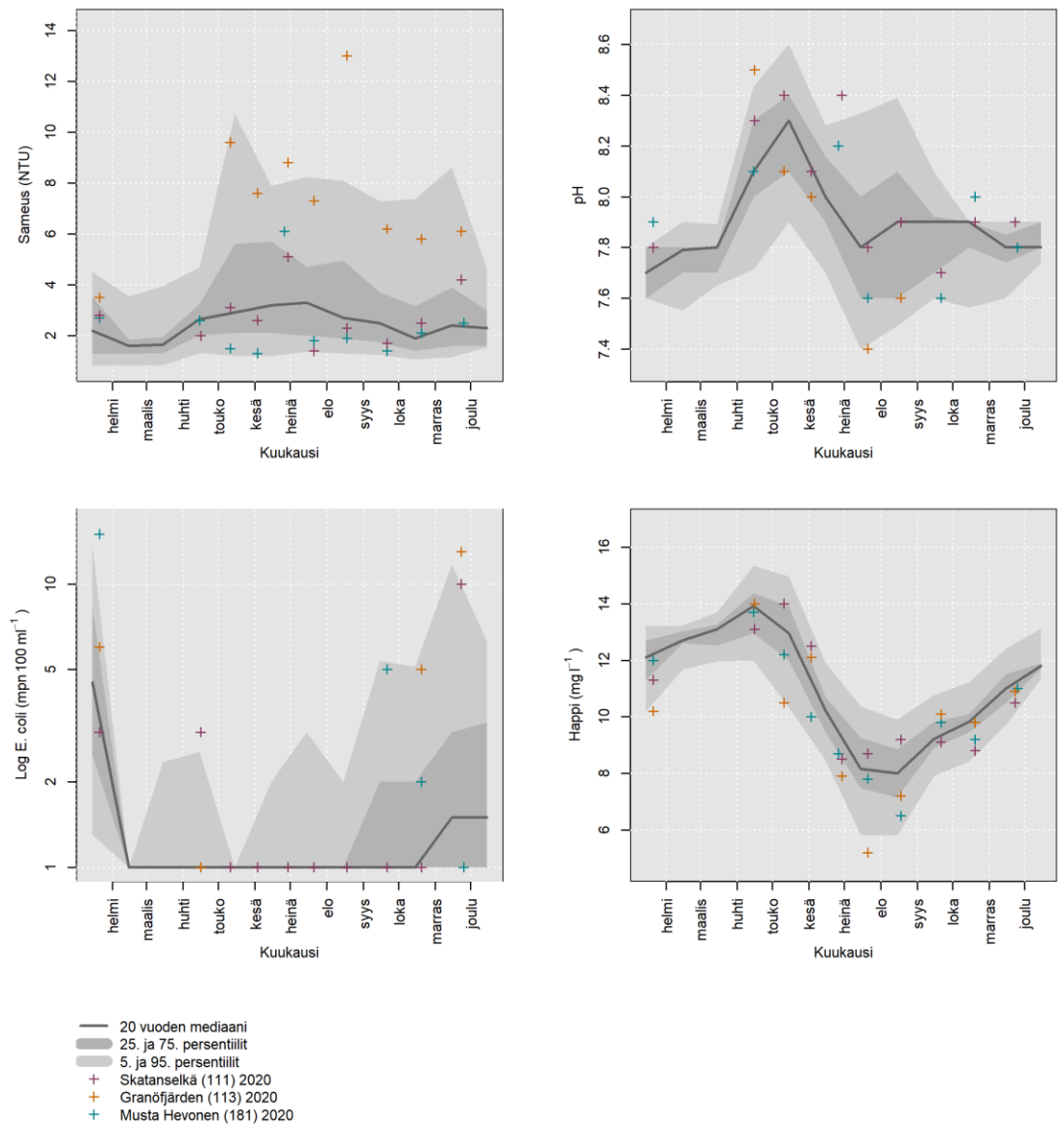
Kuva 14. Sipoon saaristo -vesimuodostuman pintaveden (0-5 m) havaintojen kuukausi-kohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persentiilit ja kuluvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 14. Jatkoa edelliseltä sivulta.



Kuva 15. Sipoon saaristo -vesimuodostuman pohjanläheisen veden (pohja +1 m) havaintojen kuukausikohtaiset viimeisen 20 vuoden mediaanit sekä 5., 25., 75. ja 95. persenttiitit ja kuluvan vuoden havainnot. Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.



Kuva 15. Jatkoa edelliseltä sivulta.

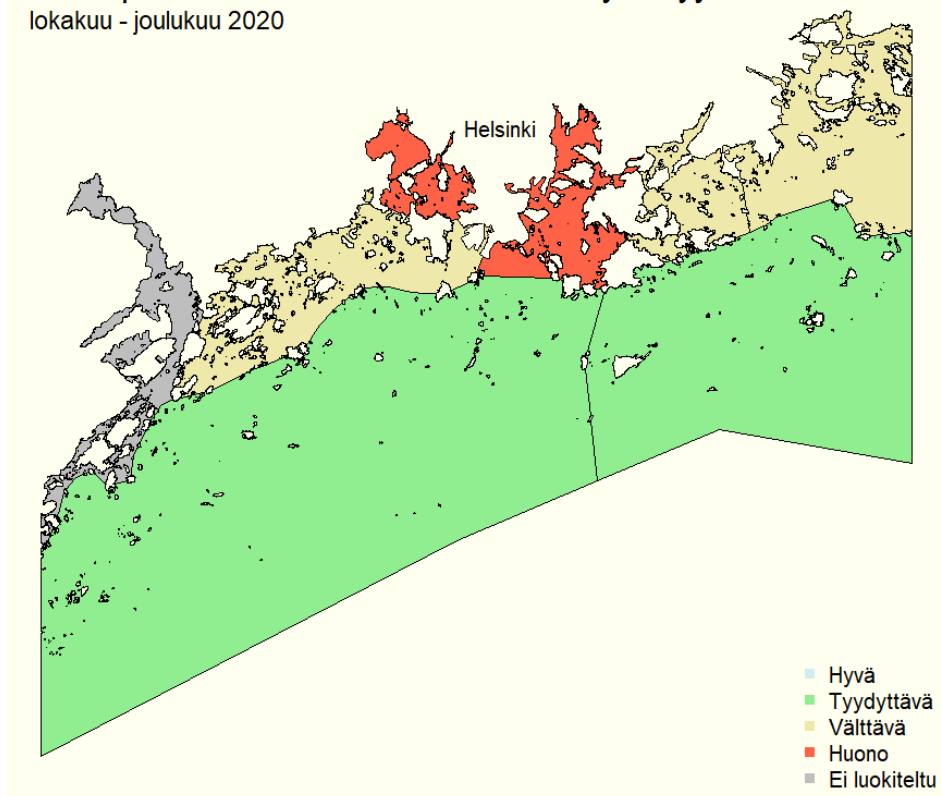
4. Pääkaupunkiseudun merialueen rehevöityneisyys

Pääkaupunkiseudun merialueen rehevöityneisyyttä arvioidaan vesimuodostumakohtaisesti, käyttäen yleistä vedenlaatuindeksiä (TRIX-trofiaiindeksi, Vollenweider ym. 1998) joka lasketaan pintaveden ravinnepitoisuuksien (kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori) sekä levätuotantoa että leväbiomassaa kuvaavien suureiden (hapen kyllästysasteen absoluuttinen poikkeama 100%:sta ja a-klorofyllin pitoisuus) pohjalta.

Indeksin arvo on skaalattu pääkaupunkiseudun merialueen veden laadun vaihtelu viimeisen 20-vuoden aikana huomioon ottaen. Luokittelu ei vastaa valtiovallan tekemää virallista rannikkovesien ekologista laatuluokitusta, vaan kuvaa levätuotannolle käytössä olevien ravinteiden määrää, levätuotannon intensiteettiä ja kertyvän leväbiomassan määrää.

Pääkaupunkiseudun merialueen rehevöityneisyys

lokakuu - joulukuu 2020



Kuva 16. TRIX-trofiaiindeksin avulla luokiteltu pääkaupunkiseudun merialueen rehevöityneisyyden tila.

5. Yhteenvedo

Helsingin kaupungin ympäristöpalveluiden ympäristöseuranta- ja -valvonta yksikkö koordinoi pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailuohjelman toteutusta. Yhteistarkkailun veden laadun tulokset raportoidaan neljännesvuosiraporteissa, sekä kahden vuoden välein julkaistavissa yhteenvetoraporteissa. Viimeisimmät julkaistut raportit ovat ladattavissa osoitteesta <http://hel.fi/merivesi>

Ensimmäisen vuosineljänneksen aikana meriveden lämpötila ja suolaisuus olivat tavanomaista korkeammat usealla havaintoasemalla. Alkuvuoden rankkojen sateiden ja korkean meriveden pinnan johdosta tapahtuneet useat pumppaamo-, laitos ja purkutunneliohitukset vaikuttivat paikallisesti Suvisaaristo-Lauttasaari ja Kruunuvuorenselkä vesimuodostumien veden laatuun.

Ensimmäisen vuosineljänneksen aikana tapahtuneiden verkostoylivuotojen ja Viikinmäen purkutunnelin ohituksen vaikutuksia merialueella ei enää havaittu toisen vuosineljänneksen aikana. Pintaveden lämpötila palasi tavanomaiselle tasolle keväällä, mutta kesäkuun lopulla veden lämpötila oli taas poikkeuksellisen korkea, ensimmäisen vuosineljänneksen tulosten tapaan. Korkea veden lämpötila johti todennäköisesti joidenkin rannikonläheisten alle 20 m syvien asemien pohjanläheisen veden hapen kulumiseen ja suuriin liukoisen fosfaatin pitoisuuksiin.

Koko tarkkailualueen tilaan vaikutti voimakkaasti Suomenlahden jokisuistomaisen veden kierron vahvistuminen. Pintaveden suolaisuus laski voimakkaasti toisen vuosineljänneksen aikana, kun taas syvempien asemien pohjanläheisen veden suolapitoisuus kasvoi. Tämä johtuu suhteellisen pitkäkestoisten koillistuulien työntäessä vähäsuolaisempaa vettä ulos Suomenlahdelta, synnyttävän suolaisemman pohjanläheisen veden kompensatiovirtauksen pohjan lähellä. Tämä ilmiö vaikutti osittain myös alueen veden ravinnepitoisuuksiin.

Monilla asemilla havaittiin kesäkuun lopulla tavanomaista sameampaa vettä ja korkeampia ravinnepitoisuuksia (etenkin kokonaisfosfori). Ilmiö on saattanut johtua poikkeuksellisen lämpimän pintaveden mukana tapahtuneesta tavanomaista aikaisemmasta syanobakteerien määrien kasvusta alueella, a-klorofyllin samanaikainen vaatimattomampi kasvu, etenkin Suomenlahden sisäsaariston vesimuodostumien alueella ei kuitenkaan tue tätä päätelmää. Veden sameuden ja kokonaisfosforin kasvu on myös voinut johtua lämpimän pintaveden myötä rehevöityneissä oloissa runsastuneista luonnon bakteereista ja pienimmän kokoluokan eläinplanktonista.

Seurasaarenselän ympäristön pohjanläheisen veden laadun heikkeneminen, joka havaittiin tarkkailun puitteissa, johtuu todennäköisesti Lauttasaaren ja Rajasaaren välille asennettavasta paineviemäriputki-urakasta.

Kolmannen vuosineljänneksen aikana ei alueella havaittu ajankohdalle tyypillistä kesän syanobakteerien kukintaa. Heinäkuu oli lämpimän kesäkuun jälkeen sateinen ja viileä, mikä esti tehokkaasti syanobakteerien pintalauttojen muodostumisen. Syyskuun alkupuolella vesi sekoittui väli- ja sisäsaariston alueella tehokkaasti pohjaa myöden, voimakkaamman kerrostuneisuuden jakson päätteeksi, mikä kasvatti etenkin liukoisen fosfaatin pitoisuuksia alueen pintavedessä voimakkaasti. Vesi kerrostui uudestaan syyskuun puolenvälin jälkeen.

Neljännen vuosineljänneksen aikana meriveden lämpötila oli tavanomaista korkeampi suurimmalla osalla tarkkailualueen asemista. Myös ensimmäisen ja toisen vuosineljänneksen aikana

meriveden lämpötila oli monin paikoin tavanomaista korkeampi. Levämäärät (ilmaistuna a-klorofyllin pitoisuutena) olivat paikoitellen tavanomaista tai poikkeuksellisen suuria, etenkin loka-kuussa. Vaikka alueella ei esiintynytäkään tyypillistä loppukesän syanobakteerikukintaa, olivat levämäärät suuria poikkeuksellisen lämpimän kesäkuun ja pitkän lämpimän syksyn aikana. Liukoisen typen pitoisuudet olivat rannikonläheisillä tarkkailuasemilla monin paikoin poikkeuksellisen pienet. Todennäköisesti lämmin syksy pidensi kasvukautta joillekin leväryhmille, mikä paikoittain johti liukoisen typen ehtymiseen pintavedessä. Suhteutettuna vertailuaineistoon, puhdistettujen jätevesien purkualueiden lähistöllä havaittiin suuria *E. coli* –bakteerien pitoisuuksia marras-kuussa, samaan aikaan kohonneen veden sameuden sekä alhaisen hapen kyllästysasteen kanssa.

Lähdeluettelo

Elken, J, Raudsepp, U ja Lips, U (2003). On the estuarine transport reversal in deep layers of the Gulf of Finland. *Journal of Sea Research* 49(4): 267-274.

Liblik, T ja Lips, U (2017). Variability of pycnoclines in a three-layer, large estuary: the Gulf of Finland. *Boreal Environment Research* 22: 27-47.

Rimpiläinen, L (2019). Sekaviemäriverkon ylivuotojen kuormitustarkastelu – Yhteenvertoraportti vuodesta 2018. FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy.

Tamminen, T ja Andersen T (2007). Seasonal phytoplankton nutrient limitation patterns as revealed by bioassays over Baltic Sea gradients of salinity and eutrophication. *Marine Ecology Progress Series* 340: 121-138.

Vahtera, E, Räsänen, M ja Muurinen, M (2016). Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2014-2015. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2:2016.

Vahtera, E, Räsänen, M ja Muurinen, M (2018). Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2016-2017. Kaupunkiympäristön julkaisuja 21:2018.

Vahtera, E, Räsänen, M ja Muurinen, M (2020). Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2018-2019. Kaupunkiympäristön julkaisuja 25:2020.

Vollenweider, RA, Giovanardi, F, Montanari, G, Rinaldi, A (1998). Characterization of the Trophic Conditions of Marine Coastal Waters with Special Reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a Trophic Scale, Turbidity and Generalized Water Quality Index. *Environmetrics* 9: 329-357.

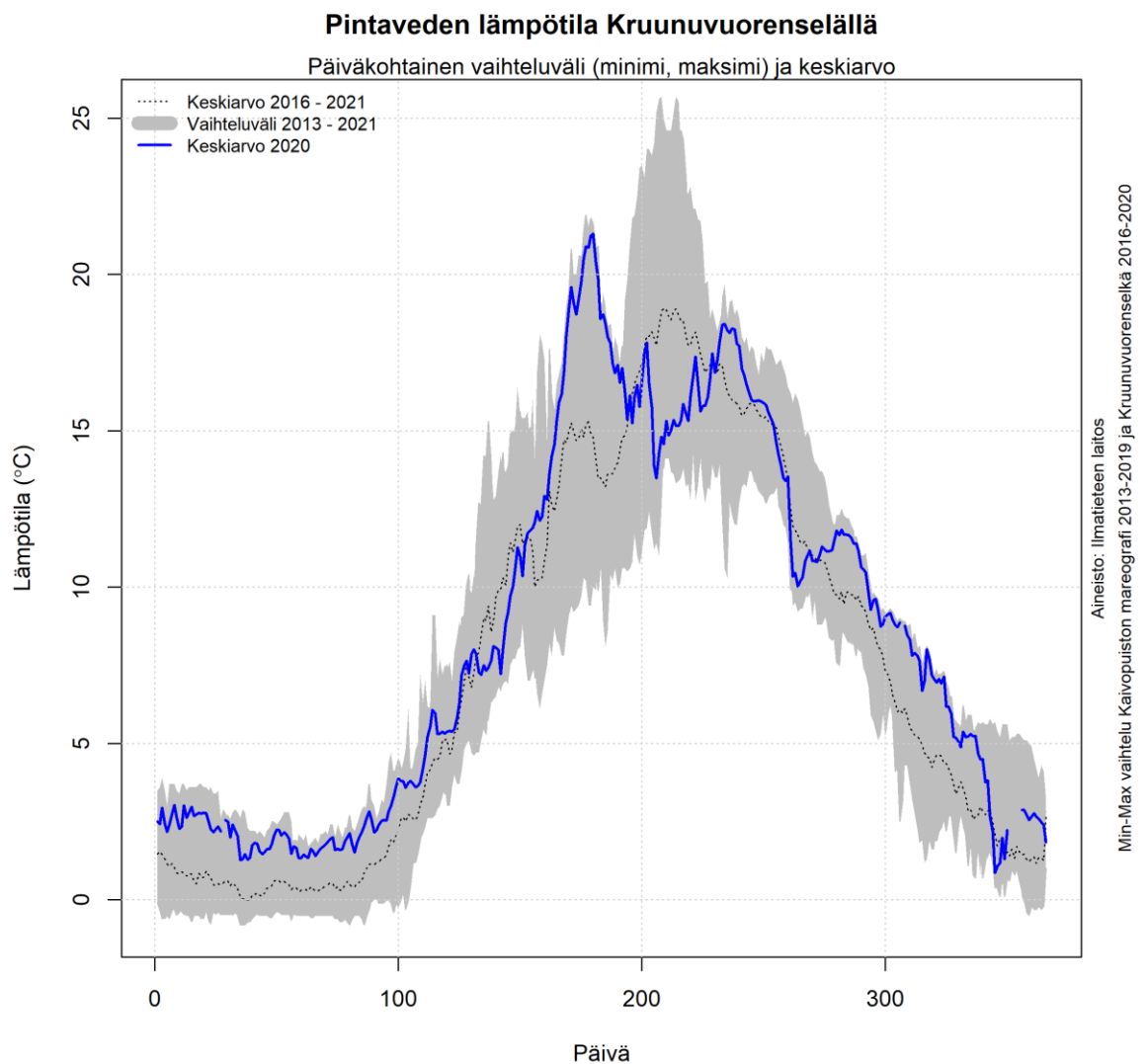
Yurkovskis, A. (2005). Seasonal benthic nepheloid layer in the Gulf of Riga, Baltic Sea: Sources, structure and geochemical interactions. *Continental Shelf Research* 25(18): 2182-2195.

Liitteet

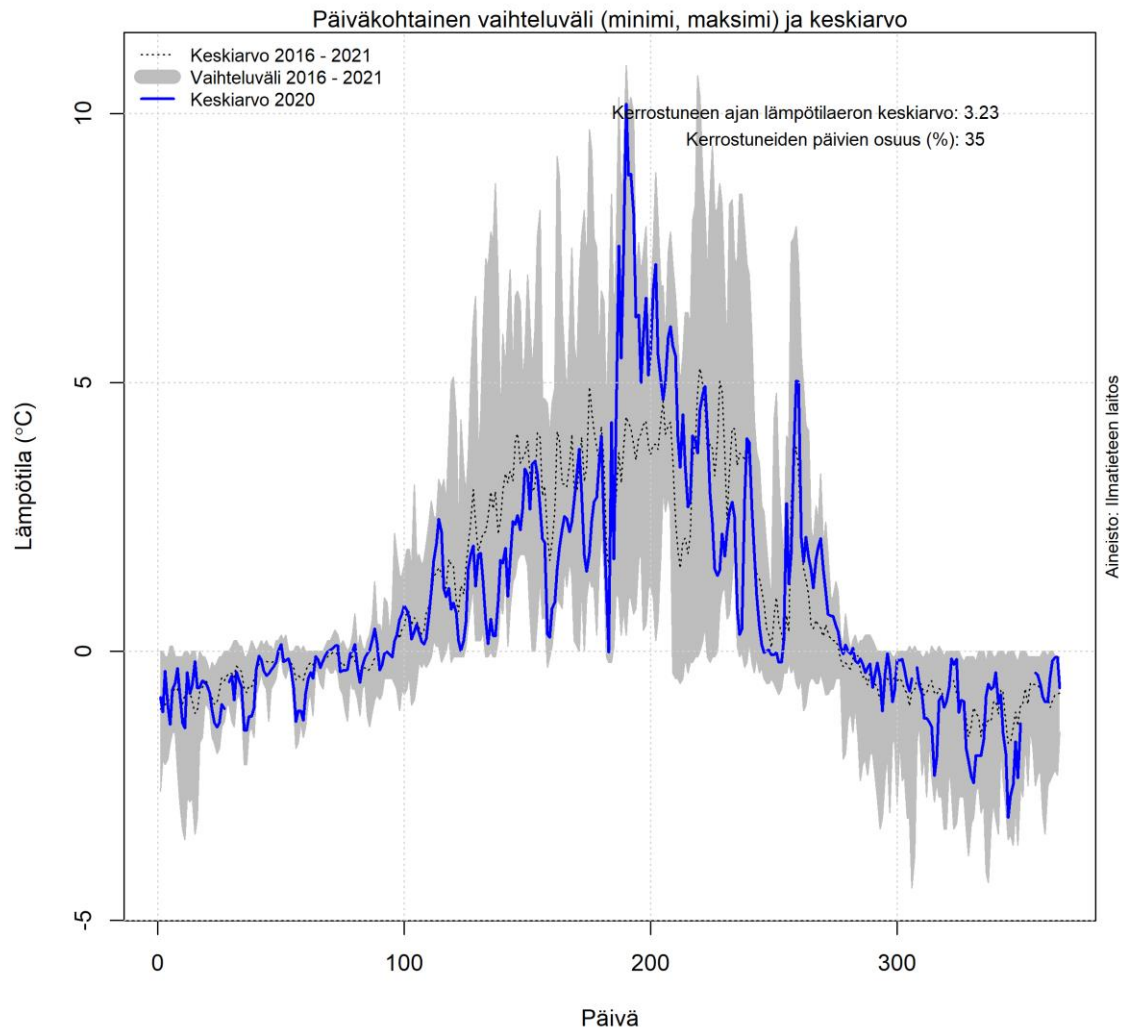
Liite 1. Kruunuvuorenselän neljänviitankarin mittausaseman pintaveden (-1.1 m suhteutettuna keskiveden korkeuteen) lämpötilan päiväkohtainen keskiarvo vuonna 2020 (sininen jana), pintaveden päiväkohtainen minimi ja maksimi vuosille 2016-2019 (harmaa alue) sekä pintaveden päiväkohtainen keskiarvo vuosille 2016-2019 (katkoviiva).

Pinta ja pohjanläheisen veden lämpötilan erotus vuonna 2020, vuoden 2020 päiväkohtainen minimi ja maksimi (harmaa alue) sekä päiväkohtainen keskiarvo (musta katkoviiva).

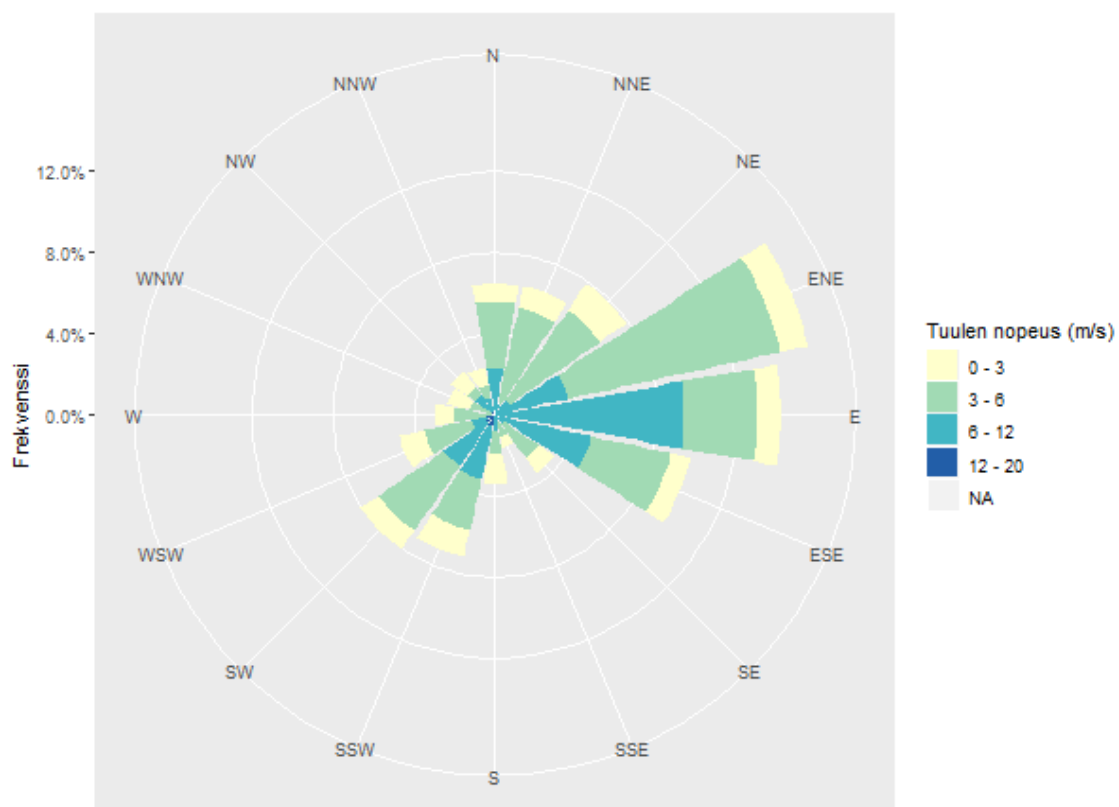
<https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/luonto-ja-viheralueet/vedet/itameri/levatilanne>
Aineisto: Ilmatieteen laitos.

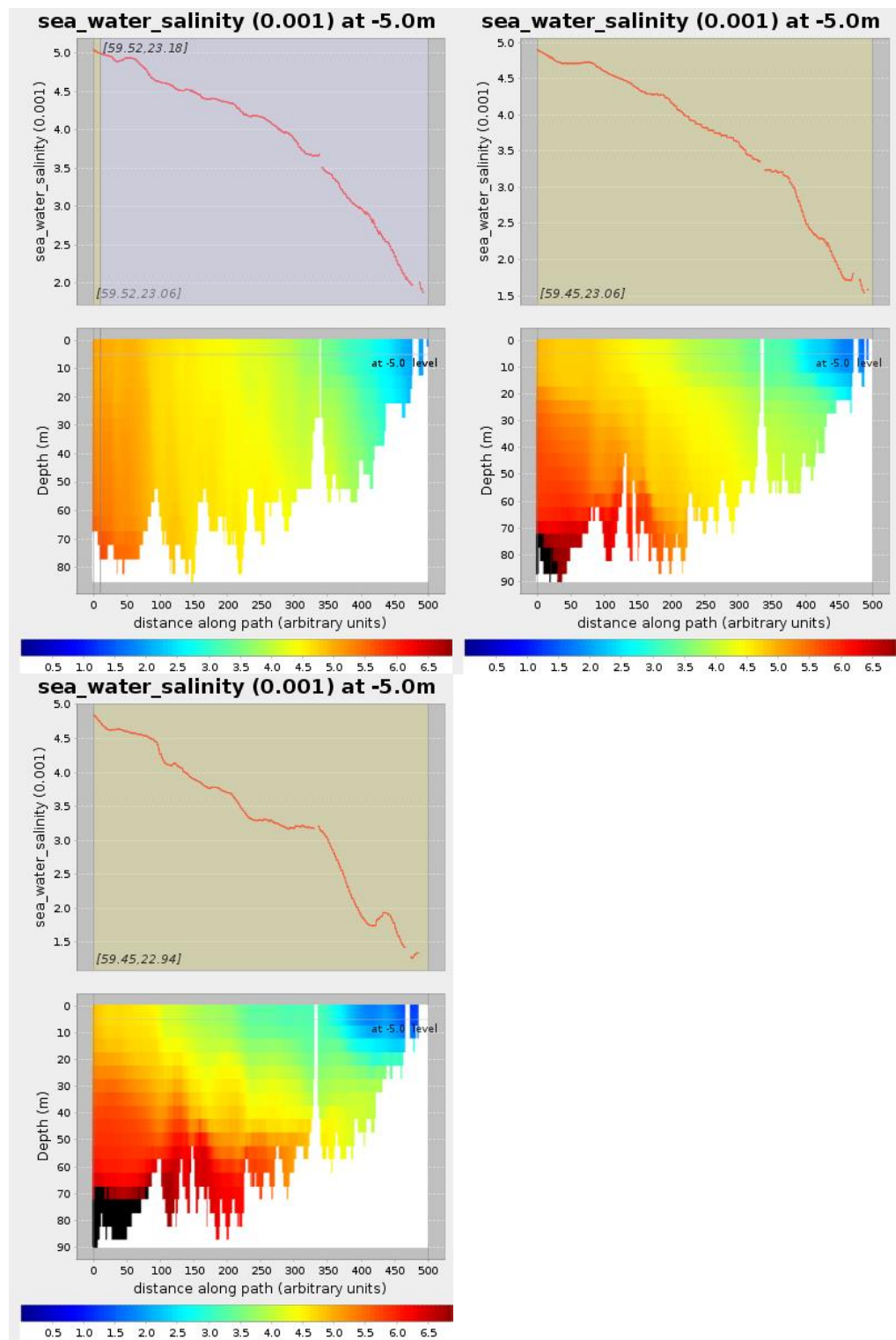


Pintaveden ja pohjanläheisen veden lämpötilan erotus Kruunuvuorenselällä

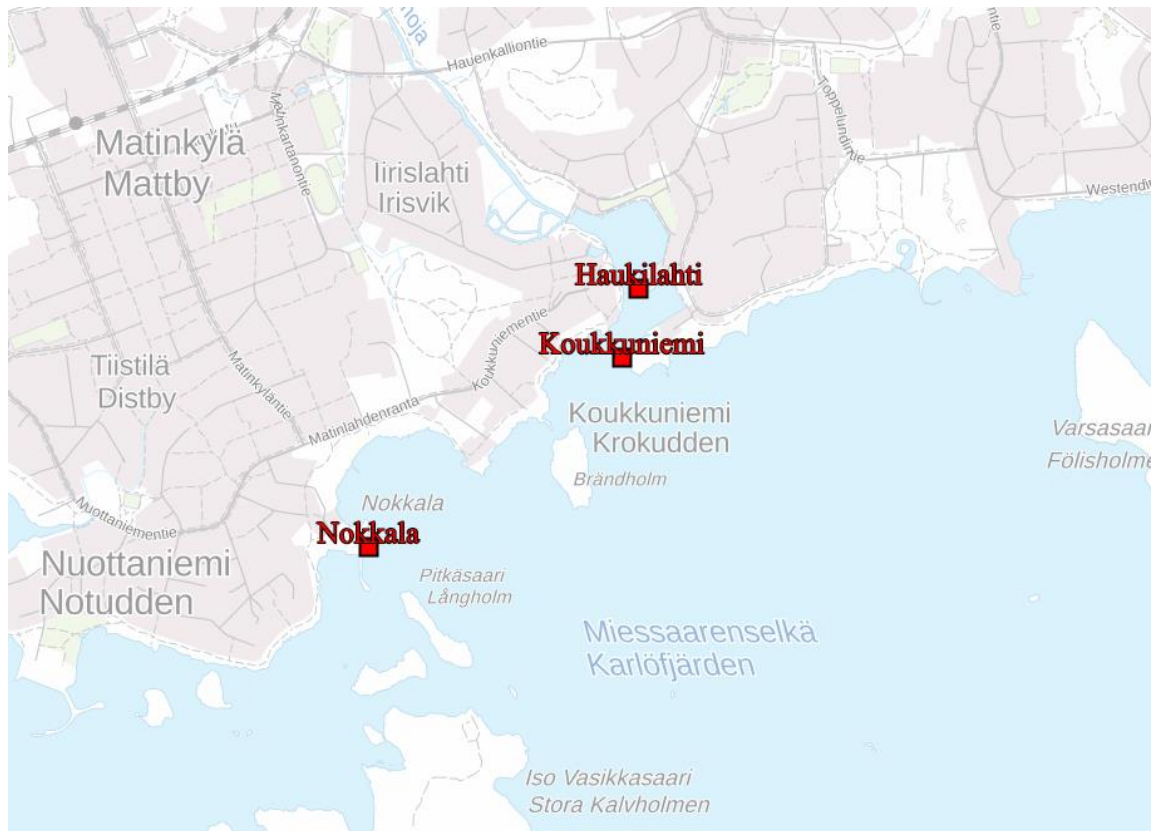


Liite 2. Kesäkuun 2020 tuulen suuntien ja nopeuksien ilmentymisfrekvenssit ja mallinnettu suolaisuuden kuukausikohtainen keskiarvo (huhtikuu, toukokuu, kesäkuu) Suomenlahden keskiakselin poikkileikkausta pitkin. Aineistot: Ilmatieteen laitos, E.U. Copernicus Marine Service Information.





Liite 3. Gräsanojaan kohdistuneiden pumppaamoylivuotojen erillistarkkailun näyteasemat Haukilahden ympäristössä.



Näytteenotto:

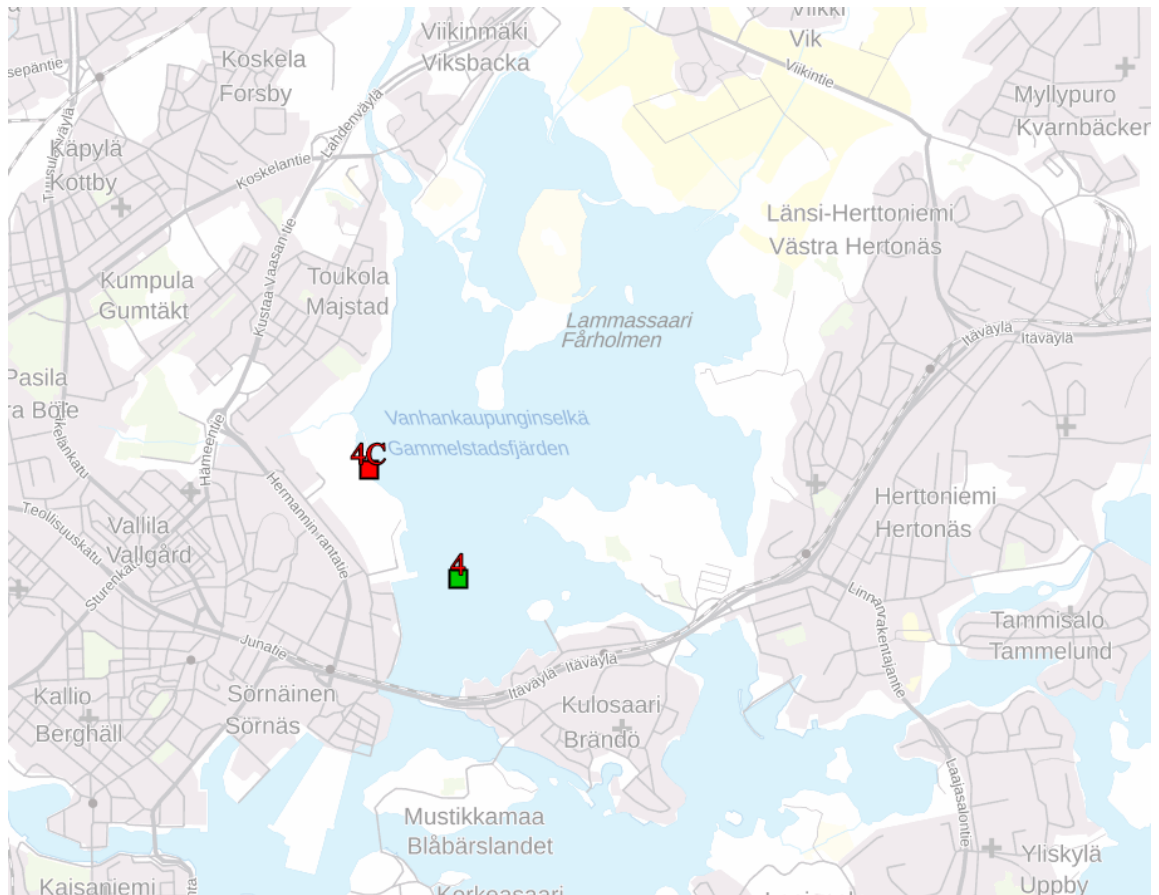
Haukilahti, 15.1.2020, 10:35

Haukilahti, 17.1.2020, 9:50

Koukkuniemi, 17.1.2020, 10:08

Nokkala, 17.1.2020, 10:36

Liite 4. Kyläsaaren varapurkureitin käytön aikaisen erillistarkkailun havaintoasema (4C) sekä yhteistarkkailuun kuuluva havaintoasema (4).



Näytteenotto:

4, 4.2.2020, 10:25

4, 19.2.2020, 12:47

4C, 19.2.2020, 13:01

4, 21.2.2020, 10:18

4C, 21.2.2020, 10:25

Kuvailulehti

Tekijä	Emil Nyman
Nimike	Pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailu – Neljännesvuosiraportti 3/2020 – Veden fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen laadun tarkkailu
Sarjan nimike	Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön aineistoja
Sarjanumero	2021:3
Julkaisuaika	1:2021
Sivuja	62
Liitteitä	4
ISBN	978-952-331-886-1
ISSN	2489-4257 (verkkojulkaisu)
Kieli, koko teos	Suomi
Kieli, yhteenveto	Suomi

Tiivistelmä:

Helsingin kaupungin ympäristöpalveluiden ympäristöseuranta- ja -valvonta yksikkö koordinoi pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailuohjelman toteutusta. Yhteistarkkailun veden laadun tulokset raportoidaan neljännesvuosiraporteissa, sekä kahden vuoden välein julkaistavissa yhteenvetoraporteissa.

Ensimmäisen vuosineljänneksen aikana meriveden lämpötila ja suolaisuus olivat tavanomaista korkeammat usealla havaintoasemalla. Alkuvuoden rankkojen sateiden ja korkean meriveden pinnan johdosta tapahtuneet useat pumppaamo-, laitos ja purkutunneliohitukset vaikuttivat paikallisesti Suvisaaristo-Lauttasaari ja Kruunuvuorenselkä vesimuodostumien veden laatuun.

Toisen vuosineljänneksen aikana pintaveden lämpötila palasi tavanomaiselle tasolle keväällä, mutta kesäkuussa veden lämpötila oli taas poikkeuksellisen korkea. Korkea lämpötila johti todennäköisesti joidenkin rannikonläheisten alle 20 m syvien asemien pohjanläheisen veden hapen kulumiseen ja suuriin liukoisien fosfaatin pitoisuuksiin.

Pintaveden suolaisuus laski voimakkaasti toisen vuosineljänneksen aikana, kun taas syvempien asemien pohjanläheisen veden suolapitoisuus kasvoi. Tämä johtuu suhteellisen pitkäkestoisten koillistuulien työntäessä vähäsuolaisempaa vettä ulos Suomenlahdelta, synnyttäen suolaisemman pohjanläheisen veden kompensatiovirtauksen pohjan lähellä. Monilla asemilla havaittiin kesäkuun lopulla tavanomaista sameampaa vettä ja korkeampia ravinnepitoisuuksia. Ilmiö on saattanut johtua poikkeuksellisen lämpimän pintaveden mukana tapahtuneesta tavanomaista aikaisemmasta syanobakteerien määrien kasvusta tai luonnollisten bakteerien ja pienimmän kokoluokan eläinplanktonin runsastumisesta alueella.

Kolmannen vuosineljänneksen aikana havaittiin paikoitellen poikkeuksellisen suuria liukoisien fosfaatin pitoisuuksia pintavedessä, mikä johtui todennäköisesti syyskuussa havaitusta veden tehokkaasta pystysuuntaisesta sekoittumisesta. Kolmannen vuosineljänneksen aikana tyypillisesti havaittavia syanobakteerien pintakukintoja ei havaittu alueella vuonna 2020.

Neljännen vuosineljänneksen aikana veden lämpötila oli monin paikoin tavanomaista korkeampi.

Puhdistettujen jätevesien johtaminen väli- ja ulkosaariston alueelle näkyy ajoittain veden hygieenisen laadun heikkenemisenä ja pintaveden alhaisena hapen kyllästysasteena.

Avainsanat: Itämeri, meriveden laatu, rehevöityminen, meren tila, velvoitetarkkailu, ympäristölupa, rannikovesi, jätevedenpuhdistus, ympäristövaikutus



Helsinki

Kaupunkiympäristön toimiala huolehtii Helsingin kaupunkiympäristön suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta, rakennusvalvonnasta sekä ympäristöön liittyvistä palveluista.