Helsingin kaupunki
Ympäristökeskus

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2016

Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2014–2015

Emil Vahtera, Marjut Räsänen, Jyrki Muurinen ja Jari-Pekka Pääkkönen

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2016

Emil Vahtera, Marjut Räsänen, Jyrki Muurinen ja Jari-Pekka Pääkkönen

Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2014–2015

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 2016

Kannen kuva: Helsingin kaupungin aineistopankki / Seppo Laakso
ISSN 1235-9718
ISBN 978-952-331-137-4
ISBN (PDF) 978-952-331-138-1

Painopaikka: Kopio Niini Oy
Helsinki 2016

Sisällysluettelo

Tiivistelmä 4
Sammandrag 6
Summary 8
1 Johdanto 10
1.1 Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän toiminta 10
1.2 Helsingin Sataman toiminta 11
1.3 Helsingin Energian toiminta 11
1.4 Espoon teknisen keskuksen toiminta 12
1.5 Fortum Power and Heat Oy:n toiminta 13
1.6 Arctech Helsinki Shipyard Oy:n toiminta 13
2 Tarkkailualue ja sääolot 14
2.1 Tarkkailualue 14
2.2 Sääolot 16
3 Merialueen kuormitus 18
3.1 Johdanto 18
3.2 Helsingin jätevedet 18
3.3 Espoon jätevedet 21
3.4 Vantaanjoen tuoma kuormitus 24
4 Veden fysikaaliskemiallinen ja hygieeninen laatu 26
4.1 Johdanto 26
4.2 Veden fysikaaliskemiallinen ja hygieeninen laatu vuosina 2014–2015 29
4.2.1 Pintaveden laatu 29
4.2.2 Pohjanläheisen veden laatu 30
4.3 Puhdistettujen jätevesien vaikutus veden fysikaaliskemialliseen ja hygieeniseen laatuun 32
4.3.1 Vuoden 2014 ja 2015 poikkeukselliset havainnot Katajaluodon ja Knaperskärin näyteasemilla (Helsinki–Porkkala-vesimuodostuma) 32
4.3.2 Veden fysikaaliskemialisen ja hygieenisen laadun erot vertailuasemien ja jätevesien vaikutuksen alaisena olevien näyteasemien välillä 35

4.4 Helsingin Energian merilauhdevesien vaikutus merialueen tilaan ... 37
4.4.1 Vuosaaren voimalaitosten toiminta ja kuormitus vuonna 2015 ... 39
4.4.2 Salmisaaren voimalan ja kaukojäähdytyslaitoksen toiminta ja kuormitus vuonna 2015 ... 44
4.4.3 Hanasaaren voimalan ja Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen toiminta ja kuormitus vuonna 2015 ... 50
4.5 Helsingin Sataman satamatoimintojen veden laadun tarkkailu ... 52
4.5.1 Vuosaaren satama ... 55
4.5.2 Länsisatama ... 55
4.5.3 Eteläsatama ... 56
4.6 Pintaveden laadun laaja fysikaaliskemiallinen kartoitus ... 56
5 Kasviplankton ... 59
5.1 Johdanto ... 59
5.2 Aineisto ja menetelmät ... 59
5.3 Tulokset ... 62
5.3.1 Ulkosaaristo ... 62
5.3.1.1 Helsinki- Porkkalan ja Porvoo-Helsingin rannikkovesimuodostumat ... 62
5.3.2 Lahtialueet ja sisäsaaristo ... 69
5.3.2.1 Kruunuvuorenselän vesimuodostuma ... 69
5.3.2.2 Seurasaaren rannikkovesimuodostuma ... 71
5.3.2.3 Villingin rannikkovesimuodostuma ... 73
5.4 Kasviplanktonin ravinnerajoittuneisuus ... 75
6 Eläinplankton ... 80
6.1 Johdanto ... 80
6.2 Aineisto ja menetelmät ... 80
6.3 Tulokset ja niiden tarkastelua ... 81
6.3.1 Eläinplanktonin yksilömäärät ja biomassa ... 81
6.3.2 Vuodenaikainen lajisto ... 82
6.4 Yhteenveto ... 83

7 Pohjaeläimet 88
7.1 Johdanto 88
7.2 Aineisto ja menetelmät 88
7.3 Tulokset 90
7.3.1 Helsinki-Porkkala vesimuodostuma 90
7.3.2 Porvoo–Helsinki-vesimuodostuma 94
7.3.3 Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuma 98
7.3.4 Seurasaaren vesimuodostuma 99
7.3.5 Kruunuvuorenselän vesimuodostuma 100
7.3.6 Villingin rannikkovesimuodostuma 101
7.3.7 Sipoon saariston rannikkovesimuodostuma 102
7.3.8 Espoonlahden rannikkovesimuodostuma 103
8 Pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailun yhteenveto vuosille 2014 ja 2015 114

Liite 1. Pintaveden fysikaaliskemiallinen laatu esitettynä pitkän ajan (1990-2013) kuukausikeskiarvona (+- 95% luottamusväli), sekä vuosien 2014 ja 2015 kuukausikeskiarvot (+- 95% luottamusväli)

Liite 2. Pohjaveden fysikaaliskemiallinen laatu esitettynä pitkän ajan (1990-2013) kuukausikeskiarvona (+- 95% luottamusväli), sekä vuosien 2014 ja 2015 kuukausikeskiarvot (+- 95% luottamusväli)

Liite 3. Helsingin ja Espoon edustan vedenlaatu touko-, elo- ja lokakuussa 2015 tehtyjen läpivirtausmittausten perusteella

Liite 4. Litoraalin kasvillisuuden tila pääkaupunkiseudun merialueella 2014

Tiivistelmä

Pääkaupunkiseudun merialueen tarkkailu uudistui vuoden 2014 alusta, jolloin luotiin merialueen yhteistarkkailuohjelma. Yhteistarkkailuun liittyivät tuolloin Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY), Helsingin Satama, Helsingin Energia (nykyään Helen Oy), Espoon tekninen keskus ja Arctech Helsinki Shipyard Oy. Myös Helsingin ja Espoon kaupunkien ympäristökeskukset osallistuvat tarkkailuun. Yhteistarkkailun tuloksista raportoidaan neljännesvuosittain tarkkailuvelvollisille sekä valvovalle viranomaiselle ja kahden vuoden välein laajemman yhteenvetoraportin muodossa. Helsingin Satama on irtautumassa yhteistarkkailusopimuksesta vuoden 2016 loppuun mennessä ympäristölupien velvoitteiden keventymisen johdosta. Sataman läjitysalueiden hallinta siirtyi Helsingin kaupungin rakennusvirastolle (HKR) vuoden 2015 lopulla ja HKR on liittynyt yhteistarkkailusopimukseen.

Merialueen veden laadussa tai pohjan tilassa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Vuosien välinen vaihtelu on joidenkin parametrien suhteen suurta, mikä johtuu esimerkiksi veden kerrostumisen eroista. Yleisesti ottaen veden laatu ja vedenalainen luonto on pääkaupunkiseudun alueella välttävässä tai tyydyttävässä kunnossa. Sisälahdilta ei löydy lainkaan yhtenäisiä rakkoleväesiintymiä, vesi on sameaa ja kesäisin kasviplanktonbiomassat kasvavat suuriksi. Ulkosaaristossa on paikoittain alueita, jotka ovat paremmassa kunnossa, näihin vaikuttaa kuitenkin Suomenlahden kokonaisuudessaan heikohko tila. Yhteistarkkailun puitteissa toteutettiin vuosina 2014 ja 2015 yksityiskohtaisempia selvityksiä. Nämä olivat Helsingin Sataman veden laadun tarkkailu, Helsingin Energian merilauhdevesien vaikutusten tarkkailu, Helsingin seudun ympäristöpalveluiden jätevedenpuhdistamoiden ravinnepäästöjen vaikutusten tarkkailu kasviplanktonin ravinnerajoittuneisuuteen, litoraalin vedenalaisen kasvillisuuden selvitys sekä laaja fysikaaliskemiallinen tarkkailu.

Vuosaaren, Etelä- sekä Länsisataman alueilta havaittiin vedestä liuenneita orgaanisia tinayhdisteitä. Satamien alueella pohjanläheinen vesi oli myös ympäröivää merialuetta sameampaa, mikä johtuu laivojen potkurivirtausten aiheuttamasta sedimentin resuspensiosta. Sedimentin resuspensio myös todennäköisesti aiheuttaa vedessä havaittavat orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet.

Helsingin Energian voimalaitosten ja kaukojäähdytyslaitosten merilauhdevesien vaikutukset ovat paikallisia ja keskittyvät pääosin joidenkin satojen metrien etäisyydelle lauhdevesien purkupaikoista. Salmisaaren voimalan lauhdevesillä on potentiaalisesti suurimmat vaikutukset purkualueen ympäristöön; lauhdevedet laskevat Lapinlahden pohjukkaan, jossa veden vaihtuvuus on muita purkualueita heikompaa. Merilauhdevesien tarkkailu toteutettiin nyt ensimmäistä kertaa meren kolmiulotteisen fysikaalisen mallinnuksen avulla. Mallinuksen käyttöä tarkkailujen tukena tullaan jatkossa laajentamaan.

Pääkaupunkiseudun merialueen kasviplanktonyhteisön perustuotanto on pääosin typpiravinteen rajoittamaa. Siksi jätevedenpuhdistamojen typpipäästöt rehevöittävät suoraan merialuetta fosforipäästöjä enemmän ja välittömästi. Puhdistettujen jätevesien purkualueiden ympäristössä havaittavissa olevat kohonneet typen pitoisuudet ulottuvat ajoittain kilometrien päähän purkualueista. Typen kokonaiskuorma jätevedenpuhdistamoista on samaa luokkaa Vantaanjoen kuormituksen kanssa. Kuormituksen kohdistuminen ulkosaaristoon tekee vaikutuksista vaikeammin havaittavia veden sekoittumisen ja virtausten ta-

kia, mutta rehevöittävä vaikutus on suorempi koska perustuotantoa ei rajoita esimerkiksi veden sameus. Myös puhdistettujen jätevesien vaikutuksia tullaan jatkossa selvittämään veden kolmiulotteisen fysikaalisen ja biologisen mallinnuksen avulla.

Litoraalin vedenalaisen kasvillisuuden tila on pääkaupunkiseudun merialueella heikko, kasvillisuuden pohjalta tehty ekologinen laatuluokitus vaihteli alueella hyvästä huonon. Kasvillisuuden suhteen hyvässä tai tyydyttävässä tilassa olevia alueita löytyi ulkosaaristosta, sekä itäisestä sisäsaaristosta. Huonoimmassa tilassa oli läntinen väli- ja sisäsaaristo sekä lahtialueet.

Sammandrag

Övervakningen av huvudstadsregionens havsmiljö och havets vattenkvalitet förnyades från början av 2014 då ett nytt samövervakningsprogram påbörjades. Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster (HRM), Helsingfors Hamn, Helsingfors Energi (nuförtiden Helen Oy), Esbo tekniska central samt Arctech Helsinki Shipyard Ab ingick avtalet om samövervakningen med Helsingfors och Esbo miljöcentraler. Samövervakningens resultat rapporteras fyra gånger om året till den övervakande myndigheten samt alla deltagare och med två års mellanrum görs en sammanfattande rapport som publiceras. Helsingfors Hamn lämnar samövervakningsprogrammet efter år 2016 på grund av ändrade miljöövervakningskrav i Hamnens miljötillstånd. Ansvaret av Helsingfors hamns områden för deponering av havssediment övergick till Helsingfors stads byggnadskontor (HSB) från slutet av 2015, HSB har anslutit sig till samövervakningsprogrammet.

Under 2014 och 2015 har större märkbara förändringar i havsområdets vattenkvalitet inte skett. Variationen mellan åren är dock stort för vissa parametrar, beroende till exempel på skillnader i den vertikala skiktningen av havsvattnet. Överlag är vattenkvaliteten och undervattensmiljön i huvudstadsregionen i försvarligt eller tillfredställande tillstånd. I de inre vikarna finner man inte enhälliga blåstångsförekomster, vattnet är grumligt och om somrarna är algbiomassan hög. I yttre skärgården finns det ställvis områden vilka är i ett bättre tillstånd, dessa påverkas dock till en större grad av situationen i hela Finska viken, vilken också är endast försvarlig.

Inom samövervakningen utfördes flera detaljerade undersökningar under åren 2014 och 2015. Dessa var Helsingfors hamns övervakning av vattenkvaliteten i hamnarna, Helsingfors Energis övervakning av effekterna av havskylvatten och värmebelastningen till havet, HRMs övervakning av näringsutsläppens effekter på tillväxtbegränsningen av växtplankton, undervattensvegetationen i litoralzonen samt en överskådlig fysikalisk och kemisk kartläggning av ytvattenkvaliteten i huvudstadsregionen.

Intill Nordsjö hamn, Södra hamnen och Västra hamnen mättes organiska tennföreningar upplösta i havsvattnet. I hamnområdena var det bottennära vattnet också grumligare än i omkringliggande havsområden. Grumligheten beror främst på fartygstrafiken, vilken resuspenderar sediment. Resuspenderingen är också det sannolikaste skälet till att man observerar organiska tennföreningar upplösta i vattnet i närheten av hamnar.

Effekten av havskylvattnen från Helsingfors Energis kraftverk och fjärrkylningsanläggningar är lokala och koncentrerar sig områden med några hundra meters avstånd från kylvattnens utloppstunnlar. Sundholmens kraftverk och anknutna fjärrkylningsanläggningar har potentiellt den största inverkan på sin närmiljö. Sundholmens havskylvattnen leds till Lappviken, vattenutbytet i Lappviken är sämre än vid de andra områden dit havskylvatten leds. Övervakningen av effekten av havskylvattnen på havsmiljön utfördes för första gången med hjälp av en tredimensionell fysikalisk modell. Användningen av fysikaliska och biologiska modeller som verktyg inom övervakningen kommer att utvidgas i framtiden.

Växtplanktonsamhället och dess produktion i huvudstadsregionens havsområden är primärt begränsat av kväve. Således övergöder kväveutsläppen från vattenreningsverken direkt havsområdet mera än fosforutsläppen. Man kan observera förhöjda koncentratio-

ner av kväve i närheten av utloppstunnlarna för renade avfallsvatten, tidvis observeras förhöjda halter även på några kilometers avstånd från utloppstunneln. Totalbelastningen av kväve från reningsverken är av samma storleksklass som från Vanda å. Belastningen riktas dock till yttre skärgården, där en effektiv omblandning gör att man inte lika tydligt observerar effekterna som närmare kusten. Den indirekta effekten är dock sannolikt större i yttre skärgården p.g.a. att växtplanktonproduktionen inte är till lika stor grad begränsad av ljustillgång som närmare kusten där vattnet är grumligare. Effekterna av renade avfallsvatten kommer också i framtiden att delvis övervakas genom användningen av fysikaliska och biologiska modeller.

Tillståndet av undervattensvegetationen i litoralzonen i huvudstadsregionen är försvarlig. Den ekologiska klassificeringen som gjordes på basen av undervattensvegetationen varierade från god till dålig. På basen av undervattensvegetationen är några områden i yttre skärgården, samt i östra inre skärgården i gott eller tillfredställande tillstånd. De sämst mående områdena hittar man i västra delarna av inre skärgården samt i de större vikarna.

Summary

The monitoring of the water quality and aquatic environment in the Helsinki metropolitan region was renewed in 2014 when a new joint monitoring program was started. An agreement was signed by the Helsinki Region Environmental Services Authority (HSY), Port of Helsinki, Helsingin Energia (Helen Oy since 2015), Espoo Technical Services and Arctech Helsinki Shipyard Inc. along with the environment centers of the cities of Helsinki and Espoo. Results of the joint monitoring program are reported quarterly to the responsible authorities and the parties of the joint monitoring program. A summarizing report is published every two years. The Port of Helsinki is leaving the joint monitoring program by the end of 2016 due to lessened requirements for environmental monitoring in the environmental permits for port operations. The responsibility for areas for deposition of dredged materials at sea previously held by the Port of Helsinki was transferred to the City of Helsinki Public Works Department (PWD). The PWD has joined the joint monitoring program since.

During 2014 and 2015 no marked changes happened in the water quality or other monitored parameters. The variation between years can be large for some parameters, due to e.g. differences in formation of vertical stratification of the water column. In general, the water quality and underwater environment of the Helsinki metropolitan area is in a passable to satisfactory state. In the inner bays no coherent stands of bladder wrack can be found, the water is rather turbid and the algal biomasses are large. Some areas in the outer archipelago are in a better state, however, these areas are influenced by the water quality of the outer Gulf of Finland, which is also only in a passable state.

During 2014 and 2015 several detailed studies pertaining to the joint monitoring program were done, including a study on the water quality in the main ports of Helsinki, a study on the effects and spreading of cooling waters from power plants, a study on the effects of treated waste water effluents on nutrient limitation of the phytoplankton community in the area, a study on the state of the submerged vegetation in the area and a large scale mapping of physical and chemical properties of the surface waters in the area.

Dissolved organic tin compounds were detected in water samples from the vicinity of Vuosaari harbor, South harbor and West harbor. In the harbors, near bottom water was more turbid than in the surrounding sea area due to sediment resuspension caused by ship traffic. Sediment resuspension was the most likely cause for observations of dissolved organic tin compounds in the water.

The effects of cooling waters on the surrounding sea area were local, concentrated to an area a few hundred meters from the discharge sites. The Salmisaari power plant has potentially the strongest impacts on the area where its cooling waters are discharged. The discharge site, Lapinlahti, has the poorest water exchange of the sites receiving cooling waters. The monitoring of the effects of the cooling waters on the surrounding environment was for the first time conducted partly through hydrophysical three dimensional modelling. The use of models for the purpose of monitoring will be expanded in the future within the joint monitoring program.

The phytoplankton community in the Helsinki metropolitan sea area was primarily limited by nitrogen availability. Therefore, the nitrogen loads entering the sea from waste water

treatment plants support primary production in a greater extent than phosphorus loads, aggravating the eutrophication in the area. Elevated dissolved nitrogen concentrations can occasionally be detected at a distance of a few kilometers from the waste water discharge site in the outer archipelago. The total load of nitrogen from the waste water treatment plants is of a similar magnitude than the total annual riverine load from the Vantaanjoki river. However, the loading is rerouted to the outer archipelago, where an effective mixing makes it more difficult to observe direct effects compared to near coast areas where river discharges are very easily distinguishable. The indirect effects of the nutrient load from the treated waste waters are however probably larger due to the phytoplankton community being less limited by light due to clearer waters, exacerbating nutrient enrichment effects. In the future, the effects of treated waste waters will also be partly monitored by using three dimensional coupled physical and biological models.

The state of the submerged vegetation in the area is passable. The ecological classification done on the basis of the submerged vegetation varied from good to poor. Some areas in the outer archipelago and in the eastern parts of the inner archipelago are in good, or satisfactory state. Based on results from the mapping of the submerged vegetation, western inner archipelago sites and the inner bays are in a poor state.

Emil Vahtera

1 Johdanto

Tässä selvityksessä esitetään yhteenveto pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailun tuloksista vuosilta 2014 ja 2015. Yhteistarkkailun toteuttamisesta ovat sopineet Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY), Helsingin Satama Oy, Helsingin Energia (vuoden 2015 alusta Helen Oy), Espoon kaupungin tekninen keskus, Fortum Power and Heat Oy, Arctech Helsinki Shipyards Oy, Helsingin kaupungin ympäristökeskus ja Espoon ympäristökeskus. Yhteistarkkailun puitteissa toteutetaan kaikkien sopimusosapuolten velvoitetarkkailuja niin, että tarkkailun eri osat tukevat toisiaan.

Tarkkailu on toteutettu Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa laaditun yhteistarkkailuohjelman mukaisesti, jonka käyttöönotosta on sovittu Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen kanssa. Veden fysikaalista, kemiallista ja hygieenistä tilaa sekä *a*-klorofyllin pitoisuutta koskeva havaintoaineisto on toimitettu valtakunnalliseen vedenlaaturekisteriin (PIVET).

Tarkkailuvelvollisten toimintaa säätelevät ympäristöluvat määrittelevät tarkkailuohjelman sisällön.

1.1 Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän toiminta

Pääkaupunkiseudun asukkaat ja yritykset tuottavat jätevettä noin 100 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Jätevedet johdetaan viemäriverkostoa pitkin käsiteltäväksi puhdistamolle ennen niiden palautumista takaisin vesistöön. HSY:n kaksi jätevedenpuhdistamoa, Viikinmäessä Helsingissä ja Suomenojalla Espoossa, vastaavat jätevesien käsittelystä pääkaupunkiseudulla.

Puhdistetut jätevedet johdetaan tunnelissa ulkosaaristoon. Jätevedet johdetaan Viikinmäen puhdistamolta Katajaluodon eteläpuolelle (purkukohdan koordinaatit wgs84: 60° 5.279′, 24° 55.107′, syvyys n. 21 m) ja Suomenojan puhdistamolta Gåsgrundetin itäpuolelle (koordinaatit wgs84: 60° 5.377′, 24° 45.674′, syvyys n. 10 m). Suomenojan voimalaitoksen (Fortum Power and Heat Oy) jäähdytysvedet otetaan Suomenojan rannasta ja johdetaan merelle samassa purkutunnelissa Suomenojan puhdistamon vesien kanssa.
Viikinmäen puhdistamon jätevesien purkulupa ja muut ympäristövaatimukset vesiympäristön vaikutusten osalta perustuvat seuraaviin päätöksiin:

- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 56/2004/1, 18.10.2004)
- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 21/2006/1, 13.10.2006)
- Vaasan hallinto-oikeuden päätös (nro 06/0137/3, 22.5.2006)
- Viikinmäen puhdistamon ympäristökuormituksen tarkkailuohjelma 2009. Laadittu 29.7.2008.

Suomenojan jätevedenpuhdistamon jäteveden purkulupa ja muut ympäristövaatimukset perustuvat seuraaviin päätöksiin:

- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 26/2007/1, 27.6.2007, Dnro LSY-2006-Y-368)
- Uudenmaan ympäristökeskuksen 9.12.2009 hyväksymä Suomenojan jätevedenpuhdistamon tarkkailuohjelma (Dnro 0195Y0241-121).

1.2 Helsingin Sataman toiminta

Helsingin Satama on Suomen pääsatama. Se tarjoaa monipuolisesti ja kattavasti satamapalveluita sekä matkustaja- että tavaraliikenteelle. Vuosaaren satama on Helsingin Sataman ylläpitämä tavarasatama, jonka kautta kulkee huomattava osa Suomen viennistä ja tuonnista. Satama rakennettiin vuosina 2003–2008 ja otettiin käyttöön marraskuussa 2008.

Vuosaaren sataman toiminnan käynnistymisen yhteydessä pääosa Helsingin Sataman Länsisataman tavarasatamatoiminnoista sekä Sörnäisten sataman tavarasatamatoiminnot siirtyi Vuosaaren satamaan. Länsisatamasta liikennöidään nykyisin pääasiassa Tallinnaan ja Pietariin, ja kesäisin Länsisatamassa on kansainvälistä risteilyliikennettä. Länsisatama palvelee myös matkustajalaivoilla kulkevaa rahtiliikennettä.

Helsingin Sataman Eteläsatama on Suomen suurin matkustajasatama. Liikennöinti Eteläsatamasta tapahtuu pääasiassa Tukholmaan, Tallinnaan ja erilaisille risteilyille. Eteläsatama palvelee myös matkustajalaivoilla kulkevaa rahtiliikennettä.

Satamatoiminnan lisäksi Helsingin Satama aiemmin hallinnoi Mustakuvun, Taulukarin ja Vuosaaren läjitysalueita. Mustakuvun ja Taulukarin läjitysalueiden hallinta siirtyi Helsingin kaupungin Rakennusvirastolle vuoden 2016 alusta. Mustakuvun läjitysalue (21 ha) sijaitsee Itä-Helsingin merialueella Villingin kaakkoispuolella. Läjitysalue on otettu käyttöön vuonna 1988. Taulukarin läjitysalue (27 ha) sijaitsee Helsingin kantakaupungin edustalla Suomenlinnan lounaispuolella. Läjitysaluetta on käytetty arviolta noin 80 vuotta. Vuosaaren läjitysalue (233 ha) sijaitsee ulkomerialueella yli 20 km:n etäisyydellä Vuosaaren satamasta ja noin seitsemän km:n etäisyydellä Itä-Tontusta etelä-kaakkoon. Läjitys-alue otettiin käyttöön vuonna 2003.

Helsingin sataman satamatoimintojen tarkkailuvelvoitteet määritellään seuraavissa päätöksissä:

- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 38/2006/2, 30.11.2006)
- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 45/2006/2, 22.12.2006)
- Vaasan hallinto-oikeuden päätös (nro 07/0750/3, 10.12.2007)
- Eteläsuomen aluehallintoviraston päätöksiin Dnro ESAVI/298/04.08/2012, Dnro ESAVI/716/04.08/2010 ja Dnro ESAVI/306/04.08/2012.

1.3 Helsingin Energian toiminta

Helsingin Energia tuottaa lämpöä, sähköä ja jäähdytystä pääasiassa omissa voimalaitoksissa ja lämpökeskuksissa. Vesiympäristöön liittyviä tarkkailuvelvoitteita on Hanasaaren, Salmisaaren ja Vuosaaren laitoksilla, sekä Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksella.

Vuosaaren voimalaitokset sijaitsevat Vuosaaren sataman naapurina. Vuosaaren maakaasulla toimivissa voimalaitoksissa tuotetaan valtaosa Helsingin sähköstä ja kaukolämmöstä. Voimalaitosten yhteenlaskettu sähkön tuotantoteho on 630 MW ja kaukolämmön tuotantoteho 580 MW. Vuosaaren voimalaitokset ovat kombivoimalaitoksia.

Salmisaaren kivihiilivoimalaitoksen toiminta alkoi vuonna 1953. Nykyään päätuotantoyksikkönä toimiva Salmisaari B valmistui 1980-luvulla. Voimalaitosten sähkön tuotantoteho on 160 MW ja kaukolämmön tuotantoteho 480 MW. Salmisaaren voimala tuottaa myös kaukojäähdytystä. Voimalassa aloitetaan pellettien osittainen polttaminen (5–10 %) vuonna 2014.

Hanasaaren kivihiilivoimalaitos on valmistunut 1974. Laitoksen sähköntuotantoteho on 220 MW ja kaukolämmön tuotantoteho 445 MW. Voimalassa aloitetaan pellettien osittainen polttaminen (5–10 %) vuonna 2014. Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen kaukolämmön tuotantoteho on 90 MW ja kaukojäähdytyksen 60 MW.

Voimalaitosten potentiaaliset vesistö- ja kalataloudelliset vaikutukset ja tarkkailuvelvoitteet kohdistuvat Vuosaaren itäpuoliselle merialueelle, Lapinlahdelle ja Seurasaarenselän eteläosiin sekä Hanasaaren voimalan itäpuolella sijaitsevaan satama-altaaseen ja ne koostuvat pääosin jäähdytys- ja osin jätevesipäästöistä.

Helsingin Energian toiminnan ympäristön tarkkailun vaatimukset määritellään seuraavissa päätöksissä:

- Salmisaaren voimalan ympäristölupa, Dnro ESAVI/178/04.08/2013
- Hanasaaren voimalan ympäristölupa, Dnro ESAVI/135/04.08/2013
- Vuosaaren voimalan ympäristölupa, Dnro ESAVI/330/04.08/2012.

1.4 Espoon teknisen keskuksen toiminta

Espoon kaupungin Rövargrundetin meriläjitysalue sijaitsee Espoon Suvisaariston yhteisellä vesialueella noin 4,5 km Espoon Soukanniemestä etelään ja noin 1,5 km Kytön saaresta luoteeseen. Läjitysalueen pinta-ala on noin 27 ha.

Läjitys Rövargrundetin meriläjitysalueelle on alkanut vuonna 1983. Vuodesta 1983 vuoteen 2012 alueelle on läjitetty ruoppausmassoja yhtensä noin 757 000 m^3. Vuosina 2000–2012 läjitysmäärä oli yhteensä noin 307 000 m^3.

Läjitysalueelle tuotavat ruoppausmassat ovat tyypillisesti peräisin yksityisten kiinteistöjen rantojen pienruoppauksista.

Rövargrundetin meriläjitysalueella on Länsi-Suomen ympäristölupaviraston (9.12.2008) myöntämä lupa (Nro 78/2008/2) ruoppausmassojen läjittämiseen Rövargrundetin meriläjitysalueelle sekä lupa jo läjitettyjen ruoppausmassojen pysyttämiseksi läjitysalueen koilliskulman alueella. Päätös on voimassa 31.12.2018 saakka. Vaasan hallinto-oikeus antoi 14.3.2011 päätöksen (Nro 11/0049/1) ympäristölupaa koskevien valitusten johdosta muuttaen osin lupamääräyksiä ja hyläten muutoin tehdyt valitukset.

1.5 Fortum Power and Heat Oy:n toiminta

Suomenojan voimalaitoksella on viisi tuotantoyksikköä: höyryvoimalaitos, kombivoimalaitos, leijupolttokattilalaitos, kaasuturbiinilaitos ja apukattila. Voimalaitos ottaa jäähdytysvetensä merestä voimalaitoksen eteläpuolella olevan venesataman rantapenkereestä ja purkaa ne HSY:n Suomenojan puhdistamon poistovesitunneliin, jonka purkukohta on noin 800 m Gåsgrundista kaakkoon (koordinaatit kohdassa 2.1). Voimalaitos tuottaa kaukolämpöä Espoon, Kauniaisten ja Kirkkonummen asukkaille, sekä sähköä valtakunnan verkkoon. Kaukolämmön tuotanto on 1 800–2 200 GWh ja sähkön tuotanto 700–1 800 GWh vuodessa. Jäähdytysmeriveden vuotuinen määrä on vaihdellut välillä 6–12 milj. m^3.
Fortum Power and Heat Oy:n Suomenojan voimalaitokselle on myönnetty ympäristölupa 15.4.2013, jonka mukaan voimalaitoksen mereen johdettavien jäähdytys- ja jätevesien vaikutuksia purkualueen (Gåsgrund) vesien tilaan on tarkkailtava osallistumalla Helsingin ja Espoon merialueiden yhteistarkkailuun.

1.6 Arctech Helsinki Shipyard Oy:n toiminta

Arctech Helsinki Shipyard Oy:n Helsingin telakka sijaitsee Hernesaaressa Hietalahden rannalla. Helsingin Sataman Länsisataman ja Arctech Helsinki Shipyard Oy:n Helsingin telakan potentiaaliset vaikutusalueet ja tarkkailuvelvoitteet kohdistuvat samalle Länsisataman-Hietalahden merialueelle.

Uudenmaan ympäristökeskuksen 11.4.2008 antamassa Helsingin telakan ympäristöluvassa, joka on myönnetty Aker Yards Oy:lle, siirtynyt sittemmin STX Finland Cruise Oy:lle ja edelleen Arctech Helsinki Shipyard Oy:lle, on asetettu velvoite tarkkailla telakkatoiminnan vaikutuksia merialueen pohjasedimentteihin. Luvan mukaisesti Arctech Helsinki Shipyard Oy:n tulee tehdä hakemus ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamiseksi 31.3.2018 mennessä.

Helsingin telakan vesistötarkkailu on toteutettu Helsingin ja Espoon merialueen yhteistarkkailuun integroidusti valvontaviranomaisen hyväksymän, 3.5.2010 päivätyn Helsingin Länsisataman ja Eteläsataman vesistötarkkailusuunnitelman 2010–2015 mukaisesti.
Tässä raportissa esitetyt tulokset koosti ja tarkkailun suoritti Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristönsuojelu- ja tutkimusyksikkö, Viikinkaari 2a, 00790 Helsinki, missä alkuperäismateriaalia samoin kuin mahdollisesti tämän selostuksen ulkopuolelle jätettyä aineistoa säilytetään.

Jyrki Muurinen

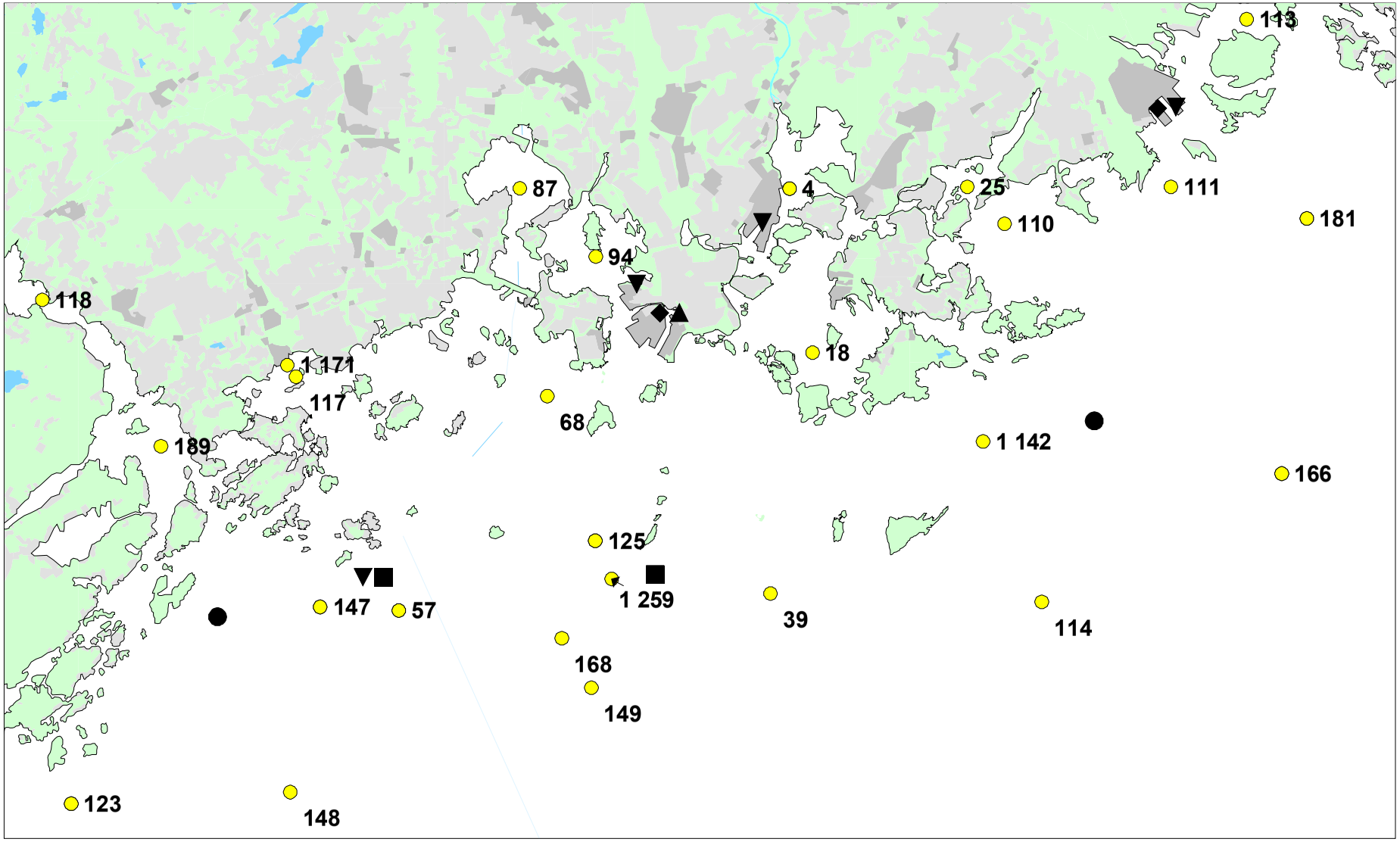
2 Tarkkailualue ja sääolot

2.1 Tarkkailualue

Tarkkailualue käsittää Helsingin ja Espoon kaupunkien sekä osittain Kirkkonummen ja Sipoon kuntien merialueet (kuva 2.1). Tutkimusalue kuuluu Suomenlahden pohjoisrannikon saaristovyöhykkeeseen. Se koostuu suhteellisen eristettyjen lahtien vyöhykkeestä, missä veden keskisyvyys on vain 1–3 metriä, Tämän vyöhykkeen ulkopuolella olevasta 7–10 km:n levyisestä saaristovyöhykkeestä (syvyys 10–20 m) sekä uloimpana ulkoluotojen ja avomeren vyöhykkeestä, missä veden syvyys on yleensä yli 30 m. Alueella on neljä syvälle mantereen sisään ulottuvaa lahtea (Espoonlahti, Laajalahti, Vanhankaupunginlahti sekä Vartiokylänlahti), joilla vedenvaihtuvuus on heikkoa.

Merkittävimmät alueelle laskevat joet ovat Vanhankaupunginlahteen laskeva Vantaanjoki sekä Espoonlahteen laskevat Espoonjoki ja Mankinjoki. Alueen itäosassa on merkitystä myös Sipoonlahteen laskevalla Sipoonjoella. Helsingin edustalla saaristo on harvahkoa, minkä vuoksi veden vaihtuvuus saaristossa on hyvä. Aluetta luonnehtivat kaakosta luoteeseen suuntautuvat syvänteet, joiden kautta tapahtuu kumpuamista sisemmälle saaristoon.

Alueella on kaksi asumajätevesien purkupaikkaa. Helsingin Viikinmäen puhdistamolta jätevedet johdetaan kalliotunnelissa avomeren reunaan Katajaluodon eteläpuolelle, noin seitsemän kilometrin etäisyydelle rannikosta. Espoon Suomenojan puhdistamon jätevedet sekä Fortumin Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvedet johdetaan niin ikään kalliotunnelissa noin seitsemän kilometrin päähän ulkosaaristoon, Gåsgrundet-saaren kaakkoispuolelle. Purkukohtien etäisyys toisistaan itä-länsisuunnassa on noin kahdeksan kilometriä. Kuvassa 2.1 esitetään kaikkien alueella olevien yhteistarkkailuun osallistuvien toimintojen sijainnit.



Kuva 2.1 Helsingin ja Espoon jätevesien velvoitetarkkailun toteutuneet jokavuotiset havaintopaikat vuonna 2014 ja 2015, erillistarkkailujen näytepisteet esitetään kunkin kappaleen yhteydessä. Keltaiset pallot: veden kemia ja fysiikka, hygieeninen laatu sekä klorofylli-a:n pitoisuus ja/tai pohjaeläinnäyte. Musta kärkikolmio: voimalatisotoiminta, musta neliö: puhdistettujen jätevesien purkukohta, musta pallo: läjitysalue, musta timantti: satamatoiminto.

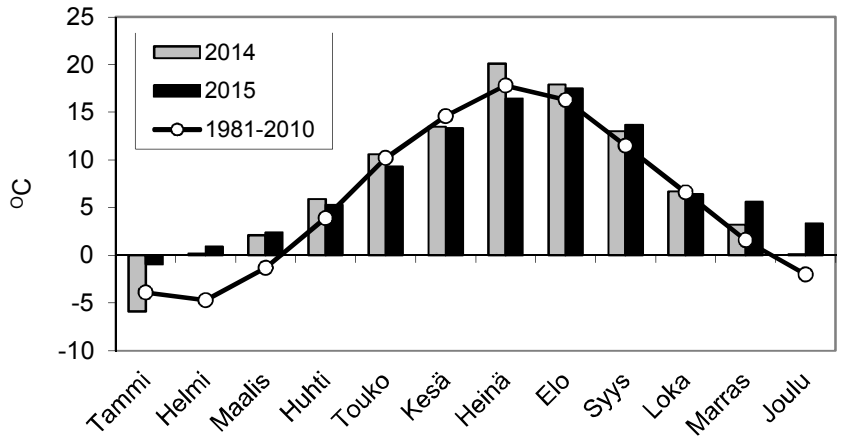
2.2 Sääolot

Jäätalvi 2013–2014 luokiteltiin Suomenlahdella leudoksi. Seuraavana talvena jäätä muodostui poikkeuksellisen vähän, ja jääpeite hävisi ennätyksellisen aikaisin jo tammikuun puolella (taulukko 2.1).

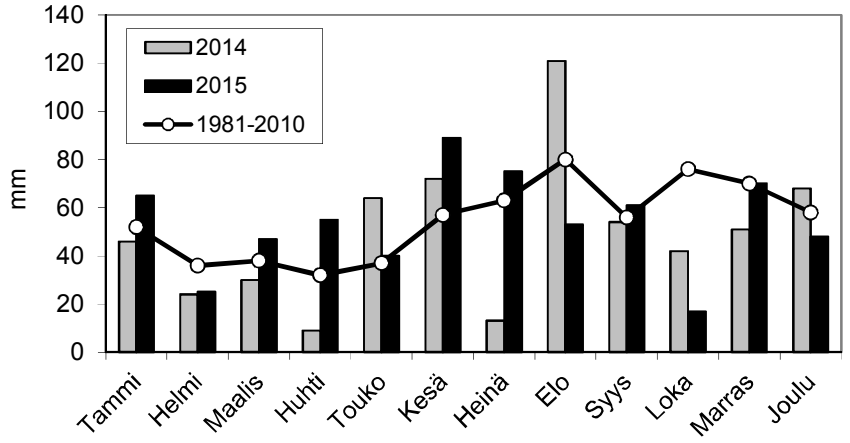
Taulukko 2.1. Helsingin edustan jäätilanteen kehitys, talvet 2013–14 ja 2014–15. A = jäätyminen, B = pysyvän jääpeitteen muodostuminen, C = pysyvän jääpeitteen päättyminen, D = jään lopullinen katoaminen, E = todellisten jääpäivien lukumäärä. (Lähde: Ilmatieteen laitoksen Merentutkimusyksikkö)

Paikka	**Lat N**	**Lon E**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
2013–2014							
Suomenlinna	60°08.3´	24°59.1´	15.1.	17.1.	21.3.	21.3.	66
Harmaja	60°06.3´	24°58.5´	17.1.	30.1.	13.3.	13.3.	50
Helsingin matala	59°56.9´	24°55.5´	7.2.	-	-	20.2.	4
2014–2015							
Suomenlinna	60°08.3´	24°59.1´	6.1.	9.1.	25.1.	25.1.	20
Harmaja	60°06.3´	24°58.5´	-	-	-	-	0
Helsingin matala	59°56.9´	24°55.5´	-	-	-	-	0

Tarkkailujakson molempien vuosien keskilämpötilat olivat Helsingin Kaisaniemessä selkeästi pitkän ajan keskiarvoa korkeammat. Vuonna 2014 erotus oli +1,4 °C (+24 %) ja vuonna 2015 +1,9 °C (+32 %) (kuva 2.2).



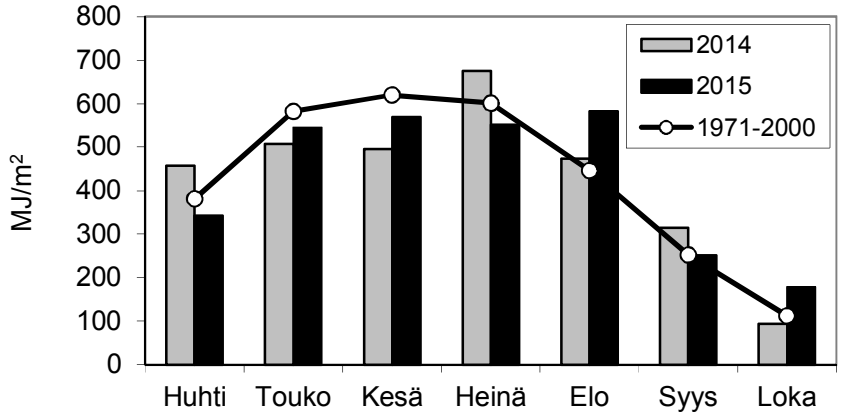
Kuva 2.2. Kuukauden keskilämpötila (°C) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2014 ja 2015 sekä vuosina 1981–2010 (keskiarvo). (Lähde: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2014 ja 2015).



Kuva 2.3. Kuukauden sademäärä (mm) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2014 ja 2015 sekä vuosina 1981–2010 (keskiarvo). (Lähde: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2014 ja 2015).

Vuoden 2014 huhtikuun ja heinäkuun sademäärät olivat pienet, elokuussa sademäärä taas oli jopa kolmanneksen pitkän ajan keskiarvo suurempi. Vuonna 2015 sademäärät olivat koko vuoden mittaan pitkän ajan keskiarvon kanssa samankaltaisemmat kuin vuonna 2014, lokakuun kuitenkin ollessa hyvin vähäsateinen (kuva 2.3).

Auringosta maahan kohdistuvan säteilyn (globaalisäteily) määrä kuukausittain kuvastaa samanaikaista sademäärää (kuva 2.4). Molempien vuosien kesäkuut olivat sateisia ja samalla pilvisiä, tällöin myös auringonpaiste oli keskimääräistä vähäisempää. Huhtikuu ja Heinäkuu 201 sekä elokuu ja lokakuu 2015 erottuvat kuvassa huomattavan aurinkoisena.



Kuva 2.4. Kasvukauden globaalisäteily kuukausittain (MJ/m²) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2014 ja 2015 sekä vuosina 1971–2000 (keskiarvo). (Lähde: Ilmatieteen laitos).

3 Merialueen kuormitus

3.1 Johdanto

Helsingin ja Espoon sekä eräiden Keski-Uudenmaan kuntien jätevedet käsiteltiin Helsingin Viikinmäen ja Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamoissa. Puhdistamoiden jätevesivirtaama oli vuonna 2014 yhteensä noin 129,6 milj.m^3 ja vuonna 2015 noin 138,0 milj.m^3. Molemmat puhdistamot ovat aktiivilietelaitoksia, joissa jätevedenpuhdistuksen vaiheina ovat mekaaninen, kemiallinen ja biologinen puhdistus. Ravinteista fosforin poisto toteutetaan kemiallisesti ns. rinnakkaissaostusperiaatteella jossa saostuskemikaalina käytetään ferrosulfaattia. Typenpoisto tapahtuu biologisesti denitrifikaatio-nitrifikaatioperiaatteella. Denitrifikaatioprosessia tehostetaan lisäämällä metanolia lisähiililähteeksi aktiivilieteprosessin alkuosaan. Orgaaninen lika-aines (BOD) poistetaan osittain prosessin alkuvaiheessa kemiallisesti kiintoaineen erotuksen myötä ja osittain biologisessa vaiheessa bakteeritoiminnan avulla.

3.2 Helsingin jätevedet

Viikinmäen jätevedenpuhdistamon lupaehdot olivat vuosina 2014 ja 2015 seuraavat: mereen johdettavan jäteveden $BHK_{7\text{-}ATU}$-arvon on oltava enintään 10 mg O_2/l ja kokonaisfosforipitoisuuden enintään 0,3 mg P/l. COD_{Cr}-arvon on oltava enintään 75 mg/l ja kiintoaineen määrän enintään 15 mg/l. BHK_{7ATU}-puhdistustehon on oltava vähintään 95 %, fosforin puhdistustehon vähintään 95 % ja COD_{Cr}-puhdistustehon vähintään 80 %. Arvot lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina mahdolliset ohijuoksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien. Puhdistustehon typen suhteen tulee olla vähintään 70 % vuosikeskiarvona laskien mahdolliset ohijuoksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien.

Viikinmäen keskuspuhdistamolla käsiteltiin kaikki Helsingin kaupungin jätevedet ja lisäksi Vantaan, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän, Pornaisten sekä Sipoon jätevedet. Kokonaisjätevesimäärä oli vuonna 2014 95,4 milj. m^3 ja vuonna 2015 101,4 milj. m^3. Keskimääräinen puhdistamolle tuleva vuorokautinen jätevesimäärä oli vuonna 2014 261 476 m^3. Suurin päiväkohtainen tulovirtaama, 481 332 m^3, mitattiin tammikuussa. Vuonna 2015 puhdistamolle tuli päivässä keskimäärin 277 950 m^3 jätevettä, suurin päiväkohtainen tulovirtaama oli huhtikuun alussa (530 323 m^3).

Puhdistetut jätevedet johdettiin kalliotunnelissa noin seitsemän kilometrin etäisyydelle rannikosta Katajaluodon eteläpuolelle.

Biologisen prosessin ohituksia (laitosohituksia) ei Viikinmäen puhdistamolla ollut kumpanakaan raportoitavana vuotena. Ohituksia verkostossa, sisältäen pumppaamot, oli vuonna 2014 87 246 m^3 ja vuonna 2015 152 338 m^3. Määrät ovat laskennallisia arvioita, ja suurin osa siitä koostuu sekaviemäröidyn kantakaupungin, Herttoniemen ja Munkkiniemen alueen verkostoylivuodoista. Sekaviemäröidyllä alueella ylivuotavat vedet sekoittuvat tehokkaasti sadeveteen, ja jätevesien osuus ylivuotavista vesistä on pieni (vuonna 2014 noin 1,4 % ja 2015 n. 1,3 %).

Ylivuodoista johtuva erillistarkkailu käynnistettiin vuonna 2014 yhdessä tapauksessa Suutarilan pumppaamolla tapahtuneen rankkasateen aiheuttaman ylivuodon johdosta. Ylivuoto tapahtui Keravanjokeen, ja arvioitu ylivuodon määrä oli noin 1 400 m^3. Vuonna 2015 ylivuodoista johtuvat tarkkailut käynnistettiin kolmessa tapauksessa. Tammikuussa ylivuoto johtui Suutarilan pumppaamolla hälytys- ja ohjauskeskuksen häiriöstä. Arvioitu ylivuodon määrä oli 3 000 m^3 ja ylivuoto kohdistui Keravanjokeen. Toinen ylivuodon erillistarkkailu käynnistettiin marraskuussa, kun putkistossa ennen Kallahden pumppaamoa havaittiin jätevesiviemärin tukos. Pumppaamosta oli ylivuotona päätynyt Kallahteen noin kahden viikon ajan jätevesiä noin 240 m^3. Viimeisin erillistarkkailu käynnistettiin joulukuussa, jolloin Tahvonlahteen oli joutunut noin 2 400 m^3 jätevesiä sadevesilinjan kautta, rakennustöiden yhteydessä unohdetun putken tulpan johdosta. Ympäristövaikutukset ylivuodoista jäivät tarkkailujen perusteella väliaikaisiksi ja paikallisiksi.

Kuormituslaskennan perusteella vuosina 2014–2015 Viikinmäen puhdistamolla täytettiin kaikki lupaehdot kaikilla laskentajaksoilla sekä pitoisuus- että poistotehovaatimusten osalta (taulukot 3.1 ja 3.2).

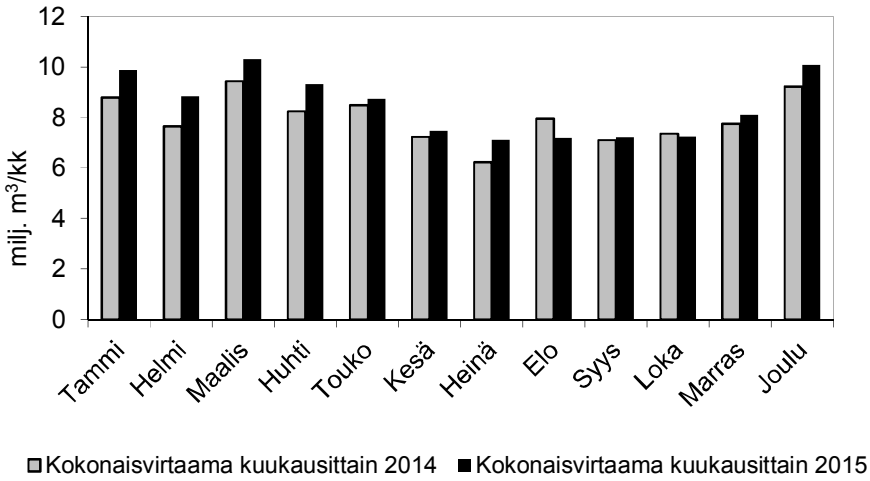
Taulukko 3.1. Mereen johdetun puhdistetun jäteveden pitoisuuksien (mg/l) ja reduktioiden (%) neljännesvuosikeskiarvot, niistä lasketut keskiarvot sekä lupaehdot vuonna 2014. Kokonaistypen poistotehon lupaehto koskee vuosikeskiarvoa, muiden parametrien vuosineljänneskeskiarvoja.

	$BOD_{/ATU}$		Kokonais-P		Kokonais-N	COD_{Cr}		Kiintoaine
	mg/l	Poisto-teho	mg/l	Poisto-teho	Poistoteho	mg/l	Poisto-teho	mg/l
Lupaehto	≤ 10	≥ 95 %	≤ 0,3	≥ 95 %	≥ 70 %	≤ 75	≥ 80 %	≤ 15
Vuosi 2014	6,3	97,0	0,22	97,0	91,0	46,0	92,0	6,5
1/2014	6,1	97,0	0,21	97,0	90,0	45,0	92,0	6,9
2/2014	7,9	97,0	0,26	96,0	90,0	52,0	92,0	10,1
3/2014	5,6	98,0	0,22	97,0	93,0	46,0	92,0	4,3
4/2014	5,8	98,0	0,19	97,0	92,0	41,0	93,0	5,2

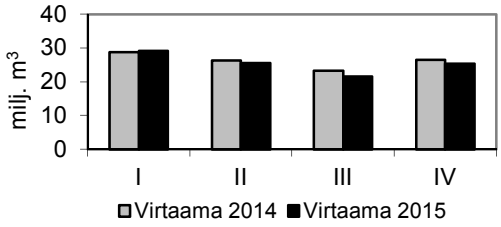
Taulukko 3.2. Mereen johdetun puhdistetun jäteveden pitoisuuksien (mg/l) ja reduktioiden (%) neljännesvuosikeskiarvot, niistä lasketut keskiarvot sekä lupaehdot vuonna 2015. Kokonaistypen poistotehon lupaehto koskee vuosikeskiarvoa, muiden parametrien vuosineljänneskeskiarvoja.

	BOD_{7ATU}		Kokonais-P		Kokonais-N	COD_{Cr}		Kiintoaine
	mg/l	Poisto-teho	mg/l	Poisto-teho	Poistoteho	mg/l	Poisto-teho	mg/l
Lupaehto	≤ 10	≥ 95 %	≤ 0,3	≥ 95 %	≥ 70 %	≤ 75	≥ 80 %	≤ 15
Vuosi 2015	5,2	98,0	0,23	96,0	91,0	40,9	92,0	5,7
1/2015	5,9	97,0	0,25	96,0	88,0	43,0	91,0	7,4
2/2015	5,6	98,0	0,24	96,0	91,0	39,0	93,0	6,4
3/2015	4,5	98,0	0,22	97,0	94,0	41,0	94,0	4,4
4/2015	4,7	98,0	0,19	97,0	93,0	40,0	93,0	4,4

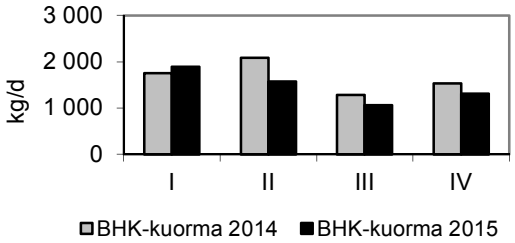
Vuosineljänneksittäin tarkasteltuna molempien vuosien jätevesivirtaamat olivat toistensa kaltaisia. Virtaamat ovat suurimmillaan keväällä lumien sulamisen aikoihin sekä loppuvuodesta (kuvat 3.1 ja 3.2). Mereen johdetun kuormituksen osalta vuodet muistuttivat myös toisiaan. Silmiinpistävä ero näkyy fosforikuormituksessa ensimmäisillä neljänneksillä: 2015 määrä oli selkeästi suurempi (kuvat 3.3–3.5). Koko vuoden kuormitus väheni muiden paitsi fosforin osalta vuodesta 2014 vuoteen 2015 (taulukko 3.3).



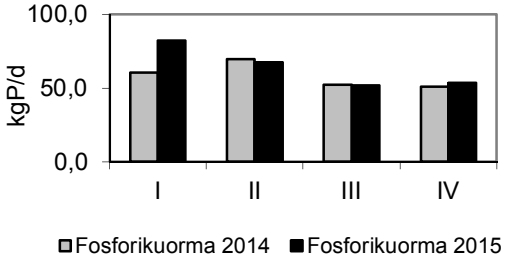
Kuva 3.1. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama (m³/kk) kuukausittain vuosina 2014 ja 2015.



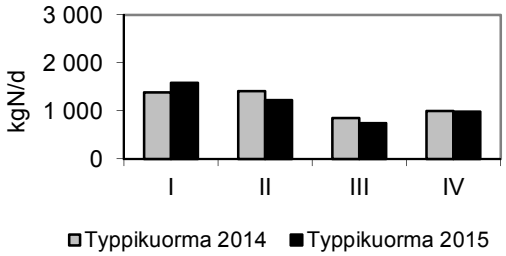
Kuva 3.2. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.



Kuva 3.3. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon keskimääräinen BOD_{7ATU}-kuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.



Kuva 3.4. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon keskimääräinen fosforikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.



Kuva 3.5. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon keskimääräinen typpikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.

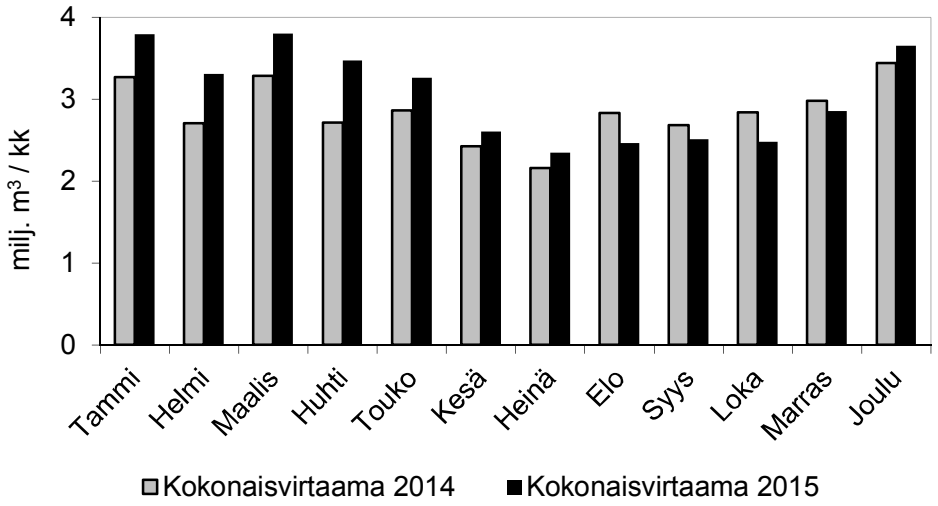
Taulukko 3.3. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus mereen vuosina 2014 ja 2015.

	Keskimääräinen kuormitus, kg/d		Kokonaiskuormitus, t/a		muutos
	2014	2015	2014	2015	
BOD_{7ATU}	1 661	1 459	606	533	-12,2 %
fosfori	58,4	63,8	21,3	23,2	9,2 %
typpi	1 161	1 133	424	414	-2,4 %
COD_{Cr}	12 005	11 420	4 382	4 168	-4,9 %
kiintoaine	1 756	1 614	641	589	-8,1 %

3.3 Espoon jätevedet

Suomenojan jätevedenpuhdistamon lupaehdot olivat vuosina 2014 ja 2015 seuraavat: vesistöön johdettavan jäteveden $BHK_{7(ATU)}$-arvon on oltava enintään 10 mg O_2/l ja kokonaisfosforipitoisuus enintään 0,4 mg P/l neljännesvuosikeskiarvoina. BOD_{7ATU}-poistotehon on oltava vähintään 95 %, kokonaisfosforin vähintään 93 %. Tulokset lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina ohitukset ja häiriötilanteet mukaan lukien. Kokonaistypen poistotehon on oltava vähintään 70 %, joka lasketaan vuosikeskiarvona. COD_{Cr}-poistovaatimuksena on enintään 75 mg/l vesistöön johdettuna, poistotehon ollessa vähintään 85 % sekä kiintoaineen määrä enintään 15 mg/l. Viimeksi mainitut lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina. Lisäksi lähtevän veden kokonaistyppipitoisuus saa olla enintään 20 mg N/l silloin, kun veden lämpötila biologisessa prosessissa on vähintään 12 °C.

Espoon jätevedet käsiteltiin Suomenojan jätevedenpuhdistamolla, minne johdettiin jätevedet Espoosta, Kauniaisista, Vantaan länsiosista ja Kirkkonummelta. Kokonaisjätevesimäärä vuonna 2014 oli 34,2 milj. m^3 (keskimäärin 93 710 m^3/vrk) ja vuonna 2015 36,6 milj. m^3 (100 191 m^3/vrk). Maksimivuorokausivirtaamat mitattiin joulukuussa 2014, 153 137 m^3 ja tammikuussa 2015 178 846 m^3. (kuva 3.6).

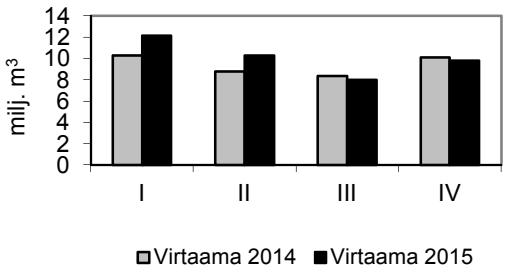


Kuva 3.6. Suomenojan jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama (m^3/kk) kuukausittain.

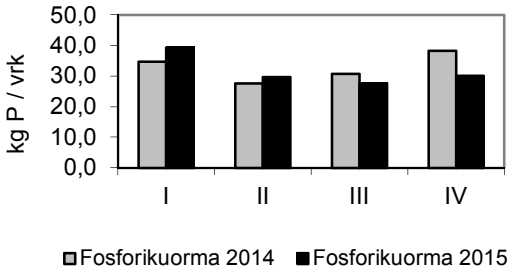
Jätevedet johdettiin 7,5 km:n pituisessa kalliotunnelissa ulkosaaristoon Gåsgrundet-saaren kaakkoispuolelle noin 15 m:n syvyyteen. Suomenojan puhdistamolla tapahtui vakava mutta lyhytkestoinen sähkönsyöttöhäiriö 14.9.2015, ja sähkökatkon aikana kaikki jätevedet johdettiin puhdistamon alueella sijaitsevaan tasauslammikkoon. Jätevedet mahtuivat tasauslammikkoon ja ne saatiin johdettua takaisin puhdistamon kautta ennen purkamista merelle. Suomenojan laitoksella havaittiin 18.9.2015 ulkoisesta kuormituslähteestä ja sitä kautta puhdistamon biologisten prosessien häiriöstä johtuva vakava typen poiston tehon taantuminen. Haittaa aiheuttava kuormitus saatiin lopetettua jo 19.9.2015, ja biologinen puhdistusteho oli palautunut normaaliksi noin viikossa. Häiriön aikana typenpuhdistusteho laski noin puoleen normaalista. Häiriö oli selvästi lyhytkestoinen, koska sitä ei havaita vuosineljännestarkastelussa (taulukko 3.4). Verkosto-ohituksia, pumppaamot mukaan lukien, Suomenojan puhdistamon verkostossa mitattiin olevan vuonna 2014 153 m^3. Vuonna 2015 verkosto-ohituksia ei ollut.

Purkutunneliin johdettiin myös Fortum Oy:n Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvesiä. Vuonna 2014 voimalaitoksen mereen johtaman jäähdytysmeriveden määrä oli 14 958 774 m^3 ja lämpökuorma 202 TJ.

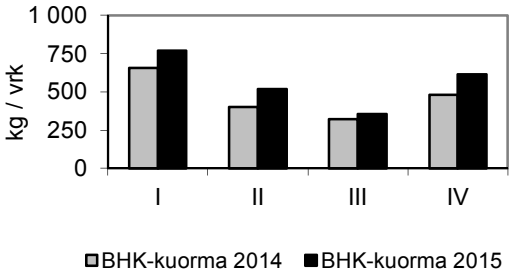
Vuonna 2015 Suomenojan voimalaitoksen mereen johtaman jäähdytysmeriveden määrä oli 18 566 591 m^3. Vuoden 2015 alussa voimalaitokselle valmistui lämpöpumppu, joka ottaa HSY:n jäteveden puhdistamon poistoveden lämpöä talteen kaukolämpöverkkoon, minkä ansiosta voimalaitoksen nettovaikutus meriveden lämmittämisen kannalta olikin negatiivinen eli -53 TJ.



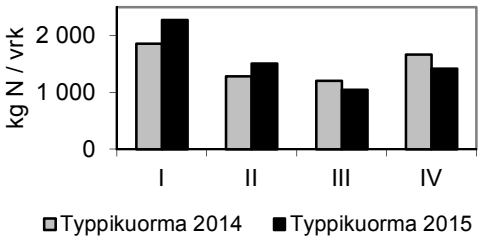
Kuva 3.7. Suomenojan jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.



Kuva 3.9. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen fosforikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.



Kuva 3.8. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen BOD_{7ATU} kuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.



Kuva 3.10. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen typpikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2014 ja 2015.

Lupaehdot täyttyivät Suomenojan puhdistamolla kaikilla laskentajaksoilla sekä pitoisuus- että poistotehovaatimusten osalta lukuun ottamatta vuoden 2015 ensimmäistä vuosineljännestä, jolloin typen poistoteho jäi seitsemän prosenttiyksikköä alle tavoitteen (taulukot 3.4 ja 3.5).

Taulukko 3.4. Mereen johdetun puhdistetun jäteveden pitoisuuksien (mg/l) ja reduktioiden (%) neljännesvuosikeskiarvot, niistä lasketut keskiarvot sekä lupaehdot vuonna 2014. Kokonaistypen poistotehon lupaehto koskee vuosikeskiarvoa, muiden parametrien vuosineljänneskeskiarvoja.

	BOD_{7ATU}		Kokonais-P		Kokonais-N	COD_{Cr}		Kiintoaine
	mg/l	Poisto-teho	mg/l	Poisto-teho	Poistoteho	mg/l	Poisto-teho	mg/l
Lupaehto	≤ 10	≥ 95 %	≤ 0,3	≥ 95 %	≥ 70 %	≤ 75	≥ 80 %	≤ 15
Vuosi 2014	4,9	98	0,35	95	75	42	91	6,4
1/2014	6,4	97	0,34	95	70	47	90	8,2
2/2014	4,5	98	0,31	96	78	38	93	5,2
3/2014	3,9	98	0,37	95	78	41	92	5,6
4/2014	4,8	97	0,38	95	72	41	91	6,7

Taulukko 3.5. Mereen johdetun puhdistetun jäteveden pitoisuuksien (mg/l) ja reduktioiden (%) neljännesvuosikeskiarvot, niistä lasketut keskiarvot sekä lupaehdot vuonna 2015. Kokonaistypen poistotehon lupaehto koskee vuosikeskiarvoa, muiden parametrien vuosineljänneskeskiarvoja.

	BOD_{7ATU}		Kokonais-P		Kokonais-N	COD_{Cr}		Kiintoaine
	mg/l	Poisto-teho	mg/l	Poisto-teho	Poistoteho	mg/l	Poisto-teho	mg/l
Lupaehto	≤ 10	≥ 95 %	≤ 0,3	≥ 95 %	≥ 70 %	≤ 75	≥ 80 %	≤ 15
Vuosi 2015	5,5	97	0,32	95	74	36	92	7,7
1/2015	6,4	96	0,32	94	63	41	90	9,3
2/2015	5,0	97	0,29	96	75	35	92	6,9
3/2015	4,4	98	0,35	96	80	32	94	6,3
4/2015	6,3	97	0,31	96	77	37	92	8,2

Vuosineljänneksittäin tarkasteltuna vuonna 2015 virtaamat olivat selkeästi edeltävää vuotta suuremmat kahdella ensimmäisellä neljänneksellä, kahden jälkimmäisen neljänneksen virtaamissa sen sijaan ei ollut huomattavia eroja (kuva 3.7). Mereen päätynyt kuormitus seurasi kokonaisvirtaamien määriä (kuvat 3.8–3.10).

Suomenojan puhdistamon mereen kohdistama kuormitus kohosi selkeästi vuodesta 2014 vuoteen 2015 biologiskemiallisesti happea kuluttavan aineksen (BOD_{7ATU}) ja kiintoaineen määrän osalta. Typpikuormitus kasvoi hieman, sen sijaan fosforin ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Cr}) määrät vähenivät (taulukko 3.6).

Taulukko 3.6. Suomenojan jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus mereen vuosina 2014 ja 2015.

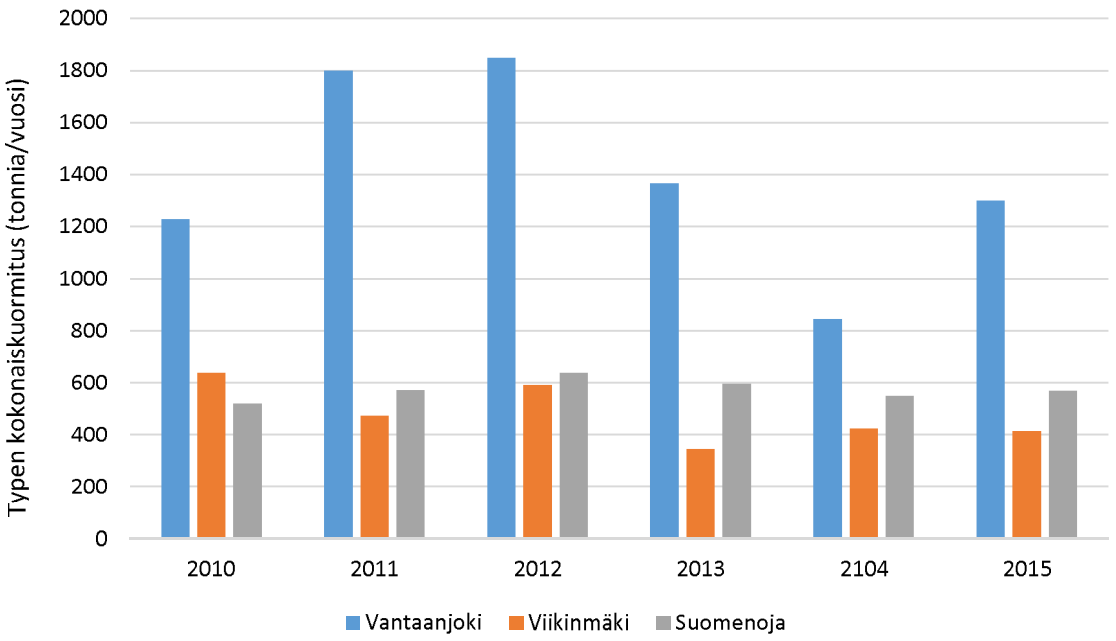
	keskimääräinen kuormitus, kg/d		kokonaiskuormitus, t/a		muutos
	2014	2015	2014	2015	
BOD_{7ATU}	465	564	170	206	21,3 %
fosfori	32,8	31,7	12,0	11,6	-3,4 %
typpi	1 503	1 561	549	570	3,9 %
COD_{Cr}	3 946	3 703	1 440	1 352	-6,2 %
kiintoaine	609	784	222	286	28,7 %

3.4 Vantaanjoen tuoma kuormitus

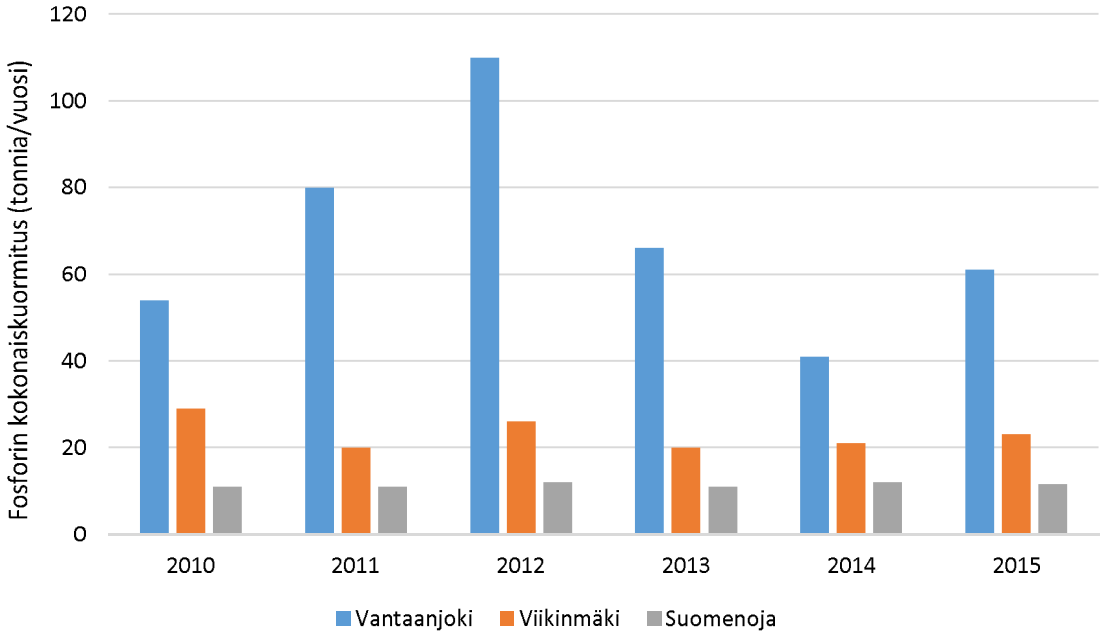
Vantaanjoen tuoma ravinnekuormitus pysyi edellisvuosien tasolla (kuvat 3.11 ja 3.12), ollen vuonna 2015 suurempi kuin 2014 (taulukko 3.7). Vantaanjoen merialueelle tuoma typpikuormitus on ollut 2010-luvulla samansuuruinen kuin Suomenojan ja Viikonmäen puhdistamojen yhteenlaskettu kokonaiskuormitus (kuva 3.11), jokivesien mukanaan tuoma fosforikuormitus on ollut suhteellisesti hieman suurempaa (kuva 3.12).

Taulukko 3.7. Vantaanjoen aiheuttama typpi- ja fosforikuormitus merialueelle vuosina 2013, 2014 ja 2015. Lähde: Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry.

	2013	2014	2015
fosfori t/a	66	41	61
typpi t/a	1367	845	1300



Kuva 3.11. Yhteistarkkailualueen pääasiallisten ravinnekuormituslähteiden vuosikohtaiset kokonaistyppikuormat.



Kuva 3.12. Yhteistarkkailualueen pääasiallisten ravinnekuormituslähteiden vuosikohtaiset kokonaisfosforikuormat.

Emil Vahtera

4 Veden fysikaaliskemiallinen ja hygieeninen laatu

4.1 Johdanto

Meriveden kemiallisen, fysikaalisen ja hygieenisen laadun seuranta on osa pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailua. Tämän raportin tarkoituksena on selvittää merialueen tilaa vuosina 2014 ja 2015. Meriveden fysikaalista, kemiallista ja hygieenistä laatua seurattiin tarkkailuohjelman mukaisesti 14 intensiivihavaintopaikalta (taulukko 4.1) noin kuukauden välein maaliskuulta marraskuulle. Näiden asemien tulokset toimivat jätevesien velvoitetarkkailun pääasiallisena aineistona (kappale 4.2). Tämän ohella nämä tulokset toimivat taustatietona tarkkailun yksityiskohtaisemmille osioille, kuten vuonna 2015 toteutetulle Helsingin Energian merilauhdevesien velvoitetarkkailulle. Merilauhdevesien tarkkailu toteutettiin mittauksin ja mallinnuksen avulla (kappale 4.3).

Edellisistä raporteista poiketen merialue jaotellaan tässä raportissa vesienhoitolain (1299/2004) mukaisiin vesimuodostumiin (taulukko 4.1), jota käytetään myös valtakunnallisessa pintavesien tilan arvioinnissa. Näistä vesimuodostumista kaksi (Porvoo-Helsinki ja Helsinki-Porkkala) kuuluvat pintavesityyppiin "Suomenlahden ulkosaaristo" ja loput kolme (Kruunuvuorenselkä, Suvisaaristo-Lauttasaari, Sipoon saaristo) kuuluvat pintavesityyppiin "Suomenlahden sisäsaaristo".

Ulkosaariston havaintopaikkoja yhdistää niiden avoimuus sekä syvyys, joka ylittää 27 m. Syvempien asemien syvimmissä vesikerroksissa saattaa ajoittain esiintyä suhteellisen voimakastakin suolaisuuden kerrostuneisuutta, joka johtaa suhteellisen korkeisiin pinnan- ja pohjanläheisten vesien välisiin tiheyseroihin (> 3 kg m^{-3}). Kesäaikaan näitä asemia luonnehtii myös veden suhteellisen voimakas kerrostuneisuus lämpötilan suhteen. Vesi ei siten kesällä sekoitu pohjaan saakka, mikä rajoittaa syvemmissä vesikerroksissa olevien ravinnevarantojen päätymistä yhteyttävään pintakerrokseen ja hapellisen pintaveden sekoittumista syvemmälle. Helsingin, Espoon ja Sipoon merialueen kaikilla näyteasemilla vesi kuitenkin sekoittuu pohjaa myöten jossakin vaiheessa marraskuun ja maaliskuun välisenä aikana.

Sisäsaaristoon lasketaan kuuluviksi rannikon läheinen saaristoalue ja matalat lahdet. Vyöhykkeellä sijaitsevat intensiivihavaintopaikat ovat Vanhankaupunginlahdella sijaitseva Vanhankaupunginselkä (4) ja Suomenojan edustan Ryssjeholmsfjärden (117). Tämän lisäksi tässä raportissa esitetään yksityiskohtaisemmin Helsingin kaupungin lähivesien seurantaohjelmaan kuuluvien Kruunuvuorenselän (18), Skatanselän (111), Melkin selän (68) ja Granön selän (113) havaintoasemien tulokset. Kaikkien yhteistarkkailualueen piirissä sijaitsevien näyteasemien tuloksia on käytetty pitkän aikavälin kuukausikeskiarvojen ja hajontalukujen laskentaan.

Maalta tuleva valuma ja ulkosaariston vesimassat vaikuttavat vuodenajasta riippuen alueen hydrografisiin ominaisuuksiin. Maalta tulevan valuman vaikutus on suhteellisesti suurempi alueilla, joilla veden vaihtuvuus on heikkoa. Vanhankaupunginselän näytepisteen tuloksiin vaikuttaa voimakkaasti Vantaanjoen valuma. Rannikonläheisten asemien tulosten hajonta onkin paljon suurempaa verrattuna ulompana oleviin asemiin, mikä johtuu luonnollisesti suuremmasta vaihtelusta. Sisäsaariston havaintopaikoilla vesipatsas sekoit-

tuu käytännössä pohjaan saakka suurimman osaa vuotta. Lyhyitä, pääosin lämpötilan aiheuttamia kerrostuneisuusjaksoja saattaa esiintyä tyynellä säällä. Rannikonläheisillä havaintopaikoilla veden suolapitoisuuteen vaikuttavat sadannan ja mantereelta tulevan valunnan määrä ja erityisesti Vanhankaupunginselällä Vantaanjoen virtaama.

Fysikaaliskemialliset ja hygieeniset mittaustulokset esitellään tässä kappaleessa yleisesti taustoittamaan muita tarkkailun osia kuukausikeskiarvoin, jotka ovat tuotettu sovittamalla yleistetty additiivinen malli aineistoon vuosilta 1990–2013. Vuosien 2014 ja 2015 kuukausikohtaiset keskiarvot esitetään liitteen 1 kuvissa erikseen. Sekä mallinnetulle pitkän ajan kuukausikeskiarvolle että vuosien 2014 ja 2015 tuloksille esitetään myös 95 %:n luottamusvälit, jotka kuvaavat luotettavuutta, jolla keskiarvo esitetään, eli otoksen perusteella todellinen keskiarvo sijaitsee 95 %:n todennäköisyydellä tämän vaihteluvälin sisällä.

Kaikki vesinäytteet otettiin Ruttner-putkinoutimella (tilavuus 2,8 l) ja valutettiin suoraan näytepulloihin. Lämpötila mitattiin noutimen sisällä olevalla lämpömittarilla ja näkösyvyys noutimen valkoista kansilevyä käyttäen. Kaikki vesinäytteet analysoitiin MetropoliLab:ssa (taulukko 4.2).

Taulukko 4.1. Vuosien 2014 ja 2015 fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen yleistarkkailun intensiivihavaintopaikkojen nimet, tunnistenumerot, syvyydet, sijaintikoordinaatit ja näytteenottosyvyydet sekä luokittelu vesienhoitolain mukaisiin osa-alueisiin.

Vesimuodostuma/ Havaintopaikka	Numero	Syvyys (m)	Koordinaatit (WGS-84) lat	lon	Näytesyvyydet (m)
Kruunuvuorenselkä					
• Vanhankaupunginselkä	4	2,5	60° 11.752′	24° 59.625′	0, 2
• Kruunuvuorenselkä*	18	17	60° 8.925′	25° 0.310′	0, 5, 10, 16
Suvisaaristo-Lauttasaari					
• Ryssjeholmsfjärden	117	3,5	60° 8.734′	24° 43.236′	0, 3
• Melkin selkä*	68	17	60° 8.056′	24° 51.297′	0, 5, 10, 16
Sipoon saaristo					
• Skatanselkä*	111	13	60° 11.579′	25° 11.833′	0, 5, 12
• Granöfjärden*	113	7	60° 14.292′	25° 13.656′	0, 6
• Musta Hevonen*	181	14	60° 11.098′	25° 15.156′	0, 5, 13
Porvoo-Helsinki					
• Flathällgrundet	39	33	60° 5.395′	24° 58.506′	0, 15, 32
• Länsi-Tonttu	114	47	60° 4.996′	25° 7.389′	0, 5, 10, 20, 30, 40, 46
• Pentarn*	166	48	60° 6.586′	25° 16.733′	0, 25, 47
Helsinki-Porkkala					
• Kytön väylä	57	31	60° 5.038′	24° 47.338′	0, 15, 30
• Stora Mickelskären	123	27	60° 1.003′	24° 35.096′	0, 13, 26
• Katajaluoto	125	28	60° 5.791′	24° 53.428′	0, 5, 10, 20, 27
• Knaperskär	147	27	60° 4.803′	24° 44.131′	0, 5, 10, 20, 26
• Berggrund	148	51	60° 0.925′	24° 45.206′	0, 25, 50
• Gråskärsbådan	149	32	60° 3.305′	24° 53.975′	0, 15, 31
• Koiraluoto	168	31	60° 4.776′	24° 52.323′	0, 15, 30

* näyteasemat kuuluvat Helsingin kaupungin lähivesien seurantaohjelmaan.

Taulukko 4.2. Tarkkailussa käytetyt määritykset ja menetelmät. Akkreditoidut menetelmät on merkitty tähdellä.

Määritys	Menetelmä	Määritysraja	Mittaus-epävarmuus
Näkösyvyys	Valkolevynä Ruttner-noutimen kansi		
Lämpötila	Ruttner-noutimen lämpömittari		
Suolaisuus*	Sis. menet. perus. Grashoff 1999		3 %
Sameus*	SFS-EN ISO 7027:2000	0,05 FNU	15 %
pH*	SFS 3021:1979		3 %
Happi*	SFS-EN 25813:1996		10 %
NH4-typen pitoisuus*	ISO 7150: 1984, disc. anal.	4 µg/l	15 %
Nitraatti-ja nitriittitypen summa, $(NO_3+NO_2)N$*	SFS-EN ISO 13395/DA	2 µg/l	15 %
Typen kokonais-pitoisuus*	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	15 %
PO_4- fosforin pitoisuus, liukoinen (0,45 µm)*	SFS-EN ISO 6878: 2004	5 µg/l	15 %
Fosforin kokonaispitoi-suus*	SFS 3026 mod. DA	5 µg/l	15 %
*Escherichia coli**	ISO 9308-2:2012	< 1	
*a-klorofylli**	Sisäinen menetelmä		15 %

4.2 Veden fysikaaliskemiallinen ja hygieeninen laatu vuosina 2014–2015

4.2.1 Pintaveden laatu

Pintaveden lämpötila vaihtelee keskimäärin noin nollasta reiluun 20 asteeseen (Liite 1). Pintavesi on keskimäärin kylmimmillään helmi-maaliskuussa ja lämpimimmillään heinä-elokuussa. Pintaveden lämpötila poikkesi vuonna 2014 huhtikuussa keskimääräisestä ja oli huomattavasti keskimääräistä lämpimämpää Seurasaaren vesimuodostuman alueella. Veden lämpötila oli huhtikuussa myös koholla Itäisen ulkosaariston sekä Kruunuvuoren alueella. Pintavesi oli kesä- ja heinäkuussa taas monin paikoin normaalia viileämpää molempina vuosina. Vuonna 2014 pintavesi oli myös keskimääräistä huomattavasti lämpimämpää läntisen ulkosaariston alueella elokuussa. Pintavesi viileni molempina tarkkailun vuosina normaalia hitaammin, ja etenkin vuonna 2015 loppusyksyn pintaveden lämpötilat olivat monin paikoin poikkeuksellisen korkeita.

Pintaveden suolaisuus on ulkosaaristossa korkeimmillaan talvikuukausina ja laski kesää kohden, kun taas lähempänä rannikkoa kehitys on päinvastainen. Maalta tuleva valuma laskee pintaveden suolaisuutta rannikon lähellä alkuvuodesta, ja vaikutus ulottuu hiljalleen ulkosaaristoon kesän edetessä. Syksyn täyskierron jälkeen ulkosaariston pintaveden suolaisuus palaa korkeammaksi. Pintaveden suolaisuus poikkesi vuosina 2014 ja 2015 monin paikoin keskimääräisestä (Liite 1). Vuoden 2014 havainnot olivat vuoden 2015 havaintoja monesti korkeampia, mikä indikoi avomeren veden voimakkaampaa vaikutusta alueella vuonna 2014. Alueilla, joissa maalta tulevan valuman vaikutus on suuri, näkyy vuosien 2014 ja 2015 kuukausikeskiarvoissa suurta vaihtelua vuoden alkupuolella, jolloin valunta oli suurimmillaan. Kruunuvuoren vesimuodostuman alueella vaihtelu on suurta läpi vuoden näyteasemien sijainnin vuoksi. Jatkossa lieneekin järkevämpää erotella Vanhankaupunginlahden ja Seurasaarenselän analyysitulokset toisistaan ja tarkastella alueita erikseen niiden erilaisuudesta johtuen.

Kokonaistypen määrä on alueesta riippumatta suurimmillaan talvella ja alkukeväästä, pitoisuudet kasvavat myös rannikkoa kohden (Liite 1). Vantaanjoen vaikutuksen alaisena oleva Kruunuvuoren vesimuodostuma on alueista selkeästi rehevöitynein kokonaistypen määrissä mitattuna. Ulkosaariston alueella kokonaistypen määrät olivat monesti keskimääräistä pienempiä vuosina 2014 ja 2015, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Kokonaistypen määrä laski molempina vuosina myös keväällä keskimääristä nopeammin rannikonläheisten vesimuodostumien alueella. Villingin vesimuodostuman alueella tehtiin yksittäinen hyvin korkea kokonaistypen pitoisuuden havainto helmikuussa 2015.

Kokonaistypen tapaan kokonaisfosforin pitoisuus pintavedessä on suurimmillaan talvella ja alkukeväästä. Tästä poikkeuksena on Seurasaaren vesimuodostuma, jossa pitoisuudet ovat keskimäärin korkeimmillaan elokuussa (Liite 1). Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat monin paikoin keskimääräsitä matalammat vuosina 2014 ja 2015. Kruunuvuoren vesimuodostuman alueella tehtiin vuonna 2014 maaliskuussa yksittäinen korkea havainto.
Liukoisen typen pitoisuudet ovat suurimmillaan talvella ja ne ehtyvät pintavedestä melkein poikkeuksetta toukokuuhun mennessä. Kruunuvuoren vesimuodostuman alueella liuennutta typpeä on pintavedessä vielä ajoittain kesälläkin (Liite 1). Rannikonläheiset talven ajan pitoisuudet ovat jopa 15–20-kertaiset verrattuna ulkosaariston pitoisuuksiin. Liuennut typpi ehtyi pintavedestä vuonna 2014 hieman vuotta 2015 nopeammin, vastaa-

vasti syksyn pitoisuudet olivat jokseenkin korkeampia vuonna 2014 verrattuna vuoteen 2015. Poikkeavan korkeita pitoisuuksia havaittiin sisäsaariston itäosissa vuoden 2015 maaliskuussa.

Liukoisen fosforin pitoisuudet kehittyvät samaan tapaan liukoisen typen kanssa, pitoisuuksien ollessa suurimpia talvisin (Liite 1). Sisäisen fosforikuormituksen vaikutus näkyy kesimääräisen pitoisuuden kasvuna loppukesästä. Talven ja loppukevään liukoisen fosforin pitoisuudet olivat monin paikoin korkeammat vuonna 2015 verrattuna vuoteen 2014. Liukoisen fosforin pitoisuuksissa on enemmän vaihtelua verrattuna liukoisen typen pitoisuuksiin, mikä ilmentää fosforin parempaa saatavuutta kasviplanktonlevien kasvua ajatellen. Keskimäärin vuosina 2014 ja 2015 tehtiin kuitenkin suhteellisen paljon pitkän ajan keskiarvoa pienempiä liukoisen fosforin pitoisuushavaintoja, etenkin loppukesästä.

Veden sameus tarkkailualueella vaihtelee luonnollisesti riippuen vedessä keijuvien levien sekä jokivesien mukanaan kuljettaman saviaineksen määristä. Matalilla alueilla tuulen aiheuttama pohjan kiintoaineksen resuspensio aiheuttaa myös veden samentumista. Vettä samentavat matalilla alueilla myös laivaliikenne sekä ruoppaukset, hieman syvemmällä ruoppausaineksen läjitys. Veden sameus vaihteli suhteellisen paljon vuosina 2014 ja 2015, mikä näkyy suurina luottamusväleinä (Liite 1). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että veden samentumista aiheuttavat tekijät ovat hetkellisiä ja vesi kirkastuu myös sameamman jakson jälkeen suhteellisen nopeasti; näytteenottofrekvenssi, noin kaksi viikkoa, ei riitä dokumentoimaan vaihettumia. Pintavesi oli vuosina 2014 ja 2015 useimmiten pitkän ajan keskiarvoa sameampaa läntisen ulkosaariston alueella. Poikkeuksellisen sameaa vettä havaittiin myös vuonna 2015 tarkkailualueen itäosissa samaan aikaan korkeiden liukoisen typen pitoisuuksien kanssa.

Veden kerrostuneisuus muodostuu ulkosaaristossa veden lämmetessä ja on voimakkaimmillaan heinä-elokuussa (Liite 1). Muiden vesimuodostumien alueilla veden kerrostuminen vaihtelee suhteellisen paljon ollen kuitenkin keskimääräisesti heikkoa. Vuonna 2014 vesi kerrostui keskimääräistä myöhemmin. Kerrostuminen oli kuitenkin poikkeuksellisen voimakasta elokuussa ulkosaariston alueella. Vuonna 2015 kerrostuneisuus jäi keskimääräistä huomattavasti heikommaksi ulkosaariston vesimuodostumien alueella.

4.2.2 Pohjanläheisen veden laatu

Pohjanläheisen veden lämpötila seuranta-alueella kehittyy vuoden mittaan pintaveden lämpötilan tapaan, ollen lämpimintä loppukesästä/alkusyksystä (Liite 2). Veden lämpötila syvemmillä alueilla jää kuitenkin useita asteita pintavettä viileämmäksi. Matalimmilla alueilla pinta- ja pohjanläheisen veden lämpötilaero on hyvin pieni. Ulkosaariston vesimuodostumien alueella pohjanläheinen vesi oli pitkän ajan keskiarvoa lämpimämpää, vuonna 2014 etenkin alkukesästä ja vuonna 2015 etenkin loppukesästä ja syksyllä. Matalammilla rannikonläheisillä alueilla ero pitkän ajan keskiarvoon ei ollut niin huomattava kuin ulompana.

Pohjanläheisen veden suolaisuus on suhteellisen vakaa ulkosaariston alueella. Lähempänä rannikkoa kevään jokivaluntahuippu näkyy pintaveden tapaan matalampana suolaisuutena (Liite 2). Ulkosaariston alueella pohjanläheisen veden suolaisuus oli vuosina 2014 ja 2015 usein pitkän ajan keskiarvoa matalampi, vaihdellen voimakkaammin lähempänä

rannikkoa. Vuonna 2015 pohjanläheinen vesi vaikuttaa olleen hieman suolaisempaa kuin vuonna 2014.

Kokonaistypen pitoisuudet ovat suhteellisen vakaat ja vaihtelevat ulkosaariston pohjanläheisessä vedessä noin 375 ja 425 µg l^{-1} välillä (Liite 2). Sisäsaariston vesimuodostumien alueella pitoisuudet vaihtelevat enemmän ollen korkeimmillaan talvella. Vuosien 2014 ja 2015 pitoisuudet olivat monin paikoin pitkän ajan keskiarvoa pienempiä.

Kokonaisfosforin pitoisuudet ovat pohjanläheisessä vedessä suhteellisen vakaat tai kasvavat loppukesästä (Liite 2). Kokonaisfosforin pitoisuuden kasvaminen indikoi fosforin sisäistä kuormitusta ja sedimentin fosforin sitomiskyvyn heikkenemistä. Vuosina 2014 ja 2015 kokonaisfosforin määrissä oli suurta vaihtelua loppukesästä kaikilla alueilla.

Liukoinen fosfori käyttäytyy kokonaisfosforin tapaan ulkosaariston pohjanläheisessä vedessä pitoisuuksien ollessa myös hyvin lähellä toisiaan. Suurin osa fosforiravinteesta syvemmissä rannikkovesissä on liukoisessa muodossa. Lähempänä rannikkoa, matalilla alueilla liukoisen fosforin pitoisuudet laskevat voimakkaasti alkukesään saakka, jonka jälkeen pitoisuudet taas kasvavat (Liite 2). Vuosina 2014 ja 2015 havaittiin ajoittain suuria liukoisen fosforin pitoisuuksia pohjanläheisessä vedessä kaikilla alueilla.

Pohjanläheisen veden sameus on tyypillisesti pientä ja suhteellisen vakaa ulkosaariston alueella. Lähempänä rannikkoa vesi samenee kesällä ja kirkastuu uudestaan talveksi (Liite 2). Vuosina 2014 ja 2015 pohjanläheinen vesi oli keskimäärästä sameampaa, etenkin ulkosaaristossa.

Pohjanläheisen veden happipitoisuus vaihtelee keskimäärin noin 12 ja 8 mg l^{-1}:n välillä, mikä johtuu osittain veden lämpötilan muutoksista, mikä vaikuttaa hapen liukenemiseen. Kesällä myös hajoava orgaaninen aines kuluttaa happea pohjanläheisessä vedessä. Vuosina 2014 tai 2015 seuranta-alueella ei havaittu hyvin vähähappisia vesiä seurantaohjelman rutiininäytteissä. Pohjanläheisen veden happipitoisuus mitataan seurantaohjelmassa noin 1 m:n etäisyydeltä pohjasta. Tarkemmissa mittauksissa on huomattu, että tätä lähempänä pohjaa hapen pitoisuus laskee usein hyvin voimakkaasti (Vahtera ja Lukkari 2015). Aivan pohjanläheisen veden happipitoisuus saattaa siten olla paikoin niin matala, että se haittaa pohjaeläinten esiintymistä alueella.

4.3 Puhdistettujen jätevesien vaikutus veden fysikaaliskemialliseen ja hygieeniseen laatuun

4.3.1 Vuoden 2014 ja 2015 poikkeukselliset havainnot Katajaluodon ja Knaperskärin näyteasemilla (Helsinki–Porkkala-vesimuodostuma)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY):n puhdistettujen jätevesien tarkkailu on toteutettu esittämällä Helsinki–Porkkala-vesimuodostuman pintaveden pitkän ajan aineiston (1990–2013) mediaani, 5, 25, 75 ja 95 prosenttipisteet, joita vasten vuosien 2014 ja 2015 asemien 125 ja 147 havaintoja verrataan suoraan. Prosenttipisteet ilmaisevat sen rajan aineistossa, jonka alapuolelle tietty prosenttiosuus aineiston havainnoista jää. Esimerkiksi 5 % aineiston havainnoista sijaitsee 5 prosenttipisteen käyrän alapuolella, käänteisesti 5 % aineiston havainnoista sijaitsee 95 prosenttipisteen käyrän yläpuolella. Esittämällä aineisto näin on helppo havaita pitkän ajan aineistosta poikkeavia yksittäisiä havaintoja.

Puhdistettujen jätevesien vaikutusten oletetaan näkyvän ensisijaisesti *E. coli* -bakteerien määrien kasvuna tai suurempana vaihteluna purkualueiden lähistön näyteasemilla. Bakteerimäärät indikoivat jätevesien vaikutusta alueella, jolloin myös mahdollisesti muut, samaan aikaan esiintyvät poikkeamat aineistossa, voidaan tulkita johtuvan puhdistettujen jätevesien johtamisesta alueelle. Mikäli havainto sijoittuu 5 tai 95 prosenttipisteen ala- tai yläpuolelle, voidaan havaintoa pitää normaalista hyvin poikkeavana ja sille pyritään löytämään tulkinta. Graafisen tarkastelun lisäksi purkualueiden lähistöllä sijaitsevien asemien 39, 57, 125 ja 147 kuukausikeskiarvoja verrataan hydrografialtaan vastaavien asemien 114, 148, 166 ja 181 kuukausikeskiarvoihin vuoden mittaan tapahtuvan parametrien vaihtelun huomioon ottavalla tilastollisella lineaarisella sekamallilla. Kuukausi on mallissa satunnaismuuttuja, ja näytepisteen etäisyys puhdistettujen jätevesien purkualueista selittää mitatuissa suureissa potentiaalisesti havaittavia eroja.

Pintaveden lämpötila poikkesi huomattavasti normaalista vuoden 2014 maaliskuussa ja elokuussa ollen poikkeuksellisen lämmintä (kuva 4.1). Saman ajankohdan keskimääräinen lämpötila oli myös pitkänajankeskiarvoa korkeampi (kappale 4.2.1, Liite 1). Siten voidaan olettaa että vuoden 2014 korkeat lämpötilat asemilla 125 ja 147 johtuvat luonnollisesta vaihtelusta alueella. Vuonna 2014 pintavesi oli myös poikkeuksellisen viileää elokuussa, mikä johtui alueella tapahtuneesta pohjanläheisen veden kumpuamisesta veden kerrostuttua ensin voimakkaasti (kappale 4.2.1, Liite 1). Pintavesi oli normaalia lämpimämpää myös vuonna 2015 helmikuussa Knaperskärin asemalla (147) sekä toukokuussa Katajaluodon asemalla (125). Helmikuussa 2015 pintaveden lämpötila oli läntisen ulkosaariston alueella koholla (Liite 1), mikä johtui luonnollisesta vaihtelusta. Toukokuun havainnolle Katajaluodon ympäristössä ei löydy aineistopohjaista selitystä. Vaihtelu lienee kuitenkin luonnollista, koska alueelle ei johdeta esimerkiksi merilauhdevesiä, jotka voisivat nostaa pintaveden lämpötilaa.

Pintaveden suolaisuudessa ei vuosina 2014 ja 2015 tehty havaintoja, jotka sijoittuisivat aineiston 5 tai 95 prosenttipisteen luokkiin (kuva 4.1).

Kokonaistypen pitoisuudet olivat poikkeuksellisen pieniä maaliskuussa ja syyskuussa 2014 sekä toukokuussa 2015 (kuva 4.1). Kokonaistypen pitoisuus oli normaalia pienempi

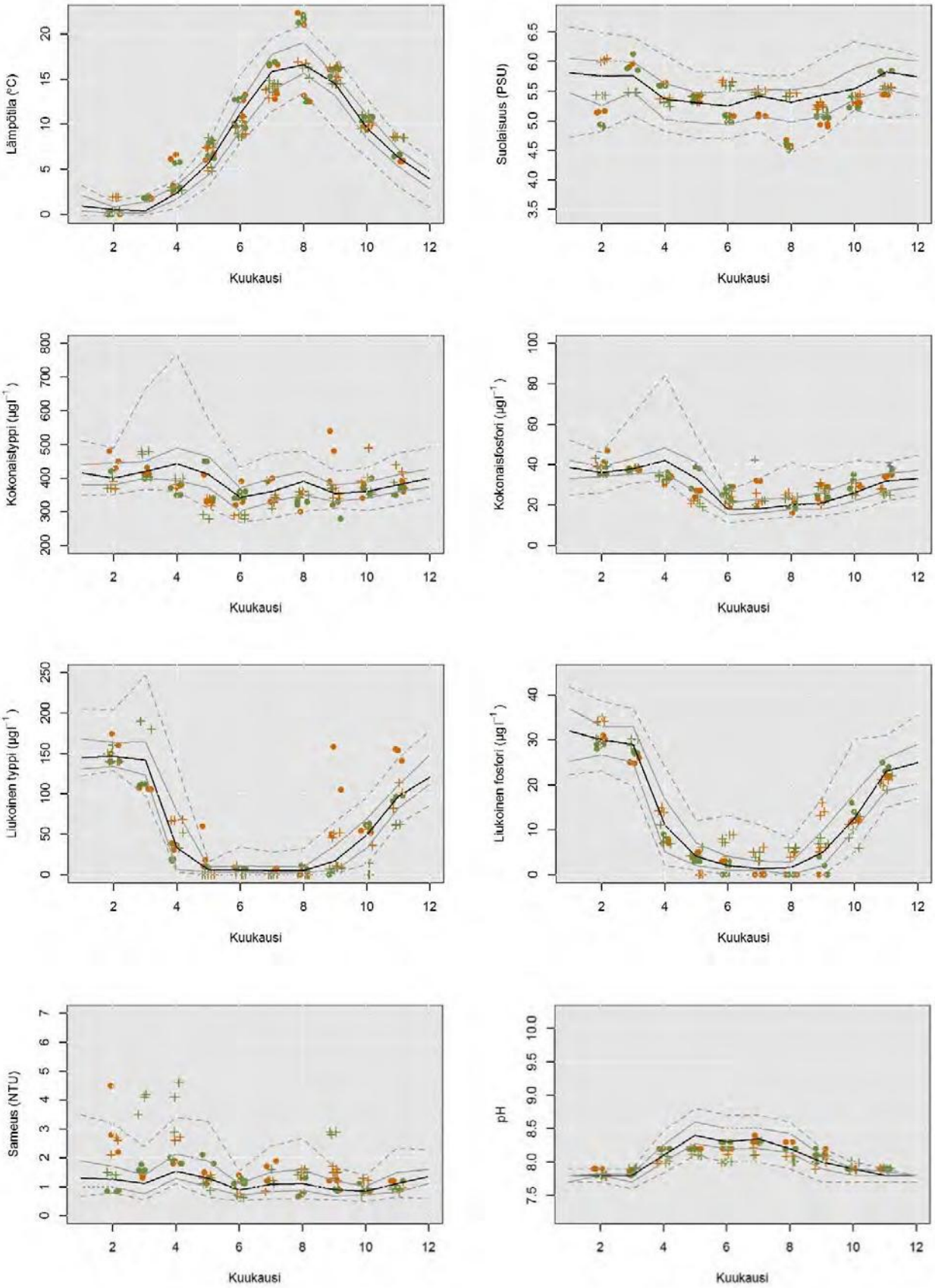
molempina vuosina ulkosaariston alueella (kappale 4.2.1 ja Liite 1), joten alhaiset pitoisuudet ovat osa vuosien välistä vaihtelua. Kokonaistypen pitoisuudet olivat poikkeuksellisen korkeat Knaperskärin asemalla (147) vuoden 2014 syyskuussa ja vuoden 2015 lokakuussa. Nämä suuret pitoisuudet johtuvat Suomenojan jätevedenpuhdistamon mereen johdetuista puhdistetuista jätevesistä. Samaan aikaan asemilla havaittiin korkeita *E. coli* -bakteerien pitoisuuksia (kuva 4.1). Vuonna 2015 Suomenojan puhdistamolla oli toimintahäiriö typenpuhdistuksessa syyskuun loppupuolella, mikä on voinut vaikuttaa lokakuunkin puolella havaittuihin korkeisiin typpipitoisuuksiin. Vuonna 2014 ei korkeiden pitoisuuksien aikaan havaittu normaalista poikkeavaa tilannetta puhdistamolla.

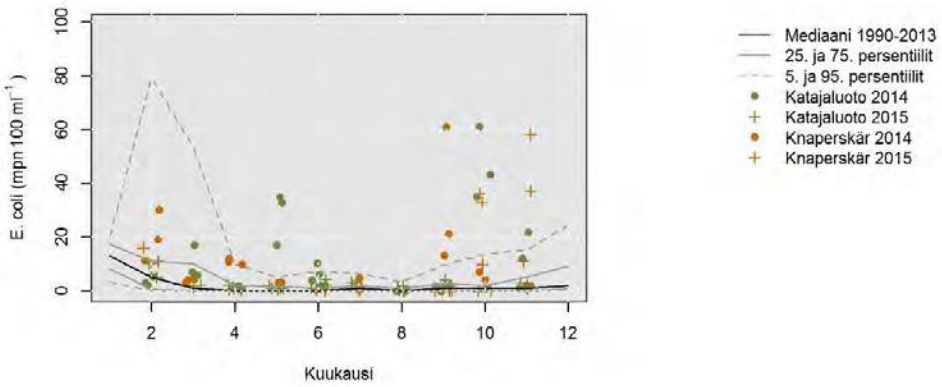
Katajaluodon asemalla (125) havaittiin heinäkuussa 2014 poikkeava kokonaisfosforin pitoisuus (kuva 4.1). Samaan aikaan koko läntisen ulkosaariston alueella oli kohonneita kokonaisfosforin pitoisuuksia (kappale 4.2.1 ja Liite 1), joten tulokset selittyvät luonnollisella vaihtelulla.

Liukoisen typen osalta syyskuussa Knaperskärillä (147) havaitut korkeat pitoisuudet olivat puhdistettujen jätevesien aiheuttamia, koska samaan aikaan havaittiin poikkeuksellisen suuria *E. coli* -bakteerien määriä (kuva 4.1). Liukoisen typen pitoisuudet olivat koholla myös toukokuussa ja marraskuussa. Kohonneiden typen pitoisuuksien syynä toukokuussa olivat jätevedet, koska bakteeripitoisuudet olivat koholla. Marraskuussa syy oli todennäköisesti luonnollinen vaihtelu alueella.

Liukoisen fosforin pitoisuus oli koholla syyskuussa 2015. Samaan aikaan liukoisen fosforin keskimääräinen pitoisuus oli koholla koko vesimuodostuman alueella (kappale 4.2.1, Liite 1), joten tämä johtuu todennäköisesti luonnollisesta vaihtelusta.

Pintavesi oli myös poikkeuksellisen sameaa pääosin vuoden 2015 alkukeväästä sekä syyskuussa (kuva 4.1). Samaan aikaan pintavesi oli muuallakin vesimuodostuman alueella sameaa, joten näiden poikkeavien havaintojen syynä on luonnollinen vaihtelu alueella (kappale 4.2.1, Liite 1).


Lämpötila (°C)
Suolaisuus (PSU)
Kokonaistyppi (µgl⁻¹)
Kokonaisfosfori (µgl⁻¹)
Liukoinen typpi (µgl⁻¹)
Liukoinen fosfori (µgl⁻¹)
Sameus (NTU)
pH
Kuukausi



Kuva 4.1. Pintaveden pitkän ajan aineiston (1990–2013) mediaani, 5, 25, 75 ja 95 prosenttipisteet, sekä 2014 ja 2015 Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) asemien havainnot.

4.3.2 Veden fysikaaliskemialisen ja hygieenisen laadun erot vertailuasemien ja jätevesien vaikutuksen alaisena olevien näyteasemien välillä

Puhdistettujen jätevesien vaikutusta testattiin tilastollisesti toistomittaukset huomioivalla kiinteiden ja satunnaisten selittävien muuttujien lineaarisella mallilla (Pinheiro ym. 2014) käyttäen R-ohjelmistoa (R Core Team 2015). Vaikutuksia testattiin jaottelemalla sarja näytepisteitä jätevesien vaikutuksen alaisena oleviin pisteisiin (Knaperskär 147, Kytön väylä 57, Katajaluoto 125 ja Flathällgrundet 39) ja vaikutusten ulkopuolella oleviin pisteisiin (Länsi-Tonttu 114, Berggrund 148, Pentarn 166 ja Musta Hevonen 181), jotka ovat hydrografialtaan samankaltaisia vaikutuksen alaisina olevien asemien kanssa. Jaottelu toteutettiin aiemmin tehdyn mallinnushankkeen tulosten pohjalta (Viitasalo ym. 2012). Tilastollisella mallilla testattiin näiden kahden asemaryhmän mitattujen suureiden eroavaisuuksia toisistaan ottamalla huomioon kuukausien välinen satunnainen vaihtelu aineistossa.

Tilastollisen mallin mukaan arvioidut keskimääräiset erot analysoiduissa parametreissa ovat esitetty taulukoissa 4.3 ja 4.4. Vuonna 2014 pintaveden suolaisuus oli tilastollisesti merkitsevästi korkeampi (0.1 PSU) jätevesien vaikutusten alaisena olevilla pisteillä, verrattuna vertailuasemien suolaisuuteen. Tämä ero on absoluuttisesti hyvin pieni, eikä sillä ole merkitystä biologiselta tai ekologiselta näkökannalta. Se ei myöskään vaikuta puhdistettujen jätevesien vaikutusten arviointiin alueella. Suolaisuuden ohella liukoisen typen pitoisuus sekä *E. coli* -bakteerien määrät olivat puhdistettujen jätevesien vaikutuksen alaisena olevilla asemilla vertailuasemia korkeampia (liukoinen typpi 11,19 µg l^{-1} ja *E. coli* 6,76 mpn 100 ml^{-1}), mikä osoittaa jätevesien vaikutuksen alueella. Liukoisen typen suurempi pitoisuus vaikuttanee suoraan kasviplanktonyhteisön ravinnerajoittuneeseen kasvuun, jonka on alueella todettu olevan voimakkaasti typen rajoittamaa (katso kappale 5.4, kohta kasviplanktonin ravinnerajoittuneisuus). Liukoisen typen pitoisuuksien on ennenkin todettu olevan korkeampi puhdistettujen jätevesien vaikutuksen alaisena olevilla asemilla (Vahtera ym. 2014).

Taulukko 4.3. Tilastollisen toistomittaukset huomioon ottavan sekamallin tulokset vuodelle 2014. Tilastollisesti merkitsevät erot ovat merkitty tähdellä, merkitsevyystasona käytetty p-arvoa < 0.05.

	Ero vertailu-asemiin	Keskivirhe	Vapausasteet	t-arvo	p-arvo
Lämpötila	0.17	0.23	65	0.74	0.46
Suolaisuus	0.10	0.03	65	3.30	0.0016*
Kokonaistyppi	2.00	10.01	65	0.20	0.85
Kokonaisfosfori	-0.50	1.50	65	-0.33	0.74
Liuk. typpi	11.19	5.16	65	2.17	0.03*
Liuk. fosfori	0.10	0.30	65	0.33	0.74
Sameus	0.11	0.11	65	0.98	0.33
a-klorofylli	-0.81	0.74	56	-1.10	0.28
E. coli	6.76	2.31	65	2.93	0.0046*

Vuonna 2015 suolaisuus oli *E. coli* -bakteerien määrien ohella parametri, joka erosi tilastollisesti puhdistettujen jätevesien ja vertailuasemien välillä, molempien ollessa suurempia puhdistettujen jätevesien vaikutuksen piirissä. Liukoisen typen pitoisuus oli hieman korkeampi jätevesien vaikutuspiirissä, mutta ero ei vuonna 2015 ollut tilastollisesti merkitsevä. Vuonna 2015 vesi kerrostui alueella suhteellisen heikosti, ja on oletettavaa, että pohjanläheisen veden ravinnevarannot ovat sekoittuneet pintaveteen edellisvuosia tehokkaammin. Tämä on saattanut häivyttää eroja asemien välillä.

Taulukko 4.4. Tilastollisen toistomittaukset huomioon ottavan sekamallin tulokset vuodelle 2015. Tilastollisesti merkitsevät erot ovat merkitty tähdellä, merkitsevyystasona käytetty p-arvoa < 0.05.

	Ero vertailu-asemiin	Keskivirhe	Vapausasteet	t-arvo	p-arvo
Lämpötila	-0.11	0.13	62	-0.86	0.40
Suolaisuus	0.10	0.04	62	2.36	0.02*
Kokonaistyppi	-4.22	10.96	62	-0.38	0.70
Kokonaisfosfori	0.44	1.01	62	0.44	0.66
Liuk. typpi	2.65	6.82	62	0.39	0.70
Liuk. fosfori	-0.56	0.89	62	-0.70	0.49
Sameus	0.09	0.16	62	0.55	0.58
a-klorofylli	0.80	0.68	55	1.18	0.24
E. coli	4.86	2.25	62	2.16	0.03*

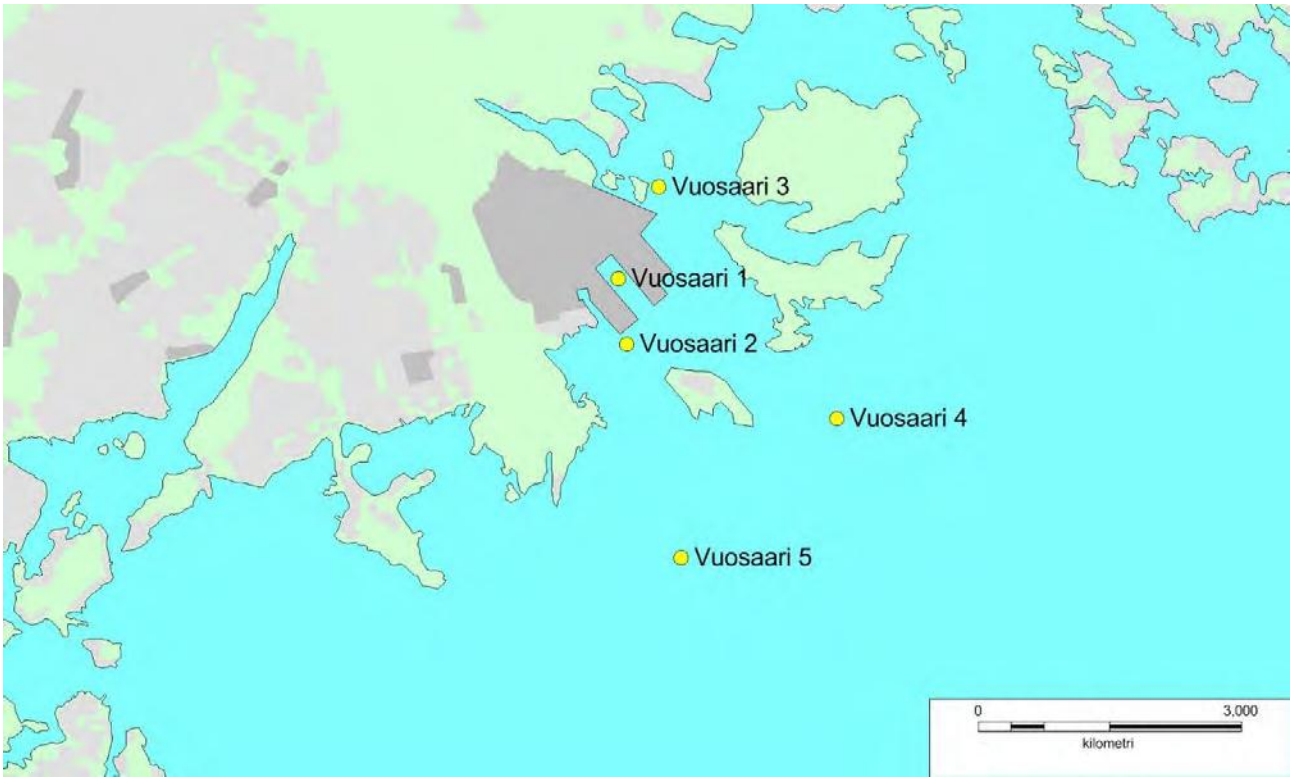
4.4 Helsingin Energian merilauhdevesien vaikutus merialueen tilaan

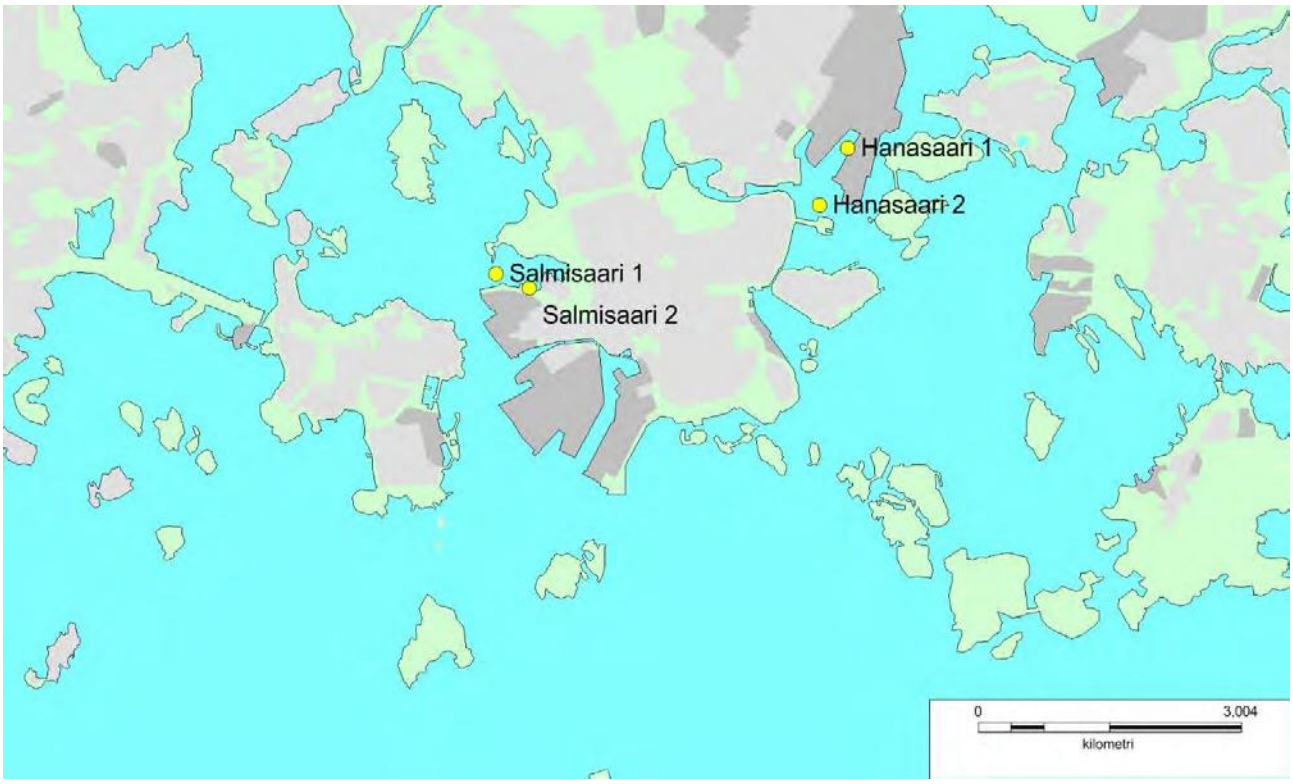
Helsingin Energian voimalaitosten merilauhdevesien vaikutuksia pääkaupunkiseudun merialueella on perinteisesti tarkkailtu vesinäytteisiin perustuvana veden laadun seurantana ja tulokset on raportoitu voimalakohtaisesti erikseen. Vuosaaren voimalaitosten osalta tulokset on koottu seuraaviin raportteihin; Piispanen ja Vatanen (2009), Vatanen ja Haikonen (2010, 2011), Heitto ja Vatanen (2012, 2013, 2014). Salmisaaren voimalan ja kaukojäähdytyksen osalta tuloksia on koottu raportteihin Heitto ja Vatanen (2011), Karppinen ym. (2011) ja Hanasaaren voimalan sekä Katri Valan kaukolämpö- ja kaukojäähdytyslaitoksen tarkkailujen tuloksia raporttiin Karppinen ja Vatanen (2013). Merilauhdevesien leviämistä ja vaikutusaluetta on selvitetty Hanasaaren voimalan sekä Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen sekä Salmisaaren voimalan kaukojäähdytyksen osalta (Karppinen ym. 2011, Karppinen ja Vatanen 2013). Vaikutusalueiden on todettu olevan suhteellisen paikallisia, Salmisaaren toiminnan osalta keskittyen pääosin Lapinlahdelle ja Hanasaaren ja Katri Valan laitosten osalta keskittyen pääosin Sörnäisten satama-altaaseen, johon vedet puretaan. Nämä tulokset johtuvat osittain siitä, että mittausajankohtien ajoittaminen suurien merilauhdevesien purkutapahtumien kanssa on ollut hankalaa ja siten vaikutusalueet saattavat olla laajempiakin.

Voimaloiden ja kaukojäähdytyslaitosten toimintaa ohjaavat seuraavat ympäristöluvat: Salmisaaren osalta ympäristölupa Dnro ESAVI/178/04.08/2013 (annettu 4.9.2014), Hanasaaren osalta ympäristölupa Dnro ESAVI/135/04.08/2013 (annettu 9.6.2015) ja Vuosaaren osalta ympäristölupa Dnro ESAVI/330/04.08/2012 (annettu 11.9.2014).

Tätä raporttia varten Helsingin Energian voimalaitosten ja kaukojäähdytyslaitosten merilauhdevesien tarkkailu toteutettiin jatkuvatoimisilla lämpötilatallentimilla (Vemco Minilog II) ja mallinnuksen avulla. Tarkkailu toteutettiin kolmella eri alueella: Lapinlahdella, jonne laskevat Salmisaaren voimalan ja kaukojäähdytyslaitoksen merilauhdevedet, Sörnäisten satama-altaan ympäristössä, jonne laskevat Hanasaaren voimalan ja Katri Valan kaukojäähdytyslaitoksen merilauhdevedet sekä Vuosaaren sataman ympäristössä (kuva 4.2), jonne laskevat Vuosaaren voimaloiden merilauhdevedet. Vuosaaren merialueella tehdyt mittaukset toteutti Kala- ja vesitutkimus Oy. Voimaloiden ja kaukojäähdytyslaitosten tiedot ovat saatu Helsingin Energialta. Kaikkia tarvittavia tietoja ei saatu vaadittavalla tarkkuudella määräaikaan mennessä, mistä syystä Hanasaaren voimalan merilauhdevesien vaikutusten mallinnusta ei toteutettu.

Arviot mereen johdetun lämpöenergian määrästä on laskettu niille kuukausille, joille oli saatavilla meriveden lämpötilamittauksia koko kuukauden ajalta. Tämän aineiston pohjalta on laskettu merilauhdeveden ja meriveden lämpötilaero, joka on kerrottu energiamäärällä, joka tarvitaan lämmittämään kuutiometri vettä yhdellä asteella (käytetty arvo: 858 Wh m^{-3}). Saatu arvo on taas kerrottu ilmoitetulla merilauhdevesien virtaamamäärillä, jonka jälkeen tulos on muunnettu yksikköön MWh.





Kuva 4.2. Kartat voimaloiden merilauhdevesien lämpötilan seurannassa käytettyjen tallentimien sijainneista (keltaiset pallot), Vuosaaren voimalaitokset (ylempi paneeli), Hanasaaren ja Salmisaaren laitokset (alempi paneeli).

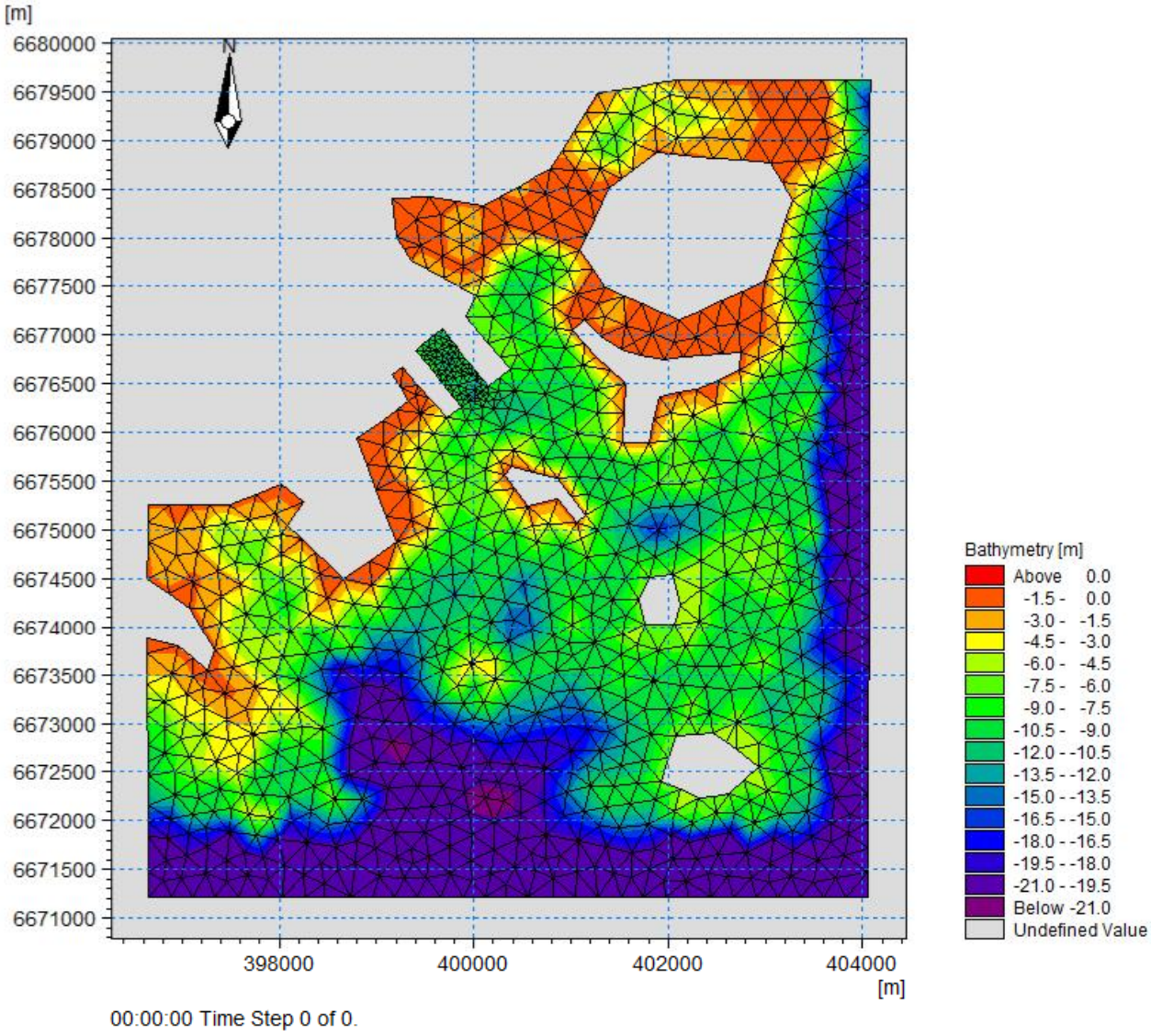
4.4.1 Vuosaaren voimalaitosten toiminta ja kuormitus vuonna 2015

Vuosaaren A-voimalaitos aloitti toimintansa 1991 ja B-voimalaitos vuonna 1998. Voimalaitkoset toimivat maakaasulla. Vuosaaren voimalaitoksilta johdettiin vuona 2015 mereen jäähdytysvesiä yhteensä 60,7 miljoonaa m^3. Arviot merilauhdevesien sisältämästä energiasta esitetään taulukossa 4.5. Vuoden 2015 merilauhdevesien virtaamat ovat samalla tasolla, jolla vesimäärä on ollut vuodesta 2009 saakka. Tätä ennen vesimäärä oli huomattavasti suurempi (Heitto ja Vatanen 2014).

Taulukko 4.5. Arvioitu Vuosaaren voimaloiden merilauhdevesien mereen tuoma lämpöenergiakuorma vuodelle 2015.

Kuukausi	Lämpöenergian summa (MWh)
Tammikuu	7543
Helmikuu	6913
Maaliskuu	7205
Huhtikuu	8319
Toukokuu	7746
Kesäkuu	5753
Heinäkuu	6223
Elokuu	10636
Syyskuu	9171
Lokakuu	8972
Marraskuu	7552
Joulukuu	6893
Yhteensä	92926

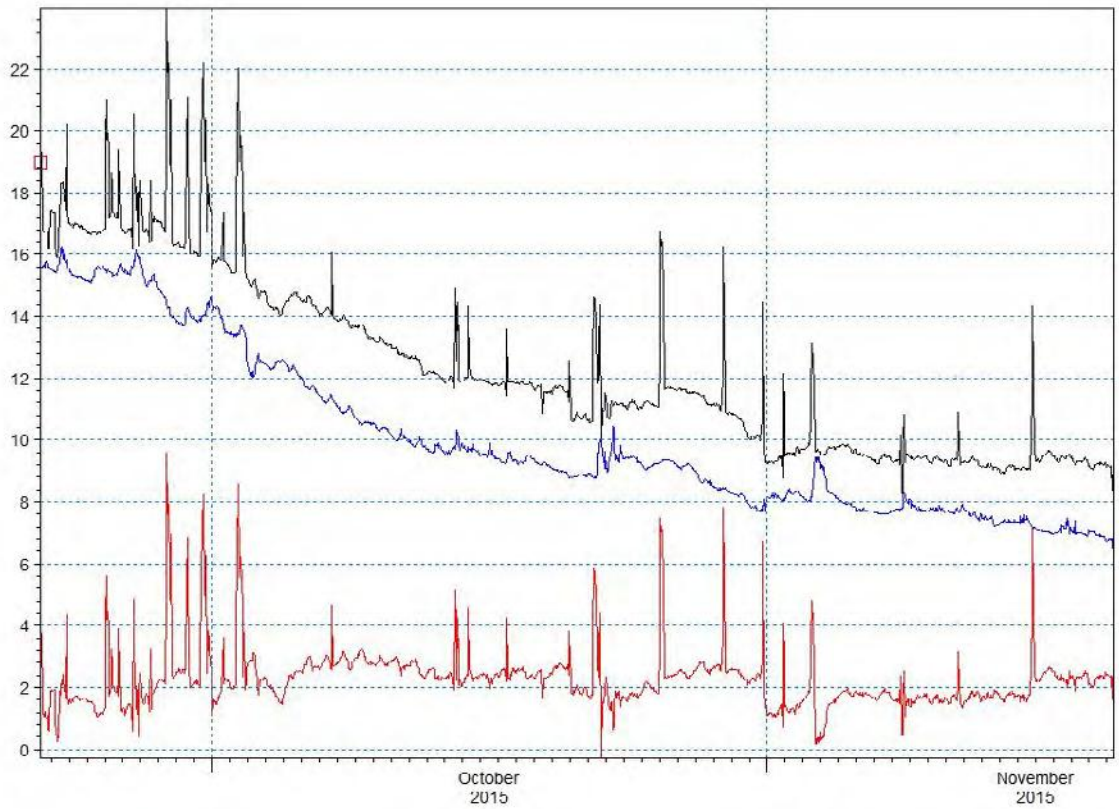
Helsingin Energian Vuosaaren voimalaitosten potentiaaliset vesistövaikutukset liittyvät Kalkkisaarenselältä sataman aallonmurtajan kaakkoispuolelta otettavan ja voimalaitoksissa lämmenneen jäähdytysveden palauttamiseen mereen (Piispanen & Vatanen 2009). Merilauhdevesien vaikutusalueella tehtiin mittauksia ajanjaksoilla 16.4.–3.7.2015 ja 21.9.–20.11.2015. Tätä raporttia varten tehtiin malliajo syyskaudelle ajanjaksolle 3.10.–27.10.2015 Vuosaaren sataman edustan merialueelle (kuva 4.3). Ajanjakson aikana mereen johdettavien merilauhdevesien keskilämpötila oli noin 2 °C ympäröivää merialueen keskilämpötilaa korkeampi ja maksimilämpötila noin 7,5 °C ympäröivän merialueen maksimilämpötilaa korkeampi (kuva 4.4). Ajanjakson aikana mitattiin myös useampi merilauhdevesien virtaamapiikki, joten ajanjakso on sopiva tarkasteltaessa merilauhdevesien vaikutusalueen laajuutta sekä merta lämmittävää vaikutusta.



Kuva 4.3. Kartta Vuosaaren voimalaitosten merilauhdevesien tarkkailun mallinnusalueesta. Kuvassa esitetään mallin hilarakenne sekä käytetty syvyysmalli. Merilauhdevedet puretaan suorakaiteen muotoisen satama-altaan lounaisreunan keskeltä noin 5 m:n syvyyteen. Mallin avoimet reunat ovat itään ja etelään.

Käytetyssä mallissa on kymmenen vertikaalista vesikerrosta. Veden kerrostuneisuuden oletetaan muodostuvan ainoastaan lämpötilaeroista, mikä rajoittaa jonkin verran mallin toimivuutta ja tulosten tulkintaa. Helsingin edustan rannikkoalueella veden suolaisuus vaikuttaa ajoittain veden kerrostumiseen veden lämpötilan ohella. Malli kalibroitiin mallinnusjakson alkuun sijoittuvalla kuuden päivän pituisella (27.9.–3.10.2015) aineistolla, joka kerättiin asemilta 1 ja 2. Mallin validointi suoritettiin samoilta asemilta koko varsinaisen mallinnusjakson ajalta.

Kalibrointi- ja validointiaineisto koostuu ainoastaan lämpötiladatasta, koska virtausmittauksia ei ollut kalibrointia varten saatavilla. Sääpakoteaineisto saatiin Ilmatieteenlaitoksen Kumpulan ja Kaisaniemen säähavaintoasemilta, ja siihen kuuluvat ilman lämpötila, tuulen nopeus ja suunta, ilman kosteus sekä auringon säteily. Tuulen suunta ja nopeus sekä ilman lämpötila mallinnusjaksolle on esitetty kuvassa 4.5. Jakso alkaa lounaistuulilla ja suhteellisen lämpimänä. Tuulen kääntyessä pohjoiseen ilman lämpötila laskee öisin jopa pakkasen puolelle. Tuulen kääntyessä uudestaan lounaaseen ilman lämpötilakin pysyi korkeampana mallinnusjakson loppua kohden. Mallin reunaehtoaineistoina käytettiin mallialueen itä- ja eteläreunoille sijoitettujen lämpötilatallennin ketjujen mittauksia. Lämpötilan oletettiin olevan yhtenäinen koko raja-alueella.



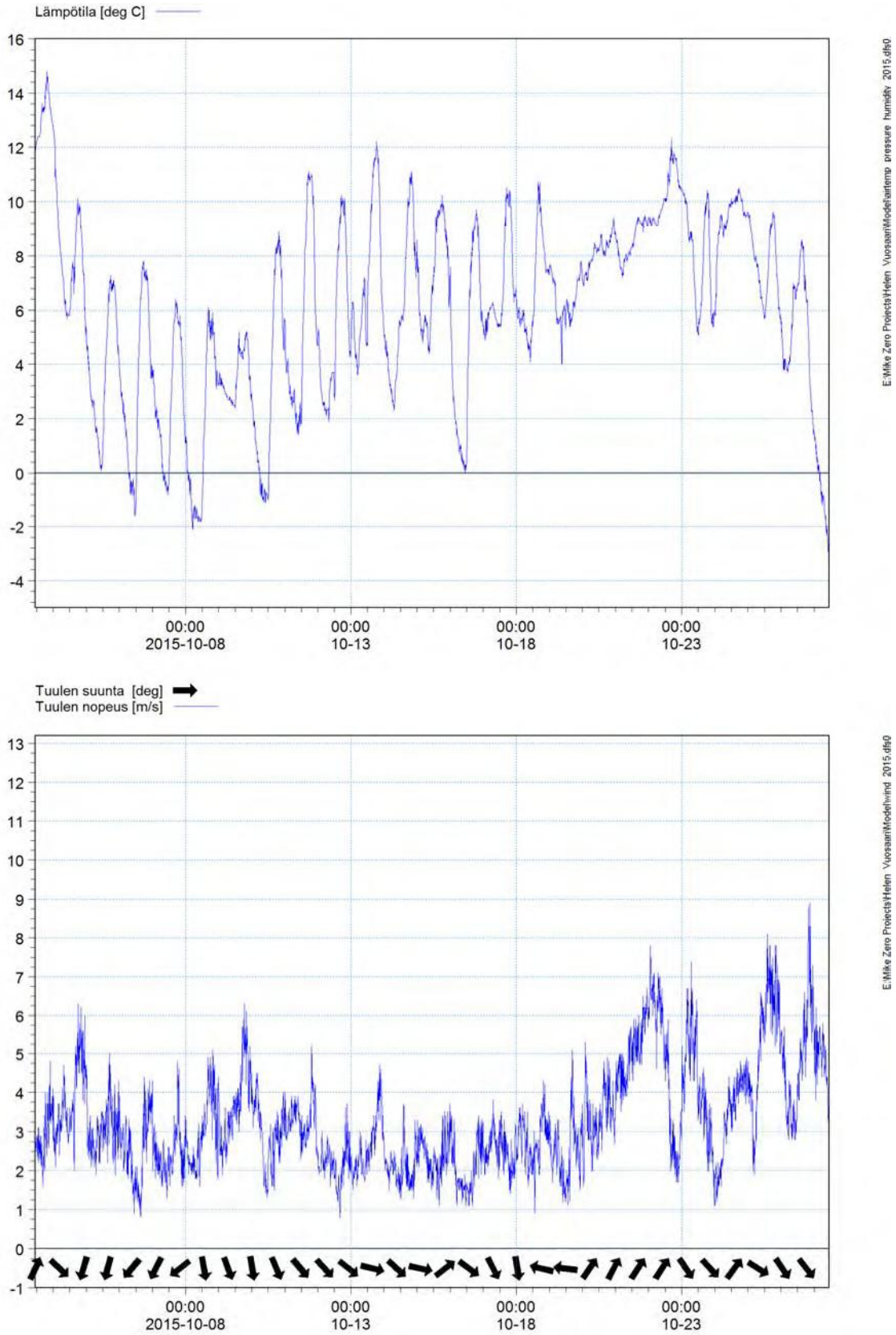
Kuva 4.4. Merilauhdevesien mitattu lämpötila (musta käyrä), Satama-altaan eteläpuolella sijaitsevan mittausaseman (Vuosaari 2) pintaveden mitattu lämpötila (sininen käyrä) sekä näiden kahden erotus (punainen käyrä).

Malli aliarvioi hieman kaikkien vesikerrosten lämpötilaa (keskimääräinen absoluuttinen virhe: 0,81 °C, keskineliövirheen neliöjuuri: 0,91 °C), etenkin viileämmissä lämpötiloissa mutta käytännössä vesi jäähtyy mallissa liian nopeasti (kuva 4.6.). Tulosten perusteella voidaan kuitenkin tarkastella merilauhdevesien vaikutusten laajuutta, koska virhe on oletettavasti samankaltainen koko mallinnetulla alueella.

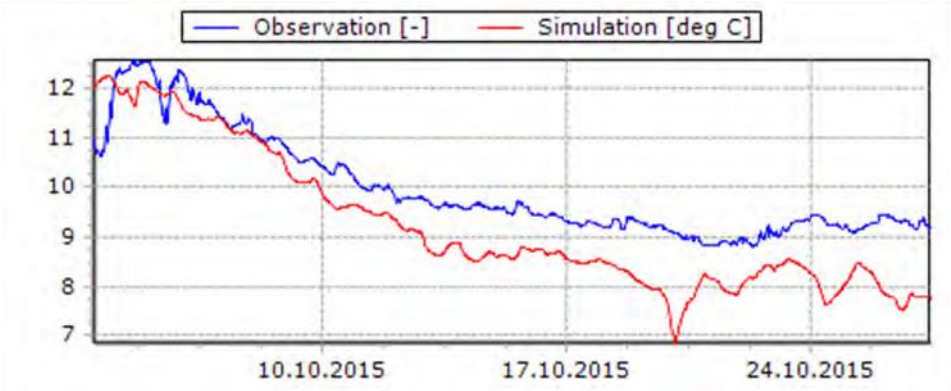
Tuulen suunnasta ja nopeudesta sekä auringon säteilyn määrästä ja ilman lämpötilasta riippuen matalat rannikkoalueet jäähtyvät syksyllä ajoittain syvempiä alueita nopeammin. Tämä johtaa usein tilanteisiin, jossa pintaveden lämpötila on syvemmillä alueilla useita asteita rannikkovesiä lämpimämpää (kuva 4.7). Ajankohtaa on edeltänyt tuulen voimistuminen ja kääntyminen luoteeseen, joka ajaa pintavettä rannikolta merelle päin.

Mallinnusjakson aikana mallinnetut pintaveden virtauskentät vaihtelivat tuuliolosuhteiden mukaan, ja suuntautuivat etelätuulilla lounaaseen ja lounaistuulilla koilliseen. Satama-altaassa virtauskentät suuntautuivat pääosin pohjaa myöden luoteeseen ja vastaavasti pintaa myöden kaakkoon niin, että satama-altaaseen puretut merilauhdevedet levisivät satama-altaan edustalle ja siitä edelleen koiliseen tai lounaaseen. Vaikutusalue oli kuitenkin suhteellisen pieni, sillä syksyllä merivirtausten suuntautuessa alueella lounaaseen, ulompaa mereltä alueelle työntyvä pintavesi oli usein merilauhdevesiä lämpimämpää ja määrät huomattavasti suurempia ja peittivät merilauhdevesien vaikutuksen alueella. Laajimmillaan vaikutusalue ulottui hetkellisesti Mölandet-saaren länsirannalle ja Vuosaarenlahdessa sijaitsevan venesataman poukamiin (Kuva 4.8).

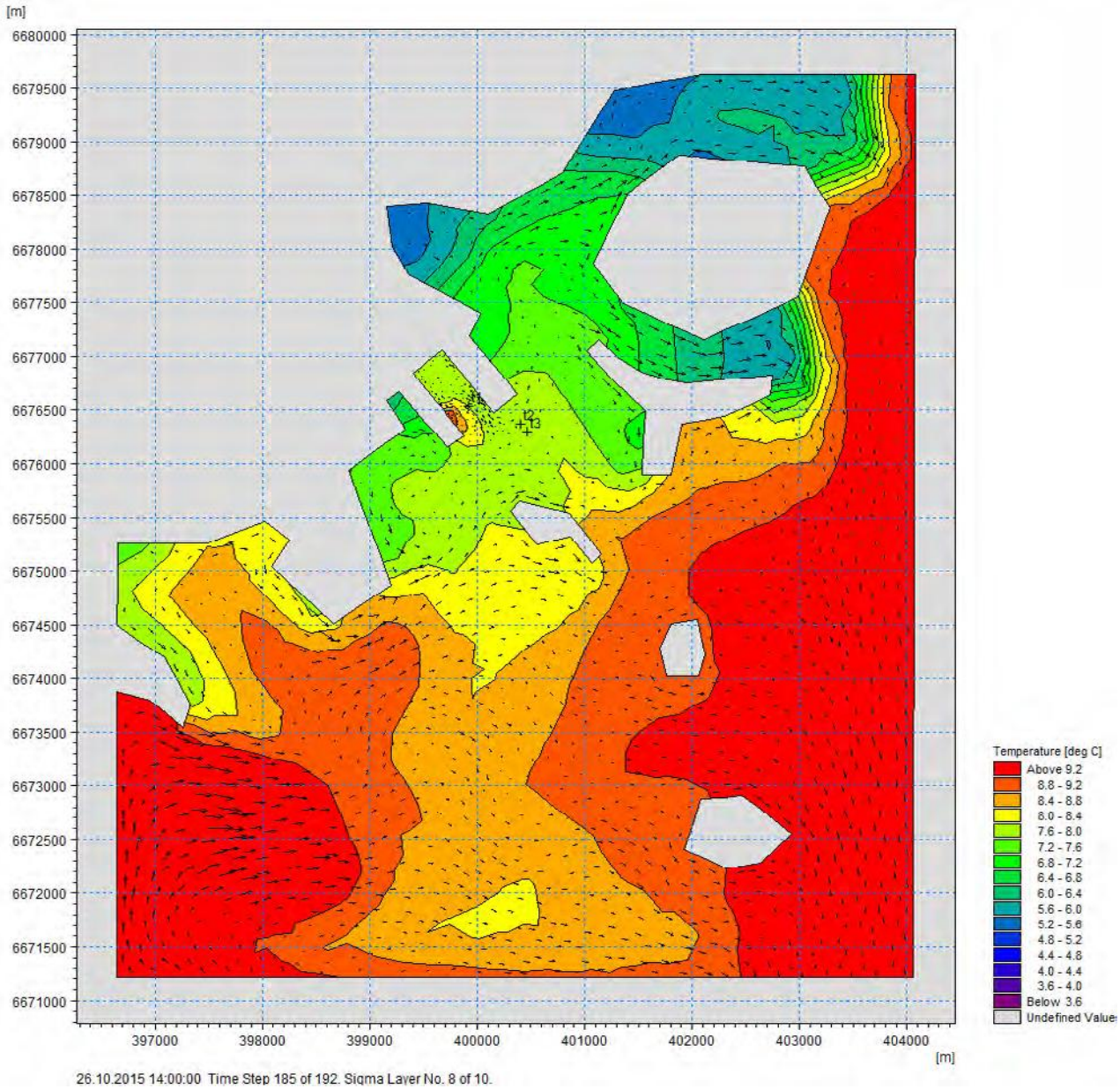
Yhteenvetona voidaan todeta, että mallinnettuna ajanjaksona merilauhdevesien vaikutus alueella oli suhteellisen pieni ja vaikutti pääosin vain satama-altaan välittömässä läheisyydessä.



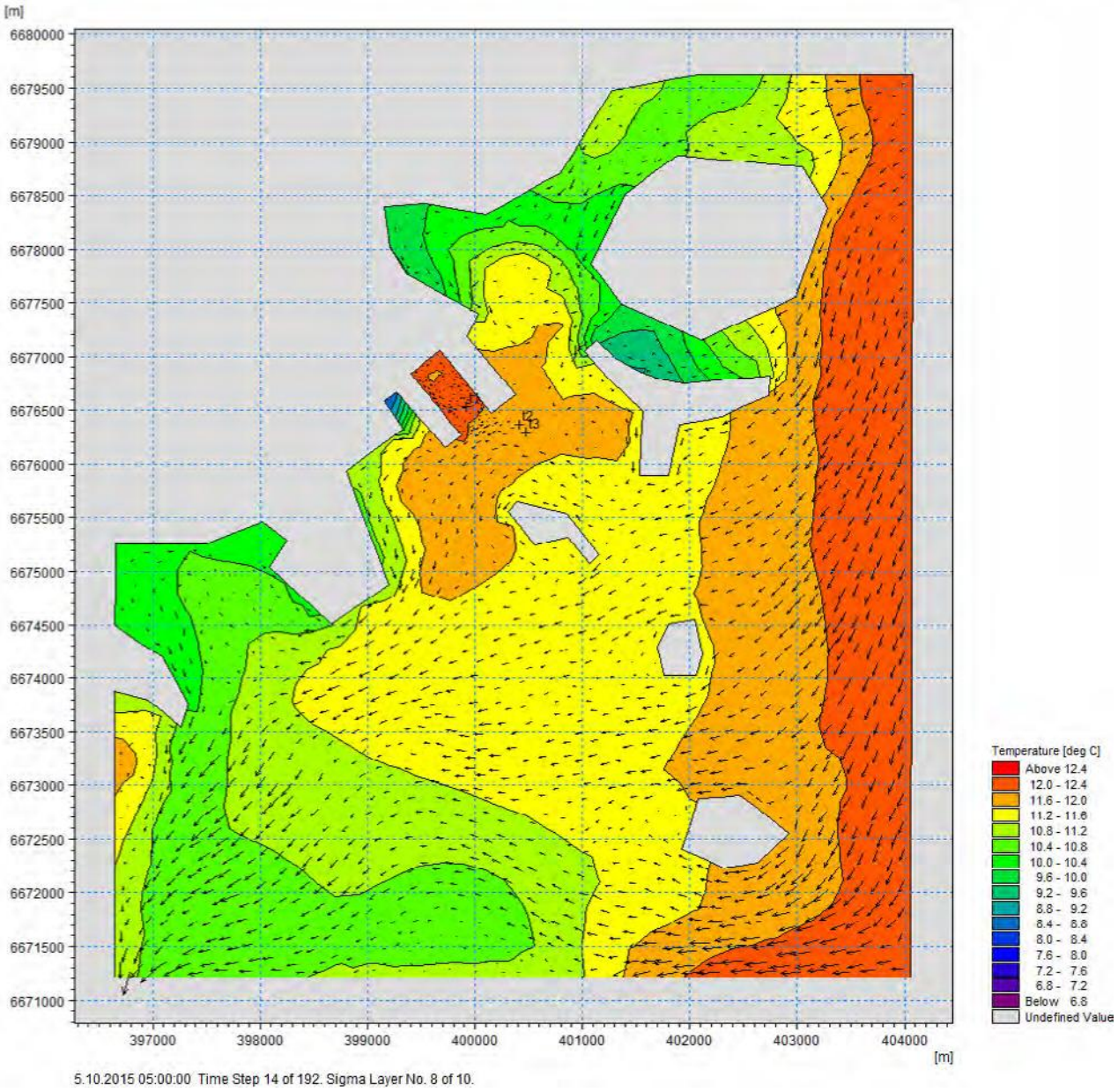
Kuva 4.5. Mallinnusjakson aikainen ilman lämpötila sekä tuulen nopeus ja suunta.



Kuva 4.6. Mitattu (sininen käyrä) ja mallinnettu (punainen käyrä) keskiveden (syvyys 3 m) lämpötila mittausasemalla Vuosaari 2 mallinnusjakson aikana.



Kuva 4.7. Vuosaaren edustan mallinnettu pintaveden lämpötila 26.10.2015 kello 14:00. Nuolet osoittavat virtauskenttien suunnan ja virtauksen suhteellisen nopeuden.



Kuva 4.8. Vuosaaren edustan mallinnettu pintaveden lämpötila 5.10.2015 kello 5:00. Nuolet osoittavat virtauskenttien suunnan ja suhteellisen nopeuden.

4.4.2 Salmisaaren voimalan ja kaukojäähdytyslaitoksen toiminta ja kuormitus vuonna 2015

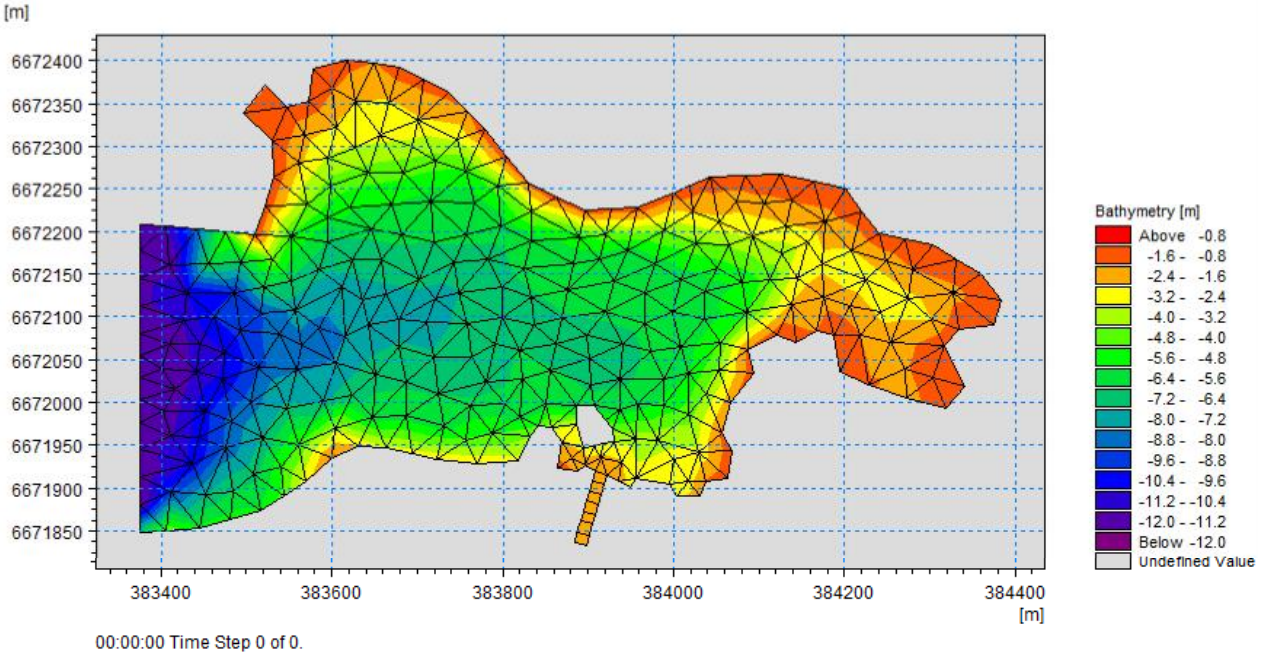
Helsingin Energian Salmisaaren voimalaitokset tuottavat sähköä, kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä. Kaukojäähdytysverkkoon johdettava vesi viilennetään meriveden avulla lämmönvaihtimilla ja absorptiopumpuilla. Jäähdytykseen käytettävä merivesi otetaan voimalaitoksen länsipuolelta noin kuuden metrin syvyydestä ja jäähdytysprosessissa lämmennyt merivesi johdetaan purkukanavan kautta voimalaitoksen pohjoispuolelle Lapinlahteen. Salmisaaren voimalaitoksen lauhde- ja jätevesien mereen johtamiseen liittyvää vesistötarkkailua on tehty alueella noin kahdenkymmenen vuoden ajan. Tarkkailu on koostunut pääasiassa vesinäytteisiin perustuvasta vedenlaadun fysikaalis-kemiallisesta seurannasta. Näillä menetelmillä selvitettynä laitoksen purkuvesillä ei ole kuitenkaan havaittu olevan merkittäviä vaikutuksia alueen veden laatuun (mm. Heitto & Vatanen 2011).

Salmisaaren voimalan kuukausikohtaiset lämpökuorman summat vuodelle 2015, niille kuukausille joille aineistoa oli saatavilla, on esitetty taulukossa 4.6. Mereen puretut lämpömäärät olivat suurimmillaan toukokuussa ja lokakuussa. Mallinnusjaksoksi valittiin toukokuu.

Taulukko 4.6. Salmisaaren voimalasta ja kaukojäähdytyslaitoksesta purettu lämpöenergia kuukausikohtaisena summana, aineistoa ei ole käytettävissä kaikille kuukausille.

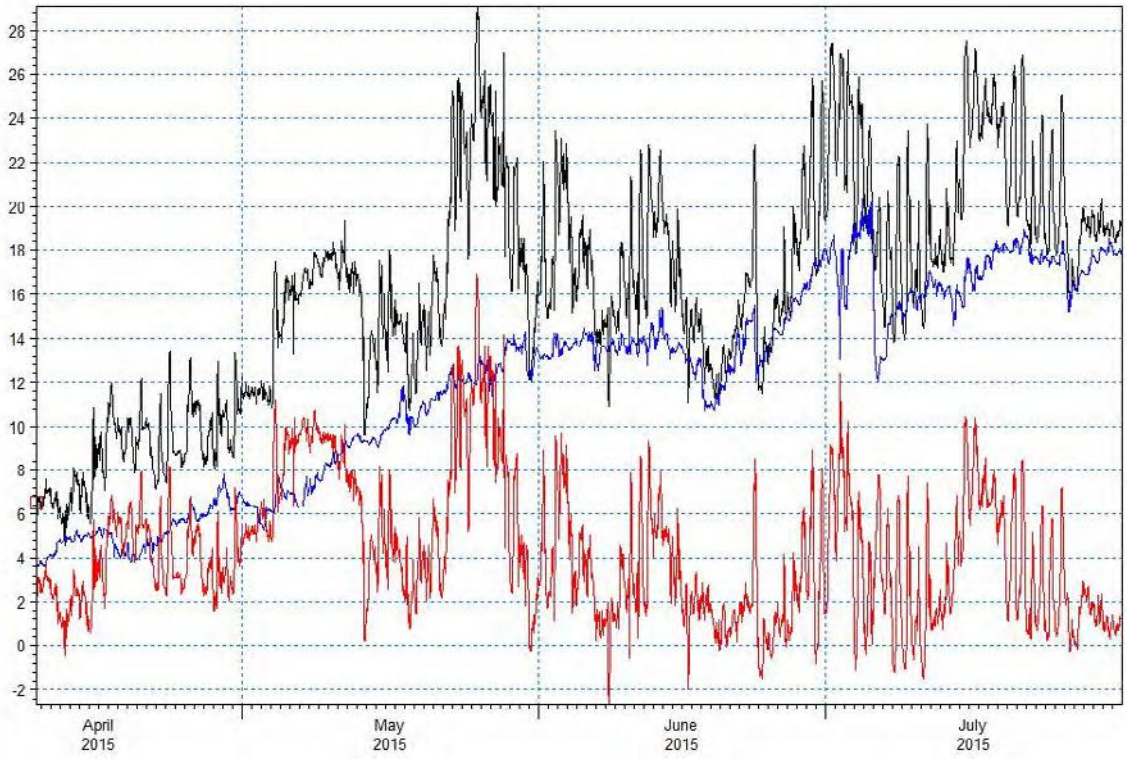
Kuukausi	Lämpöenergian summa (MWh)
Huhtikuu	12 876
Toukokuu	18 534
Kesäkuu	6 235
Heinäkuu	10 765
Elokuu	2 152
Syyskuu	3 876
Lokakuu	22 524
Marraskuu	7 712
Joulukuu	5 974

Mallinnusalue on Lapinlahti (kuva 4.9) ja mallissa on kymmenen vertikaalista vesikerrosta. Veden kerrostuneisuuden oletetaan muodostuvan ainoastaan lämpötilaeroista, mikä jonkin verran rajoittaa mallin toimivuutta ja tulosten tulkintaa. Helsingin edustan rannikkoalueella veden suolaisuus vaikuttaa ajoittain veden kerrostumiseen veden lämpötilan ohella. Malli kalibroitiin mallinnusjakson alkuun sijoittuvalla kuuden päivän (1.5.–7.5.2015) pituisella aineistolla, joka kerättiin asemalta Salmisaari 1 aivan purkukanavan edestä (kuva 4.2). Mallin validointi suoritettiin samalta asemalta koko varsinaisen mallinnusjakson ajalta. Kalibrointi- ja validointiaineisto koostuu ainoastaan lämpötiladatasta, virtausmittauksia ei ollut kalibrointia varten saatavilla.



Kuva 4.9. Kartta Salmisaaren voimalaitosten merilauhdevesien tarkkailun mallinnusalueesta (Lapinlahti). Kuvassa esitetään mallin hilarakenne sekä käytetty syvyysmalli. Merilauhdevedet puretaan mallinnusalueen eteläreunalla sijaitsevaan purkukanavaan. Mallin avoin reuna on länteen.

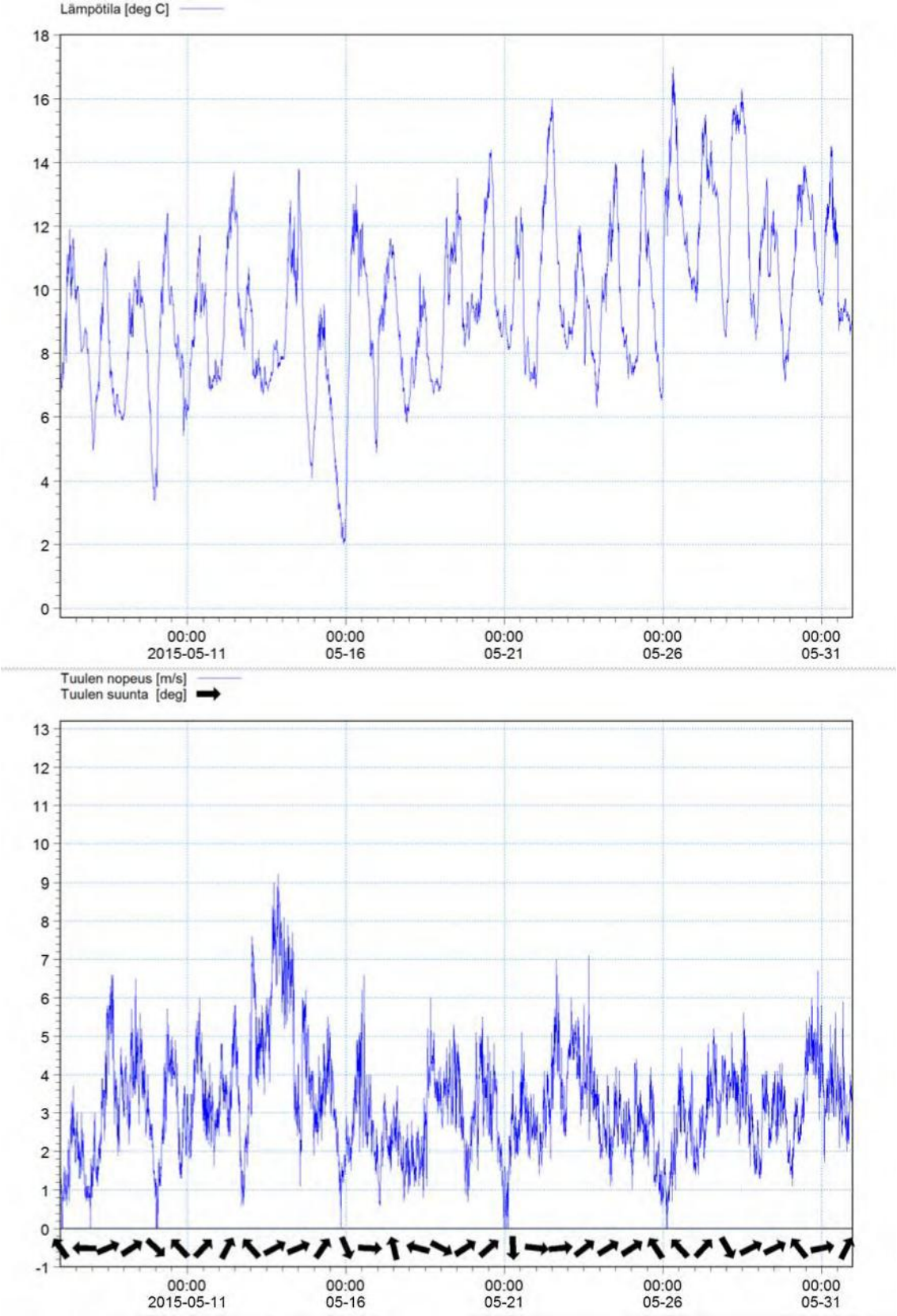
Ajanjakson aikana mereen johdettavien merilauhdevesien keskilämpötila oli noin 4 °C ympäröivää merialueen keskilämpötilaa korkeampi ja maksimilämpötila noin 17 °C ympäröivää merialueen maksimilämpötilaa korkeampi (kuva 4.10). Ajanjakson aikana mitattiin myös useampi merilauhdevesien virtaamapiikki, joten ajanjakso on sopiva tarkasteltaessa merilauhdevesien vaikutusalueen laajuutta sekä merta lämmittävää vaikutusta.



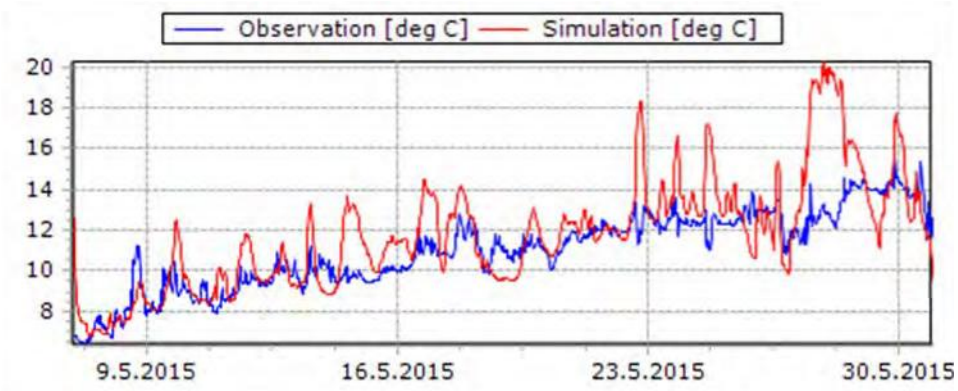
Kuva 4.10. Merilauhdevesien mitattu lämpötila (musta käyrä), Lapinlahden suulla sijaitsevan mittausaseman (Salmisaari 2) pintaveden mitattu lämpötila (sininen käyrä), sekä näiden kahden lämpötilan erotus (punainen käyrä).

Sääpakoteaineisto saatiin Ilmatieteenlaitoksen Kumpulan ja Kaisaniemen säähavaintoasemilta ja siihen kuuluu ilman lämpötila, tuulen nopeus ja suunta, ilman kosteus sekä auringon säteily. Tuulen suunta ja nopeus sekä ilman lämpötila mallinnusjaksolle ovat esitetty kuvassa 4.11. Tuuliolot vaihtelivat mallinnusjakson aikana, mutta voimakkaimmat tuulet puhalsivat lounaasta mallinnusjakson alussa. Ilman lämpötila vaihteli myös suuresti keskimääräisen lämpötilan kasvaessa noin 8 °C:sta noin 10 °C:seen mallinnusjakson aikana. Mallin reunaehtoaineistoina käytettiin mallialueen länsireunalle sijoitettuja lämpötilatallenninketjun mittauksia (kuva 4.2, Salmisaari 2). Lämpötilan oletettiin olevan yhtenäinen koko raja-alueella.

Malli yliarvioi veden lämpötilaa jonkin verran purkukanavan edustan validointiasemalla (asema Salmisaari 1). Malli tuottaa liian suuren merilauhdevesien aiheuttaman hetkellisen lämpötilan nousun suhteessa havaintoihin, mutta pidemmällä aikavälillä lämpötilan kehitys vaikuttaa kuitenkin olevan suhteellisen hyvin edustettu (kuva 4.12). Mallin keskimääräinen absoluuttinen virhe oli 1,31 °C ja keskineliövirheen neliöjuuri 1,97 °C. Malli ei kuvaa merilauhdevesien jäähtymistä purkukanavassa tyydyttävällä tavalla. Lauhdevesien on todettu jäähtyvän jopa kolme astetta jo kanavassa (Karppinen ym. 2011).

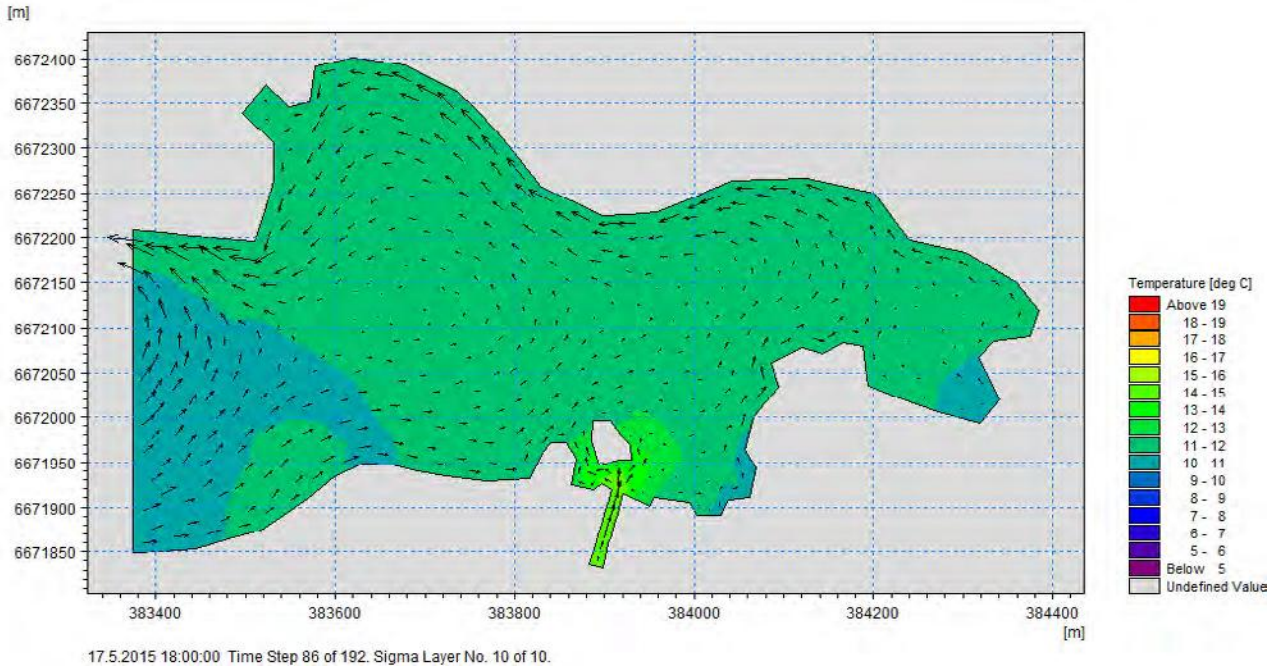


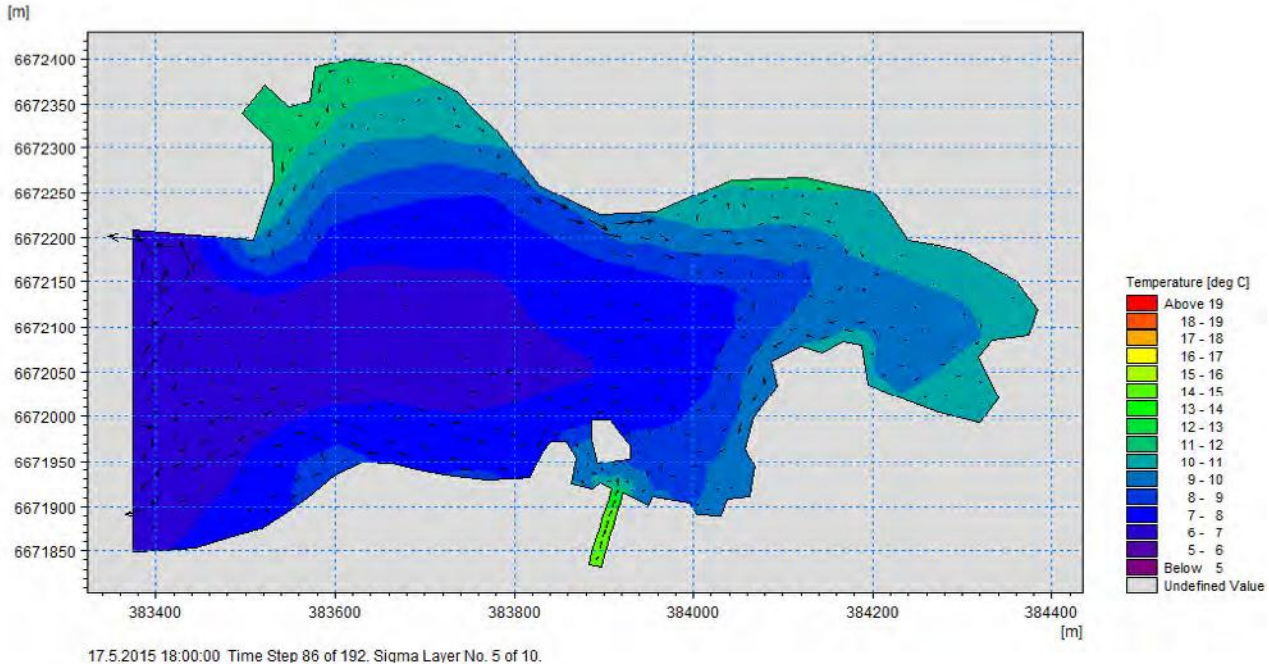
Kuva 4.11. Mallinnusjakson aikainen ilman lämpötila sekä tuulen nopeus ja suunta.



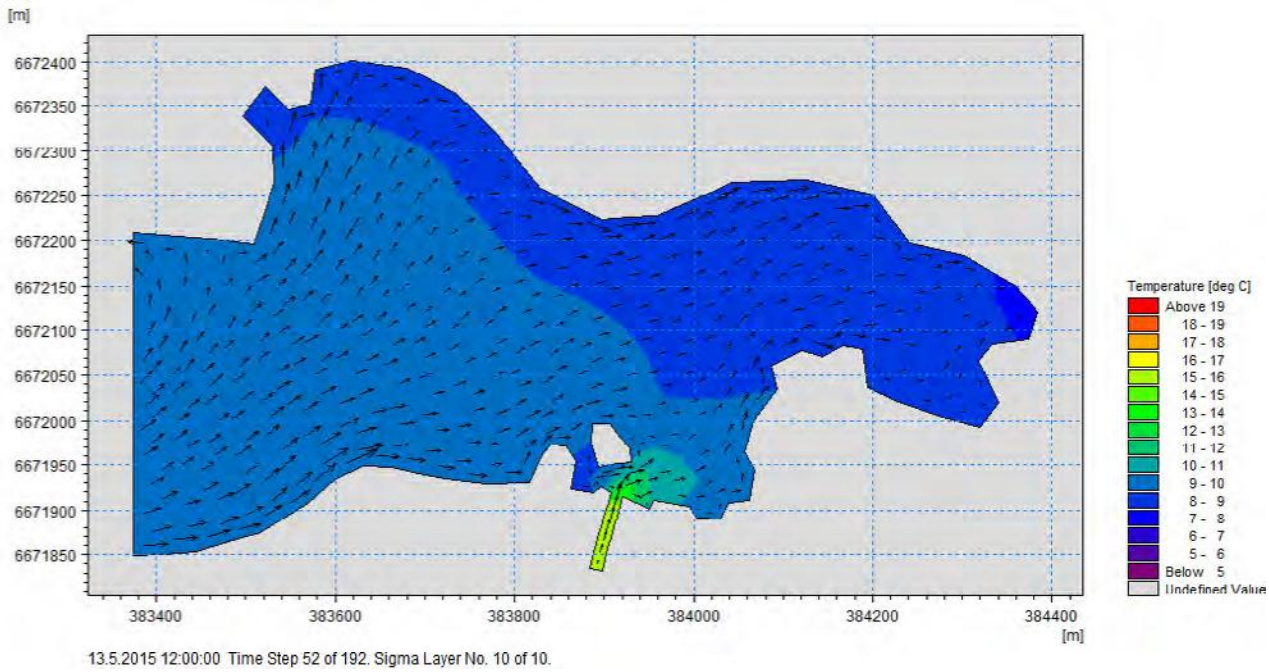
Kuva 4.12. Mitattu (sininen käyrä) ja mallinnettu (punainen käyrä) pintaveden (syvyys 0,5 m) lämpötila mittausasemalla Salmisaari 1 mallinnusjakson aikana.

Salmisaaren voimalan ja kaukojäähdytyslaitosten merilauhdevedet vaikuttivat ajoittain koko Lapinlahden alueella etenkin pintavedessä silloin, kun tuulen nopeudet olivat alhaiset (kuva 4.13) ja lämpötilaerot olivat vain noin asteen luokkaa. Lauhdevesien välitön vaikutus keskittyy kuitenkin suurimmaksi osaksi purkukanavan edustalle, sillä merilauhdevedet sekoittuvat suhteellisen tehokkaasti Lapinlahden hieman viileämpään veteen ja häivyttävät lämmittävän vaikutuksen (kuva 4.14). Malli yliarvioi pintaveden lämpötilaa lauhdeveden virtaamapiikkien aikana (kuva 4.12), joten varsinainen vaikutusalue saattaa olla kuvassa 4.13. indikoitua pienempi. Lämmittävä vaikutus näkyi selvästi vain pintakerroksessa (vertaa kuvat 4.13. ylempi ja alempi kuva). Suuremmilla tuulen nopeuksilla lämmin pintavesi sekoittui tehokkaasti lahdelle pohjaa myöten virtaavaan viileämpään veteen ja havaittavissa oleva vaikutusalue jäi suhteellisen pieneksi. Lännestä puhaltavien tuulien vallitessa merilauhdevedet leviävät Lapinlahden itäpäähän, kuten aiemmissakin raporteissa on todettu (Karppinen ym. 2011, kuva 4.13). Tuulen nopeuksien kasvaessa vesi sekoittuu pystysuunnassa ja viilenee suhteellisen nopeasti etäännyttäessä purkualueelta. Kokonaisuudessaan merilauhdevesien vaikutus Lapinlahdella jää maltilliseksi ja välitön vaikutus keskittyy purkukanavan lähistöön.





Kuva 4.13. Lapinlahden mallinnettu pintaveden (ylempi kuva) ja väliveden (puolet pohjan syvyydestä) (alempi kuva) lämpötila 17.5.2015 kello 18:00. Nuolet osoittavat virtauskenttien suunnan ja virtauksen suhteellisen nopeuden. Ajankohtana tuulen nopeudet olivat suhteellisen pienet ja suunta vaihteleva.



Kuva 4.14. Lapinlahden mallinnettu pintaveden lämpötila 13.5.2015 kello 12:00. Nuolet osoittavat virtauskenttien suunnan ja virtauksen suhteellisen nopeuden. Ajankohdan tuulen nopeudet olivat suhteellisen suuret ja lauhdevesien lämpötilaeroa ympäröivään merialueen lämpötilaan suhteellisen suuri ja suunta länsi- lounaasta.

4.4.3 Hanasaaren voimalan ja Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen toiminta ja kuormitus vuonna 2015

Helsingin Energian Hanasaaren voimalaitos tuottaa sähköä ja kaukolämpöä. Muiden alueen voimaloiden tapaan, laitos käyttää merivettä jäähdytykseen. Suurin osa energiantuotannossa syntyneestä lämmöstä pystytään hyödyntämään kaukolämpönä, mutta osa jäähdytysvesistä johdetaan mereen voimalaitoksen edustalle. Jäähdytykseen käytettävä merivesi otetaan voimalaitoksen länsipuolelta noin kahden metrin syvyydestä, ja jäähdytysprosessissa lämmennyt merivesi johdetaan purkukanavan kautta voimalaitoksen itäpuolelle satama-altaaseen.

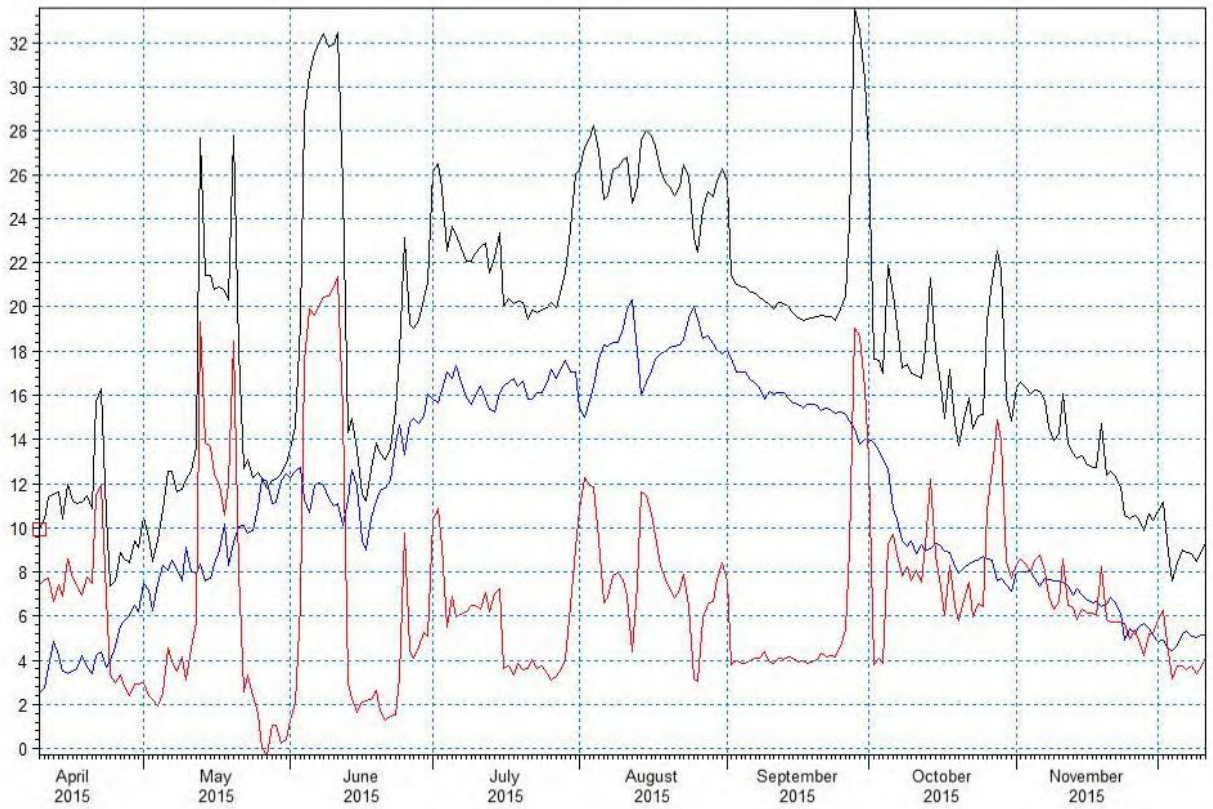
Hanasaaren voimalaitoksen lähistöllä sijaitseva Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitos tuottaa kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä. Myös Katri Valan laitos purkaa jäähdytysvesiä Hanasaaren voimalaitoksen purkuputkea pitkin samaan paikkaan voimalaitoksen edustalla.

Vuonna 2015 Katri Valan lämpöpumppulaitokselta ei koitunut lainkaan lauhdevesipäästöjä. Hanasaaren voimalan laskennallisesti arvioidut lämpöenergian päästöt kuukausisummina ovat esitetty taulukossa 4.7. Suurimmat arvioidut päästöt tapahtuivat lokakuussa ja marraskuussa. Merilauhdevesien lämpötilat poikkesivat ajoittain jopa 20 °C ympäröivän merialueen lämpötilasta (kuva 4.15). Vuorokauden keskivirtaamista (maksimi 48 000 m^{-3} d^{-1}) laskettuna suurin hetkellinen virtaama on ollut noin 0,6 m^3 s^{-1}. Hanasaaren voimalan osalta mallinnus ei onnistunut tyydyttävällä tavalla tuntitason lämpökuorman puuttuessa (tiedot toimitettiin vuorokausitasolla). Tästä syystä tulokset esitetään aikasarjakuvina ja vaikutukset arvioidaan pohjautuen tämän raportin sekä aiemmin tehtyjen selvitysten (Karppinen ja Vatanen 2013) aineistoihin. Hanasaaren voimalan merilauhdevesien kokonaisvirtaama oli vuonna 2015 noin 7 miljoona kuutiota.

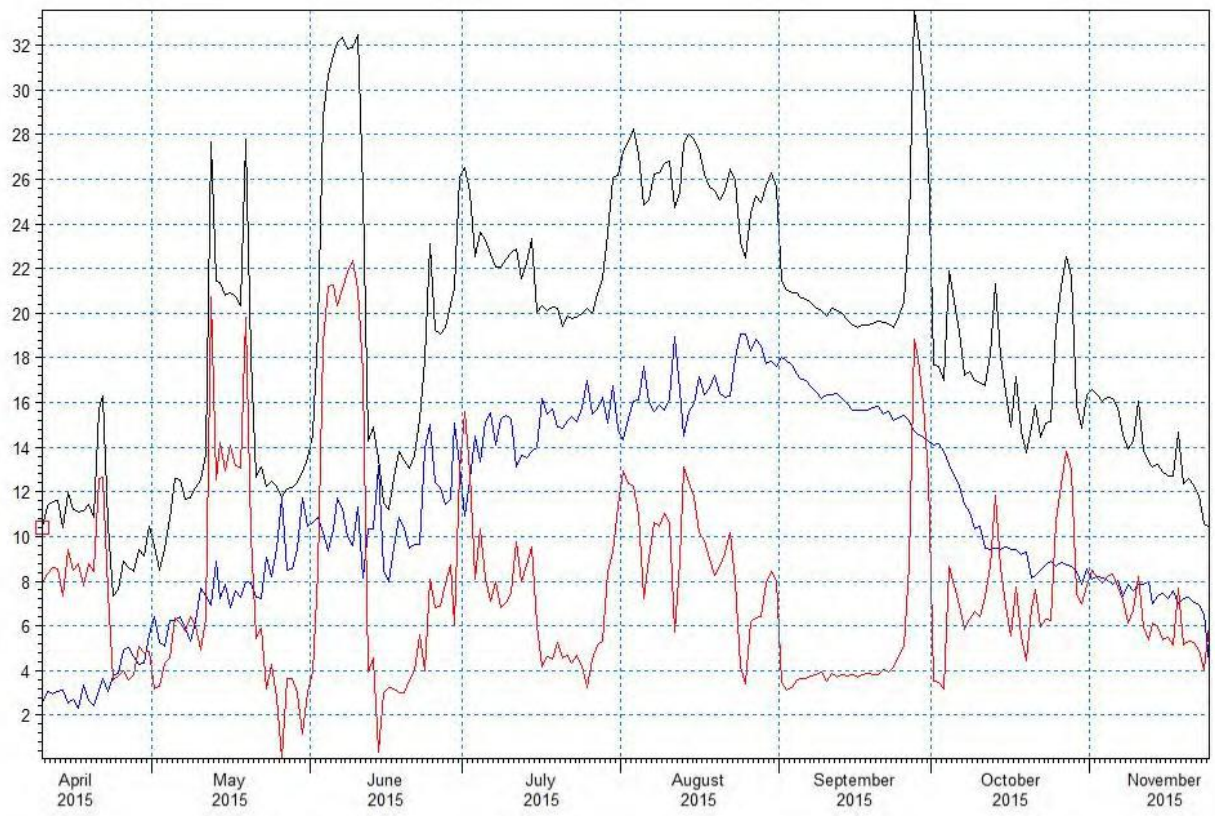
Aiemmissa selvityksissä (Karppinen ja Vatanen 2013) Hanasaaren merilauhdevesien vaikutusten on todettu keskittyvän keskiveteen ja vaikutusalueen olevan suhteellisen pieni. Myös tämän raportin mittausten perusteella vaikuttaa siltä, että kokonaisuudessaan merilauhdevesien vaikutukset keskittyvät satama-altaaseen. Lämpötilatallentimilla, jotka olivat noin 900 metrin päässä purkualueesta, oli vaikea havaita merilauhdevesien vaikutusta alueella (kuva 4.16), vaikka merilauhdevesien lämpötilat poikkesivat ajoittain huomattavasti ympäröivän merialueen lämpötilasta (kuva 4.15). Merilauhdevesien piikit eivät näy mittauksissa 900 metrin päässä purkualueesta.

Taulukko 4.7. Hanasaaren voimalasta purettu lämpöenergia kuukausikohtaisena summana, aineistoa ei ole käytettävissä kaikille kuukausille.

Kuukausi	Lämpöenergian summa (MWh)
Toukokuu	1 752
Kesäkuu	368
Heinäkuu	2 310
Elokuu	0.5
Syyskuu	90
Lokakuu	5 274
Marraskuu	4 655



Kuva 4.15. Merilauhdevesien mitattu lämpötila (musta käyrä), Sörnäisten satama-altaan edustalla sijaitsevan mittausaseman (Hanasaari 2) pintaveden mitattu lämpötila (sininen käyrä), sekä näiden kahden lämpötilan erotus (punainen käyrä). Mittaustulokset ovat vuorokauden keskiarvoja, poiketen Salmisaaren ja Vuosaaren mittauksista.



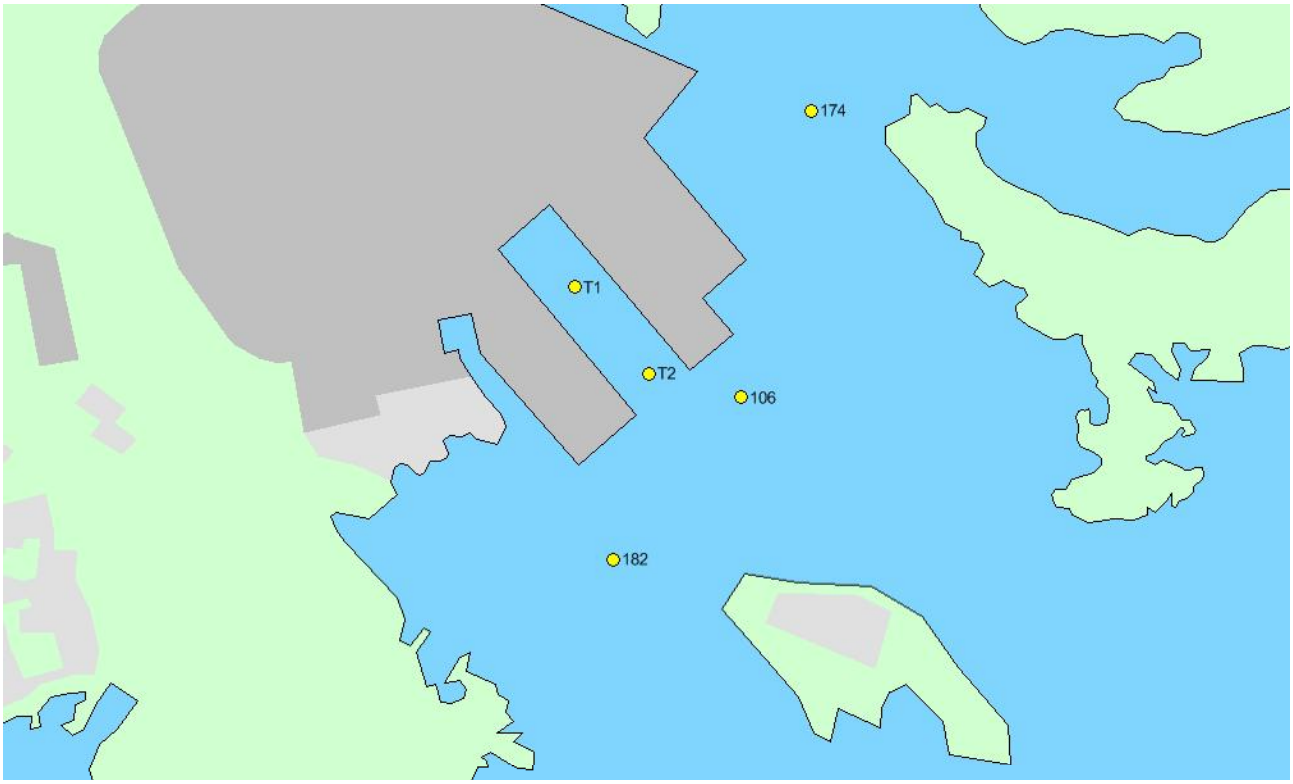
Kuva 4.16. Merilauhdevesien mitattu lämpötila (musta käyrä), Sörnäisten satama-altaassa sijaitsevan mittausaseman (Hanasaari 1) pintaveden mitattu lämpötila (sininen käyrä), sekä näiden kahden lämpötilan erotus (punainen käyrä). Mittaustulokset ovat vuorokauden keskiarvoja poiketen Salmisaaren ja Vuosaaren mittauksista.

Hanasaaren voimalan merilauhdevesien vaikutus Sörnäisten satama-altaan ympäristössä on suhteellisen pieni, kuten myös aiemminkin on todettu (Karppinen ja Vatanen 2013), sillä merilauhdevesien määrä vuoden 2015 aikana oli hyvin pieni. Meriveden lämpötila oli hyvin samankaltainen Sörnäisten satama-altaassa sekä sen ulkopuolella (kuvat 4.15 ja 4.16, siniset käyrät). Merilauhdevesien määrien kasvaessa voi vaikutusalue huomattavasti kasvaa, koska lämpötilaerot ovat ajoittain hyvin suuria (kuvat 4.15 ja 4.16, punaiset käyrät).

4.5 Helsingin Sataman satamatoimintojen veden laadun tarkkailu

Helsingin Sataman toiminnan meriveden laatuun liittyvät tarkkailut ovat perustuneet Etelä-Suomen aluehallintoviraston päätöksiin Dnro ESAVI/298/04.08/2012 (Eteläsatama), Dnro ESAVI/716/04.08/2010 (Länsisatama) ja Dnro ESAVI/306/04.08/2012.

Helsingin Sataman veden laadun tarkkailu toteutettiin pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailun puitteissa vuonna 2015. Näytteet haettiin touko/kesäkuussa, elokuussa ja lokakuussa yhteensä kymmeneltä näyteasemalta (kuva 4.17, taulukko 4.8). Helsingin Satama on irtautumassa pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailusta vuoden 2016 loppuun mennessä.



Kuva 4.17. Länsisataman, Eteläsataman (ylempi paneeli) ja Vuosaaren sataman (alempi paneeli) veden laadun seuranta-asemat.

Taulukko 4.8. Helsingin sataman veden laadun määrävuosin toteutettavan seurannan näyteasemien koordinaatit ja näytteenottosyvyydet.

Tunnus	Alue	Sijainti (WGS-48)		Näytesyvyydet
		Lat	Lon	
106	Vuosaari	60.21140	25.20118	1, 5, 11
174	Vuosaari	60.22035	25.20568	1, 5, 12
182	Vuosaari	60.20635	25.19315	1, 5, 8
T1	Vuosaari	60.21485665	25.19071114	1, 11
T2	Vuosaari	60.21215725	25.19542963	1, 11
134	Länsisatama	60.160287	24.923038	0, 5, 12
S1	Länsisatama	60.155753	24.924793	0, 5
S2	Länsisatama	60.148548	24.917614	0, 5, 7
133	Eteläsatama	60.1651	24.955757	0, 5
S3	Eteläsatama	60.162379	24.968178	0, 5, 10

Taulukko 4.9. Helsingin sataman veden laadun määrävuosin toteutettavan seurannan analyysit muilla asemilla kuin T1 ja T2.

Analyysi	Määritysmenetelmä	Määritysraja	Mittausepävarmuus
Kokonaissyvyys	Kaikuluotain		
Näkösyvyys	Valkolevy		
Näytesyvyys			
Lämpötila	Ruttner-noutimen lämpö-mittari		
Saliniteetti	Sis. menet. perus. Grashoff 1999		3 %
Sameus	SFS-EN ISO 7027:2000	0,05 FNU	15 %
pH	SFS 3021:1979		3 %
Hapen pitoisuus	SFS-EN 25813:1996		10 %
Kokonaistypen pitoisuus	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	15 %
Kokonaisfosforin pitoisuus	SFS 3026 mod. DA	5 µg/l	15 %
Kiintoaineen pitoisuus	SFS-EN 872:2005		10 %
a-klorofylli	Sisäinen menetelmä		15 %
Organotinayhdisteet *	SFS-EN ISO 17353: 2004		
Dibutyylitina		0,001 µg/l	
Monobutyylitina		0,001 µg/l	
Tributyylitina		0,0002 µg/l	
Trifenyylitina		0,001 µg/l	

* Vain touko- ja elokuussa, vähintään esitetyt yhdisteet suodattamattomista vesinäytteistä, määritysrajatavoite 0,1 ng/l. Organotinayhdisteiden hajoamisen estämiseksi ko. näytteet kuljettiin kylmälaukuissa jäitettyinä. Mikäli näytteitä ei voitu analysoida välittömästi, näytteet pakastettin odottamaan analysointia.

Taulukko 4.10. Helsingin Sataman määrävuosin toteutettavan veden laadun seurannan analyysit näyteasemilla T1 ja T2. Näyteaseman T2 näytteet haettiin ohjelman mukaisesti vain touko- ja elokussa.

Analyysi	Määritysmenetelmä	Määritysraja
Kokonaissyvyys	Kaikuluotain	
Näkösyvyys / PAR-profiili	Valkolevy	
Näytesyvyys		
Lämpötila	Ruttner-näytteenottimen lämpötilamittari	
Kiintoaineen pitoisuus	SFS-EN 872:2005	
Organotinayhdisteet *	SFS-EN ISO 17353: 2004	
Dibutyylitina		0,001 µg/l
Monobutyylitina		0,001 µg/l
Tributyylitina		0,0002 µg/l
Trifenyylitina		0,001 µg/l

* Vähintään esitetyt yhdisteet suodattamattomista vesinäytteistä, määritysrajatavoite 0,1 ng/l. Or-ganotinayhdisteiden hajoamisen estämiseksi ko. näytteet kuljetettiin kylmälaukuissa jäitettyinä. Mikäli näytteitä ei voitu analysoida välittömästi, näytteet pakastettiin odottamaan analysointia.

4.5.1 Vuosaaren satama

Veden laatu oli Vuosaaren sataman lähistöllä kesäkuussa muiden parametrien, paitsi veden sameuden suhteen, samankaltainen ympäröivän merialueen kanssa. Veden sameus oli koholla etenkin pohjanläheisessä vedessä asemilla 106 ja 174, sataman edustalla ja satama-altaista pohjoiseen. Satama-altaassa ei veden sameutta mitattu, mutta kiintoainespitoisuuksien perusteella vesi oli satama-altaissa ympäristöään huomattavasti sameampaa. Elokuussa tilanne oli samankaltainen, pohjanläheisen veden sameuden ollessa alueen keskiarvoon verrattuna koholla. Asemalla 106 pohjanläheisen veden happitilanne oli myös heikko. Marraskuussa vesinäytteet otettiin vain sataman edustan näytepisteiltä (106, 174 ja 182), jolloin veden laatu oli ympäröivän merialueen kaltainen.

Orgaanisten tinayhdisteiden osalta satama-altaan ulkopuolisissa vesinäytteissä havaittiin monobutyyli- ja difenyylitinaa (1,0–1,6 ng l^{-1} ja 1,2–1,9 ng l^{-1}, vastaavasti, kesä ja elokuussa), sekä marraskuussa dibutyylitinaa 1,1–1.9 ng-l. Satama-altaassa havaittiin yhdessä näytteessä (T2, 1 m) monobutyylitinaa 1,9 ng l^{-1} kesäkuun näytteenoton yhteydessä.

4.5.2 Länsisatama

Länsisatamassa veden happipitoisuudet ovat ympäröivää merialuetta jokseenkin matalammat ja etenkin väli- ja pohjanläheinen vesi ovat ympäröivää aluetta huomattavasti sameampaa. Hietalahden suulta (asema S2) havaittiin vedessä tributyylitinaa (0,2 ng l^{-1}) kesäkuussa ja elokuussa ja dioktyylitinaa (36 ng l^{-1}) kesäkuussa. Samalta asemalta havaittiin lokakuussa dibutyylitinaa (1,5–3,3 ng l^{-1}). Satama-altaan vedessä (asemat 134 ja S1) havaittiin monobutyylitinaa (1–1,2 ng l^{-1}), tributyylitinaa (0,32–0,46 ng l^{-1}) ja difenyylitinaa (1,9–2,4 ng l^{-1}) kesäkuussa, elokuussa pitoisuudet olivat määritysrajojen alapuolella. Lokakuussa satama-altaan vedessä havaittiin dibutyylitinaa (1,5–3,5 ng l^{-1}).

4.5.3 Eteläsatama

Eteläsataman veden laatu oli ympäröivän merialueen kaltainen, aseman S3 pohjanläheisen veden happipitoisuus oli huono elokuussa. Eteläsataman pohjukan näytteessä (asema 133) havaittiin tributyylitinaa (0,24–0,3 ng l^{-1}) ja difenyylitinaa (1,3–1,7 ng l^{-1}) kesäkuussa ja elokuussa, mono- ja dibutyylitinaa lokakuussa (1,7 ja 2,3 ng l^{-1}, vastaavasti). Asemalla S3 havaittiin difenyytlitinaa sekä kesä- että elokuussa (1–1,3 ng l^{-1}). Eteläsataman vesinäytteiden happinäytteiden analysointi epäonnistui kesäkuussa ja testausselosteiden 2015–11557 ja 2015–11558 happianalyysit hylätään.

Satama-alueiden läheisyydessä vesi on ympäristöään ajoittain sameampaa, mikä johtuu todennäköisesti laivojen potkurivirtausten aiheuttamasta resuspensiosta. Tämä myös sekoittaa pohjan sedimentissä olevia epäpuhtauksia veteen. Satamien yhteydessä havaitaan ajoittain orgaanisia tinayhdisteitä veteen liuenneena.

4.6 Pintaveden laadun laaja fysikaaliskemiallinen kartoitus

Vuonna 2015 merialueen yhteistarkkailuun kuului laaja, läpivirtausmenetelmin tehtävä, veden fysikaaliskemiallinen tarkkailu. Tarkkailun toteutti Luode Consulting Oy. Käytetty menetelmä kuvataan yksityiskohtaisemmin liitteessä 3. Vastaava kartoitus on edellisen kerran toteutettu vuonna 2008 (Kajaste ym. 2009).

Lämpötilaerot ulkosaariston ja lahtialueiden välillä ovat ajoittain suuret, jopa liki 10 °C:een luokkaa (Kajaste ym. 2009). Vuonna 2015 suurimmat mitatut lämpötilaerot olivat noin 5 °C:een luokkaa. Merivesi lämpenee ja jäähtyy nopeammin rannikon tuntumassa, mikä johtuu pienemmästä vesitilavuudesta, joka varastoi avomerta vähemmän lämpöä. Tästä systä myös esimerkiksi aivan rannikolle johdettavien merilauhdevesien vaikutukset ovat suurempia kuin merilauhdevesien, jotka johdetaan ulommas merelle.

Jokivesien vaikutus on alueella voimakas ja näkyy selvästi pintaveden suolaisuudessa. Vanhankaupunginlahdella on selvästi alhaisin suolapitoisuus kartoitetulla alueella, myös Espoonlahdella jokivaluman vaikutus näkyy selvästi. Pienempien purojen vaikutukset eivät tulleet ilmi yleispiirteisessä koko pääkaupunkiseudun edustan kartoituksessa. Ulkosaariston alueelle johdettavat makeat puhdistetut jätevedet näkyvät purkualueiden lähistöllä lievästi alhaisempana pintaveden suolapitoisuutena. Makean veden signaali on havaittavissa alueella joidenkin satojen metrien säteellä purkukohdasta. Vantaanjoen suora vaikutusalue vaihtelee Vanhankaupunginlahdelta aina Vallisaaren eteläpuolelle ja riippuu jokivirtaamasta, merenpinnan korkeudesta ja tuulioloista.

Kiintoaineen ja sitä ilmentävän sameuden ainoan merkittävän lähteen muodostavat käytännössä jokivedet. Sameuskartat noudattavat pääsääntöisesti suolapitoisuuskarttojen esittämään jokivesien leviämistä. Ainoan poikkeuksen muodostavat kesäkaudella matalat lahtialueet, missä aallokon aiheuttama pohja-aineksen resuspensio nostaa paikallisesti sameutta. Tämä ilmiö näkyy ehkä kaikista selvimmin Laajalahdella. Myös sinilevillä ja muilla massaesiintymiä muodostavilla planktonlevillä on vaikutusta sameuteen muutamien sameusyksiköiden verran mutta ilmiötä on vaikea huomata laajoja gradientteja esittävistä kartoista. Satamien ympäristössä havaittava, laivaliikenteestä johtuva veden samentuminen kohdistuu pääosin pohjanläheiseen veteen, mikä ei pintavesikartoituk-

sessa näy. Sama lopputulema pätee läjitysalueiden aiheuttaman pohjanläheisenveden samentumisen suhteen.

Kevätkukinta oli toukokuun alussa vielä käynnissä Vantaanjoen vesien leviämisalueella sekä Suomenlinnasta Miessaareen ulottuvalla vyöhykkeellä ulkosaariston laidassa. Myös Espoonlahdella mitattiin korkeita arvoja *a*-klorofyllin pitoisuuksia. Avomerellä sekä jokivesien vaikutuksen ulkopuolella olevalla saaristoalueella pitoisuudet olivat pienemmät mutta kevätkukinta oli vielä käynnissä, joskin jo hiipumassa (kappale 5.3.1). Aivan Vantaanjoen suulla korkeat sameudet estivät leväbiomassan kasvua tehokkaasti.

Sinilevien vaikutus *a*-klorofylliin oli voimakasta kesän ja syksyn mittauskerroilla. Ainoastaan Vanhankaupunginlahdella muut kuin sinilevät dominoivat kasviplanktonyhteisöä (kappale 5). Sinileviä oli kesän kartoituskerralla runsaimmin Laajalahdella ja Sipoon saaristossa. Vielä syksyn kartoituksessa havaittiin sinileviä Laajalahdella, Espoonlahdella sekä laikkuina avomerellä. Kaiken kaikkiaan sinilevien määrä oli huippuvuosiin verrattuna vähäinen, mikä pystytään myös toteamaan kasviplanktonlaskentojen perusteella (kappale 5). Leväbiomassan kehitykseen ja tilalliseen jakaumaan vaikuttaa alueella toimivien tarkkailuvelvollisten tahojen toimintoja voimakkaammin veden liikkeet ja yleinen meren fysikaaliskemiallisten suureiden vuosikierto.

Optisesti mitattujen nitriitti- ja nitraattityppipitoisuuksien todettiin aina olevan korkeimmillaan Vanhankaupunginlahden alueella. Keväällä kohonneita arvoja mitattiin myös Länsiväylän pohjoispuoleisella Espoonlahdella. Jätevesien purkualueet erottuivat selvästi kaikilla kartoituskerroilla. Pitoisuudet olivat järjestelmällisesti korkeammat ja vaikutusalue laajempi Suomenojan puhdistamon purkualueella Gåsgrundetilla kuin Viikinmäen purkualueella Katajaluodolla. Erityisesti kevään mittauskerralla jätevesien vaikutus oli mitattavissa jopa yli kahden kilometrin päässä Gåsgrundetin lounaispuolella. Jätevesien virtaamat ovat suurimmillaan keväisin, jolloin myös vaikutusalue on suurimmillaan. Tulokset vahvistavat käsitystä puhdistettujen jätevesien paikallisesta rehevöittävästä vaikutuksesta.

Viitteet

Heitto, A. ja Vatanen, S. 2011: Helsingin Energian Hana- ja Salmisaaren voimalaitosten vesistövaikutusten tarkkailu vuonna 2010. Kala- ja vesimonisteita. 44: 22 s. + liitteet.

Heitto, A. ja Vatanen, S. 2012: Vuosaaren Sataman ja voimalaitosten vesistötarkkailu vuonna 2011. Kala- ja vesimonisteita nro 74: 15 s. + 12 liitettä.

Heitto, A. ja Vatanen, S. 2013: Vuosaaren sataman ja voimalaitosten vesistötarkkailu vuonna 2012. Kala- ja vesimonisteita. 103: 18 s. + 12 liitettä.

Heitto, A. ja Vatanen, S. 2014: Vuosaaren sataman ja voimalaitosten vesistötarkkailu vuonna 2013. Kala- ja vesimonisteita. 134: 21 s. + 23 liitettä.

Kajaste, I., Muurinen, J., Räsänen, M., Vahtera, E. ja Pääkkönen, J.-P. 2009: Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2008. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2009: 128 s.

Karppinen, P., Haikonen, A. ja Vatanen, S. 2011: Helsingin Energian Salmisaaren voimalaitosten jäähdytysvesien leviämiskartoitus. Kala- ja vesimonisteita. 66: 14 s. + 12 liitettä.

Karppinen, P. ja Vatanen, S. 2013: Helsingin Energian Hanasaaren voimalaitoksen ja Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen jäähdytysvesien leviämiskartoitus. Kala- ja vesimonisteita. 95: 19 s.

Piispanen, A. ja Vatanen, S. 2009: Vuosaaren Sataman ja Vuosaaren voimalaitosten vesistö- ja kalataloustarkkailuohjelma. AriPro Oy ja Kala- ja Vesitutkimus Oy raportti: 17 s. + liitteet.

Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S. ja Sarkar, D. 2014: R Core Team 2014: nlme: linear and nonlinear mixed effects models. R package version 3.1-117. Available at h ttp://CRAN. R-project. org/package= nlme.

Team, R.C. 2015: R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/.

Vahtera, E. ja Lukkari, K. 2015: Pääkaupunkiseudun merenpohjien tila ja fosforin sisäinen kuormitus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2015: 45 s.

Vahtera, E., Muurinen, J., Räsänen, M. ja Pääkkönen, J.-P. 2014: Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2013 - Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2014: 136 s.

Vatanen, S. ja Haikonen, A. 2010: Vuosaaren sataman ja voimalaitosten vesistö- ja kalataloustarkkailu vuonna 2009. Kala- ja vesimonisteita. 28: 48 s. + 46 liitettä.

Vatanen, S. ja Haikonen, A. 2011: Vuosaaren sataman ja voimalaitosten vesistö- ja kalataloustarkkailu vuonna 2010. Kala- ja vesimonisteita. 45: 49 s. + 46 liitettä.

Viitasalo, M., Andrejev, O., Sokolov, A. ja Vahtera, E. 2012: Puhdistettujen jätevesien leviäminen purkuputkien kautta pääkaupunkiseudun merialueella - Mallinnustyö. Technical report of the MARISPLAN -project. Helsinki: 34.

Marjut Räsänen ja Emil Vahtera

5 Kasviplankton

5.1 Johdanto

Kasviplanktonin esiintyminen, kasviplanktonin määrä ja lajistorakenne reagoivat herkästi ympäristön muutoksiin, ja siksi kasviplanktonia käytetään indikoimaan veden tilaa. Kvantitatiivinen lajisto ja biomassa määritetään mikroskopoimalla, joka on hidasta ja erityisasiantuntemusta vaativaa työtä. Kasviplanktonin määrän selvittämiseen käytetäänkin lisäksi epäsuoraa menetelmää, jossa määritetään veden *a*-klorofyllipitoisuus. Kasviplanktonlajistoa ja biomassaa indikoivan *a*-klorofyllipitoisuuden lisäksi tehtävien perustuotantokykymittausten avulla seurataan alueen rehevöitymistilannetta.

Koska kasviplanktonyhteisö on dynaaminen ja biomassassa havaittavat vasteet ympäristön muutoksiin saattavat ilmetä huomattavallakin viiveellä, on perustuotantokyky hyvä muuttuja ilmentämään lyhemmän aikavälin muutoksia. Perustuotantoa rajoittaa valon ja ravinteiden saatavuus. Tarkkailussa mitattiin vuonna 2015 myös kasviplanktonyhteisön ravinnerajoittuneisuuden tilaa. Tiedon avulla voidaan havaita eri ravinnelähteiden vaikutuksia ja arvioida näiden lähteiden vaikutusta merialueen rehevöityneisyyteen.

Kasviplanktonseuranta on sisältynyt Helsingin ja Espoon merialueen seurantaan 1960-luvun puolesta välistä lähtien. Seuranta on ollut laajaa, ja tuloksista on raportoitu lukuisissa aikaisemmissa velvoitetarkkailuraporteissa sekä muissa raporteissa. Vuonna 2014 otettiin käyttöön uusi yhteistarkkailuohjelma, joka sisältää puhdistettujen jätevesien vaikutusten tarkkailun lisäksi jäähdytysmerivesien johtamisen, satama- ja telakkatoimintojen sekä läjitysalueiden vaikutusten tarkkailua. Tämän raportin kasviplanktonosuuden tarkoitus on paitsi esitellä tuloksia, joita tarkkailussa kerätään, yrittää myös selvittää, aiheuttaako nimenomainen toiminta, kasviplanktonin osalta lähinnä jätevesien laskeminen, vaikutuksia kasviplanktonlajistoon ja määriin. Yhteistarkkailun kasviplanktontarkkailun painopiste on nykyisin ulkosaaristossa. Tässä raportissa keskitytään vuosiin 2014 ja 2015. Samalla kuitenkin verrataan näitä vuosia myös aikaisempaan kehitykseen.

5.2 Aineisto ja menetelmät

Yhteistarkkailuun kuuluvat kvantitatiiviset kasviplanktonlajistonäytteet Länsi-Tontun (114), Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) havaintopaikoilta otettiin vuosina 2014 ja 2015 maalis-marraskuun välisenä aikana. Näytteet otettiin kahden viikon välein aamupäivisin putkinoutimella 0–4 metrin syvyydestä kokoomanäytteenä. Näytteitä määritettiin yhteensä 14–16 näytettä kultakin havaintopaikalta

Kasviplanktonlaskenta tehtiin Utermöhl-menetelmällä. Menetelmässä lasketaan tietty osa laskentakyvetin pohjasta. Tälle alueelle laskeutuneet kasviplanktonlajit tunnistetaan ja lasketaan lukumäärät. Koska laskeutettu vesimäärä ja lajien tilavuudet tiedetään, voidaan kertoimen avulla laskea kokonaisbiomassa tiettyä vesimäärää kohti. Menetelmän kuvaus löytyy Suomen ympäristökeskuksen www-sivuilta löytyvästä kasviplanktonin tutkimusmenetelmäohjeesta http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BAC2A0126-44F3-4419-8590-F7A5B0100ACD%7D/29255.

Kasviplanktonin lajistonäytteiden kanssa samasta kokoomanäytteestä otettiin myös perustuotantokykynäytteet. Kasviplanktonin perustuotannolla tarkoitetaan veteen liuenneen epäorgaanisen hiilen sitoutumista leväsoluihin orgaanisiksi hiiliyhdisteiksi fotosynteesin kautta. Perustuotantokykymittauksissa arvioidaan yhteyttämisen tehokkuutta vakioiduissa olosuhteissa laboratoriossa. Perustuotantokykytulosten pohjalta voidaan tulkita alueen rehevöitymiskehitystä. Yhteistarkkailun perustuotantokyky mittaukset tehtiin MetropoliLabissa akkreditoidulla menetelmällä, joka pohjautuu standardiin SFS 2049:1977. Helsingin ympäristökeskus seurasi kasviplanktonlajistoa ja -biomassoja myös lahtialueilta, joiden kasviplanktonseuranta ei sisälly yhteistarkkailuun. Seurantaa tehtiin vuonna 2014 Vartiokylänlahdelta ja Laajalahdelta, joista molemmista huhti-syyskuun välisenä aikana kerätyistä näytteistä määritettiin yhdeksän näytettä. Vuonna 2015 Vanhankaupunginselältä ja Laajalahdelta maalis-lokakuun väliseltä ajalta kerätyistä näytteistä määritettiin kahdeksan näytettä. Näytteet on otettu pintavedestä kokoomanäytteenä, mikä tarkoittaa Laajalahdella 0–3 metriä, Vanhankaupunginlahdella 0–2 metriä ja Vartiokylänlahdella 0–4 metriä.

Ennen vuotta 2014 merialueseurannan *a*-klorofyllinäytteet otettiin kokoomanäytteenä 0–4 metristä. Vuodesta 2014 lähtien yhteistarkkailun *a*-klorofyllinäytteet otettiin avoimen meren näytteenottoasemilta kahdelta syvyydeltä (0 ja 5 metriä). Näytteet eri syvyyksiltä analysoitiin erikseen. Tällöin tuloksia voidaan käyttää myös optisten a-klorofyllin määrä mittaavien laitteiden kalibrointiin. Näin myös tämä aineisto on käyttökelpoista vertailuaineistoa. Rannikonläheisiltä asemilta näytteet otettiin myös kahdelta taulukon osoittamalta syvyydeltä. *A*-klorofylli määritettiin MetropoliLabissa "Sisäisellä menetelmällä", joka on fluorometrinen uuttomenetelmä (Mittausepävarmuus 15 % ja määritysraja 0,75 ug/l). Sama menetelmä on käytössä myös Suomen ympäristökeskuksen merikeskuksessa.

Yhteistarkkailun *a*-klorofyllihavaintopaikat on kerätty taulukkoon 5.1. *A*-klorofyllituloksia on saatu myös yhteistarkkailuun kuulumattomista omista tarkkailuista, joiden tuloksia voidaan myös tarkastella raportoinnin yhteydessä.

Kasviplanktonyhteisön ravinnerajoittuneisuutta mitattiin kesällä 2015 koesarjoilla asemilta 114, 125 ja 147. Menetelmä on yksityiskohtaisesti esitetty julkaisuissa Tamminen ja Andersen (2007) sekä Andersen ym. (2007). Kaikki kokeet suoritettiin Suomen ympäristökeskuksen merikeskuksen laboratoriossa. Näytteet kerättiin aamupäivällä, kokoomanäytteenä, joka vastasi kaksi kertaa näkösyvyyden syvyyttä. Näytteen tilavuus oli 10–20 litraa. Näytteet toimitettiin aina saman päivän aikana laboratorioon, jossa ne asetettiin vesihauteeseen, jonka lämpötila vastasi sen hetkistä meriveden lämpötilaa ja valaistusoloihin, jonka valorytmi vastasi näytteenottoajankohdan luonnollista valorytmiä. Seuraavana päivänä kokoomanäyte jaettiin alanäytteisiin (tilavuus 1 l), jossa osaan alanäytteistä lisättiin yksittäin pääravinteita eli typpeä ja fosforia tai näitä ravinteita yhdessä. Ravinnelisäysten vaikutusta kasviplanktonin biomassaan seurattiin mittaamalla päivittäin *a*-klorofyllin määrää.

Tulokset luokiteltiin autonomisesti tilastollisella menetelmällä yhteen seitsemästä erilaisesta ravinnerajoittuneisuusluokasta, joille voidaan määrittää loogisia biologisia tulkintoja. Käytetyt luokat olivat 1) Ei vastetta; tämä luokka kuvaa tilannetta jossa molempia pääravinteita on runsaasti saatavilla, tai mahdollisesti tilanteita jossa levien kasvu on voimakkaasti lämpötilan, valon tai laiduntajien kontrolloimaa. 2) Yksinomaan fosforin rajoittama; typpeä on niin runsaasti saatavilla, että sen lisäys ei aiheuta biomassavastet-

ta. 3) Ensisijaisesti fosforin rajoittama; typpiravinnetta on niin runsaasti saatavilla, että pelkän typen lisääminen ei aiheuta muutoista biomassassa. Pelkän fosforin lisääminen johtaa kuitenkin typpivajeeseen ja siksi käsittely, johon lisätään sekä typpeä että fosforia käyttäytyy eri tavalla kuin käsittely, johon lisätään vain fosforia. 4) Yksinomaan typen ja fosforin yhteisesti rajoittama; typen ja fosforin saatavuus on tasapainossa kasviplankton-yhteisön tarpeeseen nähden. Pelkästään sekä typen että fosforin lisääminen aiheuttaa biomassavasteen 5) Ensisijaisesti typen ja fosforin yhteisesti rajoittama; kaikki käsittelyt eroavat toisistaan. Tähän luokkaan kuuluvat tilanteet, joissa yhteisö voi olla muutostilassa ja sen eri lajit ovat eri ravinneyhdistelmien rajoittamia. 6) Ensisijaisesti typen rajoittama; fosforiravinnetta on niin runsaasti saatavilla, että pelkän fosforin lisääminen ei aiheuta muutoista biomassassa. Pelkän typen lisääminen johtaa kuitenkin fosforivajeeseen ja siksi käsittely, johon lisätään sekä typpeä että fosforia käyttäytyy eri tavalla kuin käsittely, johon lisätään vain typpeä. 7) Yksinomaan typen rajoittama; fosforia on niin runsaasti saatavilla, että sen lisäys ei aiheuta biomassavastetta.

Taulukko 5.1. Yhteistarkkailuun kuuluvat *a*-klorofyllihavaintopaikat, havaintopaikan syvyyskoordinaatit ja näytesyvyydet. Kasviplanktonlajisto ja perustuotantokyky näytteet otettiin punaisella merkityiltä havaintopaikoilta ja syvyyksiltä.

Havaintopaikka	Tunnus	Syvyys (m)	Koordinaatit (WGS 84)	*a*-klorofyllin, suluissa lajisto ja perustuotantokykynäytteiden syvyydet	
			Lat	Lon	
Vanhan-kaupunginselkä	4	2,5	60.19267	24.98976	0, 2
Flathällgrundet	39	33	60.08459	24.97956	0, 5
Kytön väylä	57	31	60.08005	24.78031	0, 5
Länsi-Tonttu	114	47	60.08236	25.12483	0, 5 ja (0–4)
Ryssjeholms-fjärden	117	3,5	60.14246	24.72521	0, 3
Stora Mickelskären	123	27	60.02849	24.60473	0, 5
Katajaluoto	125	28	60.09872	24.88555	0, 5 ja (0–4)
Knaperskär	147	27	60.08106	24.73821	0, 5 ja (0–4)
Bergrund	148	51	60.03166	24.72217	0, 5
Gråskärsbådan	149	32	60.05946	24.88344	0, 5
Koiraluoto	168	31	60.0727	24.8677	0, 5

5.3 Tulokset

Ympäristöhallinnon uuden vesimuodostumajaottelun mukaan Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) havaintopaikat sijoittuvat Helsinki–Porkkala-rannikkovesimuodostumaan, Länsi-Tontun (114) havaintopaikka sijoittuu Porvoo–Helsinki-rannikkovesimuodostumaan, Vanhankaupunginlahti (4) Kruunuvuorenselän vesimuodostumaan, Laajalahti (87) Seurasaaren vesimuodostumaan ja Vartiokylänlahti (25) Villingin vesimuodostumaan. Lahtialueiden kasviplanktonin lajistoseuranta ei enää sisälly yhteistarkkailuun, vaan se on Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen omaa lähivesien seurantaa, mutta lajistotulokset raportoidaan tässä raportissa.

5.3.1 Ulkosaaristo

5.3.1.1 Helsinki- Porkkalan ja Porvoo-Helsingin rannikkovesimuodostumat

Helsingin puhdistettuja jätevesiä alettiin johtaa tunnelia pitkin Katajaluodolle vuonna 1986. Katajaluodon havaintopaikka 125 sijaitsee purkutunnelin lounaispuolella. Yleinen virtaussuunta Suomenlahden pohjoisrannalla on idästä länteen, jolloin itäistä Länsi-Tontun 114 havaintopistettä voidaan käyttää purkualueen vertailualueena. Suomenojan jätevedenpuhdistamo taas on laskenut puhdistetut jätevetensä vuodesta 1974 tunnelia pitkin Gåsgrundetin saaren itäpuolelle, joka on lähellä Knaperskärin 147 havaintopaikkaa.

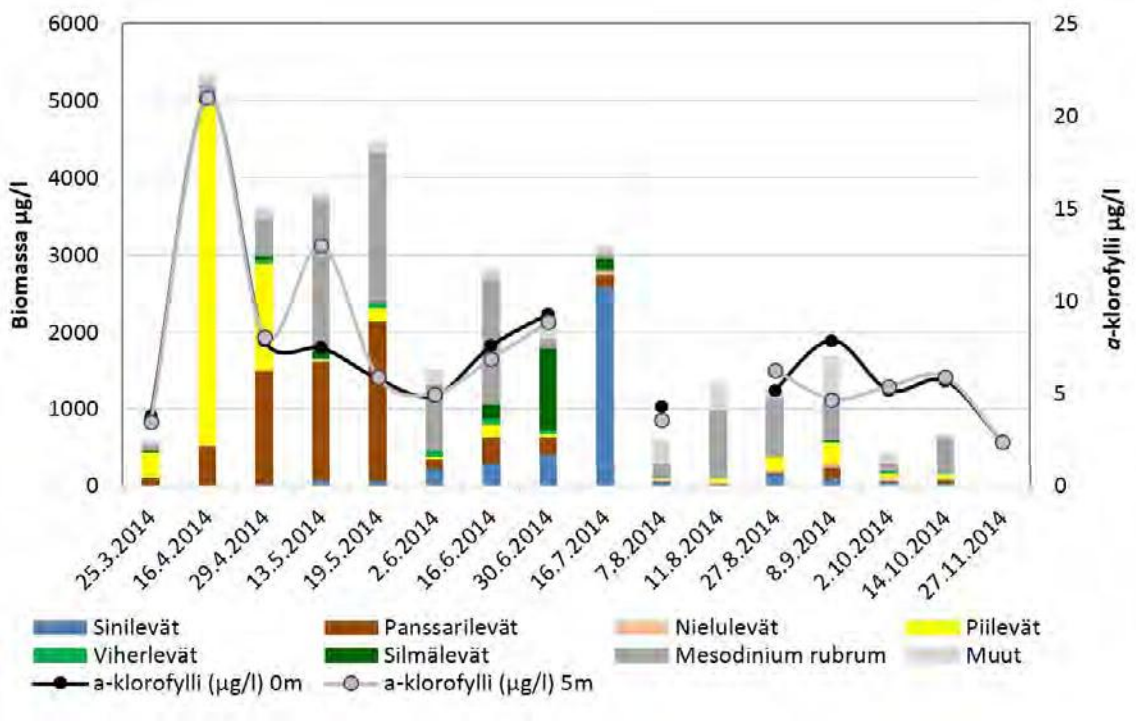
Rannikkovedet on nykyisin jaettu vesimuodostumiin. Knaperskärin (147) ja Katajaluodon (125) havaintopaikat kuuluvat Helsinki-Porkkala vesimuodostumaan ja Länsi-Tonttun (114) havaintopaikka kuuluu Porvoo-Helsinki vesimuodostumaan. Nämä vesimuodostumat kuuluvat pintavesityyppiin "Suomenlahden ulkosaaristo". Näiden kolmen havaintopaikan tuloksia käsitellään yhdessä, sillä pääpiirteiltään havaintopaikkojen lajisto muistuttaa toisiaan.

Kasviplanktonlajisto ja -biomassa

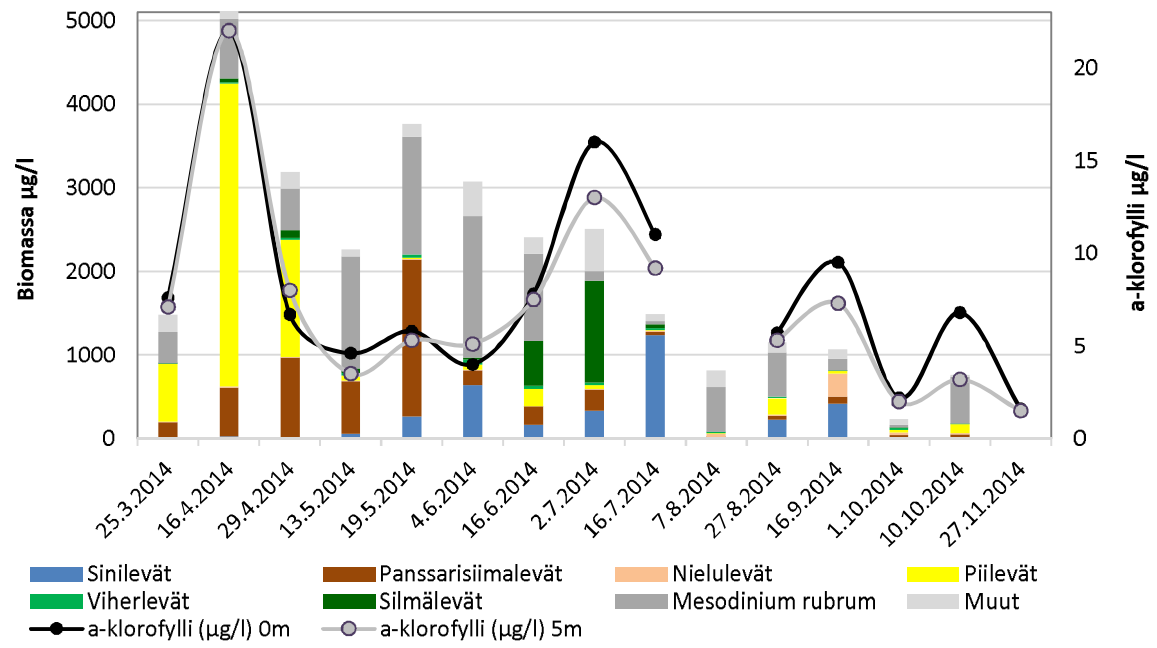
Vuoden 2014 kevätkukinta oli runsaimmillaan huhtikuussa. Piilevät runsastuivat ensimmäisinä (kuvat 5.1, 5.2 ja 5.3). Runsaimpina piilevälajeina esiintyivät *Achnanthes taeniata, Thalassiosira baltica* ja *Skeletonema marinoi.* Toukokuun puolella runsastuivat myös panssarisiimalevät *Peridinella catenata* ja lajikompleksi *Scrippsiella hangoei/Biecheleria baltica/Gymnodinium corollarium.* Heti runsaimman kevätkukinnan jälkeen lisääntyi Mesodinium rubrum poikkeuksellisen runsaslukuiseksi. *A*-klorofylli ei kuitenkaan lisääntynyt samassa suhteessa biomassan kanssa. *A*-klorofyllin määrä oli myös joinain päivinä suurempi viiden metrin näytteessä kuin pintanäytteessä. *Mesodinium rubrum* voikin esiintyä olosuhteista riippuen joko heterotrofisena tai autotrofisena. Laji voi myös esiintyä runsaina eri vesikerroksissa, sillä se pystyy liikumaan "siimariviensä" ansiosta taitavasti ja nopeasti myös syvyyssuunnassa. *Mesodinium rubrumin* runsaan esiintymisen johdosta kesän 2014 kasviplanktonin biomassan"kesäminimiä" ei juurikaan ollut havaittavissa. *Mesodinium rubrum* runsastui ajoittain vielä syksylläkin, mutta lajin lukumäärä ja biomassa olivat syksyllä paljon keväistä vaatimattomampia.

Seurantajakson ensimmäisenä vuonna 2014 *Aphanizomenon*-sinilevärihmat runsastuivat paikoin jo kesäkuussa, vaikka vesi oli tuolloin vielä suhteellisen viileää. Runsaimmillaan sinilevät, lähinnä *Aphanizomenon*, olivat heinäkuussa. Sinilevän kanssa samaan aikaan runsastuivat myös *Eutreptiella gymnastica* -silmälevät, jotka *a*-klorofyllin määrien perusteella

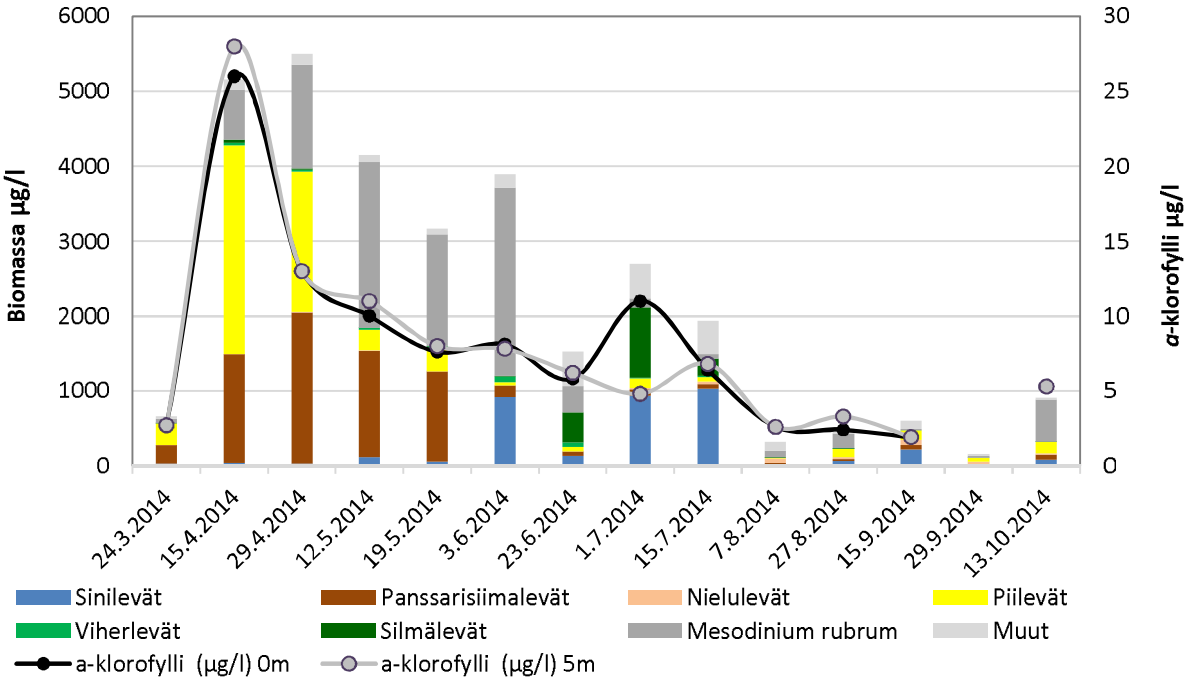
esiintyivät lähinnä pintakerroksessa. Ravinteiden määrän vähentyessä pintakerroksissa lajin maksimi voi siirtyä myös syvenmpiin vesikerroksiin (Olli ym. 1996). *Eutreptiella gymnastican* ajoittainen runsastuminen ei ole harvinainen ilmiö Helsingin rannikkoalueella.



Kuva 5.1. Katajaluodon (125) kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa µg/l) vuonna 2014.



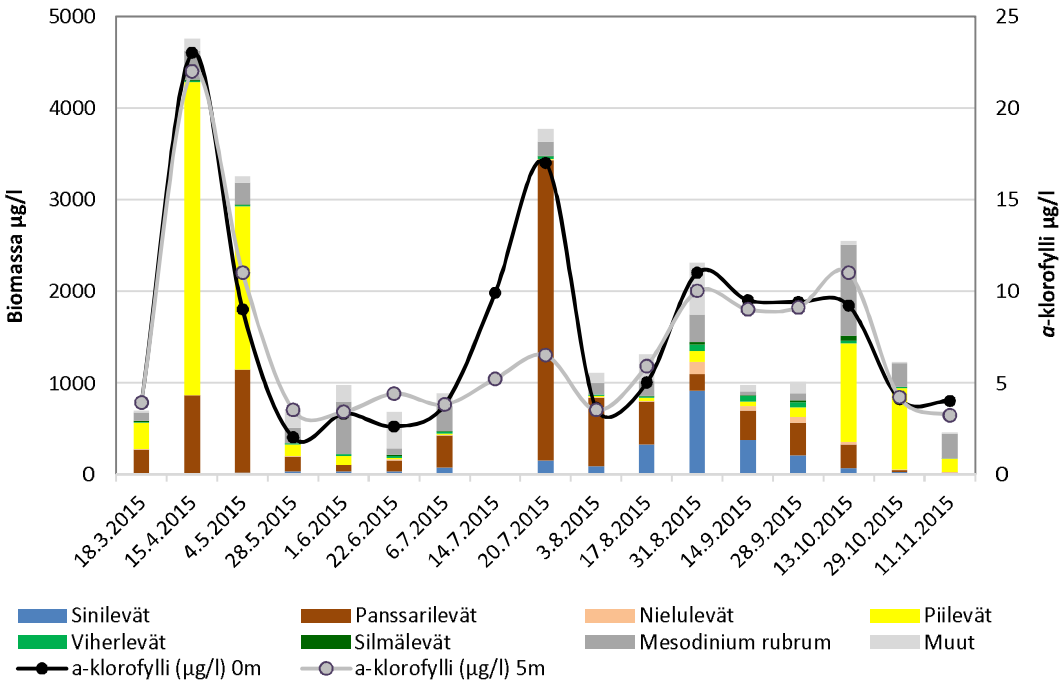
Kuva 5.2. Knaperskärin (147) kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa µg/l) vuonna 2014.



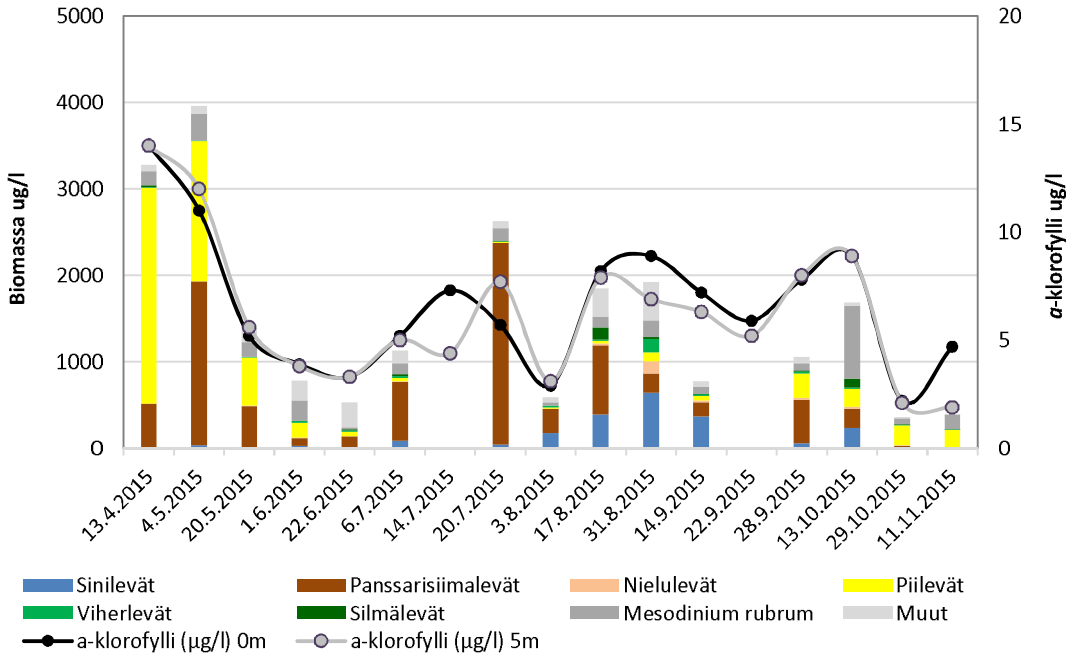
Kuva 5.3. Länsi-Tontun (114) kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplankton-ryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa µg/l) vuonna 2014.

Kevätkukinta ajoittui myös vuonna 2015 maaliskuulle, kuten edellisenäkin vuonna (kuvat 5.4, 5.5 ja 5.6). Kevään lajistokehitys oli myös hyvin samanlainen kuin 2014 keväällä. *Mesodinium rubrum* ei kuitenkaan esiintynyt yhtä runsaslukuisesti eikä siten kasvattanut alkukesän biomassoja edellisen vuoden tavoin. Kevätkukinta oli vuotta 2014 lyhyempi. Heinäkuu 2015 oli kylmä ja sinilevien määrä pysyi vielä vähäisenä, mutta *Heterocapsa triquetra* -panssarisiimalevät runsastuivat tuulisuuden ja siitä johtuvan kumpuamisen johdosta selvästi. Lajin määrä vaihteli eri havaintopaikoilla ja oli runsain seurantapaikoista Katajaluodolla. *Heterocapsa triquetra* -panssarisiimalevä voi sopivissa olosuhteissa kertyä pintaveteen ja värjätä veden ruskeanpunaiseksi. Toisaalta sama laji voi runsastua myös syvemmissä vesikerroksissa, mitä ei tässä seurannassa ole mahdollista havaita (Kononen ym 2003)

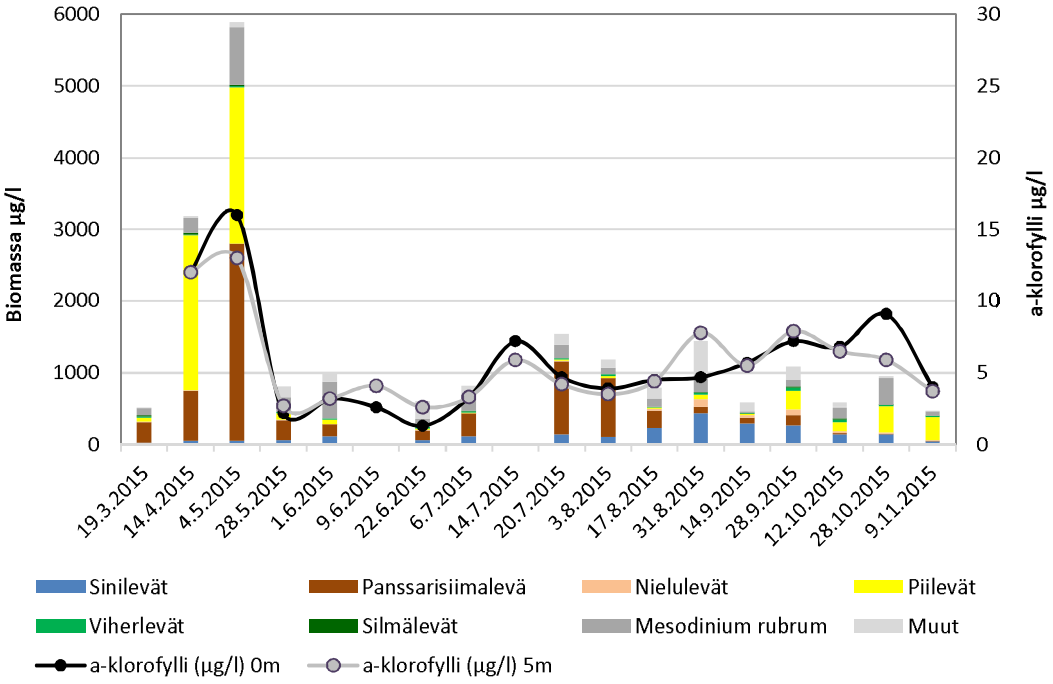
Sinilevät runsastuivat kesällä 2015 vasta vesien lämmetessä elokuussa. Runsaimpana lajina oli tällöin *Aphanizomenon*, mutta myös *Dolichospermum* (entinen *Anabaena*)-lajeja esiintyi vähäisemmissä määrin. Vesi pysyi lämpimänä pitkälle syksyyn ja liukoisia ravinteita oli myös runsaasti tarjolla vielä lokakuun puolivälissä. Tästä johtuen levämäärät pysyivät poikkeuksellisen suurina. Esimerkiksi lokakuun puolivälissä a-klorofyllipitoisuus oli Katajaluodolla vielä noin10 µg/l. Tällöin lajiston muodostivat valtaosaltaan *Mesodinium rubrum* -ciljaatit ja *Coscinodiscus granii* -piilevät.



Kuva 5.4. Katajaluodon (125) kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplankton-ryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa µg/l) vuonna 2015.

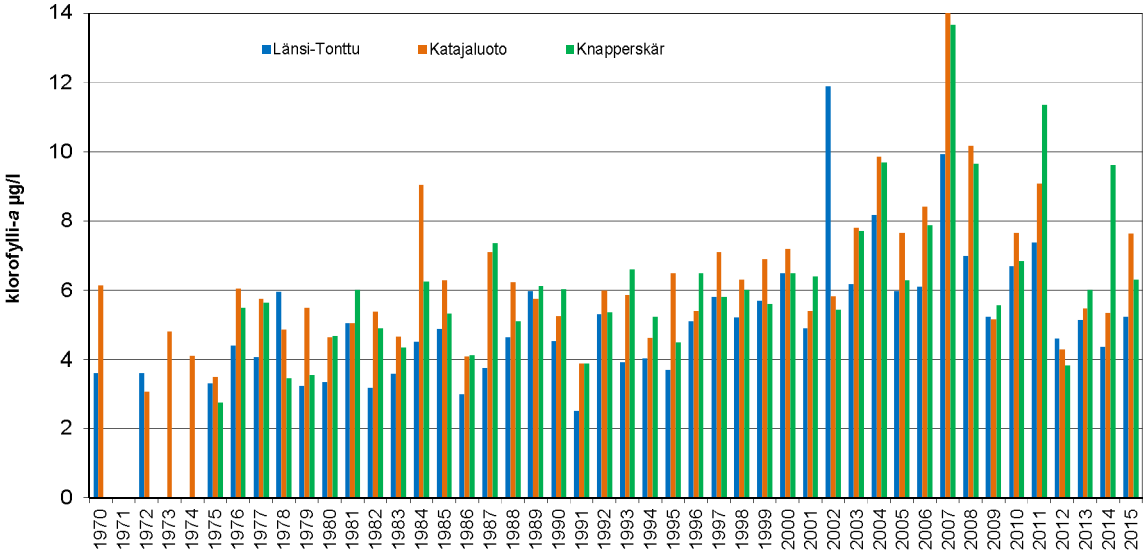


Kuva 5.5. Knaperskärin (147) kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplankton-ryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa µg/l) vuonna 2015.



Kuva 5.6. Länsi-Tontun (114) kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplankton-ryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa µg/l) vuonna 2015

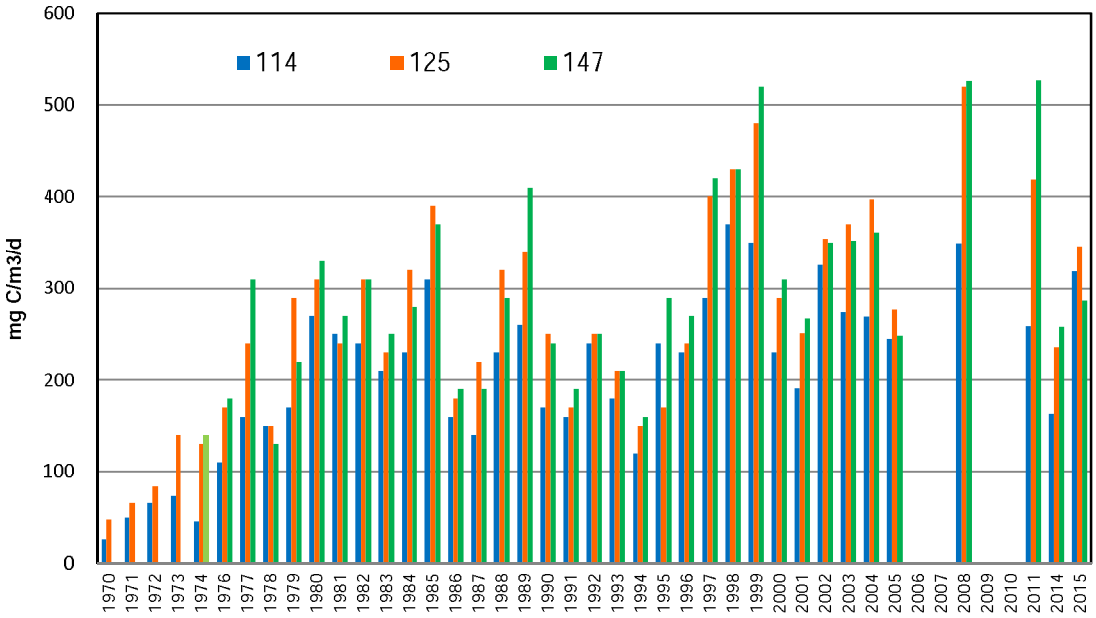
Kasviplanktonlajiston erot jätevesien purkupaikkojen läheisyydessä ja vertailualueella olivat suhteellisen vähäisiä. Kesäaikainen kokonaisbiomassa oli kuitenkin hieman korkeampi purkualueiden läheisyydessä kuin Länsi-Tontun havaintoasemalla. A-klorofyllipitoisuudet (kasviplanktonmäärät) olivat purkualueilla Katajaluodolla sekä Knaperskärillä suurempia kuin vertailualueella Länsi-Tontulla (kuva 5.7). Tilanne on kuitenkin ollut samansuuntainen jo ennen jätevesien johtamista ulkosaaristoon, eikä jätevesien johtaminen ole muuttanut tilannetta havaittavasti. Mahdolliset jätevesien vaikutukset kasviplanktonlajistoon ja -määriin peittyvät suureen vesitilavuuteen merivirtojen aiheuttamaan kulkeutumiseen ja sitä kautta vaikuttaviin muihin tekijöihin.



Kuva 5.7. Länsi-Tontun (114), Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) heinä-syyskuun *a*-klorofyllipitoisuuksien pintaveden keskiarvot vuodesta 1970.

Perustuotantokyky

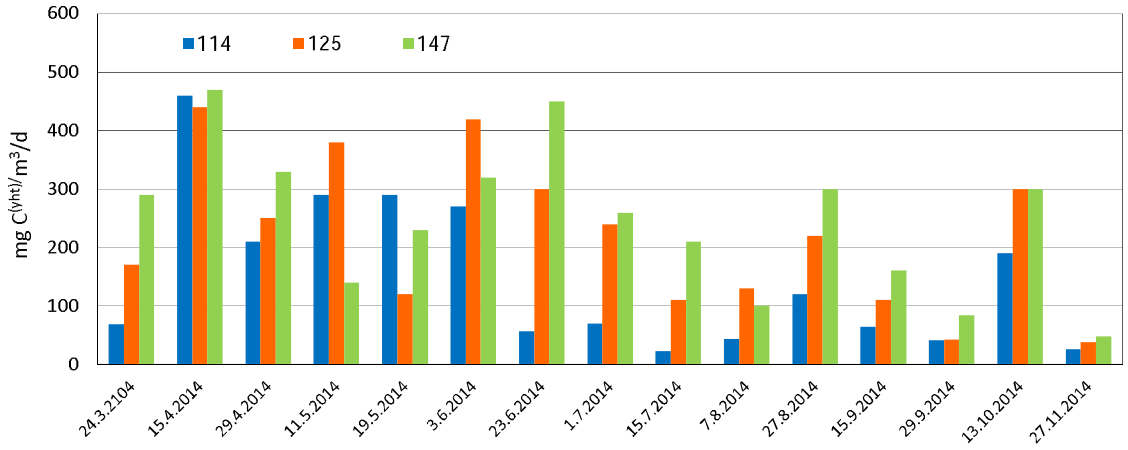
Helsingin ja Espoon ulkosaariston kasviplanktonin perustuotantokyvyn arvot nousivat aina 1970-luvun alusta 1980-luvun alkuun (kuva 5.8).1980-luvun alussa perustuotantokyvyn kasvukauden keskiarvo oli ulkosaaristossa noin kymmenkertainen 1970-luvun alkuun verrattuna. Tilanne oli samanlainen myös vertailualueella Länsi-Tontun alueella itäsaaristossa. 1980-luvun puolivälistä1990-luvun puoliväliin arvot näyttivät kääntyvän laskuun, mutta tämän jälkeen suunta oli taas nouseva. Vuosien välillä on ollut suurta vaihtelua, mutta esimerkiksi vuosina 1999, 2008 ja 2011 perustuotantokyvyn kasvukauden keskiarvot olivat poikkeuksellisen korkeita. Länsi-Tontulla on mitattu säännöllisesti matalampia perustuotantokyvyn arvoja kuin Katajaluodon ja Knaperskärin alueella, vuosien välisen vaihtelun ollessa samansuuntaisia.



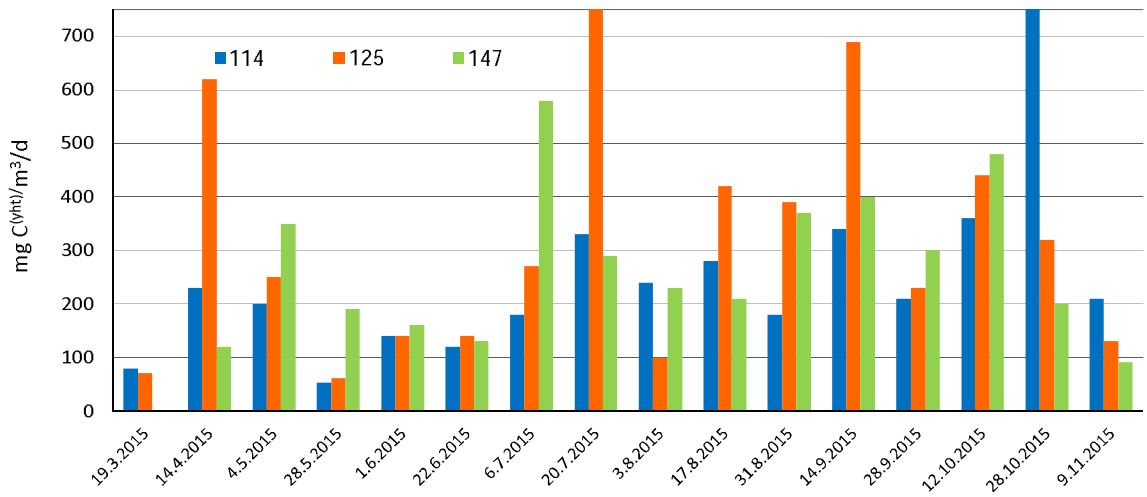
Kuva 5.8. Kasviplanktonin perustuotantokyky kasvukausien keskiarvoina Länsi-Tontulla (114), Katajaluodolla (125) ja Knaperskärillä (147) vuodesta 1970-lähtien.

Perustuotantokyky kohoaa keväisin yleensä korkealle tuotantomaksimiin. Myös myöhemmin kesällä ja syksyllä on monesti havaittavissa useita lyhyitä tuotantohuippuja. Vuoden 2014 vuosisykli muistutti tyypillistä vuosisykliä. Kevätmaksimi jatkui kuitenkin melko pitkään. Vuonna 2014 suurimmat perustuotantokyvyn arvot mitattiin huhti-kesäkuun aikana (kuva 5.9). Vesi oli tällöin poikkeuksellisen lämmintä, ja ravinteitakin oli riittävästi saatavilla. Panssarisiima- ja piileviä oli runsaasti ja myöhemmin keväällä *Mesodinium rubrum*-ciliaatit lisäsivät tuotantoa. Syksyllä havaittiin myös pieniä tuotantohuippuja.

Vuonna 2015 perustuotantokyvyn suurimmat arvot painottuivat loppupuolelle kesää (kuva 5.10). Tällöin vesi oli lämmintä pitkälle syksyyn ja ravinteita oli riittävästi saatavilla. Perustuotannon keväthuippu jäi vuonna 2015 vaatimattomaksi muilla paitsi Katajaluodon havaintoasemalla. Erot asemien ja vuosien välillä perustuotantokykymittauksissa saattavat myös heijastaa mitattavaan suureen suhteen harvaa näytteenottofrekvenssiä ja eroa näytteenottopäivissä. Aseman 114 näytteet haetaan usein eri päivänä kuin asemien 125 ja 147. Perustuotantokyky on suhteellisen dynaaminen suure, joka saattaa muuttua nopeastikin.



Kuva 5.9. Perustuotantokyvyn vuosisykli Länsi-Tontun (114), Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) havaintopaikoilla vuonna 2014.

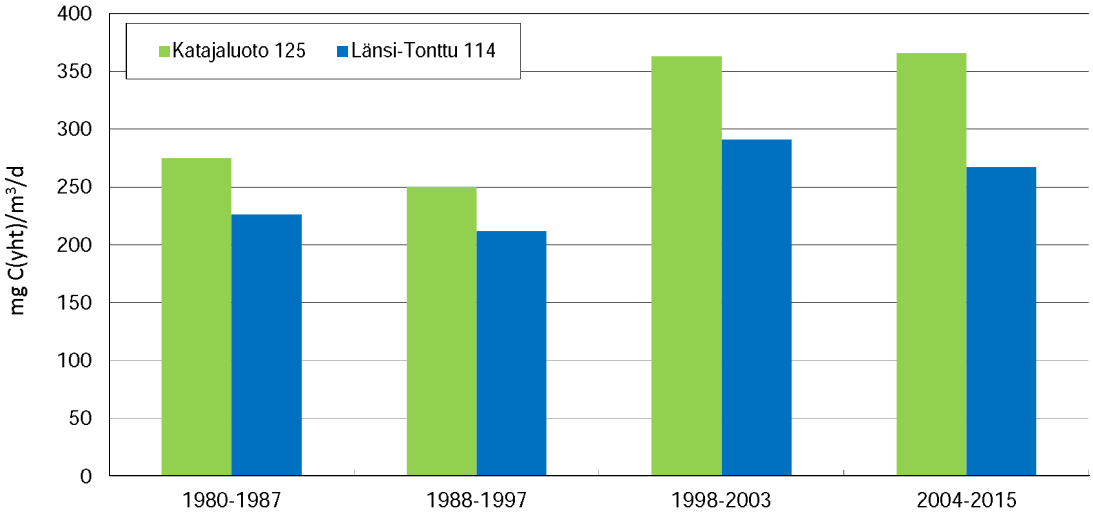


Kuva 5.10. Perustuotantokyvyn vuosisykli Länsi-Tontun (114), Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) havaintopaikoilla vuonna 2015.

Kuvassa 5.11 nähdään Katajaluodon ja Länsi-Tontun perustuotantokyky vuosikeskiarvoina ennen jätevesien laskemista ulkosaaristoon (1980–1987), jätevesien laskemisen aloittamisen jälkeen (1988–1997), typenpoiston alettua Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla (1998–2003) ja sen tehostuttua (2004–2015). Heti purkuputken toiminnan aloittamisen jälkeen perustuotannon vuosikeskiarvot näyttävät laskeneen sekä purkualueella että vertailualueella. Alueella näyttää tapahtuneen jo 1970-luvulta lähtien selvää rehevöitymistä, mikä on jatkunut vielä 1980-luvulla.

Perustuotantokyvyn arvojen nousu on ollut selvää siis myös itäisellä Länsi-Tontun vertailualueella, mikä viittaa puhdistettujen jätevesien laskemista yleisempään rehevöitymiskehitykseen. Tämänkin jälkeen perustuotantokyvyn vuosikeskiarvot näyttävät kasvaneen sekä purkualueella että vertailualueella, mutta vertailualueen perustuotantoarvot näyttävät kasvaneen hitaammin. Typenpoiston alkamisen ja sen tehostumisen jälkeen perustuotantoarvot näyttävät pysyvän purkualueella kuitenkin melko korkealla tasolla mutta vertailualueella arvot näyttävät kääntyneen laskuun. Perustuotantokyky myös vaihtelee

suuremmassa määrin puhdistettujen jätevesien purkualueiden lähistöllä verrattuna vertailualueeseen Nämä tulokset osittain ilmentävät puhdistettujen jätevesien johtamisen vaikutuksia alueella.



Kuva 5.11 Perustuotantokyvyn vuosikeskiarvot (mg C (yht)/m³/d) Katajaluodolla (125, purkualue) ja Länsi-Tontulla (114, vertailualue) ennen jätevesien laskemista ulkosaaristoon (1980–1987) sekä sen jälkeen (1988–1997) ja typenpoiston alettua (1998–2003) sekä typenpoiston tehostuttua (2004–2015).

5.3.2 Lahtialueet ja sisäsaaristo

5.3.2.1 Kruunuvuorenselän vesimuodostuma

Puhdistettujen jätevesien johtamisen osalta Helsingin lähivesien tilanne oli huonoimmillaan 1970-luvun alussa. Vielä 1980-luvun alkupuolella noin 75 % Helsingin puhdistetuista jätevesistä johdettiin Vanhankaupunginselän-Tullisaarenselän-Kruunuvuorenselän alueelle (Pesonen toim. 1988). Katajaluodon tunnelin valmistuttua 1986 puhdistettuja jätevesiä alettiin johtaa Katajaluodolle, jolloin tilanne Vanhankaupunginlahden alueella muuttui. Myös Laajalahti oli 1960–1970-luvuilla erittäin rehevä Talin jätevedenpuhdistamon laskiessa jätevetensä suoraan lahteen. Jätevesikuorma keveni kun vuonna 1975 osa Talin jätevedenpuhdistamon kuormasta käännettiin Kyläsaaren ja vuonna 1978 Rajasaaren jätevedenpuhdistamo lopetettiin. 1960- ja1970-luvuilla Vanhankaupunginlahdella ja Laajalahdella tyypillistä rehevyyttä kuvaavia kasviplanktonlajeja ovat olleet *Planktotrix agaardhii* ja *Anabaenopsis*-suvun sinilevät, joita tavataan alueen vesissä enää harvakseltaan.

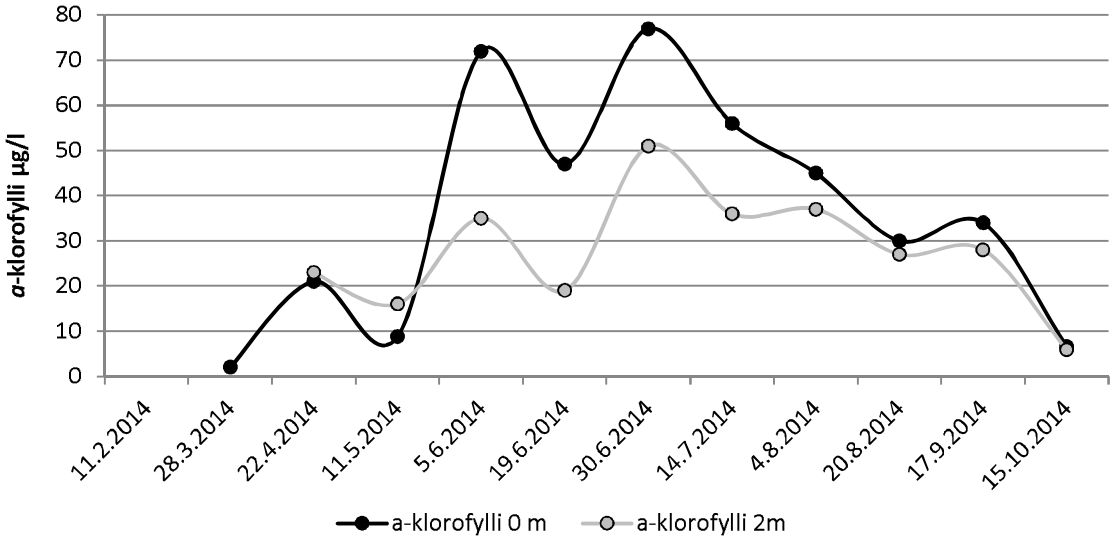
Nykyisin Vanhankaupunginlahti (4) toimii puskurialueena Vantaanjoen ja saaristoalueen välillä vähentäen varsinaiselle merialueelle kohdistuvaa jokikuormitusta. Vantaanjoen vaikutus kasviplanktonin biomassaan ja lajistoon on selvä. Varhaiskeväällä, kun kevätkukinta on yleisesti runsaimmillaan, Vantaanjoen tuomat makeat sulamisvedet samentavat vanhankaupunginlahden veden ja kasviplanktonin määrä pysyy siksi suhteellisen pienenä. Joen mukanaan tuomat ravinteet kiihdyttävät levätuotantoa alueella jossa jokivesi sekoittuu kirkkaampaan meriveteen (katso kappale 4.6). Vanhankaupunginlahdella vesi kirkastuu vasta myöhemmin keväällä, jolloin kasviplankton pääsee käyttämään ravinteita hyödykseen ja runsastuu. Biomassan ja *a*-klorofyllin määrä vaihtelee Vanhankaupungin-

selällä myös myöhemmin kesällä Vantaanjoen tuoman sameuden mukaan. Myös kasviplanktonlajisto koostuu pitkälti, ainakin Vanhankaupunginselän havaintopaikan lähellä, suurelta osin Vantaanjoen tuomasta makeanveden lajistosta.

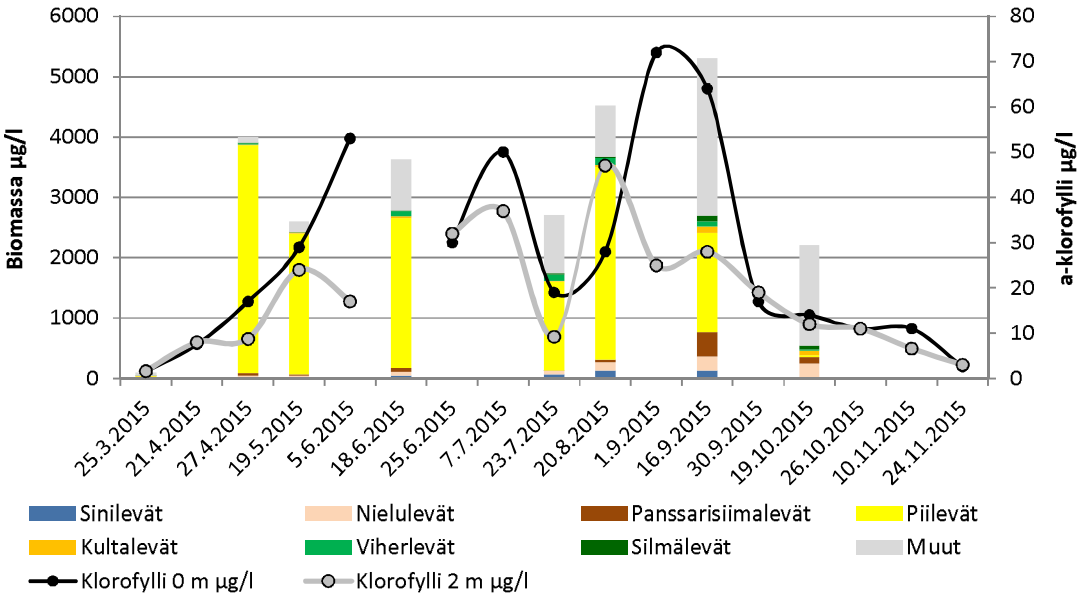
Vanhankaupunginlahdella vuoden 2014 kasvukaudelle ei tehty kvantitatiivista kasviplanktonlaskentaa. Lajistokoostumusta tarkkailtiin kvalitatiivisesti listaamalla yleisimpiä lajeja ja kokonaisbiomassaa arvioidaan a-klorofyllitulosten pohjalta. Keväällä 2014 jokivalunnan huippu oli pitkäkestoinen ja Vanhankaupunginselän vesi pysyi sameana toukokuulle asti (kappale 4.2.1, liite 1). Veden kirkastuttua kesäkuussa levämäärät kasvoivat huomattavan suuriksi (kuva 5.12).

Lajisto koostui Vanhankaupunginlahdelle tyypillisistä pienikokoisista piilevistä ja viherlevistä. Alueella havaittiin myös poikkeuksellisen paljon Vantaanjoelta kulkeutuneita *Planktotrix agardhii* -sinilevärihmoja. Vantaanjoella laji oli muodostanut laajoja kukintoja ainakin Pakilan, Tapaninvainion ja Pikkukosken uimarantojen läheisyydessä. Aikaisempina vuosina vastaavanlaisia leväkukintoja ei ollut havaittu. Pikkukosken uimarannan kesäkuun lopun runsaasti *Planktotrix acardhii*- sinilevää sisältävästä näytteestä mitattiin 630 µg/l:n mikrokystiinipitoisuus (nisäkkäiden hermostoon vaikuttava levämyrkky).

Kasvukaudella 2015 Vanhankaupunginselän kasviplanktonbiomassat eivät kesäkuussa olleet yhtä suuria kuin vuotta aiemmin, sillä *Planktotrix agardhii* -sinilevärihmaa esiintyi lajistossa enää vain hyvin pieniä määriä. Runsaslukuisimpia olivat, tavalliseen tapaan pienet kiekkomaiset piilevät, joiden biomassa muodostui kuitenkin huomattavaksi (kuva 5.13). Huhtikuun lopulla kiekkomaisten piilevien lisäksi runsaita olivat Achnanthes taeniata ja kesäkuussa pieni *Skeletonema*-piilevä. Syyskuussa pintavedestä mitattiin huomattavan korkeita *a*-klorofyllipitoisuuksia. Korkeimmillaan pitoisuudet olivat noin 70 ug/l, jolloin lajistossa runsaimpana lajina (yli 30 % kokonaisbiomassasta) esiintyi pieni neljä siimaa omaava *Pyramimonas spp.*, joka on hyvin yleinen kesälaji Helsingin lahtivesissä. *Pyramimonas spp.*-flagellaatti oli vallitsevana lajistossa vielä lokakuussa, vaikka *a*-klorofyllipitoisuus ja levämäärät olivat vähentyneet jo huomattavasti. Kesä 2015 oli Vanhankaupunginselällä viileämpi, tuulisempi ja levien määrä kokonaisuutena jäi edellistä vuotta pienemmäksi.



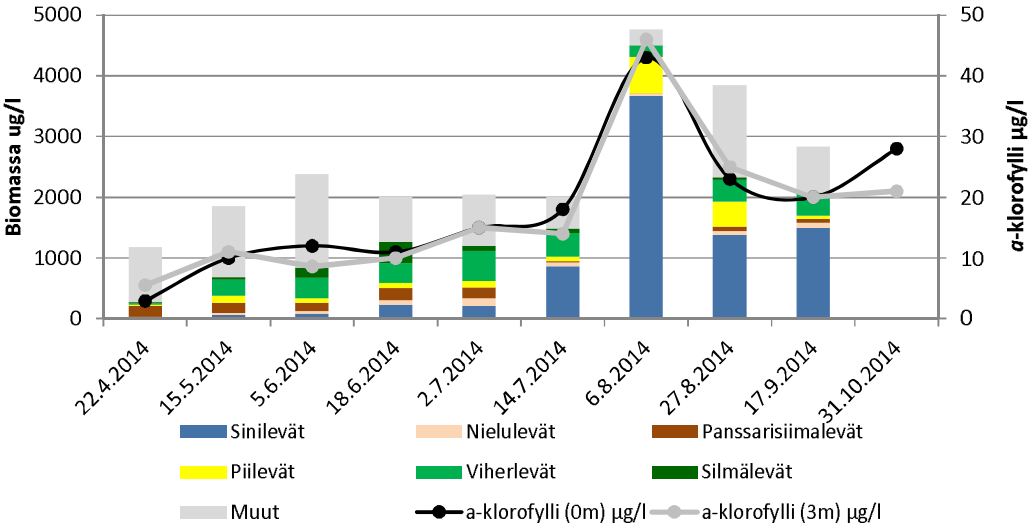
Kuva 5.12. Vanhankaupunginselän kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) vuonna 2014. Kasviplanktonlajiston biomassoja ei määritetty kvantitatiivisesti vuonna 2014 Vanhankaupunginlahden asemalta.



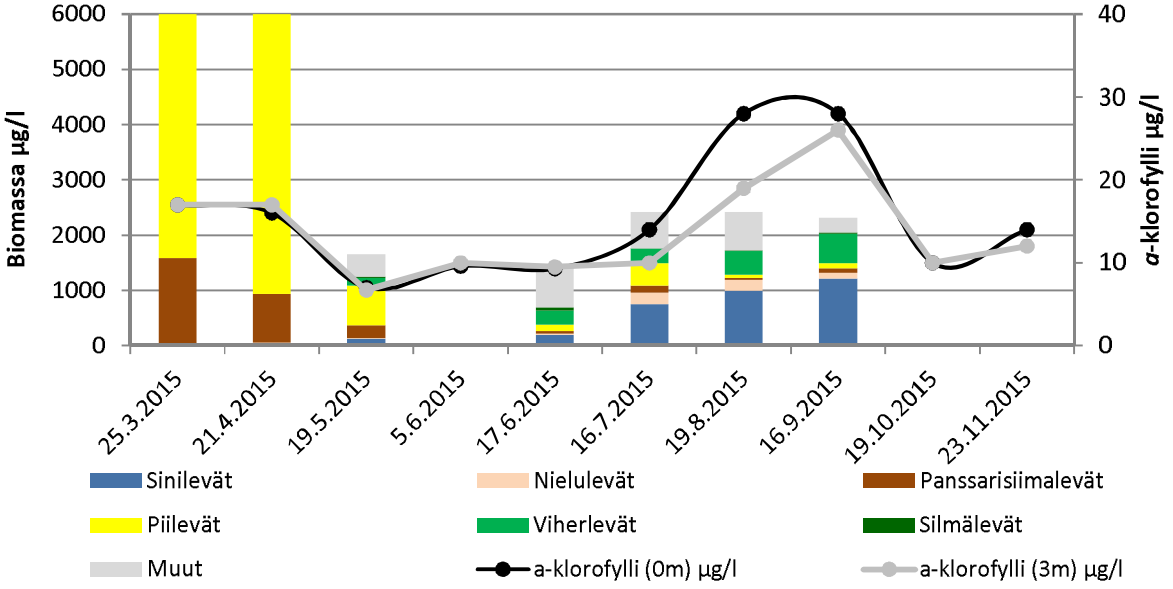
Kuva 5.13. Vanhankaupunginselän kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa, µg/l) vuonna 2015.

5.3.2.2 Seurasaaren rannikkovesimuodostuma

Jätevesikuormituksen vähennyttyä Laajalahdella kasviplanktonin määrä väheni 1970–1990-lukujen aikana huomattavasti. Vaikka Laajalahdelle (87) ei kohdistu yhtä voimakasta jokikuormaa kuin Vanhankaupunginlahdelle, on alue kuitenkin pysynyt rehevänä voimakkaan sisäisen kuormituksen (Munne 2005) ja heikohkon veden vaihtuvuuden johdosta. Veden viipymän on arvioitu mallinnustulosten valossa olevan noin 40–60 vuorokautta Laajalahdella ja noin 30–40 vuorokautta Seurasaarenselällä (Inkala 2010). Loppukesäisin lämpimän veden aikaan tyynellä säällä *Aphanizomenon* ja *Anabaena* (nyk. *Dolichospermum*) -lajien sinileväkukinnat ovat alueella tyypillisiä.



Kuva 5.14. Laajalahden (87) kasviplanktonin määrä (a-klorofylli, µg/l) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa, µg/l) vuonna 2014.



Kuva 5.15. Laajalahden kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa, µg/l) vuonna 2015.

Ensimmäinen Laajalahden kasviplanktonnäyte vuonna 2014 otettiin 22.4, jolloin kevätkukinta, eli panssarisiimalevien ja piilevien runsastuminen, oli jo ohitettu (kuva 5.14). Touko- ja kesäkuussa alueen lajistossa runsaimpana olivat pienet flagellalliset levät kuten *Pyramimonas-*, *Chrysochromulina-* ja *Pseudopiedinella*-lajit sekä monet pienisoluiset sini- ja viherlevälajit.

Heinäkuun loppupuolella veden lämmetessä runsastuivat myös rihmamaiset *Aphanizomenon-* ja *Anabaena* (nyk. *Dolichospermum*)-lajien sinilevärihmat. Kasvukauden 2015 kevätkukinta Laajalahdella oli parhaillaan käynnissä kun ensimmäiset kauden näytteet otettiin maalis-huhtikuussa (kuva 5.15). Kevätlajisto koostui valtaosin piilevistä, joista runsaimpina *Achnanthes taeniata* ja *Skeletonema marinoi.* Kylmän kesä- ja heinäkuun johdosta sinilevät runsastuivat edellistä kesää hieman myöhemmin ja niiden määrä jäi pienemmäksi. Sinilevälajisto koostui valtaosin pienisoluista sinileväkolonioista. Rihmamaisia kukintoja muodostavien lajien määrä jäi vähäiseksi.

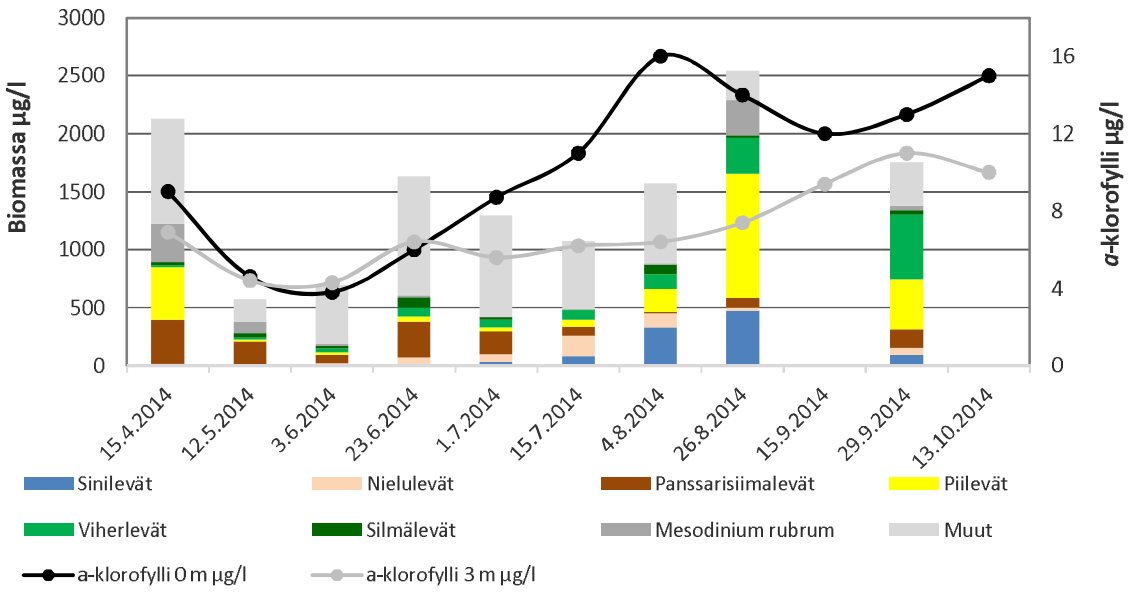
Laajalahden kasviplanktonin kasvukaudet 2014 ja 2015 muistuttivat toisiaan. Kesä 2015 oli kuitenkin näistä kahdesta vuodesta viileämpi ja tuulisempi. Siksi kasviplanktonin kokonaismäärä jäi edellistä vuotta pienemmäksi. Seurasaaren vesimuodostuma on pääkaupunkiseudun merialueen vesimuodostumista yksi rehevöityneimmistä ja sen alueella esiintyy usein sinileväkukintoja. Yhteistarkkailuun osallistuvista toimijoista Helsingin Energialla on vesimuodostuman alueella voimalatoimintaa, jossa johdetaan voimalassa tai kaukojäähdytyslaitoksissa lämmennyttä merivettä Lapinlahteen (katso kappale 4.4). Sinilevät ovat tyypillisesti lämpimästä vedestä hyötyvä leväryhmä, joten on oletettavaa, että merilauhdevesien johtaminen Lapinlahteen edesauttaa sinilevien esiintymistä alueella jossain määrin, vaikkakin merilauhdevesien vaikutusalue on suhteellisen pieni, keskittyen Lapinlahdelle.

5.3.2.3 Villingin rannikkovesimuodostuma

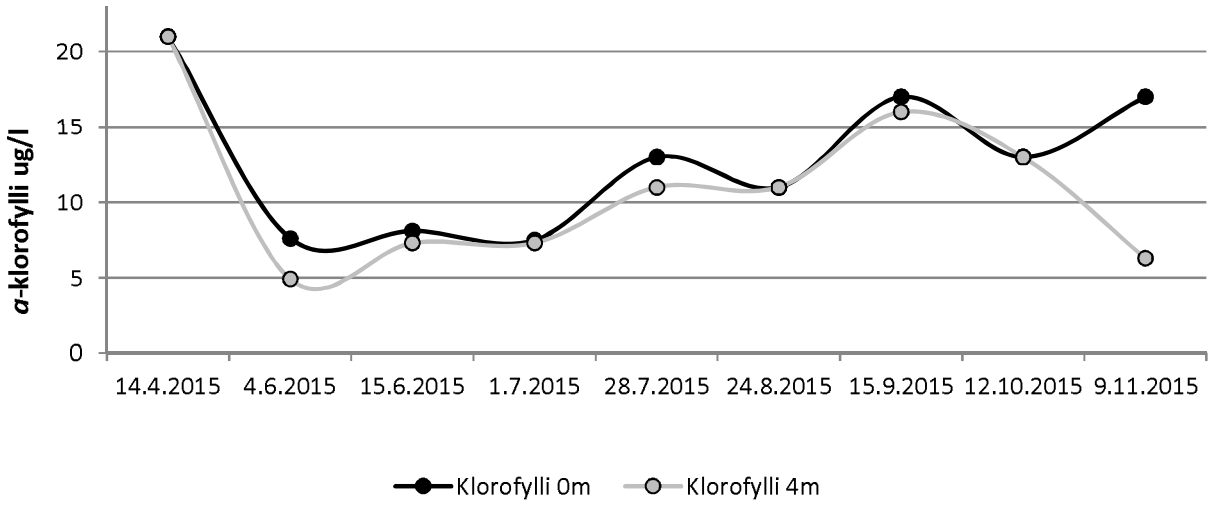
Vartiokylänlahteen (25) ei ole kohdistunut yhtä voimakasta kuormitusta kuin muihin suuriin Helsingin lahtiin. Siksi Vartiokylänlahti on ollut ja on edelleen suurista sisälahdista vähiten rehevöitynyt.

Kevätkukinnan huippu oli keväällä 2014 Vartiokylänlahdella ohitettu, kun ensimmäiset näytteet huhtikuun puolivälissä otettiin (kuva 5.16). Lajistossa oli tällöin mukana vielä kevätkukinnan lajistoa mm. piileviä *Achnanthes-, Melosira- ja Chaetoceros*-suvuista sekä panssarisiimalevistä *Peridinella catenata* ja lajikompleksi *Scrippsiella hangoei/Biecheleria baltica/Gymnodinium corollarium*. Pienet flagellalliset kasviplanktonlajit vallitsivat kesäistä lajistoa. Esimerkiksi *Chrysochromulina spp.*-lajit olivat yleisiä. Loppukesästä runsastuivat hieman sekä sinilevät mutta myös kiekkomaiset piilevät ja erilaiset viherlevälajit. Kesän 2014 korkein *a*-klorofyllipitoisuus mitattiin elokuun alussa, jolloin flagellallinen *Chrysococcus*-laji runsastui voimakkaasti pintavedessä. Kasviplankton oli muutenkin voimakkaan kerrostumisen takia loppupuolella kesää kerääntynyt pintaveteen, mikä näkyi neljän metrin näytteissä selvästi pintaa pienempinä *a*-klorofyllin pitoisuuksina.

Vartiokylänlahdella vuoden 2015 kasvukaudella ei tehty kvantitatiivista kasviplanktonlaskentaa. Lajistokoostumusta tarkkailtiin kvalitatiivisesti listaamalla yleisimpiä lajeja ja kokonaisbiomassaa arvioitiin *a*-klorofyllitulosten pohjalta. Kasvukaudella 2015 kevätkukinta oli käynnissä, kun ensimmäinen *a*-klorofylli näyte otettiin huhtikuun puolivälissä, pitoisuuksien ollessa korkeita. *A*-klorofyllin määrät olivat kasvukaudella 2015 samaa tasoa kuin 2014 (kuva 5.17), joskin vesi oli tuulisten säiden takia syvälle sekoittunut. *A*-klorofyllipitoisuudet olivat lähes samat sekä pintavedessä että neljän metrin näytteissä.

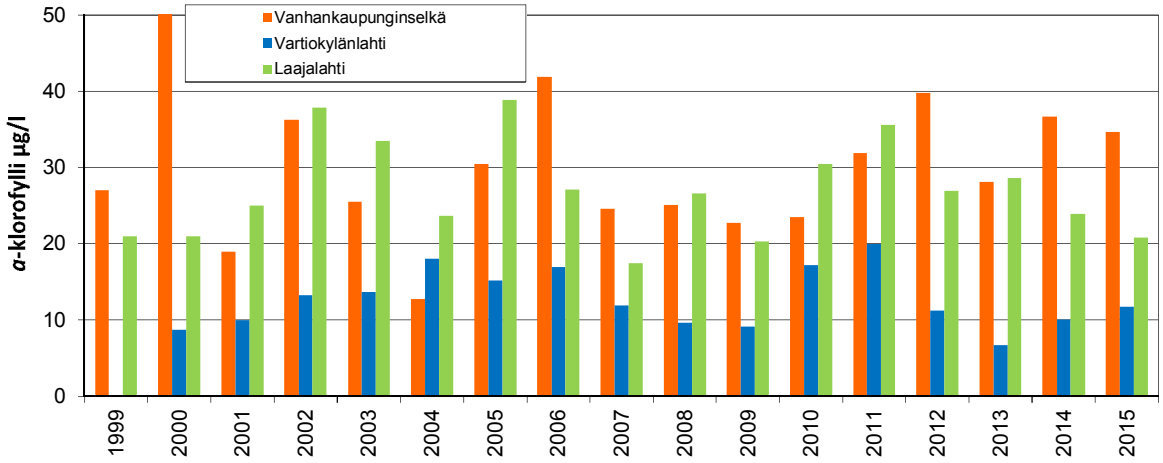


Kuva 5.16. Vartiokylänlahden kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa, µg/l) vuonna 2014.



Kuva 5.17. Vartiokylänlahden kasviplanktonin määrä (*a*-klorofylli, µg/l) vuonna 2015. Kasviplanktonryhmien lajistoa ja kokonaisbiomassaa ei määritetty vuonna 2015.

Levien kokonaismäärän vaihtelua (*a*-klorofyllipitoisuus) sisäsaaristossa heinä-syyskuun keskiarvotulosten pohjalta on esitetty kuvassa 5.18. Vanhankaupunginselällä levämäärät ovat olleet ja ovat yhä sisäsaariston suurimmat. Vuosina 2014 ja 2015 vuosikeskiarvot nousivat Vanhankaupunginselällä lähelle 35 µg/l:ssa ja Laajalahdella vastaavat keskiarvot hieman yli 20 µg/l:ssa. Vartiokylänlahti oli selvästi vähemmin rehevöitynyt kuin nämä kaksi edellistä lahtialuetta. 2000 ja 2010 luvun a-klorofyllin vuosikeskiarvotulokset vaihtelevat vuosien välillä suhteellisen paljon. Pidemmällä aikavälillä pitoisuudet ovat pysyneet samalla tasolla eri alueilla 2000-luvun alusta.

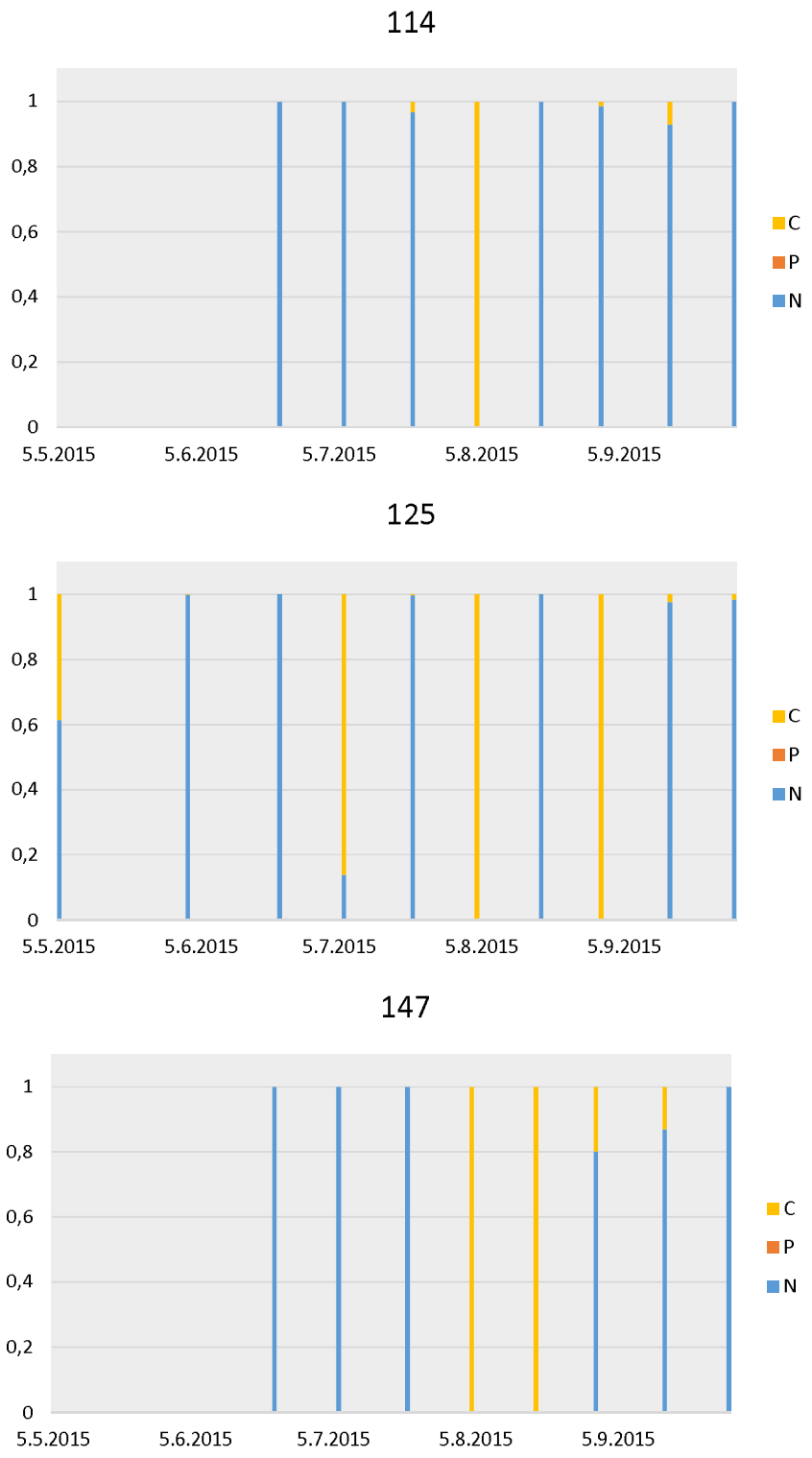


Kuva 5.18. Vanhankaupunginselän (4), Vartiokylänlahden (25) ja Laajalahden (87) heinä-syyskuun *a*-klorofyllipitoisuuksien keskiarvot vuodesta 1999. Vuodesta 1999 vuoteen 2013 saakka tulokset ovat vuosikohtaisia keskiarvotuloksia kokoomanäytteestä. Vuoden 2014 ja 2015 tulokset taas ovat kahden näytteenottosyvyyden vuosikeskiarvojen keskiarvoja.

5.4 Kasviplanktonin ravinnerajoittuneisuus

Kasviplanktonyhteisön ravinnerajoittuneisuutta tarkkailtiin kolmella näyteasemalla, Länsi-Tontulla (114), Katajaluodolla (125) ja Knaperskärillä (147) kesän 2015 aikana. Asemat sijaitsevat Suomenlahden ulkosaariston rannikkovesityypissä ja Porvoo–Helsinki- (114), sekä Helsinki–Porkkala (125 ja 147) -vesimuodostumissa. Katajaluodon asemalla tehtiin kymmenen koesarjaa. Länsi-Tontun ja Knaperskärin asemilla koesarjoja tehtiin kahdeksan. Ensimmäinen koesarja Katajaluodon asemalla toteutettiin 5.5., kevätkukinnan hiipuessa ja ennen kasviplanktonin kesäminimiä (kuvat 5.4 ja 5.10). Kasviplanktonyhteisö koostui tuolloin pääosin piilevistä ja panssarisiimalevistä, mikä on ajankohdalle tyypillistä. Muilla asemilla ensimmäinen koesarja toteutettiin 22.6., kesän kasviplanktonminimin aikaan (kuvat 5.4, 5.5, 5.6 ja 5.10), jolloin laidunnus, muiden tekijöiden ohella, tyypillisesti rajoittaa levien biomassan kertymistä. Kasviplanktonbiomassa koostui pääosin pienistä siimallisista levämuodoista kuten *Pyramimonas sp.*- ja *Pseudopedinella spp*, -sukujen edustajista ja panssarisiimalevistä.

Kasviplanktonyhteisö oli kaikilla asemilla pääosin typen tai typen ja fosforin yhteisesti rajoittamia (kuva 5.19). Rajoitusluokitus vaihteli yksinomaisen typpirajoittuneisuuden ja ensisijaisen yhteisrajoittuneisuuden välillä, riippuen ajankohdasta (taulukko 5.2). Suomenlahden rannikon kasviplanktonyhteisöjen tiedetään yleisesti olevan typen rajoittamia (Kivi ym. 1993, Tamminen ja Andersen 2007), näin voidaan siis myös todeta vuoden 2015 pääkaupunkiseudun ulkosaariston merialueen osalta.



Kuva 5.19. Kasviplanktonin ravinnerajoittuneisuus asemilla 114, 125 ja 147. Tulokset on yhdistetty alkuperäisestä seitsemästä ravinnerajoittuneisuusluokasta kolmeen pääasialliseen rajoittuneisuusluokkaan C: typen ja fosforin yhteisrajoitus, P: fosforirajoittuneisuus ja N: typpirajoittuneisuus. Tulokset ovat 1 000 satunnaisen uusintaotoksen bootstrap-todennäköisyyksiä. Saman kokeen luokittelu on tehty 1 000 kertaa ja näiden luokittelujen pohjalta on laskettu tietyn luokittelun esiintymisen todennäköisyys kyseiselle aineistolle. Mikäli luokittelu saa saman arvon joka kerta, kuten esimerkiksi 22.6.2015 tehtyjen kokeiden tulokset, on luokittelutulos hyvin varma. 5.5.2015 asemalla 125 tehdyn kokeen bootstrap-todennäköisyydet jakaantuvat yhteisrajoittuneisuuden ja typpirajoittuneisuuden välillä n. 0.6 ja 0.4, mikä tarkoittaa, että kumpikin luokittelu on miltei yhtä todennäköinen kyseiselle aineistolle.

Taulukko 5.2. Ravinnerajoittuneisuuskokeiden ravinnerajoittuneisuusluokitus koeasemille 114, 125 ja 147. XN: yksinomainen typen rajoittuneisuus, N1: ensisijainen typen rajoittuneisuus, C1: ensisijainen typen ja fosforin yhteisrajoittuneisuus. Vuonna 2015 ei luokittelussa esiintynyt muita luokkia.

	Asema		
Päivämäärä	114	125	147
5.5.2015		N1	
2.6.2015		XN	
22.6.2015	XN	XN	XN
6.7.2015	N1	C1	N1
21.7.2015	XN	N1	N1
4.8.2015	C1	C1	C1
18.8.2015	N1	XN	C1
31.8.2015	N1	C1	N1
15.9.2015	N1	XN	N1
29.9.2015	N1	XN	XN

Länsi-Tontun aseman kasviplanktonyhteisö oli useammin ensisijaisesti typen rajoittama, mikä tarkoittaa sitä, että pelkän typen lisääminen yhteisölle johtaa pian fosforivajeeseen ja yhteisö tarvitsee kasvaakseen lisää fosforia. Tämä lienee tyypillinen tilanne rehevöityneellä Suomenlahdella alueilla, etenkin ulkosaaristossa ja avomerellä, jossa vesi kerrostuu voimakkaasti ja lisäravinteiden vuo pintakerrokseen ei ole yleinen tapahtuma. Pääosa ravinteista, jotka ylläpitävät levien kasvua ja jakaantumista, ovat peräisin pintakerroksessa kierrätettävästä ravinnevarannosta. Pääasiallinen typpirajoittuneisuus johtuu siitä, että kevätkukinta ei käyttänyt kaikkea fosforiravinnetta pintavedestä, ja siten vesipatsaan kerrostuessa pintaveteen jää jäljelle liuenneessa muodossa olevaa leville käyttökelpoista fosforiravinnetta.

Alueilla, joilla puhdistettujen jätevesien ravinnelisän oletetaan vaikuttavan, voidaan olettaa, että kasviplankton ravinnerajoittuneisuus eroaa alueista, joilla vaikutus on pienempi. Purkualueiden lähistöjen ravinnerajoittuneisuuden voitaisiin jopa olettaa olevan pääosin fosforin rajoittamaa, mikäli puhdistettujen jätevesien typpilisä olisi tarpeeksi suuri. Pääkaupunkiseudun merialueella puhdistettujen jätevesien purkualueet sijaitsevat tässä selvityksessä käytetyn kontrolliasemaan (Länsi-Tonttu) verrattuna huomattavasti matalimmilla alueilla, mikä osaltaan saattaa myös vaikuttaa kasviplanktonyhteisön ravinnedynamiikkaan, etenkin vuosina, jolloin veden kerrostuneisuus on heikkoa. Tällaisessa tilanteessa pintaveteen päätyy runsaasti fosforia pohjavedestä (Vahtera ja Lukkari 2015), joka oletettavasti ylläpitää kasviplanktonyhteisön typpirajoittuneisuutta ulkoisesta typpilisästä huolimatta. Vuosi 2015 oli veden kerrostuneisuuden osalta poikkeuksellisen heikko (katso kappale 4.2 ja Liite 1), eli vesi sekoittui pystysuuntaisesti hyvinkin tehokkaasti ja pohjanläheisen veden ravinnevaroja päätyi pintaveteen normaalivuotta tehokkaammin.

Katajaluodolla ja Knaperskärillä kasviplanktonyhteisöt olivat Länsi-Tonttua useammin yksinomaan typen rajoittamia tai ensisijaisesti typen ja fosforin yhteisesti rajoittamia (taulukko 5.2). Yksinomainen typen rajoittuneisuus viittaa hyvin runsaaseen fosforin saatavuuteen. Tämä rajoittuneisuusluokka oli yleisin tutkimusjakson alku- ja loppupäässä. Liukoista fosforia oli saatavilla pintavesikerroksessa suhteellisen runsaasti vielä kesäkuussa, ja pitoisuudet kasvoivat uudestaan kesäminimin jälkeen jo syyskuussa (kuva 4.1).

Ensisijaisesti typen ja fosforin yhteisesti rajoittamia tapauksia oli enemmän puhdistettujen jätevesien purkualueiden läheisyydessä verrattuna Länsi-Tontun asemaan. Tämä viittaa siihen että kasviplanktonyhteisöön vaikuttavat puhdistettujen jätevesien mukanaan tuomat ravinteet (pääosin typpi), yhteisö on ravinnedynamiikaltaan epävakaampi ja ravinnepulssit aiheuttavat todennäköisesti suuremman biomassavaihtelun ja korkeamman perustuotantokapasiteetin, joka havaitaan näillä alueilla. Jätevesien mukanaan tuoma typpi ajaa yhteisön typen ja fosforin yhteisesti rajoittamaksi, mutta typpilisä ei ole tarpeeksi suuri, suhteessa fosforin saatavuuteen, jotta yhteisö ajautuisi fosforin rajoittamaksi, edes ilmakehän typpeä sitovien sinilevien hallitessa yhteisökoostumusta loppukesästä (kuvat 5.4, 5.5 ja 5.6). Tosin vuonna 2015 sinilevien määrä kasviplanktonyhteisössä ei kasvanut kovin suureksi (korkeintaan n. 50 %).

Alustavissa koesarjoissa, jotka toteutettiin vuonna 2014, Katajaluodon aseman kasviplanktonyhteisö oli yhden koesarjan aikana voimakkaasti fosforin rajoittama. Havainto osui yksiin sinilevien määrän voimakkaan kasvun kanssa (kuva 5.1, 16.7.2014). Vuonna 2014 vesi oli myös selkeästi voimakkaammin kerrostunutta, etenkin loppukesästä. Veden kasvukauden aikaisella keskimääräisellä kerrostuneisuuden voimakkuudella on täten todennäköisesti vaikutusta kasviplanktonyhteisön ravinnerajoittuneisuuden ilmentymiseen alueella. Vuosina, jolloin vesi sekoittuu tehokkaasti, on fosforin satavuus niin suurta, että ulkoinen typpilisäys ei kykene tutkituilla mittakaavoilla ajamaan kasviplanktonyhteisöä fosforirajoittuneisuuteen.

Yhteisön lajikoostumus ja kyky sitoa ilmakehän typpeä vaikuttavat myös ravinnerajoittuneisuuteen. Puhdistettujen jätevesien mukanaan tuomalla typellä on todennäköisesti kuitenkin aluetta välittömästi rehevöittävä vaikutus, mikä johtuu voimakkaasta typen vajeesta alueella suhteessa kasviplanktonin tarpeeseen. Puhdistettujen jätevesien purkualueiden läheisyydessä tavataan toistuvasti kohonneita nitraattitypen pitoisuuksia, jotka ovat peräisin puhdistetuista jätevesistä (katso kappale 4.6).

Viitteet

Andersen, T., Saloranta, T.M. ja Tamminen, T. 2007: A statistical procedure for unsupervised classification of nutrient limitation bioassay experiments with natural phytoplankton communities. Limnol. Oceanogr.: Methods 5: 111–118.

Inkala, A. 2010: Koivusaaren osayleiskaava-alueen virtausmalliselvitys, Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus Oy. 19 s.

Kivi, K., Kaitala, S., Kuosa, H., Kuparinen, J., Leskinen, E., Lignell, R., Marcussen, B. ja Tamminen, T. 1993: Nutrient limitation and grazing control of the Baltic plankton community during annual succession. Limnology and Oceanography 38(5): 893–905.

Kononen, K., Huttunen, M., Hällfors, S. 2003: Development of deep chlorophyll maximum of Heterocapsa triquetra at the entrance to the Gulf of Finland. Limnol.Oceanogr., 48 (2), 2003, 594–607.

Munne, P. ja Autio, L. 2005: Ravinteiden vapautuminen Laajalahden ja Seurasaarenselän sedimentistä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2/2005. 41 s.

Olli, K., Heiskanen, A-S., Seppälä, J. 1996: Development and fate of Eutreptiella gymnastica bloom in nutrient-enriched enclosures in the costal Baltic Sea. Journal of Plankton Research Vol. 18 no 9, 1996, 1587–1604.

Pesonen, L. 1988 (toim): Helsingin ja Espoon edustan merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1970–1986. Tutkimustoimiston tiedonantoja 17, Helsinki 1988, 264 s.

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., Lukkari, K. 2015: Pääkaupunkiseudun merenpohjien tila ja fosforin sisäinen kuormitus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2015.

Jari-Pekka Pääkkönen

6 Eläinplankton

6.1 Johdanto

Pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailussa eläinplanktonseurantaan kuuluu kolme asemaa, joilta ohjelman mukaan haetaan näytteitä maalis-lokakuun aikana. Tämän raportin tarkoituksena on tarkastella vuosien 2014–2015 eläinplanktontuloksia ja vertailla niitä alueelle kohdistuvaan kuormitukseen, sekä yhteistarkkailun muissa osakokonaisuuksissa havaittuihin tuloksiin.

Eläinplanktonlajiston ja -biomassan seuranta on ollut aiemmin osa Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusten seurantaa. Helsingin edustan merialueen eläinplanktonseuranta on aloitettu jo 1960-luvulla, ja tuloksia on julkaistu velvoitetarkkailuraporteissa sekä pitkän aikavälin seurantaraporteissa. Alueen eläinplanktonista on tehty myös erillisselvityksiä, joissa on tutkittu muun muassa lajisto- ja biomassamuutoksia sekä niihin vaikuttavia ympäristötekijöitä (mm. Pellikka ja Viljamaa 1998).

6.2 Aineisto ja menetelmät

Pääkaupunkiseudun merialueelta otettiin vuosittain eläinplanktonnäytteitä kolmelta ulkosaaristoon sijoittuvalta havaintopaikalta (taulukko 6.1, kuva 2.1). Näytteet otettiin WP-2-sulkuhaavilla (100 µm) 1 m pohjan yläpuolelta pintaan ulottuvana haavivetona. Haavin läpi virtaavan veden määrä arvioitiin haavin suuaukkoon kiinnitetyllä Tsurumi-Seiki-virtausmittarilla. Näytteet säilöttiin 37 % neutraloidulla formaliinilla (lopullinen konsentraatio 4 %).

Taulukko 6.1. Eläinplanktonseurannan havaintopaikat, niiden tunnistenumero, kokonaissyvyys (m), sijaintikoordinaatit, sekä näytteiden määrä eri vuosina.

Havaintopaikka	Nro	Syvyys	Koordinaatit (WGS-84)		Näytemäärä	
			Lat	Lon	2014	2015
Länsi-Tonttu*	114	47	60.08236	25.12483	12	10
Katajaluoto*	125	28	60.09872	24.88555	10	10
Knaperskär	147	27	60.08106	24.73821	12	10

Eläinplanktonäytteiden lajimäärityksestä ja laskennasta vastasi Tmi Zwerver. Näytteen jakaminen erikokoisiin osanäytteisiin tehtiin suuriaukkoisella pipetillä, menetelmällä, joka perustuu McCallumin (1979) tekemille havainnoille näytteenoton tarkkuudesta ja Tmi Zwerverin suorittamista menetelmän toistettavuustesteistä. Siivilään jääneeseen näytteeseen lisättiin muutama kymmenen millilitraa tavallista vettä. Näytteen paino punnittiin tässä vaiheessa 0,01 mg:n tarkkuudella. Tämän jälkeen näyte jaettiin laskennalle sopiviin osanäytteisiin suoraan laskentakyvettiin pipetillä. Osanäytteitä tutkittiin yleensä näytettä kohden useampia. Pipetoidun näytteen paino suhteutettiin koko litramäärään, jolloin saatiin tietää lasketun näyteosion edustama alkuperäinen näytemäärä.

Näyte tutkittiin valomikroskooppia käyttäen, kirkaskenttäoptiikalla. Ensiksi tarkastettiin näytteen tasainen jakautuminen kyvetin pohjalle pienellä (37,5x) suurennuksella, jonka jälkeen lajit määritetiin käyttäen 62,5- ja 125-kertaista suurennusta. Tarvittaessa käytettiin 312,5-kertaista suurennusta. Kyvetistä laskettiin aina joko puolet tai koko kyvetin pinta-ala.

Näytteestä laskettiin ja määritettiin mikroplankton (0,02–0,2 mm = lähinnä alkueläimet ja pienemmät rataseläimet) ja mesozooplankton (0,2–20 mm = suuremmat rataseläimet, vesikirput ja hankajalkaiset) ja näihin kokoluokkiin kuuluva meroplankton (lähinnä simpukan ja merirokon toukkavaiheet; ryhmä muut). Määritykset pyrittiin viemään lajitasolle. Tuloksia tarkasteltiin yksilömäärinä (yks/m^3) sekä biomassana (µg C/m^3). Tilastolliseen analyysiin asemien ja vuosien välillä käytettiin ei-parametrisia testejä.

6.3 Tulokset ja niiden tarkastelua

Vuosien sisällä ei asemien välillä havaittu eroa eri eläinplanktonryhmien tai kokonaiseläinplanktonin biomassassa tai yksilölukumäärissä (Kruskal-Wallis ANOVA; $p>0,05$). Tulosten perusteella asemat voitiin yhdistää vuositasolla yhdeksi aineistoksi ja tarkastella aineistossa olevia eroja vuosien välillä.

Vuosien välillä oli tilastollisesti merkittävä eroa etenkin hankajalkaisten, vesikirppujen määrissä sekä kokonaisbiomassassa että yksilömäärissä (Liite 1; Kolmogorov-Smirnov-testi; $p<0,05$). Vuonna 2015 eläinplanktonin määrä sekä yksilömääriä että biomassaa tarkasteltaessa oli merkittävästi pienempi kuin vuonna 2014 (K-S testi, $p<0,05$; kuva 6.1).

6.3.1 Eläinplanktonin yksilömäärät ja biomassa

Vuositasolla ei havaittu eroa asemien välillä tutkittujen eläinplanktonryhmien yksilömäärien tai biomassan välillä. Vaikka eläinplanktonin tai kokonaismäärässä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa asemien välillä, niin kesäkaudella suurimmat yksilömäärät ja biomassat havaittiin kuitenkin jäteveden purkupaikoilla sijaitsevilla näyteasemilla. (asemat 125 ja 147; kuva 6.2).

Vuosien välisessä tarkastelussa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero etenkin hankajalkaisten ja vesikirppujen määrissä. Vuonna 2015 kyseisten eläinplanktonryhmien määrä oli pienempi kuin edellisenä vuonna. Sen sijaan rataseläinten määrässä ei ollut vuosien välillä eroa. Vuonna 2015 alkueläinten biomassa oli vuositasolla sama, mutta yksilömäärä pienempi kuin vuonna 2014.

Eläinplanktonaineistossa havaittu vuosien välinen runsausvaihtelu noudattaa melko hyvin samoilta asemilta kerätyn kasviplanktonin runsausvaihtelua (kappale 5) sekä sen perustuotantokykymittausten tuloksia. Vuosien 2014 ja 2015 välillä oli myös kesäkuukausina selvä lajistokoostumusero kasviplanktonyhteisössä, joka on saattanut vaikuttaa eläinplanktonyhteisön koostumukseen. Vuonna 2014 syanobakteereja esiintyi vuotta 2015 runsaammin, myös *Mesodinium rubrum* -laji oli runsaampi vuonna 2014, mikä aiheutti kasviplanktonin tyypillisen kesäminimin puuttumisen sinä vuonna.

6.3.2 Vuodenaikainen lajisto

Eläinplanktonyhteisön vuodenaikaissukkessio oli samankaltainen kaikilla havaintopaikoilla (kuva 3). Rataseläinten biomassamaksimi (*Synchaeta*- ja *Keratella*-suvut) ajoittui selvästi kevääseen, jolloin levien kevätkukinta oli vielä meneillään. Rataseläinten määrät olivat keski- ja loppukesästä varsin pieniä.

Vuonna 2014 eläinplanktonaineistossa yksilömäärät saavuttivat huippunsa kesäkuun alussa, jolloin eläinplanktonissa runsaina esiintyi *Sychaeta*-suvun rataseläimiä. Heinäkuun alkuun mennessä rataseläinten määrä väheni ja lukumääräisesti runsaiten eläinplanktonissa esiintyi *Eurytemora affinis* -hankajalkaisia, sekä myöhemmin heinäkuussa runsastuivat *Bosmina longispina* -vesikirppujen yksilömäärät.

Vesikirppujen biomassamaksimi ajoittui heinä–elokuulle, jolloin pintaveden lämpötila oli korkeimmillaan ja vesirunko kerrostunut. Keväällä ja syksyllä määrät olivat vähäisiä. Vesikirppujen esiintymishuippu oli tyypillisesti lyhyt kaikilla havaintopaikoilla. Suvuttomasti lisääntyvät rataseläimet ja vesikirput tuottavat lyhyessä ajassa korkeita populaatiotiheyksiä ja pystyvät siten hyödyntämään tehokkaasti kasvulle suotuisia oloja (esim. Viitasalo 1994). Epäsuotuisissa oloissa ne tuottavat lepomunia, jotka talvehtivat sedimentissä.

Syksyä kohden aineistossa runsastuvat etenkin *Pleopsis polyphemoides* - ja *Evadne nordmannii* -vesikirput, jotka ovat petoja. Niiden ravinto koostuu pääosin rataseläimistä, hankajalkaisten naupliustoukista sekä kopepodiiteista ja muista pienistä eläinplanktoneista.

Hankajalkaisten määrät runsastuvat rataseläimiin ja vesikirppuihin verrattuna hitaammin niiden pidemmän elinkierron vuoksi (esim. Katajisto ym. 1998). Esiintymishuippu saavuttiin usein vasta kasviplanktonin kevätkukinnan loputtua ja biomassat pysyvät suhteellisen korkeina läpi kesän (Viitasalo 1994). Pääasiassa *Acartia*-suvusta sekä *Eurytemora affinis* -hankajalkaisista koostunut biomassahuippu saavutettiin kesä–elokuussa.

Länsi-Tontun näyteasemalla (114) esiintyi poikkeuksellisen runsaasti vuoden 2014 aineistossa huhti-marraskuussa (pl. lokakuun näyte) *Pseudocalanus elongatus* -hankajalkaista (korkeimmillaan 427 yks/m3, heinäkuu). *P. elongatus* suosii suolaisempaa vettä ja lajin yksilömäärät ovat yleensä olleet alhaisia (muutamia–kymmeniä yksilöitä) pääkaupunkiseudun edustan merialueella. P. elongatusta pidetään yleisesti yhtenä Itämeren avomerialueen avainlajina, joka on tärkeää ravintoa mm. silakalle ja kilohailille. Asemalla 125 P. elongatusta havaittiin vain huhtikuun näytteessä (227 yks/m^3), eikä lajia havaittu lainkaan asemalla 147.

Vuonna 2015 eläinplanktonin määrä oli kaikilla tutkituilla asemilla selvästi alhaisempi kuin edellisenä vuonna. Kesäkuussa havaittiin tavanomaiseen tapaan levien kevätkukinnan jälkeinen rataseläinten maksimi (*Synchaeta baltica* sekä *Sychaeta sp.*), mutta muut eläinplanktonryhmät alkoivat runsastua poikkeuksellisen myöhään, vasta loppukesästä/alkusyksystä (hankajalkaiset *Eurytemora affinis* -, *Acartia* sp. -, sekä *Pleopsis polyphenoides* - vesikirput). Edellisvuodesta poiketen *P. elongatus* -hankajalkaista ei havaittu lainkaan Länsi-Tontun näytepisteellä. Katajaluodon (125) näytepisteellä lajia havaittiin kerran huhtikuussa (7 yks/m^3) ja Knaperskärissä (147) vain kerran kesäkuussa (14 yks/m^3) ja heinäkuussa (30 yks/m^3).

Hankajalkaisten ja vesikirppujen määrien maksimit ovat todennäköisesti sijoittuneet elokuun lopussa 2015 otettujen näytteiden jälkeiseen aikaan.

Vuonna 2015 alkukesä oli viileä ja merivesi lämpeni vasta loppukesällä, jolloin vesikirppujen ja hankajalkaisten määrät kääntyivät kasvuun. Havaittu ero vuosien välillä johtuneekin siten eroista kesäajan säässä.

Muu eläinplankton koostui molempina vuosina kaikilla asemilla lähinnä simpukoiden (*Lamellibranchiata* sp.) eri kotiloiden (*Gastropoda* sp), sekä merirokon (*Balanus improvisus*) toukkavaiheista.

6.4 Yhteenveto

Vuositason tarkastelussa ei eri asemien välillä havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa eläinplanktonin määrissä, joten vuosina 2014–2015 jätevesien purkupaikkoina toimivien näytepisteiden (125 ja 147) eläinplanktonin määrä ei poikennut verrokkina toimivasta alueesta (114).

Vuodenaikaistarkastelussa kuitenkin asemilla 125 ja 147 havaittiin korkeammat eläinplanktonin määrät kuin asemalla 114, vaikka ero ei vaikuttanut vuositason määriin.

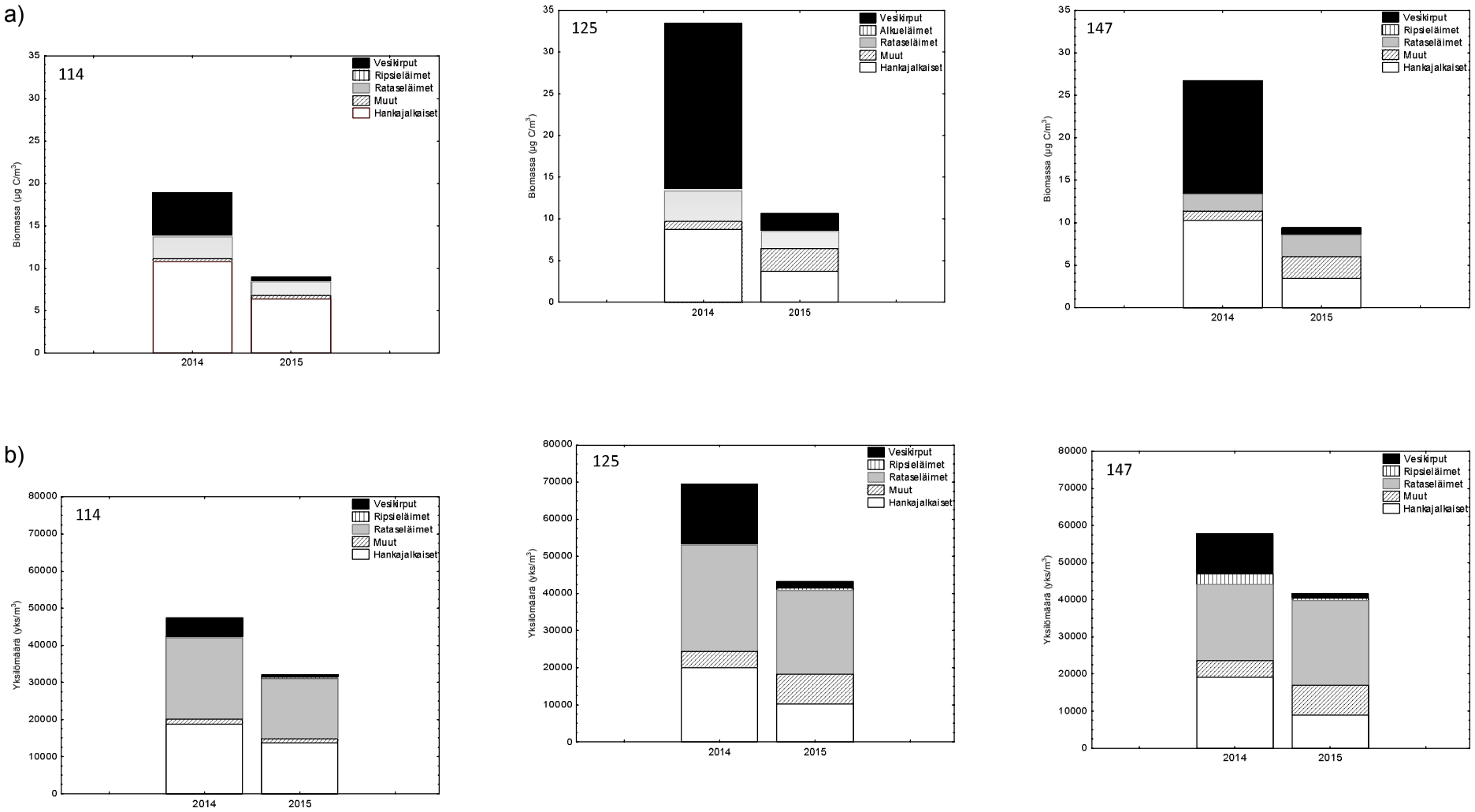
Vuonna 2015 havaittiin selvästi alhaisempia eläinplanktonin määriä kuin edellisenä vuonna, mutta tuolloinkaan ei asemien välillä ollut eroa eläinplanktonin tuotannossa. Vuosien välinen ero johtui todennäköisesti vuoden 2015 viileämmästä alkukesästä.

Viitteet

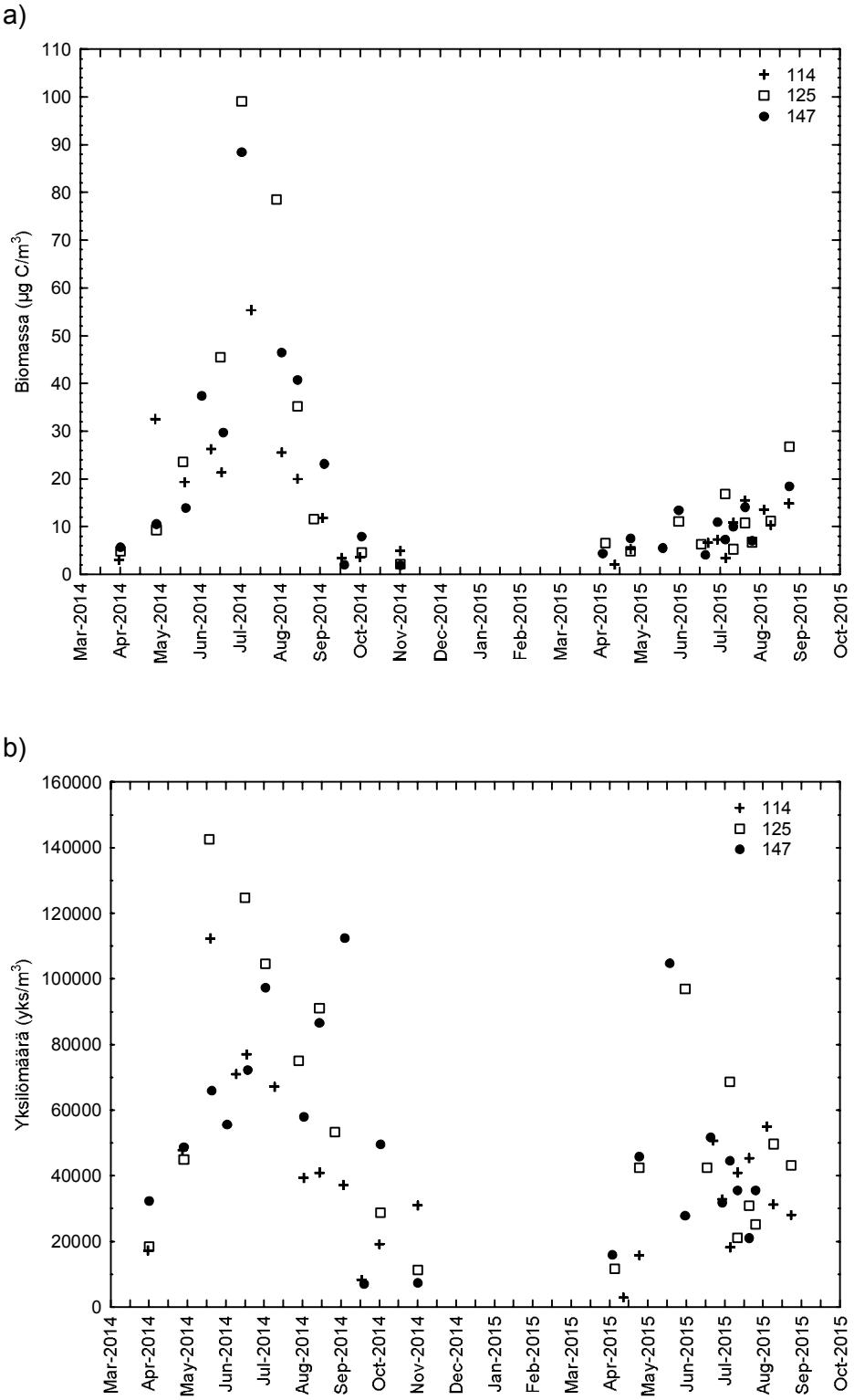
Katajisto, T., Viitasalo, M. ja Koski, M. 1998: Seasonal occurrence and hatching of calanoid eggs in sediments of the northern Baltic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 163: 133–143.

Pellikka, K. ja Viljamaa, H. 1998: Eläinplankton Helsingin merialueella 1969–1996. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/98. 48 s.

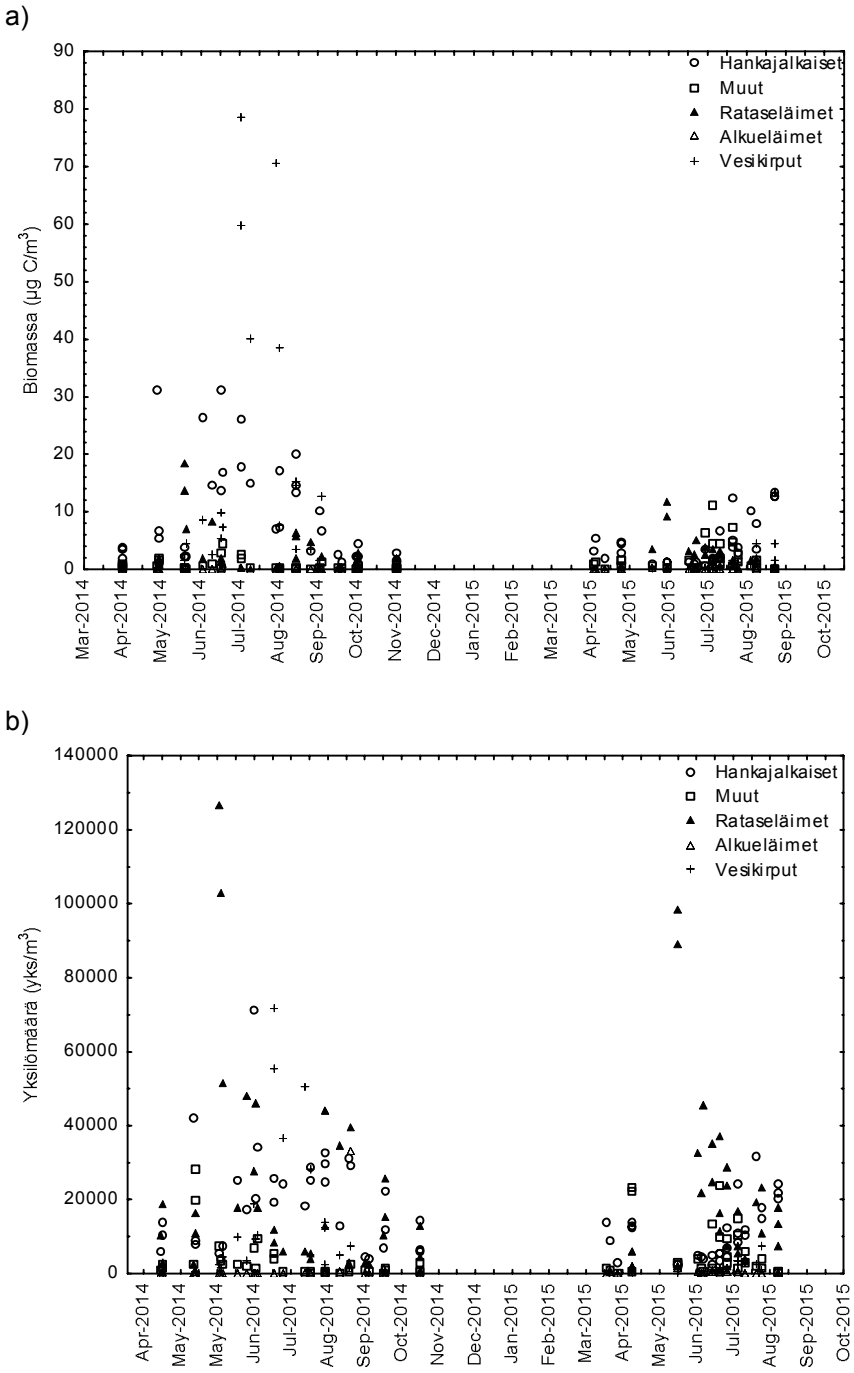
Viitasalo, M. 1994: Seasonal succession and long-term changes of mesozooplankton in the northern Baltic Sea. Finn. Mar. Res. 283: 3–39.



Kuva 6.1. Asemilla 114, 125 ja 147 vuosina 2014–2015 havaittujen eri eläinplanktonryhmien keskimääräinen a) kokonaisbiomassa (µg C/m³) ja b) – yksilömäärä (yks/m³), sekä eläinplanktonryhmien osuudet kokonaismääristä.



Kuva 6.2. Eläinplanktonin havaittu a) kokonaisbiomassa (µg C/m³) ja b) –yksilömäärä (yks/m³) eri näytepisteillä vuosina 2014–2015.



Kuva 6.3. Eri eläinplanktonryhmien havaittu a) kokonaisbiomassa (µg C/m³) ja b) – yksilömäärä (yks/m³) eri näytepisteillä vuosina 2014–2015.

Liite 1.

a) vuosien välinen yksilömäärä

	Max. Neg. Difference	Max. Pos. Difference	p-value	Mean 2014	Mean 2015	Std. dev 2014	Std. dev 2015	Valid N 2014	Valid N 2015
Hankajalkaiset	0,000000	0,349020	p < .05	19227,76	10912,58	13942,65	7664,11	34	30
Muut	-0,264706	0,033333	p > .10	3363,44	5743,15	5781,27	7116,64	34	30
Rataseläimet	-0,090196	0,135294	p > .10	23398,68	20546,73	27930,95	23250,01	34	30
Alkueläimet	-0,356863	0,029412	p < .05	1175,00	491,69	5639,43	586,67	34	30
Vesikirput	-0,088235	0,406694	p < .025	10395,59	1280,28	17721,00	1632,74	34	29
Kokonaismäärä	-0,084314	0,370588	p < .05	57560,47	38931,76	35952,26	22186,07	34	30

b) vuosien välinen biomassa

	Max. Neg. Difference	Max. Pos. Difference	p-value	Mean 2014	Mean 2015	Std. dev 2014	Std. dev 2015	Valid N 2014	Valid N 2015
Hankajalkaiset	0,000000	0,382353	p < .025	9,99775	4,160801	9,01397	3,626692	34	30
Muut	-0,354902	0,000000	p < .05	0,78530	1,994138	1,01098	2,547722	34	30
Rataseläimet	-0,131373	0,109804	p > .10	2,67764	2,137701	4,02717	2,685944	34	30
Alkueläimet	-0,062222	0,223704	p > .10	0,00644	0,014784	0,02810	0,073410	25	27
Vesikirput	-0,062500	0,524784	p < .001	12,23846	1,084853	21,26866	2,508482	32	29
Kokonaismäärä	-0,113725	0,496078	p < .001	24,98399	9,354637	25,01403	5,100928	34	30

Marjut Räsänen ja Emil Vahtera

7 Pohjaeläimet

7.1 Johdanto

Pohjaeläimet ovat hyviä ympäristön indikaattoreita. Ne ovat suhteellisen paikallaan pysyviä, pitkäikäisiä ja ilmentävät hyvin pidemmän aikavälin muutoksia.

Helsingin ja Espoon merialueiden pohjaeläimistön seuranta on sisältynyt 1960-luvulta lähtien Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailuseurantaan. Tulokset on raportoitu vuosiraporteissa sekä pidemmän aikavälin seurantaraporteissa. Aineiston pohjalta on tehty myös erillisiä julkaisuja (mm. Laine ym. 2003). Tätä velvoitetarkkailuseurantaa on toteutettu uuden yhteistarkkailuohjelman mukaisesti vuodesta 2014 lähtien. Tässä raportissa keskitytään vuosiin 2014 ja 2015. Tuloksia verrataan myös aikaisempiin vuosiin ja samalla arvioidaan, onko seurattavilla kuormituslähteillä ollut vaikutusta pohjaeläinmäärissä ja lajistossa tapahtuneisiin muutoksiin.

7.2 Aineisto ja menetelmät

Vuonna 2014 sekä 2015 pohjaeläinnäytteet otettiin syys-marraskuun aikana kahdeltatoista yhteistarkkailuohjelman mukaiselta havaintopaikalta (taulukko 7.1, kuva 2.1). Tarkastelussa ovat mukana myös Laajalahden, Porsaan ja Vartiokylänlahden pohjaeläintulokset vuodelta 2014, jotka ovat ympäristökeskuksen omaa lahtialueiden pohjaeläinseurantaa. Stora Mickelskärenin (123), Knaperskärin (147P), Kytön väylän (57) ja Katajaluodon kaksi pohjaeläinhavaintopaikkaa (125P ja 1259) kuuluvat Helsinki–Porkkalan-rannikkovesimuodostumaan. Itäinen ulkosaaristo (1142) ja Pentarn (166) kuuluvat Porvoo–Helsinki-vesimuodostumaan, Musta Hevonen (181) Sipoon saariston rannikkovesimuodostumaan, Vartiokylänlahti Villingin rannikkovesimuodostumaan, Vanhankaupunginselkä (4) Kruunuvuorenselän vesimuodostumaan, Laajalahti (87) ja Porsas (94) Seurasaaren vesimuodostumaan, Ryssjeholmsfjärden (1171) Suvisaaristo–Lauttasaari-vesimuodostumaan ja Espoonlahti (118) Espoonlahden rannikkovesimuodostumaan

Taulukko 7.1. Yhteistarkkailun pohjaeläinseurannan havaintopaikat vuosina 2014 ja 2015. Kolme punaisella merkittyä havaintopaikkaa ovat ympäristökeskuksen oman seurannan havaintopaikkoja.

Havaintopaikka	Nro	Koordinaatit (WGS-84)		syvyys (m)	Pohjan tyyppi
		lat	lon		
Vanhan-kaupunginselkä	4	60.19267	24.98976	2,5	Lieju
Kytön väylä	57	60.08005	24.78031	31	Savi
Itäinen ulkosaaristo	1142	60.12516	25.09345	30	Savi, sora, hiekka
Ryssjeholms-fjärden	1171	60.14557	24.7206	3	Lieju
Espoonlahti	118	60.16294	24.58931	13	Kasvinjäte, lieju
Stora Mickelskären	123	60.02849	24.60473	27	Lieju, savi
Katajaluoto	125	60.09872	24.88555	28	Savi
Katajaluoto	1259	60.0885	24.89435	29	Savi, sora
Knaperskär	147	60.08106	24.73821	27	Savi
Pentarn	166	60.11659	25.25354	48	Sulfidilieju
Musta Hevonen	181	60.1847	25.26701	14	Sulfidilieju
Björköfjärden	189	60.12389	24.65284	6	Lieju
Laajalahti	87	60.19275	24.84524	4	Lieju
Porsas	94	60.1745	24.88591	9	Lieju
Vartiokylänlahti	25	60.19311	25.08503	5	Lieju

Näytteenottimena pehmeillä pohjilla käytettiin Ekman-Birge-tyyppistä pohjanoudinta (pinta-ala 303 cm^2), jolla otettiin viisi rinnakkaisnäytettä yhtä havaintopaikkaa kohti. Näytteet seulottiin vesijohtovedellä 0,5 mm teräsverkkoseulan läpi. Kovemmilla pohjilla käytettiin van Veen -tyyppistä pohjanoudinta (pinta-ala 1 111 cm^2), jolla otettiin kolme osanäytettä kultakin havaintopaikalta. Kovien pohjien näytteet seulottiin heti näytteenoton jälkeen vesijohtovedellä kahden teräsverkkoseulan läpi (1,0 ja 0,5 mm).

Jokaisen noston eri seuloissa olleet osanäytteet säilöttiin erilliseen astiaan, Bengalrosalla värjättyyn noin 94 % etanoliin. Eläimet eroteltiin muusta seulontajätteestä laboratoriossa stereomikroskoopin avulla vähintään kuusinkertaista suurennosta käyttäen.

Eläimet nypittiin ja määritettiin pääasiassa lajitasolle, mutta harvasukasmatojen (Oligochaeta) ja surviaissääskien (Chironomidae) toukat määritettiin ryhmätasolle. Leväkatkat (*Gammarus* spp.) ja *Marenzelleria*-liejuputkimadot (*Marenzelleria* spp.) määritettiin sukutasolle. Sukkulamatoja (Nematoda) ja levärupea (*Electra crustulenta*) ei laskettu yksilömääriin tai biomassaan, mutta niiden esiintyminen huomioitiin. Raakkuäyriäiset (Ostracoda) poimittiin ja niiden lukumäärä laskettiin, mutta niitä ei punnittu. Kannattaa huomioida, ettei raakkuäiriäisiä ole laskettu ollenkaan ennen vuotta 2006 olevista näytteistä.

Poimittuja näytteitä säilytettiin vähintään kuukausi etanolissa ennen niiden punnitsemista. Ennen punnitusta eläimiä liotettiin hetki vedessä, jonka jälkeen ne ”kuivattiin” imupaperin päällä. Jokainen laji/ryhmä punnittiin erikseen kaikista nostoista.

Liejusimpukat (*Macoma baltica*) jaettiin 1 mm:n tarkkuudella kokoluokkiin ja biomassa määritettiin koon perusteella. Taustatietona käytettiin ympäristökeskuksessa vuosien 1990–1995 aineistosta tehtyä kokoluokkien painokerroinselvitystä.

Tulokset siirrettiin, kuten aikaisempinakin vuosina, käsittelyä ja säilytystä varten Helsingin ympäristökeskuksen Microsoft Access -pohjaiseen tietokantasovellukseen.

7.3 Tulokset

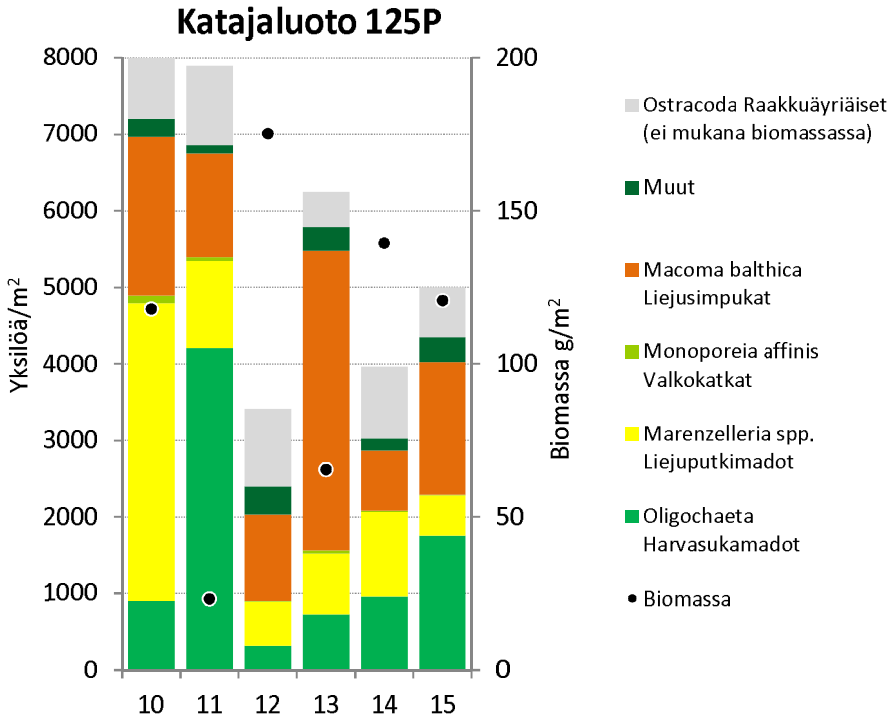
7.3.1 Helsinki-Porkkala vesimuodostuma

Helsinki–Porkkala-vesimuodostumaan sijoittuvat yhteistarkkailun puitteissa tarkkailtavista toimista Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamon purkualueet, Espoon teknisen keskuksen läjitysalue sekä Fortum Power and Heat Oy:n merilauhdevesien purkualue. Katajaluodon havaintopaikat (125P ja 1259) ovat havaintopaikoista lähimpänä Viikinmäen jätevesitunnelin purkupaikkaa. Alueen pohja on liejua ja savea. Vuonna 2015 havaintopaikalla 1259 havaittiin sedimentin sisässä myös öljyraitoja. Kaikki pohjaeläintulokset kaikilta havaintopaikoilta on esitetty pohjaeläinosion lopussa taulukossa 7.3.

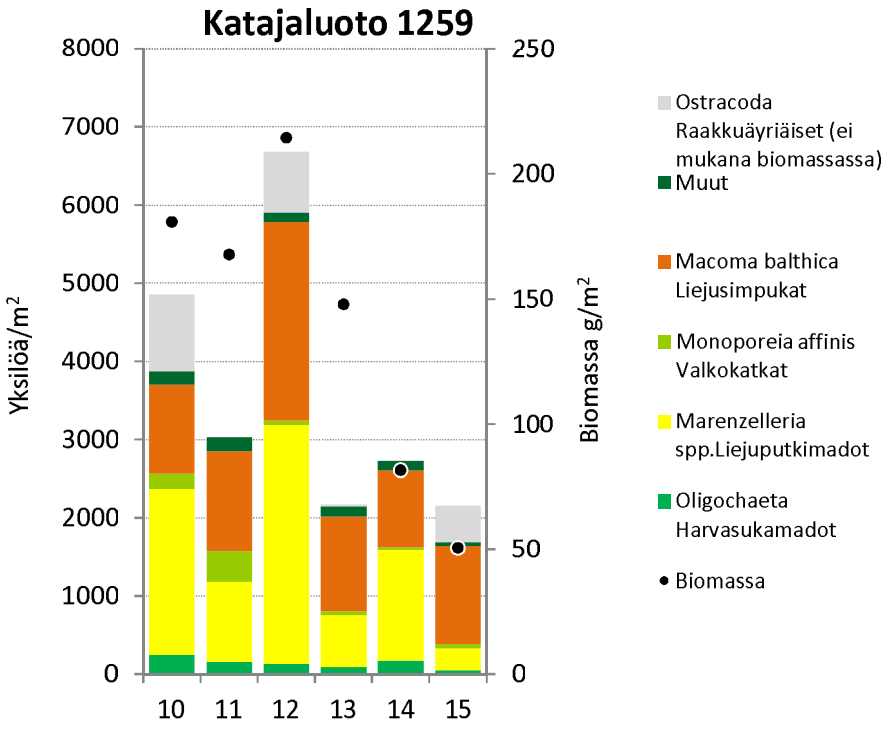
1970- ja 1980-lukujen vaihteessa näillä näytepisteillä havaittiin lähinnä valkokatkojen, liejusimpukoiden ja harvasukasmatojen suuria yksilötiheyksiä. Valkokatkojen vähennyttyä 1980-luvun lopulta lähtien vallitsivat, varsinkin alueella 125P, liejusimpukat ja harvasukasmadot. Samansuuntaisia muutoksia on havaittu myös muualla Suomenlahdella, ja yhdeksi syyksi arvioidaan pohjanläheisen veden lämpötilan nousua (Rousi ym. 2013). Vieraslajina tunnettu liejuputkimato, *Marenzelleria* spp., lisääntyi alueella vuosina 2007–2010 ja kasvatti kokonaisyksilömääriä selvästi.

Liejusimpukat ja harvasukamadot olivat yhä alueella 125P vallitsevia, mutta hieman syvemmällä (1259) alueella liejusimpukoiden ohella runsaimpana lajina oli vieläkin *Marenzelleria* spp.-liejuputkimato (kuva 7.1 ja 7.2). *Marenzelleria*-liejuputkimadon vähennyttyä viime vuosien aikana myös kokonaisyksilömäärät vähentyivät. Valkokatkaa tavattiin alueella vieläkin säännöllisesti, joskin yksilölukumäärät olivat vaatimattomia. Lajilukumäärä oli alueella suhteellisen suuri eli vaihteli viimeisimpien vuosien aikana 9–13 lajin välillä.

Kytön väylän (57) ja Knaperskärin (147) havaintopaikat ovat lähimpänä Suomenojan jätevedenpuhdistamon purkualueita. Alueen sedimentti on savea ja mukana on myös soraaluetta. Kytön väylän alue on liejua, ja näytteenoton yhteydessä havaittiin myös sulfidiliejun hajua, mikä ilmentää huonoja happiolosuhteita.

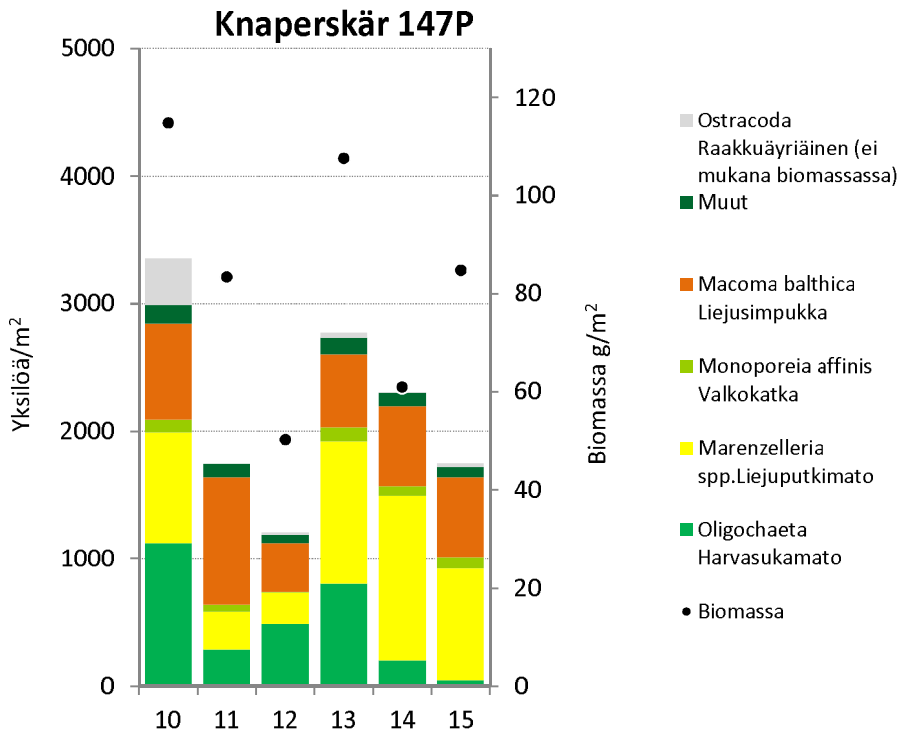


Kuva 7.1. Katajaluodon (125P) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.



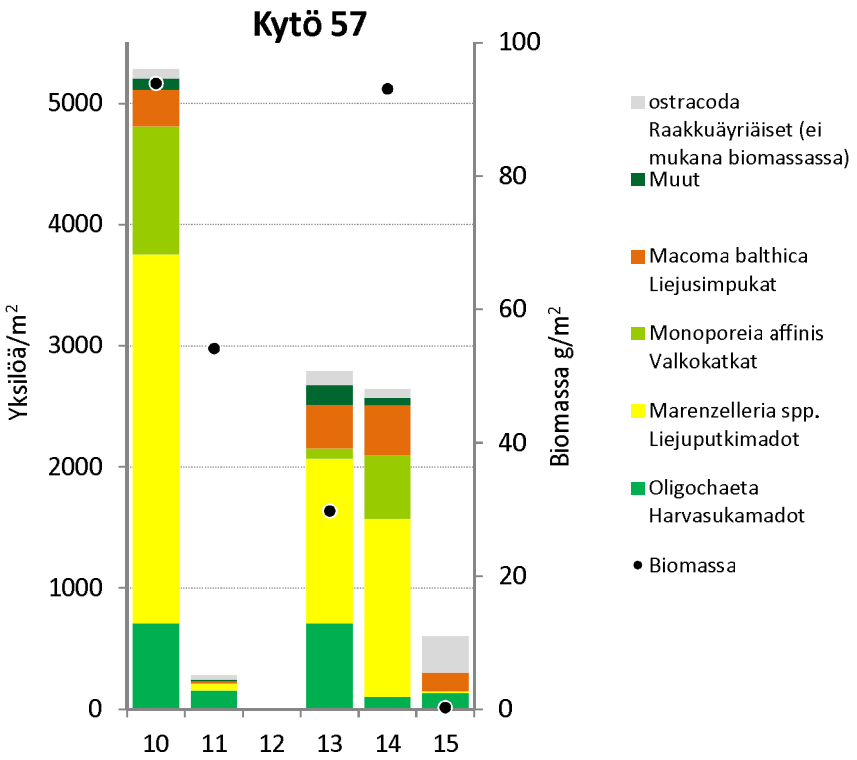
Kuva 7.2. Katajaluodon (1259) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

Knaperskärin alueen lajistokehitys muistuttaa Katajaluodon vastaavaa. Alue oli myös tyypillisesti 1970- ja 1980-luvulla liejusimpukan ja valkokatkan dominoimaa aluetta, Tämän jälkeen kuitenkin harvasukamatojen osuus lajistossa kasvoi, mikä vaikuttaa olevan laajempi ilmiö Suomenlahdella (esim. Rousi ym. 2013). Kokonaisyksilölukumäärät pysyivät suhteellisen vaatimattomina 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alkupuolella. *Marenzelleria*-liejuputkimato kasvatti yksilölukumäärää vuodesta 2007 vuoteen 2010, minkä jälkeen yksilölukumäärät taas pienenivät. Kahden viimeisen vuoden aikana *Marenzelleria* spp. on ollut yksilömääriltään alueen runsain laji (kuva 7.3). Harvasukamatojen osuus yksilölajimääristä on pienentynyt. Kytön väylän alue hieman Knaperskäriä syvempänä alueena on kärsinyt (esim. vuosina 2011 ja 2015) happiongelmista. Tämä on johtanut pohjaeläinten yksilölukumäärien vähenemiseen (kuva 7.4).

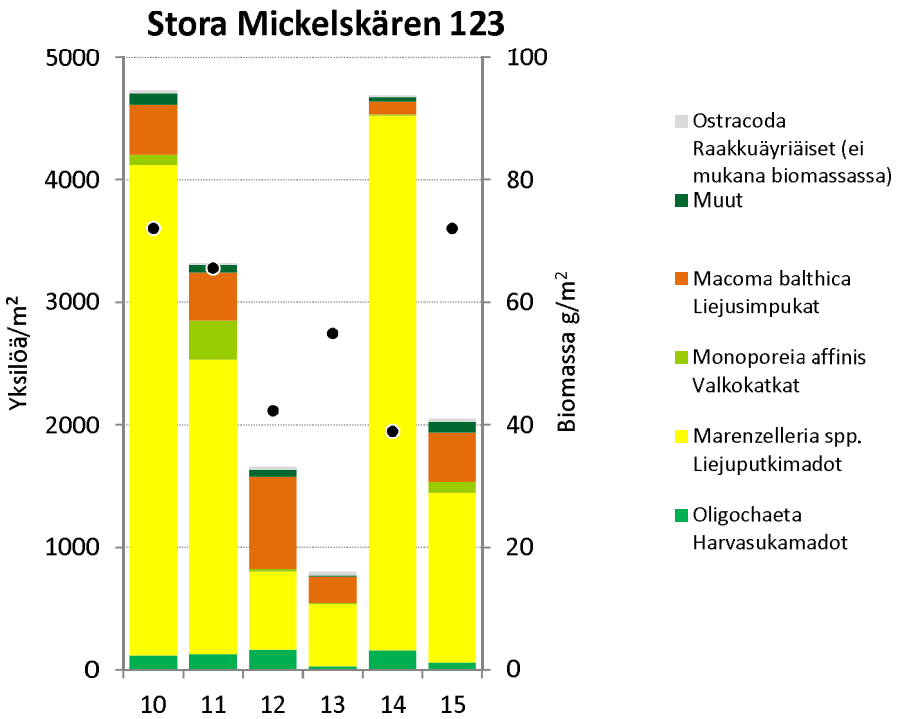


Kuva 7.3. Knaperskärin (147P) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

Helsinki–Porkkala-vesimuodostumassa sijaitseva Stora Mickelskärenin (123) alue oli tarkkailualueen läntisin havaintopaikka. Ensimmäiset pohjaeläintulokset alueelta olivat vuodelta 2000, jolloin yksilölukumäärät jäivät suhteellisen pieniksi (alle 1 000 yksilöä/m2) ja lajisto koostui lähinnä liejusimpukoista. *Marenzelleria*-liejuputkimato asettui alueelle menestyksekkäästi 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Vuonna 2009 lajin yksilölukumäärät olivat jopa yli 6 200 yksilöä/m^2. Tämän jälkeen liejuputkimadon yksilölukumäärät ovat vähentyneet. Liejuputkimato oli vuosina 2014 ja 2015 yhä kuitenkin alueella runsain laji (kuva 7.5). Liejusimpukka esiintyi alueella liejuputkimatoa harvalukuisempana.



Kuva 7.4. Kytön (57) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010, 2011, 2013, 2014 ja 2015. Vuonna 2012 Kytön havaintopaikalta ei saatu näytettä.

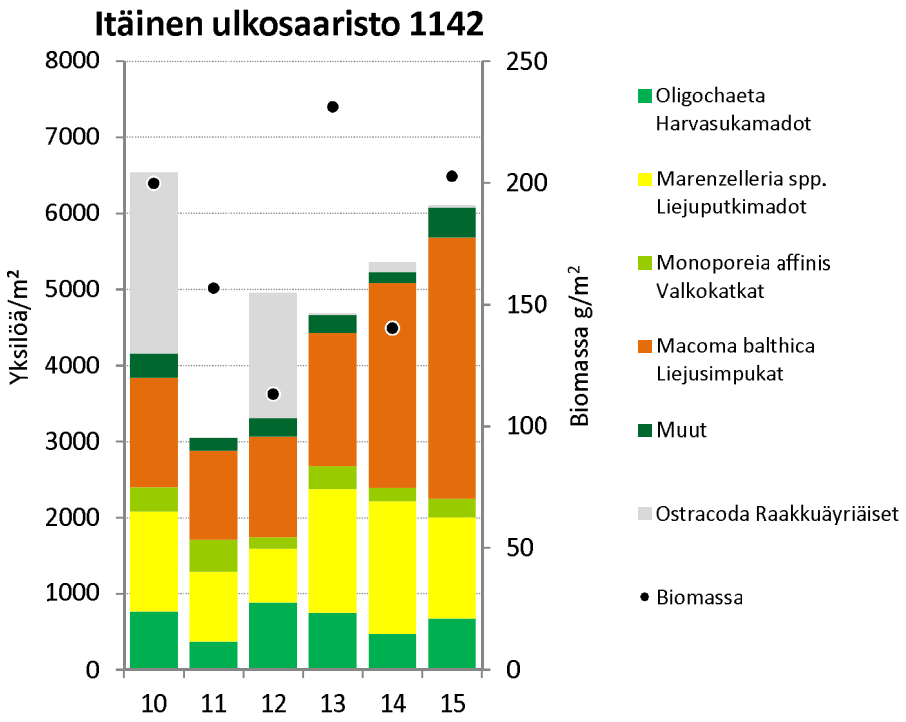


Kuva 7.5. Stora Mickelskärenin (123) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

7.3.2 Porvoo–Helsinki-vesimuodostuma

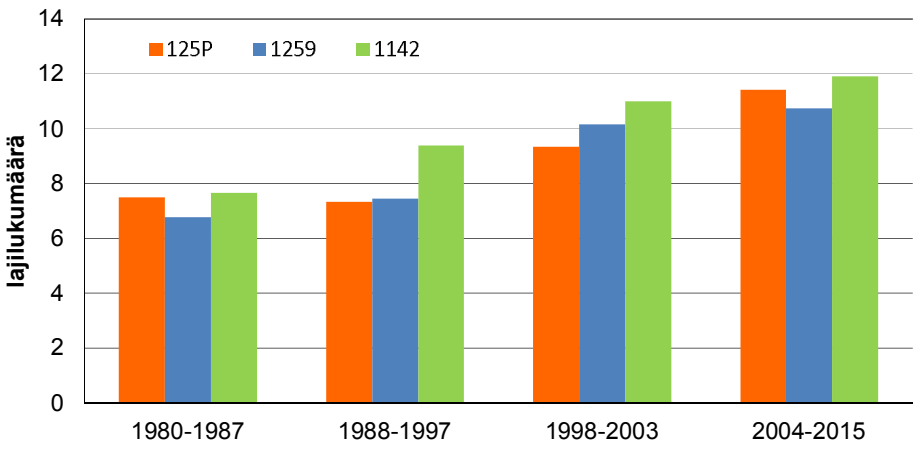
Porvoo-Helsinki-vesimuodostumaan sijoittuu yhteistarkkailun puitteissa tarkkailtavista toimista Helsingin sataman Mustakuvun läjitysalue. Pohjaeläihavaintopaikoista alueelle sijoittuu Itäisen saaristoalueen havaintoasema 1142 ja Pentarn 166.

Länsi-Tontun 114 ja Itäisen saaristoalueen 1142 havaintoasemat ovat perinteisesti olleet jätevesien velvoitetarkkailun vertailualuetta Katajaluodon ja Knaperskärin tuloksille. Pohjaeläinlajisto tällä alueella muistuttaa yleisesti Katajaluodon ja Knaperskärin lajistoa. Valkokatka oli alueella runsas 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alussa. Tämän jälkeen liejusimpukat runsastuivat ja myös harvasukamatojen osuudet kasvoivat, kuten on myös havaittu tapahtuneen muualla Suomenlahdella (Rousi ym. 2013). *Marenzelleria*-liejuputkimato runsastui voimakkaasti 2008, jonka jälkeen sen osuus taas on pienentynyt. Vuosina 2014 ja 2015 liejusimpukat olivat runsaimpana lajina ja myös liejuputkimadon osuus kokonaisyksilömäärästä oli huomattava (kuva 7.6). Valkokatkaa esiintyi alueella vieläkin säännöllisesti, vaikka sen määrä ei ollut kovin suuri.



Kuva 7.6. Itäisen ulkosaariston (1142) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

Pohjan tilan voidaan katsoa olevan sitä parempi, mitä monimuotoisempi lajisto on, eli mitä enemmän lajeja näytteessä esiintyy. Pohjaeläinlajien/taksonien lukumäärä on lisääntynyt 1980-luvulta lähtien sekä Katajaluodolla että itäisessä ulkosaaristossa (kuva 7.7). Itäisessä ulkosaaristossa, jonne puhdistettujen jätevesien vaikutus ei kohdistu, lajien määrä on lisääntynyt Katajaluotoa nopeammin ja lajimäärä on keskimääräisesti hieman suurempi. Ero on kuitenkin hyvin pieni.



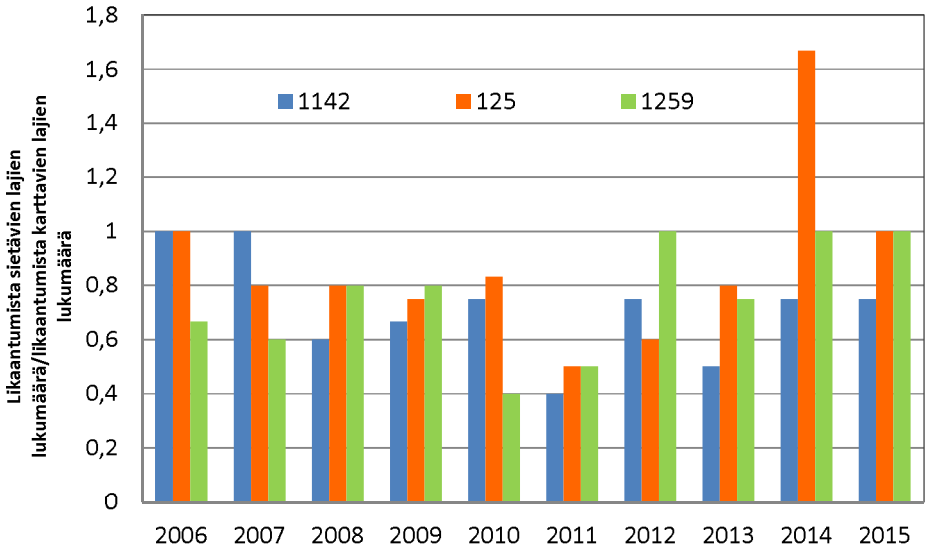
Kuva 7.7. Pohjaeläinlajien/taksonien lukumäärän keskiarvo Itäisessä ulkosaaristossa (1142) ja Katajaluodolla (125P ja 1259). Vuosina 1980–1987 Helsingin ulkosaaristoon ei vielä johdettu puhdistettuja jätevesiä, jaksolla 1988–1997 Helsingin puhdistetut jätevedet jo johdettiin ulkosaaristoon, vuosina 1998–2003 typenpoisto oli käytössä Viikin keskus-puhdistamolla ja vuodesta 2004 typenpoistoa oli edelleen tehostettu.

Puhdistettujen jätevesien purkualueiden ja vertailualueen pohjaeläinten lajistosuhteita tarkasteltiin myös Leppäkosken ryhmittelyn pohjalta. Leppäkosken (1975) likaantuneisuusluokituksen mukaisessa taulukossa (taulukko 7.2) on listattu lajit/taksonit, jotka joko hyötyvät tai sietävät orgaanista likaantumista tai lajit, jotka karttavat likaantumista. Leppäkoski on huomannut muutoksen mm. lajien lukumääräsuhteissa likaantumisen edetessä.

Taulukko 7.2 Likaantumista sietävät tai siitä hyötyvät taksonit ja likaantumista karttavat taksonit

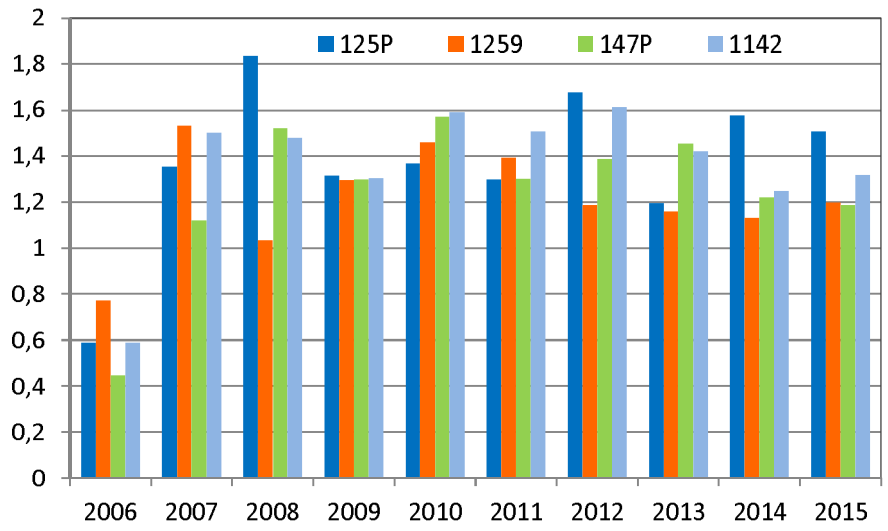
Likaantumista/orgaanista kuormitusta ilmentävät lajit	Likaantumista/orgaanista kuormitusta karttavat lajit
Oligochaeta, harvasukamadot	*Halicryptus spinulosus* Makkaramato
Hediste diversicolor Merisukasjalkainen	*Harmotoe sarsi* Liejusukasjalkainen
Polydora redeki -monisukasmato	*Monoporeia affinis* Valkokatka
Manayunkia aestuarina	*Prostoma obscurum* Nauhamato
Chironomidae surviaissääsket, erityisesti suku *Chironomus*	*Mesidotea entomon* (entinen *Saduria e*) Kilkki
Macoma baltica Liejusimpukka	*Gammarus* spp. Katkat
Hydrobia spp. Sukkulakotilo	*Corophium volutator* Liejukatka
Potamopyrkus antipodarum Vaeltajakotilo	*Cerastoderma glaucum*, Idänsydänsimpukka

Tarkastelussa verrattiin purkualueiden ja vertailualueen taksonien määriä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Suhdeluku, joka kuvaa likaantumista ilmentävien taksonien määrää suhteessa likaantumista karttaviin taksoneihin, oli suurimmillaan kymmeneen vuoteen Katajaluodon asemalla vuonna 2014 (kuva 7.8). Systemaattista muutosta ei juuri ole tapahtunut kuormitettujen ja ei kuormitettujen alueiden välillä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Suhdeluku on tosin hieman suurempi kuormitetuilla alueilla, kuutena vuotena kymmenestä, kun kontrollialueen suhdeluku on molempia kuormitettuja alueita suurempi vain yhtenä vuotena. Huomioitavaa kuitenkin on, että luokitus on tehty jo 1970-luvulla eikä luokitus ole huomioinut alueelle asettuneita vieraslajeja kuten *Marenzelleria*-liejuputkimatoa.



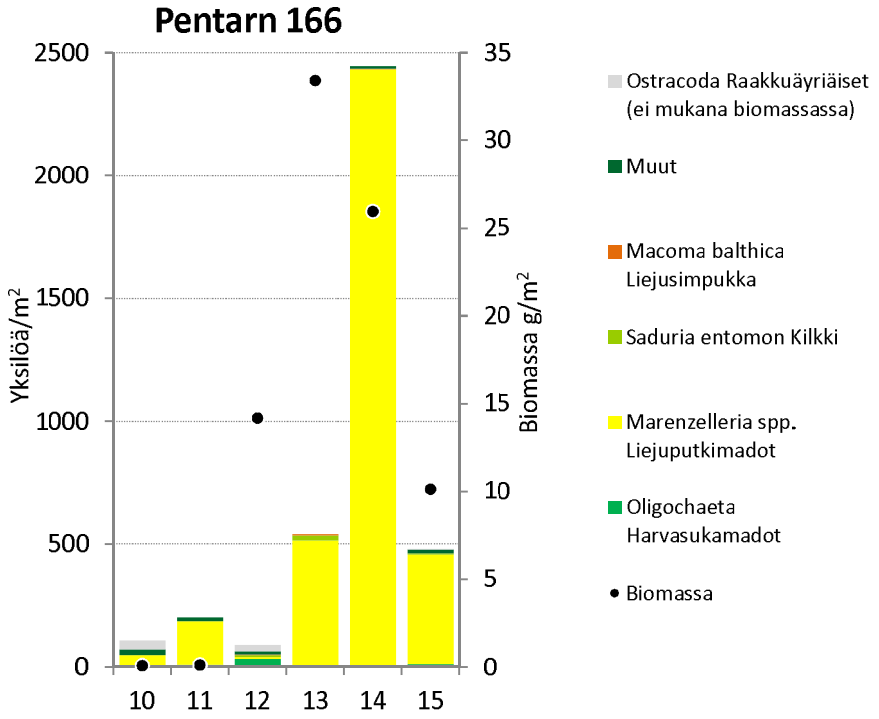
Kuva 7.8. Kuormitusta ilmentävien lajien likumäärä suhteessa kuormitusta karttavien lajien lukumäärään Itäisessä ulkosaaristossa(1142) ja Katajaluodolla (125P ja 1259).

Vuosien 2014 ja 2015 pohjaeläintuloksista laskettiin myös Shannon-Wiener diversiteetti-indeksi (Krebs 1985), mikä kuvaa lajiston monimuotoisuutta. Indeksin arvo on sitä suurempi, mitä enemmän lajeja havaitaan ja mitä tasaisemmin ne esiintyvät. Indeksit laskettiin neljältä havaintoasemalta, joista kolme oli suhteellisen lähellä puhdistettujen jätevesien purkupaikkaa (1259, 125P ja 147) ja yksi oli vertailuasema (1142). Verrattaessa kuormitusta lähellä olevien havaintoasemien monimuotoisuuden vaihtelua Itäisessä saaristossa sijaitsevaan vertailuhavaintoasemaan, ei selkeitä monimuotoisuuden eroja ollut havaittavissa (kuva 7.9). Vuosina 2014 ja 2015 Katajaluodon havaintopaikan (125P) pohjaeläimistö oli monimuotoisempi kuin muilla vertailtavilla havaintopaikoilla.



Kuva 7.9. Shannon-Wiener diversiteetti-indeksit Katajaluodolla (125P ja 1259), Knaperskärillä (147) ja Itäisessä ulkosaaristossa (1142). Pysty-akselilla diversiteetti-arvo.

Pentarnin 166 havaintopaikka on 48 metriä syvä ja se sijaitsee sedimentin akkumulaatioalueella Sipoon selällä (Rantataro 1992) ja siksi se on altis happiongelmille. Seurannan alussa vuonna 2006 alueen lajisto koostui lähinnä vähäisestä määrästä liejusimpukoita. Tämän jälkeen lajisto on entisestään yksipuolistunut ja koostuu lähinnä *Marenzelleria*-liejuputkimadoista, jotka olivat erityisen runsaita vuonna 2014. *Marenzelleria*-liejuputkimadot selviävät vähähappisissakin olosuhteissa (kuva 7.10).



Kuva 7.10. Pentarnin (166) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

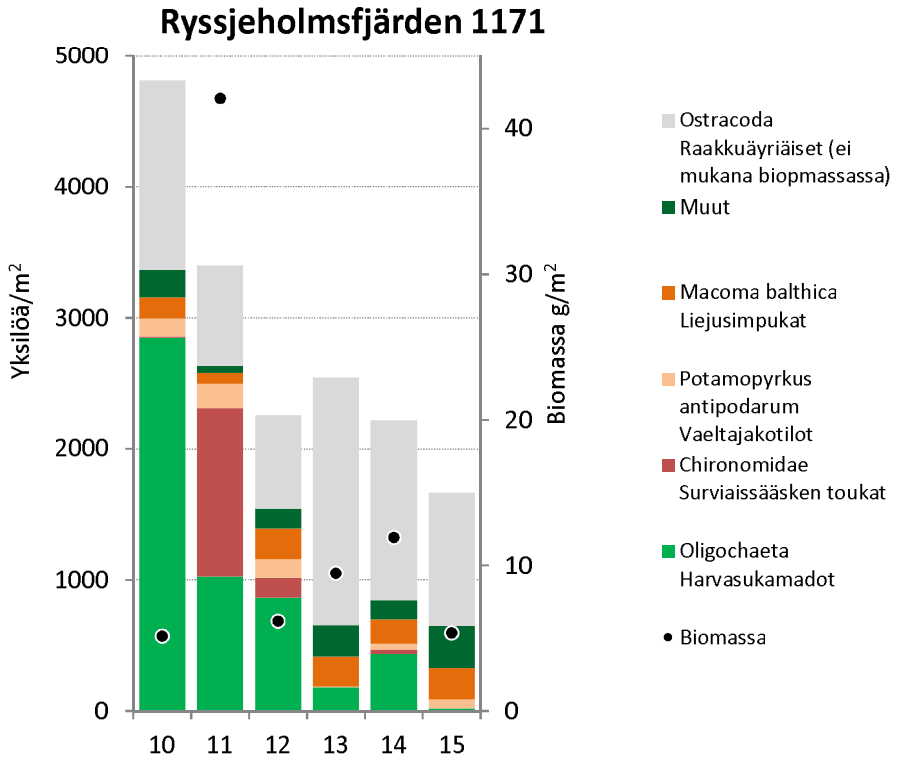
7.3.3 Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuma

7.3.3 Suvisaaristo-Lauttasaari vesimuodostuma

Tarkkailtavista toimista Ryssjehomsfjärdenin alueelle sijoittuu poistumassa oleva Taulukarin meriläjitysalue, Helsingin Sataman Länsisataman alue ja Arctech Shipyards oy:n telakka. Alueelle on aikaisemmin johdettu puhdistettuja jätevesiä. Alueella sijaitsee myös Suomenojan puhdistamon virtaaman tasauslammikko.

Ryssjeholmsfjärdenin (1171) alue on matalaa, eikä happiongelmia yleensä esiinny. 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alussa alueella oli vaihe, jolloin pohjaeläinten yksilömäärät olivat suuria. Tuolloin yksilölukumäärät olivat korkeimmillaan jopa 18 000 yksilöä/m^2. Valtalajina oli tällöin liejusimpukka, mutta kokonaisuutena lajisto oli monipuolinen. Huippuvuosien jälkeen yksilölukumäärät taantuivat. 2000-luvulla kokonaisyksilömäärät vaihtelivat suuresti vuosien välillä (500:sta 2 000:een yksilöön) sisältäen suurimmaksi osaksi liejusimpukoita ja surviaissääskiä.

2010-luvulla harvasukamatojen määrä väheni joka vuosi (kuva 7.11). Ryhmä "Muut", joka käsittää viherlimamatoja (*Prostoma obscurum*), merisukasjalkaisia (*Hediste diversicolor*) sekä *Manayunkia*- ja *Marenzelleria*-monisukamatoja, kasvoi. Kolmen viimeisen vuoden aikana kokonaisyksilömäärät jäivät pieniksi. Raakkuäyriäisiä (Ostracoda) tavattiin alueella säännöllisesti melko paljon. Kokonaislajimäärä vaihteli 9 ja 10 lajin välillä.

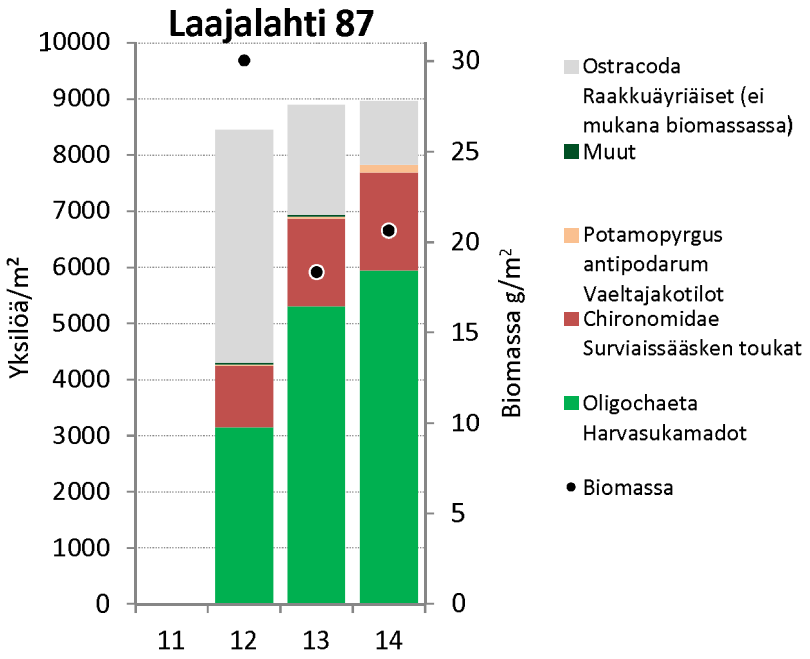


Kuva 7.11. Ryssjeholmsfjärdenin (1171) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

7.3.4 Seurasaaren vesimuodostuma

Seurasaaren vesimuodostuman alueelle sijoittuu Helsingin Energian Salmisaaren voimalan lauhdevesien purkualue. Laajalahden ja Seurasaarenselän alueelle on 1960- ja 1970-luvuilla kohdistunut myös voimakasta jätevesikuormitusta. Vesimuodostuman alueelle sijoittuvat Laajalahden (87) ja Porsaan (94) havaintopaikat.

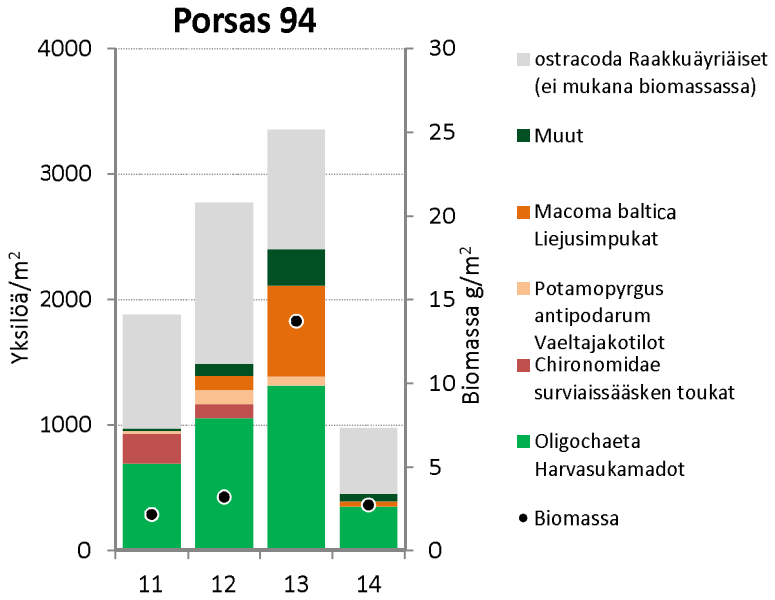
1960- ja 1970-luvuilla Laajalahden alue oli pohjaeläinten osalta lähes kuollutta aluetta. Laajalahden pohja olikin lähes kokonaan tummanharmaata, lähes hapetonta sulfidiliejua.1980-luvun loppupuolella pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat alkoivat selvästi kasvaa, ja alueella havaittiin koko tarkkailualueen yksilötiheyden maksimi, lähes 21 700 yksilöä/m². Tämän jälkeen tilanne tasaantui. Seuraavien vuosikymmenien huippuvuosia olivat 1993 ja 2000, jolloin kokonaisyksilömäärä olivat jo noin 7 000 yksilöä/m² eli samaa kokoluokkaa kuin vuonna 2014. Parhaiten alueella menestyivät harvasukamadot ja surviaissääsken toukat (kuva 7.12). Muiden lajien osuudet olivat hyvin vaatimattomia. Lajimäärä oli Laajalahdella yleensä pieni, mutta viimeisen kymmenen vuoden aikana alueella tavattiin kuitenkin jopa seitsemän eri lajia. Ryhmä "Muut" koostui viimeisten vuosien aikana monisukamadoista (*Hediste diversicolor* ja *Marenzelleria* spp.), *Gammarus*-katkoista ja *Potamopyrgus antipodarum*-kotiloista.



Kuva 7.12. Laajalahden (87) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2012, 2013 ja 2014.

Myös Seurasaarenselän veden laatu parani 1970 ja 1980-luvuilla, kun Rajasaaren ja Talin jätevedenpuhdistamot alueella lakkautettiin. Alueen pohjaeläimistö elpyi veden laadun paranemisen myötä. Seurasaarenselän pohja muodostui ja muodostuu yhä monin paikoin sulfidiliejusta, tosin aivan pintasedimentti on nykyään monin paikoin hapettunutta. Alueen pohjaeläimistön yksilölukumäärät olivat 1980-luvulla noin 2 000 yksilöä/m². Lajeista runsaslukuisimpia olivat harvasukamadot, surviaissääsken toukat ja liejusimpu-

kat. Pohjaeläimistö oli jo tuolloin kohtuullisen lajirikas (7 lajia). Viime vuosina (2012, 2013 ja 2014) yksilömäärät olivat Porsaan (94) havaintopaikalla samaa suuruusluokkaa kuin 1980-luvulla, keskimäärin noin 2 000 yksilöä/m², vaihdellen kuitenkin molempiin suuntiin. Esimerkiksi vuonna 2014 yksilömäärät olivat vain noin 500 yksilöä/m² (kuva 7.13). Alue säilyi alueen huomioon ottaen suhteellisen lajirikkaana vaihdellen vuoden 2012 12 lajista vuoden 2014 kahdeksaan lajiin.

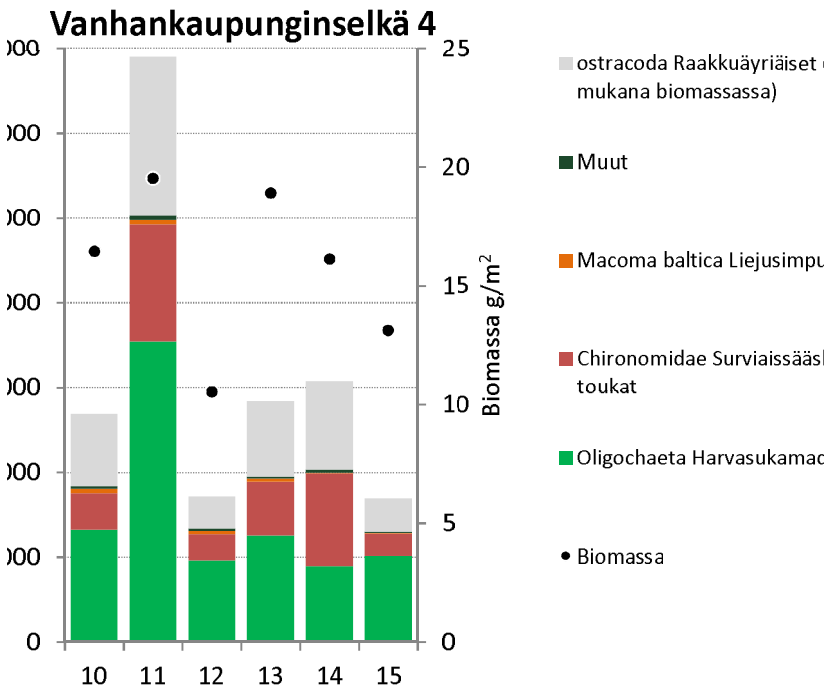


Kuva 7.13. Porsaan (94) havaintopaikan pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2011–2014.

7.3.5 Kruunuvuorenselän vesimuodostuma

Kruunuvuorenselän alue on Vantaanjoen voimakkaan vaikutuksen piirissä. Alueelle sijoittuu myös Helsingin sataman eteläsatama, Viikinmäen jätevedenpuhdistamon puhdistettujen jätevesien varapurkureittejä sekä Helsingin Energian Hanasaaren voimalaitoksen ja Katri Valan lämpö- ja jäähdytyslaitoksen lauhdevesien purkualueita.

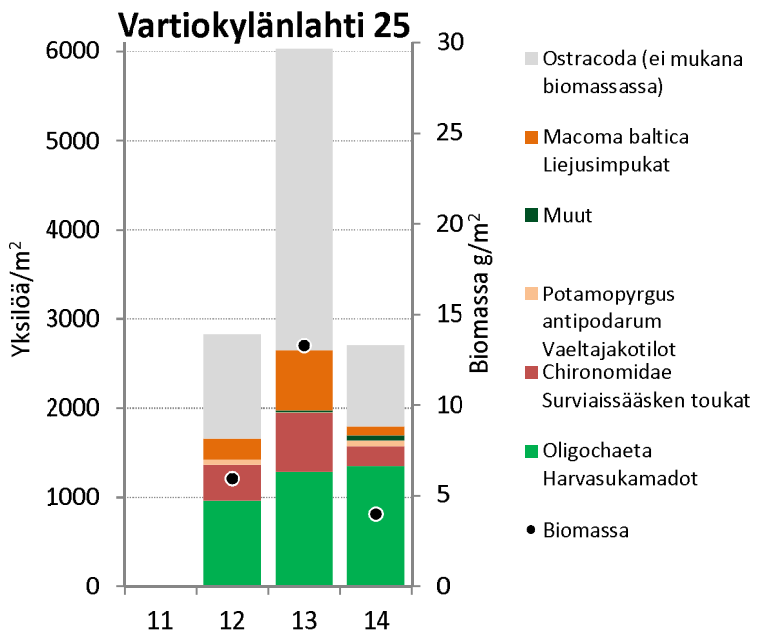
Vanhankaupunginlahden veden laatu parantui 1970-luvun lopun jälkeen selvästi mikä heijastui myös pohjaeläimistössä. Pohjaeläinten yksilölukumäärät kasvoivat 80-luvun alkupuolelle saakka mutta ovat sen jälkeen vaihdelleet melko paljon vuosien välillä. Vuonna 2014 yksilölukumäärä jäi melko pieneksi (kuva 7.14). Valtalajeina olivat harvasukasmadot ja surviaissääsken toukat, kuten muillakin lahtialueilla. Lajilukumäärä on kuitenkin ollut 1980-luvulta lähtien pienessä kasvussa. Esimerkiksi vuonna 2012 alueelta havaittiin kymmenen eri taksonia.



Kuva 7.14. Vanhankaupunginselän (4) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

7.3.6 Villingin rannikkovesimuodostuma

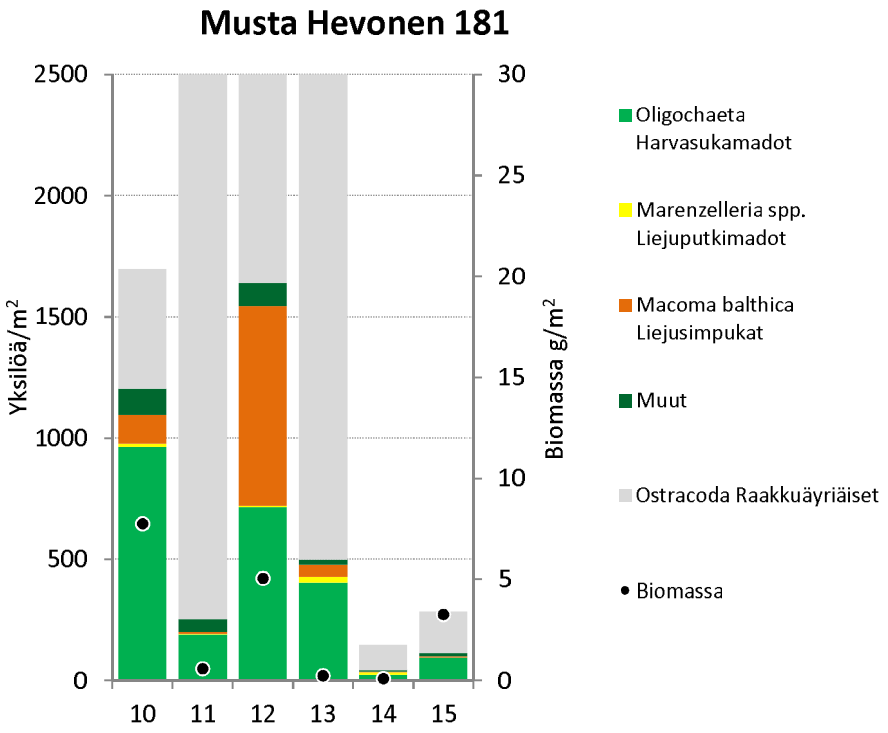
Villingin rannikkovesimuodostuman alueelle on ennen johdettu puhdistettuja jätevesiä vaikka kuormitus ei ole kohdistunutkaan suoraan Vartiokylänlahteen. Vartionkylänlahden pohjaeläimistö olikin1970- ja 1980-luvuilla lahtialueista monipuolisin (Pesonen 1988). Tämän jälkeen lajilukumäärät ovat vaihdelleet vuosittain melko paljon. Esimerkiksi viimeisen kymmenen vuoden aikana lajilukumäärä on vaihdellut neljän ja kahdeksan lajin välillä. Vartiokylänlahden pohjaeläinten yksilömäärät olivat 1990-luvulla 3 000–4 000 yksilöä/m^2, mutta 2000-luvun alkupuolella lukumäärät olivat hieman pienempiä. Viimeisimpinä vuosina pohjaeläinten kokonaisyksilömäärä Vartiokylänlahdella on ollut noin 2 000 yksilöä/m^2, joskin vaihtelua molempiin suuntiin esiintyy. Alueella runsaimpina esiintyviä lajeja olivat harvasukamadot, liejusimpukat ja surviaissääsken toukat (kuva 7.15). Vuosien 2013 ja 2014 aikana harvasukamatojen määrät ovat lisääntyneet kun taas liejusimpukat ja surviaissääskien toukat ovat vähentyneet. Kokonaisbiomassa on vaihdellut 10 mg/m^2:n molemmin puolin.



Kuva 7.15. Vartiokylänlahden (25) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2012, 2013 ja 2014.

7.3.7 Sipoon saariston rannikkovesimuodostuma

Sipoon saariston rannikkovesimuodostumaan sijoittuu tarkkailtavista alueista Vuosaaren satama, jossa on Helsingin Sataman satamatoimintaa sekä Helsingin Energian voimalatoimintaa. Pohjaelänhavaintopaikoista alueelle sijoittuu Mustan Hevosen (181) havaintopaikka. Havaintopaikka on ympäristöään syvempi (15 metriä) ja se sijaitsee sedimentin akkumulaatioalueella ja sedimentin pinta on ajoittain pelkistävä ja aivan pohjanläheinen vesi saattaa olla vähähappista (Rantataro 1992, Vahtera ja Lukkari 2015). Hapenpuutteesta johtuen pohja on sulfidiliejua. Alueen pohja on kärsinyt hapenpuutteesta esimerkiksi vuosina 2006 ja 2011. Tällöin alueen lajisto koostui lähinnä vähäisestä määrästä harvasukamatoja. Esimerkiksi vuonna 2011 kokonaisyksilömäärä oli vain noin 250 yksilöä/m^2. Mustan Hevosen havaintopaikalla havaittiin vain hyvin vähän pohjaeläimiä myös vuosina 2014 ja 2015, joista valtaosa oli harvasukamatoja (kuva 7.16). Aiempina hyvähappisina vuosina yksilömäärät ovat olleet huomattavasti korkeammat, ja lajistoon on ajoittain kuulunut myös liejusimpukoita.

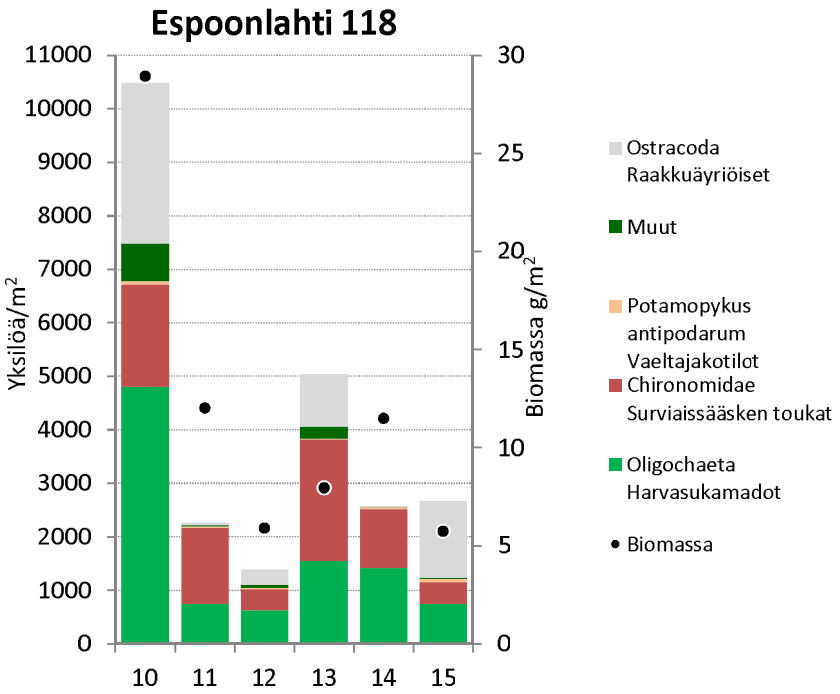


Kuva 7.16. Mustan Hevosen (181) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

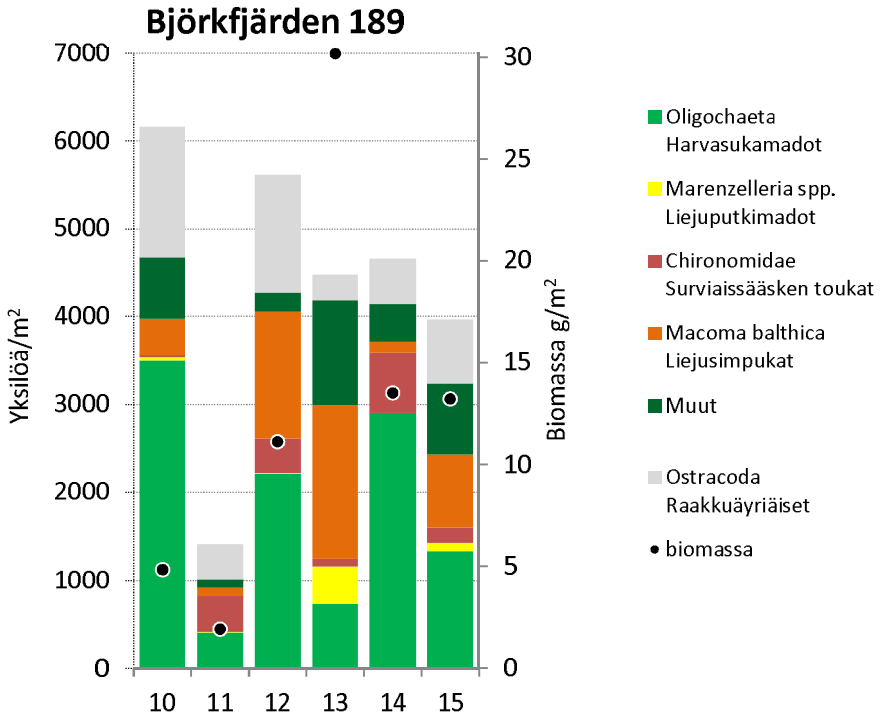
7.3.8 Espoonlahden rannikkovesimuodostuma

Espoonlahden rannikkovesimuodostuman alueelle sijoittuvat Espoonlahden (118) ja Björkfjärdenin (189) pohjaeläinhavaintopaikat. Espoonlahden perukassa (118) pohjaeläinten yksilömäärien vaihtelu vuosien välillä on ollut suurta. Pohjaeläinten määrä on vähentynyt niinä vuosina kun alue on kärsinyt hapen vajauksesta pohjan läheisessä vesikerroksessa. Valtalajina alueella ovat olleet harvasukamadot ja surviaissääsken toukat. Liejusimpukoiden määrät ovat jääneet vähäisemmiksi. Viimeisen kolmen vuoden aikana harvasukamatojen osuus kokonaisyksilömäärästä lisääntyi ja surviaissääsken toukkien osuus vähentyi (kuva 7.17). Kokonaisuudessaan yksilömäärä sekä lajimäärä pieneni. Vuonna 2015 tavattiin viisi lajia.

Toinen Espoonlahdella Björkön kaakkoispuolella sijaitseva, vuonna 2006 perustettu, havaintopaikka Björkfjärden (189) ei sijaitse syvänteessä ja siksi happiolosuhteet olivat periaatteessa Espoonlahden perukkaa suotuisammat. Vuosikymmenen vaihteessa vuosina 2008–2011 Björkfjärdenin pohjaeläinten yksilölukumäärät ja biomassat olivat Espoonlahden perukkaa pienempiä (kuva 7.18). Vuodesta 2012 lähtien tilanne on kuitenkin ollut päinvastainen. Viime vuosina Espoonlahden lajilukumäärä on vähentynyt, mutta Björkfjärdenin lajilukumäärä sen sijaan on lisääntynyt. Björkfjärdenillä havaittiin vuonna 2015 yhteensä 15 lajia. Alueella on kolmena viimeisenä vuotena tavattu mm. *Boccardia redeki* -monisukamatoa, joka luokitellaan tarkkailtavaksi vieraslajiksi.



Kuva 7.17. Espoonlahden (118) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.



Kuva 7.18. Björkfjärdenin (189) pohjaeläinten yksilömäärät ja biomassat vuosina 2010–2015.

Taulukko 7.3. Pohjaeläintulokset havaintopaikoittain vuosina 2014 ja 2015. Likaantumista/orgaanista kuormitusta ilmentävät pohjaeläinlajit on merkitty punaisella ja likaantumista/orgaanista kuormitusta karttavat, eli puhtaampia oloja ilmentävät, vihreällä.

4, Vanhankaupunginselkä 1.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Oligochaeta	2 667	28,89	1,1949	7,41
Neomysis integer	79	0,86	0,4809	2,98
Gammarus sp.	7	0,07	0,0012	0,01
Ostracoda	3142	34,04		
Chironomus spp.	3281	35,55	11,5641	71,69
Macoma balthica	53	0,57	2,8896	17,91
	9 229		**16,1307**	

4, Vanhankaupunginselkä 30.9.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Oligochaeta	3 043	59,85	1,8366	13,99
Corophium volutator	7	0,13	0,0063	0,05
Ostracoda	1 182	23,24		
Chironomus spp.	779	15,32	11,0182	83,95
Hydrobia sp.	13	0,26	0,053	0,4
Potamopyrgus antipodarum	20	0,39	0,0196	0,15
Mytilus trossulus	7	0,13	0,0918	0,7
Macoma balthica	33	0,0987	0,0484	
	5 084		**13,1242**	

25, Vartiokylänlahti 5.11.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	7	0,24	0,038	0,95
Marenzelleria spp.	7	0,24	0,3198	8,01
Oligochaeta	1 353	49,99	0,6698	16,77
Gammarus sp.	46	1,71	0,0048	0,12
Ostracoda	911	33,65		
Chironomus spp.	218	8,05	2,7148	67,97
Potamopyrgus antipodarum	66	2,44	0,0414	1,04
Macoma balthica	99	3,66	0,2053	5,14
	2 707		**3,9939**	

57, Kytön väylä 18.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	27	1,02	0,0236	0,03
Marenzelleria spp.	1 467	55,51	5,5916	6,01
Oligochaeta	102	3,86	0,0306	0,03
Neomysis integer	3	0,11	0,0017	0
Saduria entomon	24	0,91	15,5288	16,68
Gammarus sp.	9	0,34	0,0032	0
Monoporeia affinis	525	19,87	1,4709	1,58
Ostracoda	72	2,72		
Hydrobia sp.	3	0,11	0,0042	0
Macoma balthica	411	15,55	70,4449	75,67
	2 643		**93,0995**	

57, Kytön väylä 22.9.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Marenzelleria spp.	15	2,49	0,0254	9,93
Oligochaeta	132	21,89	0,0047	1,83
Monoporeia affinis	3	0,5	0,0104	4,08
Ostracoda	300	49,76		
Macoma balthica	153	25,38	0,2149	84,16
	603		**0,2554**	

87, Laajalahti 17.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Oligochaeta	5947	66,25	1,0766	5,22
Ostracoda	1 149	12,79		
Chironomus spp.	1 749	19,49	18,8046	91,16
Potamopyrgus antipodarum	132	1,47	0,7479	3,63
	8 977		**20,6291**	

94, Porsas 17.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Prostoma obscurum	20	2,02	0,0255	0,93
Hediste diversicolor	7	0,67	0,076	2,78
Marenzelleria spp.	20	2,02	0,0705	2,58
Oligochaeta	350	35,73	0,1686	6,17
Neomysis integer	7	0,67	0,0013	0,05
Ostracoda	528	53,94		
Hydrobia sp.	7	0,67	0,0228	0,84
Macoma balthica	40	4,05	2,3675	86,65
	979		**2,7322**	

1142, Itäinen ulkosaaristo 2.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	120	2,24	3,6983	2,64
Manayunchia aestuarina	3	0,06	0,0001	0
Marenzelleria spp.	1 743	32,52	5,9019	4,21
Oligochaeta	471	8,79	0,1535	0,11
Saduria entomon	18	0,34	12,7098	9,06
Jaera albifrons	3	0,06	0,0004	0
Gammarus sp.	6	0,11	0,0017	0
Monoporeia affinis	180	3,36	0,5107	0,36
Ostracoda	129	2,41		
Macoma balthica	2 688	50,14	117,3153	83,62
	5 361		**140,2917**	

1142, Itäinen ulkosaaristo 5.11.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	171	2,8	6,4201	3,17
Marenzelleria spp.	1 332	21,8	8,8507	4,37
Oligochaeta	675	11,05	0,3045	0,15
Neomysis integer	3	0,05	0,0123	0,01
Saduria entomon	9	0,15	4,9585	2,45
Jaera albifrons	3	0,05	0,0013	0
Gammarus sp.	138	2,26	0,0364	0,02
Monoporeia affinis	240	3,93	1,5129	0,75
Ostracoda	33	0,54		
Potamopyrgus antipodarum	9	0,15	0,0104	0,01
Alderia modesta	9	0,15	0,0024	0
Limapontia capitata	51	0,83	0,0297	0,01
Mytilus trossulus	3	0,05	0,6472	0,32
Macoma balthica	3 435	56,22	179,9683	88,76
	6 111		**202,7547**	

1171, Ryssjeholmsfjärden 3.10.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Prostoma obscurum	26	1,19	0,024	0,2
Hediste diversicolor	33	1,49	2,7327	22,94
Marenzelleria spp.	79	3,57	3,8443	32,28
Oligochaeta	436	19,64	0,3026	2,54
Ostracoda	1 373	61,9		
Chironomus spp.	33	1,49	0,0243	0,2
Hydrobia sp.	7	0,3	0,0146	0,12
Potamopyrgus antipodarum	46	2,08	0,1714	1,44
Macoma balthica	185	8,33	4,7958	40,27
	2 218		**11,9097**	

1171, Ryssjeholmsfjärden 20.10.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Prostoma obscurum	132	7,93	0,1585	2,96
Halicryptus spinulosus	7	0,4	0,0003	0
Hediste diversicolor	86	5,15	0,3409	6,36
Manayunchia aestuarina	20	1,19	0,0013	0,02
Marenzelleria spp.	73	4,36	1,1688	21,81
Oligochaeta	20	1,19	0,002	0,04
Ostracoda	1 017	61,05		
Potamopyrgus antipodarum	66	3,96	0,2171	4,05
Macoma balthica	244	14,67	3,4706	64,76
	1 665		**5,3595**	

118, Espoonlahti 9.10.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Oligochaeta	1 419	55,13	1,3051	11,36
Gammarus sp.	7	0,26	0,0007	0,01
Ostracoda	20	0,77		
Chironomus spp.	1 102	42,82	10,1603	88,4
Potamopyrgus antipodarum	26	1,03	0,027	0,23
	2 574		**11,4931**	

118, Espoonlahti 8.10.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Oligochaeta	746	27,82	0,7409	12,9
Gammarus sp.	7	0,25	0,0017	0,03
Ostracoda	1 446	53,92		
Chironomus spp.	403	15,02	4,8134	83,82
Hydrobia sp.	7	0,25	0,0388	0,68
Potamopyrgus antipodarum	59	2,22	0,0871	1,52
Macoma balthica	13	0,49	0,0607	1,06
	2 681		**5,7426**	

123, Stora Mickelskären 16.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	30	0,64	0,0129	0,03
Marenzelleria spp.	4 362	93,04	17,4311	44,79
Oligochaeta	159	3,39	0,0092	0,02
Saduria entomon	3	0,06	3,1338	8,05
Monoporeia affinis	12	0,26	0,0558	0,14
Ostracoda	18	0,38		
Macoma balthica	105	2,24	18,2775	46,96
	4 689		**38,9203**	

123, Stora Mickelskären 29.9.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	72	3,51	4,3959	6,1
Marenzelleria spp.	1 386	67,55	5,9188	8,22
Oligochaeta	60	2,92	0,0029	0
Saduria entomon	15	0,73	3,4153	4,74
Monoporeia affinis	90	4,39	0,3578	0,5
Ostracoda	27	1,32		
Macoma balthica	402	19,59	57,9493	80,44
	2 052		**72,04**	

1259, Katajaluoto 12.11.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	78	2,86	2,3272	2,85
Hediste diversicolor	3	0,11	0,3896	0,48
Manayunchia aestuarina	3	0,11	0,0003	0
Marenzelleria spp.	1 419	51,98	5,9037	7,24
Oligochaeta	177	6,48	0,033	0,04
Saduria entomon	12	0,44	9,179	11,26
Gammarus sp.	3	0,11	0,0009	0
Monoporeia affinis	24	0,88	0,098	0,12
Corophium volutator	12	0,44	0,0052	0,01
Ostracoda	6	0,22		
Potamopyrgus antipodarum	3	0,11	0,0022	0
Mytilus trossulus	6	0,22	0,3177	0,39
Macoma balthica	984	36,05	63,2571	77,6
	2 730		**81,5139**	

1259, Katajaluoto 29.9.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	27	1,25	0,0209	0,04
Marenzelleria spp.	282	13,09	1,2905	2,55
Oligochaeta	51	2,37	0,0063	0,01
Mysis mixta	3	0,14	0,0253	0,05
Neomysis integer	6	0,28	0,001	0
Saduria entomon	3	0,14	0,9636	1,91
Monoporeia affinis	54	2,51	0,2683	0,53
Ostracoda	468	21,73		
Potamopyrgus antipodarum	6	0,28	0,0023	0
Macoma balthica	1 254	58,22	47,9436	94,9
	2 154		**50,5218**	

125P, Katajaluoto 12.11. 2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	72	1,81	3,9615	2,84
Marenzelleria spp.	1 107	27,89	4,3304	3,1
Oligochaeta	957	24,11	0,2977	0,21
Monoporeia affinis	21	0,53	0,1514	0,11
Corophium volutator	12	0,3	0,0034	0
Ostracoda	936	23,59		
Chironomus spp.	3	0,08	0,0001	0
Hydrobia sp.	3	0,08	0,0256	0,02
Potamopyrgus antipodarum	45	1,13	0,0702	0,05
Limapontia capitata	24	0,6	0,008	0,01
Mytilus trossulus	3	0,08	0,0004	0
Macoma balthica	786	19,81	130,6539	93,66
	3 969		**139,5026**	

125P, Katajaluoto 13.10.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	108	2,16	3,6362	3,01
Manayunchia aestuarina	9	0,18	0,0013	0
Marenzelleria spp.	522	10,43	2,1683	1,8
Oligochaeta	1 758	35,14	0,2985	0,25
Neomysis integer	6	0,12	0,0011	0
Saduria entomon	6	0,12	3,0246	2,51
Gammarus sp.	6	0,12	0,0041	0
Monoporeia affinis	12	0,24	0,0609	0,05
Ostracoda	654	13,07		
Potamopyrgus antipodarum	171	3,42	0,8318	0,69
Limapontia capitata	21	0,42	0,0063	0,01
Macoma balthica	1731	34,6	110,6615	91,69
	5 004		**120,6946**	

147P, Knaperskär 16.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	66	2,85	0,7993	1,31
Marenzelleria spp.	1 293	55,83	3,8641	6,33
Oligochaeta	201	8,68	0,0229	0,04
Mysis relicta	3	0,13	0,0822	0,13
Neomysis integer	3	0,13	0,0003	0
Saduria entomon	27	1,17	10,547	17,28
Monoporeia affinis	72	3,11	0,2186	0,36
Ostracoda	9	0,39		
Chironomus spp.	9	0,39	0,0844	0,14
Mytilus trossulus	3	0,13	0,6197	1,02
Macoma balthica	630	27,2	44,7908	73,39
	2 316		**61,0293**	

147P, Knaperskär 22.9.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Halicryptus spinulosus	66	3,78	1,0104	1,19
Marenzelleria spp.	879	50,35	3,8414	4,53
Oligochaeta	48	2,75	0,0035	0
Saduria entomon	9	0,52	5,8441	6,89
Jaera albifrons	3	0,17	0,0005	0
Monoporeia affinis	81	4,64	0,3504	0,41
Ostracoda	30	1,72		
Macoma balthica	630	36,09	73,7796	86,97
	1 746		**84,8299**	

166, Pentarn 2.9.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Marenzelleria spp.	2 424	99,15	25,9324	99,98
Oligochaeta	6	0,25	0,0001	0
Gammarus sp.	6	0,25	0,0002	0
Monoporeia affinis	6	0,25	0,0023	0,01
Macoma balthica	3	0,12	0,0026	0,01
	2 445		**25,9376**	

166, Pentarn 9.11.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Marenzelleria spp.	444	92,51	5,3992	53,35
Oligochaeta	12	2,5	0,0007	0,01
Saduria entomon	6	1,25	4,6609	46,06
Gammarus sp.	6	1,25	0,001	0,01
Monoporeia affinis	9	1,88	0,0578	0,57
Ostracoda	3	0,63		
	480		**10,1196**	

181, Musta Hevonen 5.11.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Marenzelleria spp.	12	8,16	0,0134	17,6
Oligochaeta	21	14,29	0,0022	2,91
Ostracoda	105	71,44		
Chironomus spp.	3	2,04	0,0551	72,25
Potamopyrgus antipodarum	3	2,04	0,0029	3,82
Macoma balthica	3	2,04	0,0026	3,43
	147		**0,0762**	

181, Musta Hevonen 12.10.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Oligochaeta	93	32,63	0,0284	0,87
Ostracoda	174	61,06		
Potamopyrgus antipodarum	9	3,16	0,0423	1,3
Gastropoda	3	1,05	0,0001	0
Macoma balthica	6	2,11	3,1964	97,83
	285		**3,2672**	

189, Björkfjärden 3.10.2014

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Polydora redeki	7	0,14	0,0001	0
Manayunchia aestuarina	356	7,65	0,0254	0,19
Oligochaeta	2 904	62,32	1,1171	8,26
Ostracoda	515	11,05		
Chironomus spp.	680	14,59	7,2342	53,5
Potamopyrgus antipodarum	66	1,42	0,215	1,59
Macoma balthica	132	2,83	4,9292	36,46
	4 660		**13,521**	

189, Björkfjärden 8.10.2015

Taksoni	Yks/m²	%	g/m²	%
Prostoma obscurum	7	0,17	0,0617	0,47
Hediste diversicolor	46	1,16	0,0191	0,14
Polydora redeki	112	2,83	0,023	0,17
Manayunchia aestuarina	132	3,33	0,01	0,08
Marenzelleria spp.	92	2,33	0,4177	3,16
Oligochaeta	1 333	33,61	0,4397	3,33
Saduria entomon	7	0,17	4,4251	33,51
Gammarus sp.	7	0,17	0,002	0,02
Corophium volutator	244	6,16	0,3607	2,73
Ostracoda	726	18,3		
Chironomus spp.	178	4,49	0,8612	6,52
Potamopyrgus antipodarum	231	5,82	0,2568	1,94
Alderia modesta	7	0,17	0,0079	0,06
Limapontia capitata	20	0,5	0,0094	0,07
Macoma balthica	825	20,8	6,312	47,8
	3 967		**13,2063**	

.

Viitteet

Laine, A. O., Pesonen, L., Myllynen, K. ja Norha, T. 2003: Veden laadun muutosten vaikutus Helsingin ja Espoon edustan merialueiden pohjaeläimistöön vuosina 1973–2001.Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2003. 47 s.

Leppäkoski, E. 1975: Assessment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackishwater environments. Acta Acad. Aboensis, Ser. B. 35(2): 1–90.

Krebs, C.J. 1985: Ekology- the Experimental Analysis of Distribution and Abudance, 3rd edition. HarperCollins Publishers, Inc: New York, NY.

Pesonen, L.(toim.) 1988: Helsingin ja Espoon edustan merialueen velvoitetarkkailu vuosina 1970–1986. Helsingin kaupungin vesi ja viemärilaitoksen tutkimusosaston tiedonantoja 17.

Rantataro, J. 1992: Pääkaupunkiseudun edustan vedenalaisten maa-ainesvarojen kartoitus. Helsingin seutukaavaliiton julkaisuja C 31. 84 s. + liitteet.

Rousi, H. Laine, A. O., Peltonen, H., Kangas, P., Andersin, A.-B., Rissanen, J., Sandberg-Kilpi, E., Bonsdorff, E. 2013: Long-term changes in coastal zoobenthos in the northern Baltic Sea: the role of abiotic environmental factors.

Vahtera, E. ja Lukkari K. 2015: Pääkaupunkiseudun merenpohjien tila ja fosforin sisäinen kuormitus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2015. 45 s.

Emil Vahtera ja Marjut Räsänen

8 Pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailun yhteenveto vuosille 2014 ja 2015

Tämän raportin tarkoituksena on tarkastella pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailuun kuuluvien toimijoiden toimien erillisiä ja mahdollisesti yhteisiä vaikutuksia merialueen tilaan. Tässä yhteenvedossa on poimittu esiin ne keskeiset seikat yhteistarkkailuun kuuluvien tahojen toimista, joiden on tulkittu vaikuttaneen merialueen tilaan tarkkailualueella.

Suurin yksittäinen tekijä, joka vaikuttaa merialueen tilaan yhteistarkkailualueen piirissä on Vantaanjoen mukanaan tuoma kiintoaines- ja ravinnekuormitus (kappaleet 3 ja 4). Vantaanjoen valuma vaikuttaa ajoittain hyvin laajalla alueella, ulottuen Vallisaaren eteläpuolelle saakka. Kuormitus on suurinta keväällä, samaan aikaan suurimman jätevesikuorman kanssa.

Puhdistetut jätevedet vaikuttavat ulkosaaristossa paikallisemmin, mutta lieventävät kuitenkin kasviplanktonyhteisön ravinnerajoittuneisuutta ja täten kohottavat perustuotantotasoa. Puhdistettujen jätevesien aiheuttama ravinnekuorma on samaa suurusluokkaa Vantaanjoen aiheuttaman ravinnekuorman kanssa. Kuormituksen kohdistuminen ulkosaaristoon ja veden tehokas sekoittuminen kuitenkin hälventää sen vesiympäristöön kohdistamien vaikutusten havaittavuutta.

Jätevesien vaikutusaluetta voidaan selvittää erilaisten mittausteknikoiden ja prosessimittausten kautta. Laaja, koko yhteistarkkailualueen kattava pintaveden fysikaaliskemiallinen kartoitus osoitti puhdistettujen jätevesien ravinnekuormituksen vaikutusten ulottuvan ajoittain jopa kilometrien päähän purkualueista (Kappale 4.6), ja vuositasolla liukoisen typen pitoisuudet ovat koholla purkualueiden lähistöllä (kappale 4.3.2). Puhdistettujen jätevesien mukanaan tuoma typpikuorma on rehevöityneisyyttä lisäävä tekijä alueella, ja kuormitus helpottaa kasviplanktonyhteisön typpirajoittuneisuutta (kappale 5.4) ja kasvattaa alueen perustuotantoa (kappale 5.3).

Yhteistarkkailun piiriin kuuluvien toimien vaikutusten mittakaavoista poiketen, laajemmassa mittakaavassa vaihtelevat tarkkailun piiriin kuuluvat parametrit ovat pääosin kasviplanktonlajisto, pohjaeläinten esiintyminen ja lajisto sekä eläinplanktonlajisto ja biomassa. Näihin parametreihin näyttää voimakkaimmin vaikuttavan koko Suomenlahden mittakaavassa tapahtuvat muutokset, eivätkä niinkään suoranaisesti ja välittömästi yhteistarkkailualueella tapahtuva toiminta.

Toisaalta esimerkiksi läjitystoiminta tai ruoppaaminen ja rakentaminen muuttavat radikaalisti pohjan habitaatteja, ja tällöin esimerkiksi pohjaeläinlajistoon voi kohdistua voimakasta mutta paikallista vaikutusta. Kasviplankton ja eläinplanktonlajisto vaikuttavat osaltaan toisiinsa, ja niihin vaikuttavat myös esimerkiksi veden liikkeet lyhyellä aikavälillä, mikä saattaa aiheuttaa muutoksia yhteisökoostumuksessa tietyllä havaintopaikalla. Tämä efekti voi olla voimakas tarkkailualueella, koska alueella vallitsee voimakas rannikolta ulapalle ulottuva gradientti ja maalta tulevan valuman vaikutuksen laajuus vaihtelee voimakkaasti vuodenajan mukaan.

Kasvukauden 2014 erityispiirteenä kasviplanktonin osalta olivat heti kevätkukinnan jälkeen runsastuneet poikkeuksellisen monilukuiset *Mesodinium rubrum* -ciliaatit sekä sinilevien kanssa samaan aikaan runsastuneet *Eutreptiella*-silmälevät. Vuodelta 2015 taas voidaan erityisesti huomioida poikkeuksellisen runsas heinäkuinen *Heterocapsa triquetran* runsastuminen. Syksyllä 2015 vedet pysyivät lämpiminä pitkään, jolloin myös levämäärät olivat syksyllä hämmästyttävän suuria

Perustuotantotulosten osoittamaa, paikallisesta ravinnekuormituksesta erillinen, Suomenlahdella havaittavissa oleva yleinen rehevöityneisyyden lisääntyminen on tapahtunut jo 1970-luvulta lähtien sekä jätevesien purkualueilla Katajaluodolla ja Knaperskärillä että itäisellä Länsi-Tontun vertailualueella.

Vuoden 2014 perustuotantokyvyn suurimmat arvot saavutettiin huhti-kesäkuussa, kun vesi oli suhteellisen lämmintä ja ravinteita runsaasti saatavissa. Vuonna 2015 korkeimmat perustuotantoarvot mitattiin loppukesästä, jolloin vesi oli syksyllä pitkään lämmintä. Perustuotantokykytulokset ovat purkualueilla kasvaneet nopeammin, ja vaihtelu tulosten välillä on ollut suurempaa kuin vertailualueilla. Tämä osittain johtuu jätevesien laskemisesta alueille.

Myös pohjaeläinyhteisön koostumus on hyvin riippuvainen rannikko-ulappa-gradientista sekä happipitoisuuksista pohjan lähellä, joihin osaltaan vaikuttaa alueelle johdettava ravinnekuormitus. Alueella lajisto vaihettuu harvasukasmatojen ja surviaissääsken toukkien dominoimista yhteisöistä lähellä rannikkoa liejusimpukka- ja liejuputkimatovaltaisiksi yhteisöiksi ulompana ulkosaaristossa. Avoimemmilla merialueilla ajoittaisesta hapettomuudesta kärsivillä alueilla yksilömäärät ja biomassa vaihtelivat suuresti, ja yhteisöt ovat liejuputkimatojen hallitsemia olosuhteiden niin salliessa.

Vuosien 2014 ja 2015 aikana sisäsaariston ja lahtialueiden havaintopaikoilla pohjaeläinten yksilömäärät pääsääntöisesti hieman vähenivät. Harvasukamadot olivat vallitsevana kaikilla lahtialueilla. Surviaissääsken toukkien osuus oli selvästi aikaisempaa pienempi. Björkfjärdenin havaintopaikka Espoon saaristoalueella oli lajistoltaan lahtialueiden monipuolisin alue. Viime vuosina kokonaisyksilömäärät ovat pääsääntöisesti hieman vähentyneet ulompana saaristoalueella.

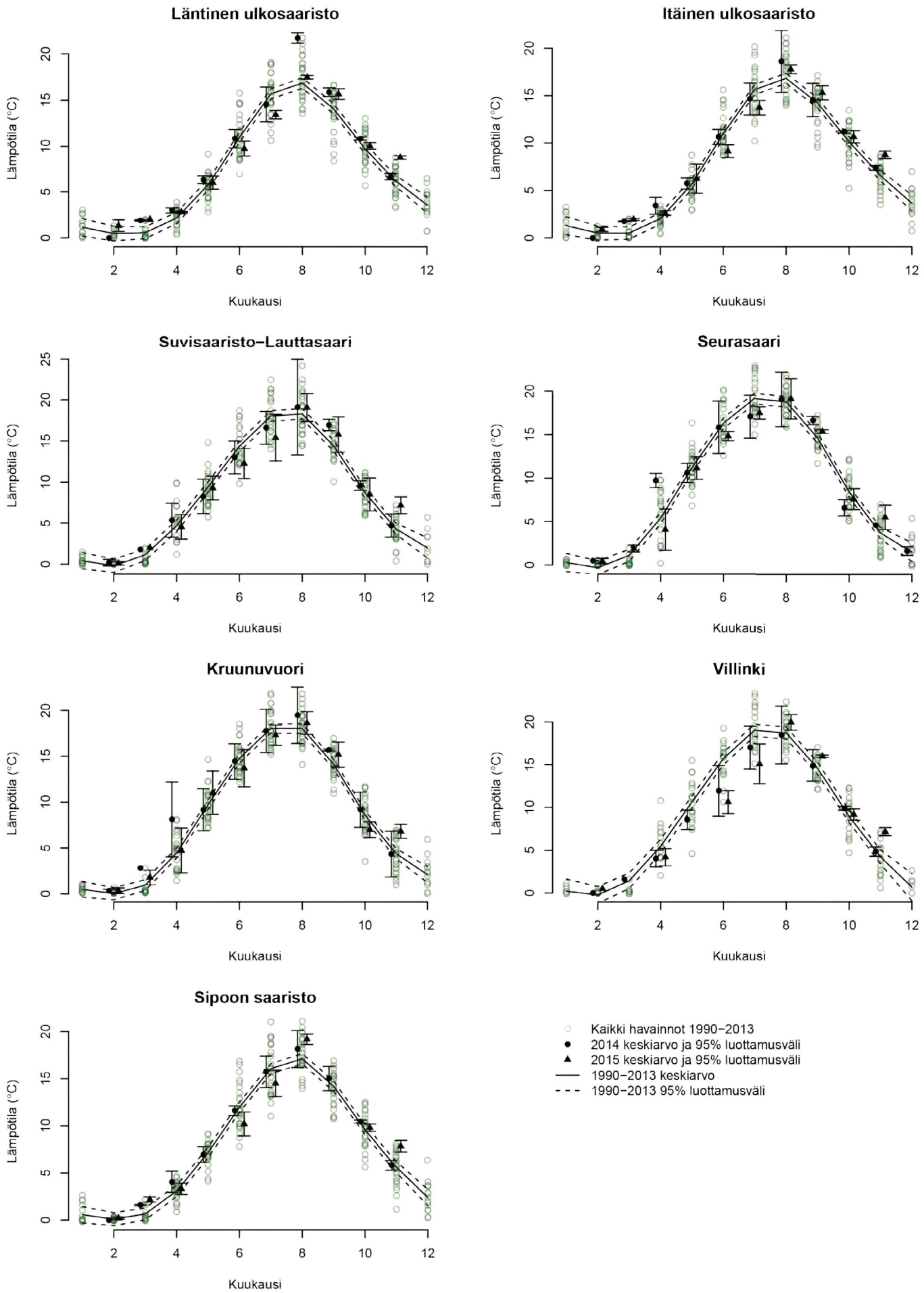
Tarkastellun ajanjakson aikana ilmenee suhteellisen paljon vaihtelua yksilömäärissä, mikä voi indikoida häiriintynyttä ja epävakaata yhteisöä. Viime vuosina liejusimpukat vahvistivat asemaansa ulkosaariston alueella lähinnä Marenzelleria-liejuputkimadon kustannuksella. Liejuputkimadon osuus oli kuitenkin yhä paikoin huomattava. Harvasukamatojen määrä myös väheni useimmilla ulkosaariston havaintopaikoilla. Valkokatkaa tavattiin alueella säännöllisesti, mutta määrät olivat suhteellisen pieniä. Happiongelmia havaittiin ulkosaariston syvimmällä havaintopaikalla Pentarnissa (166) sekä matalammalla alueella Kytön väylällä (57), Mustalla Hevosella (181) sekä lahtialueista Espoonlahdella (118). Nämä alueet sijaitsevat sedimentin akkumulaatioalueilla tai niiden lähistöllä, ja ovat täten herkkiä pohjanläheisen veden happipitoisuuden vaihteluille. Pohjanläheisen veden happipitoisuutta rehevöityneellä rannikkoalueella säätelee voimakkaimmin veden kerrostuneisuus. Vesi oli vuonna 2014 huomattavasti voimakkaammin kerrostunutta kuin vuonna 2015, mutta silloinkin suhteellisen lyhyen ajan.

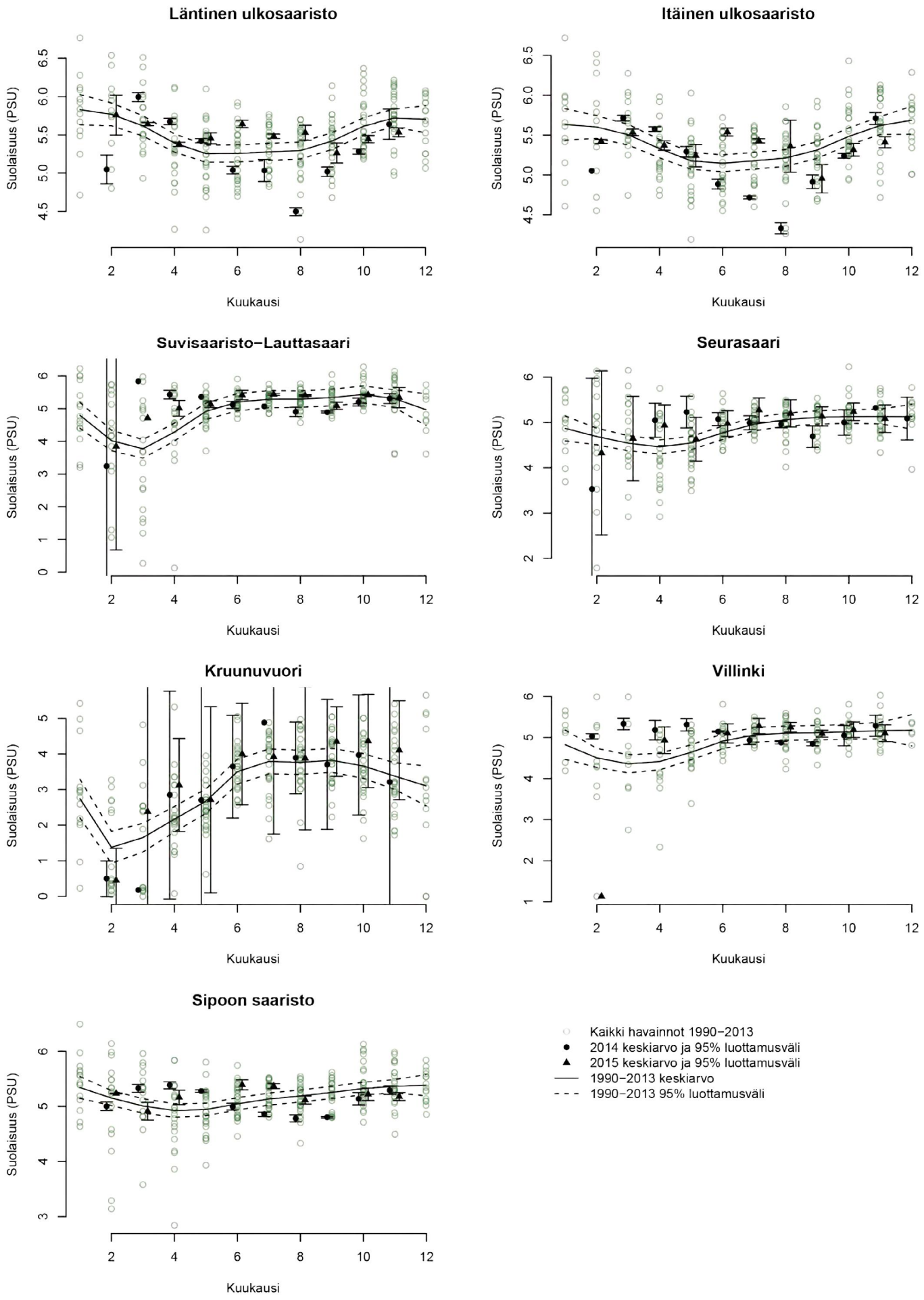
Merilauhdevesien mereen johtaminen on yhteistarkkailualueella paikallisesti vaikuttava toimi. Voimaloiden mereen laskemat lauhdevedet ovat ajoittain kaksi kertaa ympäröivää merialuetta lämpimämpiä, ja vaikuttavat siten mahdollisesti eliöstöön ja esimerkiksi lämmintä vettä suosivien sinilevien esiintymiseen. Merilauhdevesien vaikutukset ovat suurimmillaan keväällä ja syksyllä, etenkin siellä, missä lauhdevedet lasketaan rannikon läheisyyteen. Matalat vesialueet ovat talven jälkeen avomerta viileämpiä ja myös jäähtyvät syksyisin avomerta nopeammin, mikä lisää merilauhdevesien ja vastaanottavan vesistön lämpötilaeroja matalilla vesialueilla. Alueilla, jotka vastanottavat merilauhdevesiä, ei ole yksityiskohtaisesti arvioitu merilauhdevesien vaikutuksia littoraalin eliöstöön, mikä jatkossa olisi suotavaa. Merilauhdevesien vaikutukset ulkosaaristossa ovat marginaaliset. Merilauhdevesien ohella satamatoimintojen vaikutukset alueella ovat paikallisia. Satamien veden laadun tarkkailussa kaikkien tarkkailun piirissä olleiden satamien alueilta havaittiin vedessä haitallisia orgaanisia tinayhdisteitä. Satama-alueiden läheisyydessä myös pohjaveden sameus oli ympäröivää merialuetta korkeampaa. Molemmat havainnot johtuvat todennäköisimmin laivojen potkurivirtausten aiheuttamasta pohjan sedimentin resuspensiosta satama-alueilla.

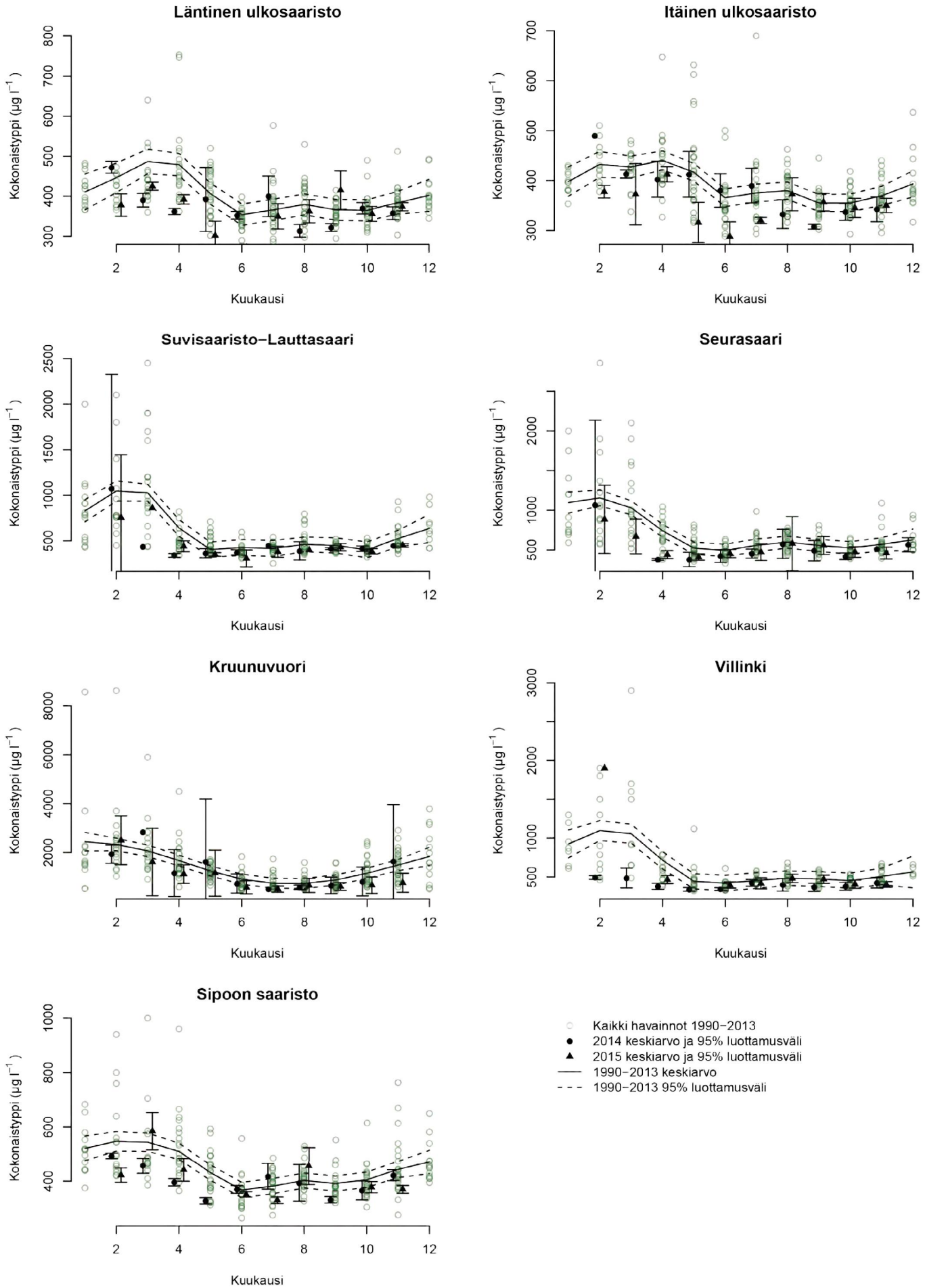
Kokonaisuutena merialueen tila vaikuttaa olevan huonoin suljetuilla lahtialueilla, Laajalahdella, Seurasaarenselällä sekä Vanhankaupunginlahdella. Näillä alueilla vesi on sameaa, kasviplanktonlevien määrä on suuri, pohjan eliöstö on suhteellisen heikkokuntoinen ja vedenalaisen kasvillisuuden tila on huono, esimerkiksi rakkolevää ei näillä alueilla juuri esiinny. Rehevöityneisyyden oireita, kuten heikkoa pohjaeläinten tilaa ja sinileväkukintoja, esiintyy myös Sipoon saariston alueella ja Espoonlahdella.

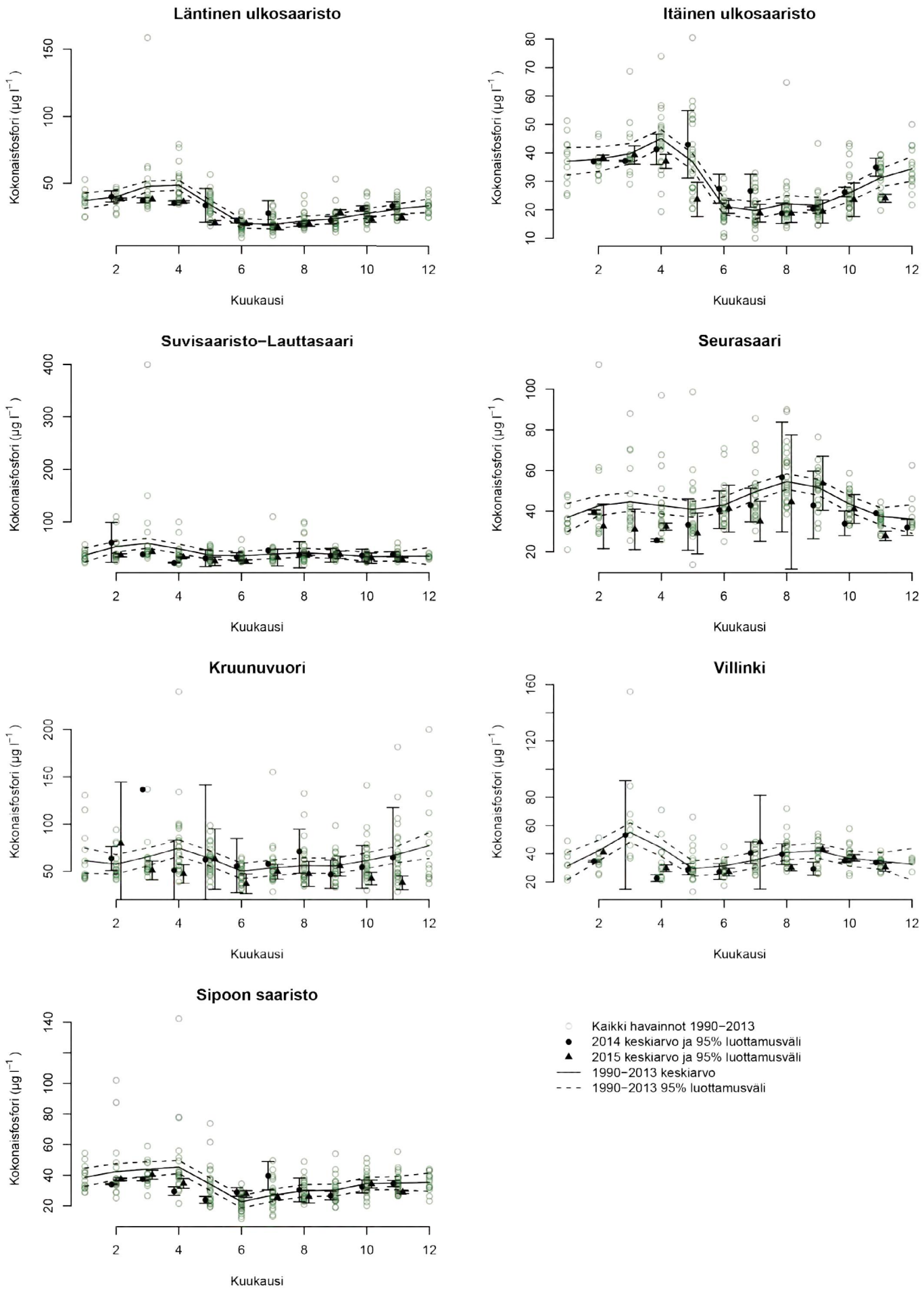
Suurin kuormitus kohdistuu merialueeseen keväisin, jolloin myös tilallisesti laajimmin vaikuttavien kuormituslähteiden vaikutus (Vantaanjoki) on suurinta. Keväällä jokivirtaamat ovat suurimpia ja esimerkiksi merilauhdevesien sekä ympäröivän merialueen veden lämpötilaerot suurimmillaan.

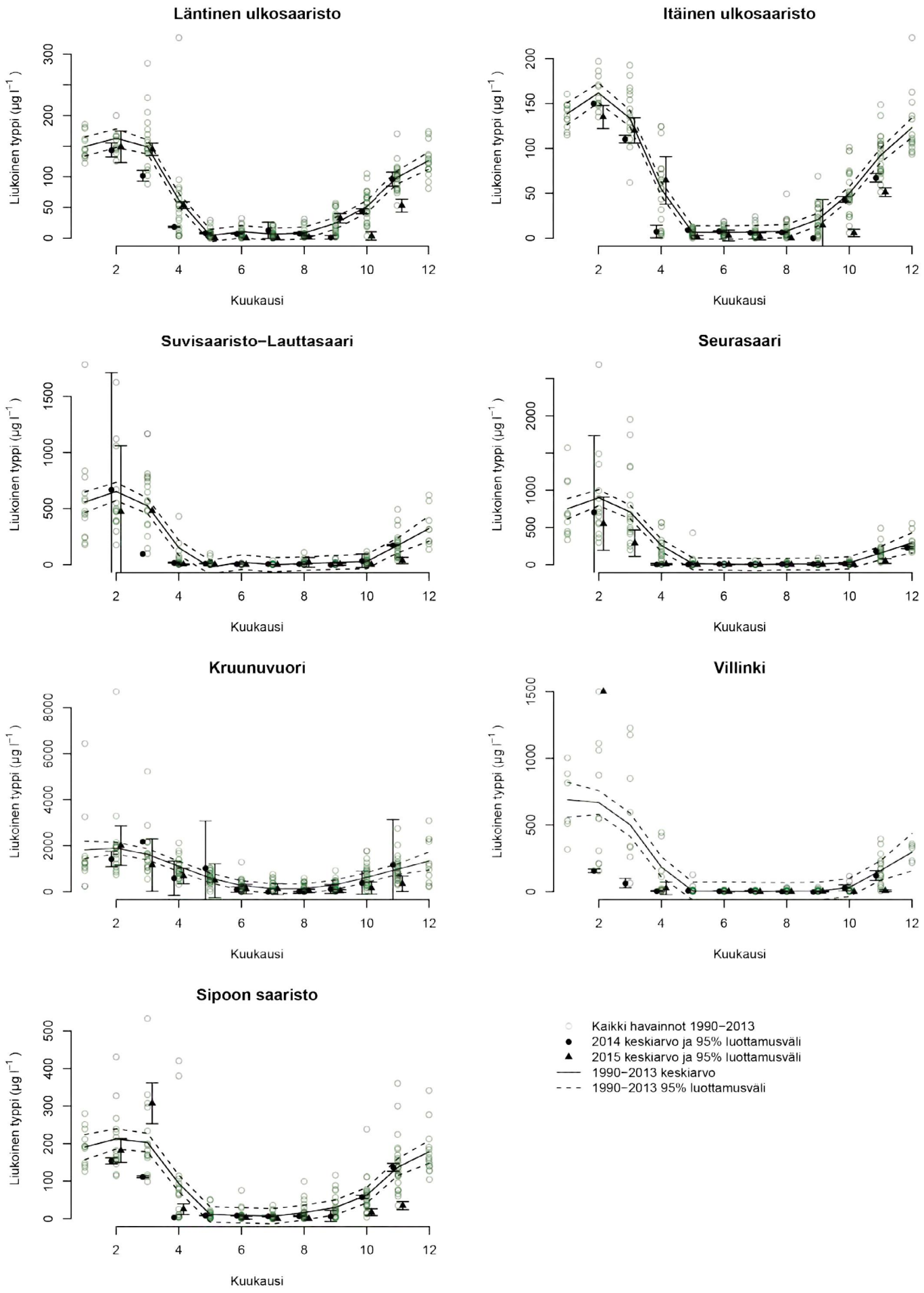
Liite 1. Pintaveden fysikaaliskemiallinen laatu esitettynä pitkän ajan (1990-2013) kuukausikeskiarvona (+- 95% luottamusväli), sekä vuosien 2014 ja 2015 kuukausikeskiarvot (+- 95% luottamusväli)

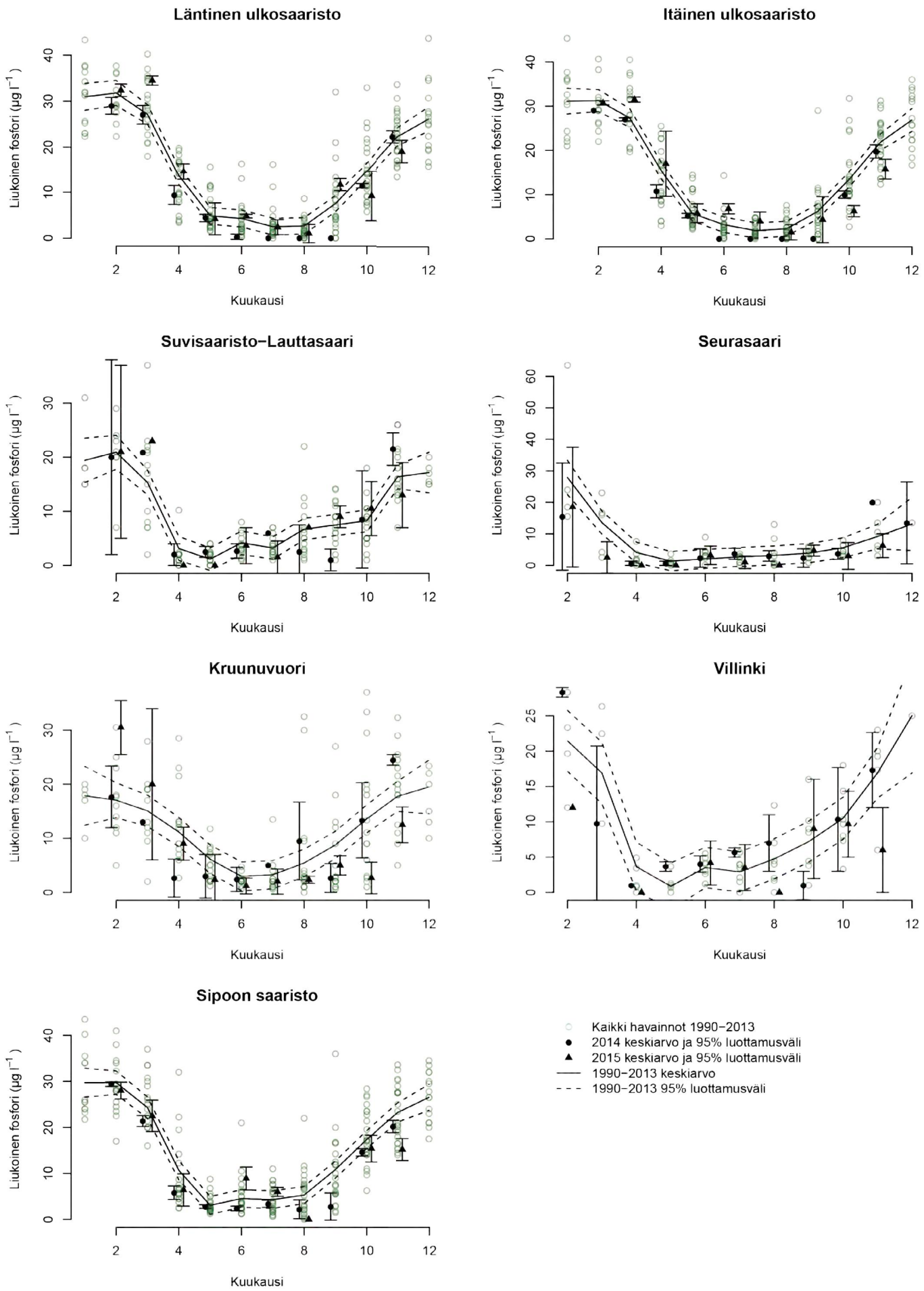


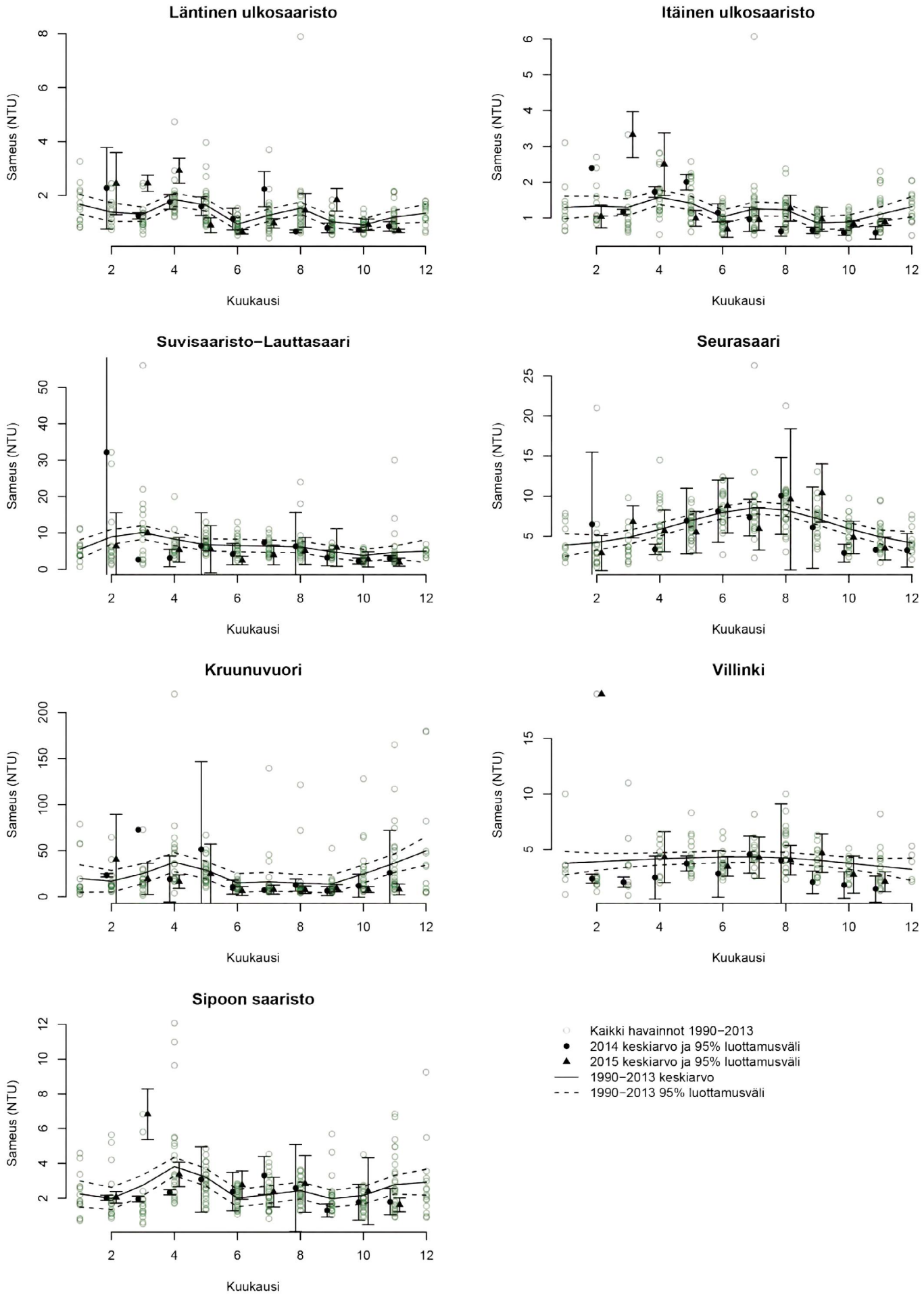

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Suolaisuus (PSU)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

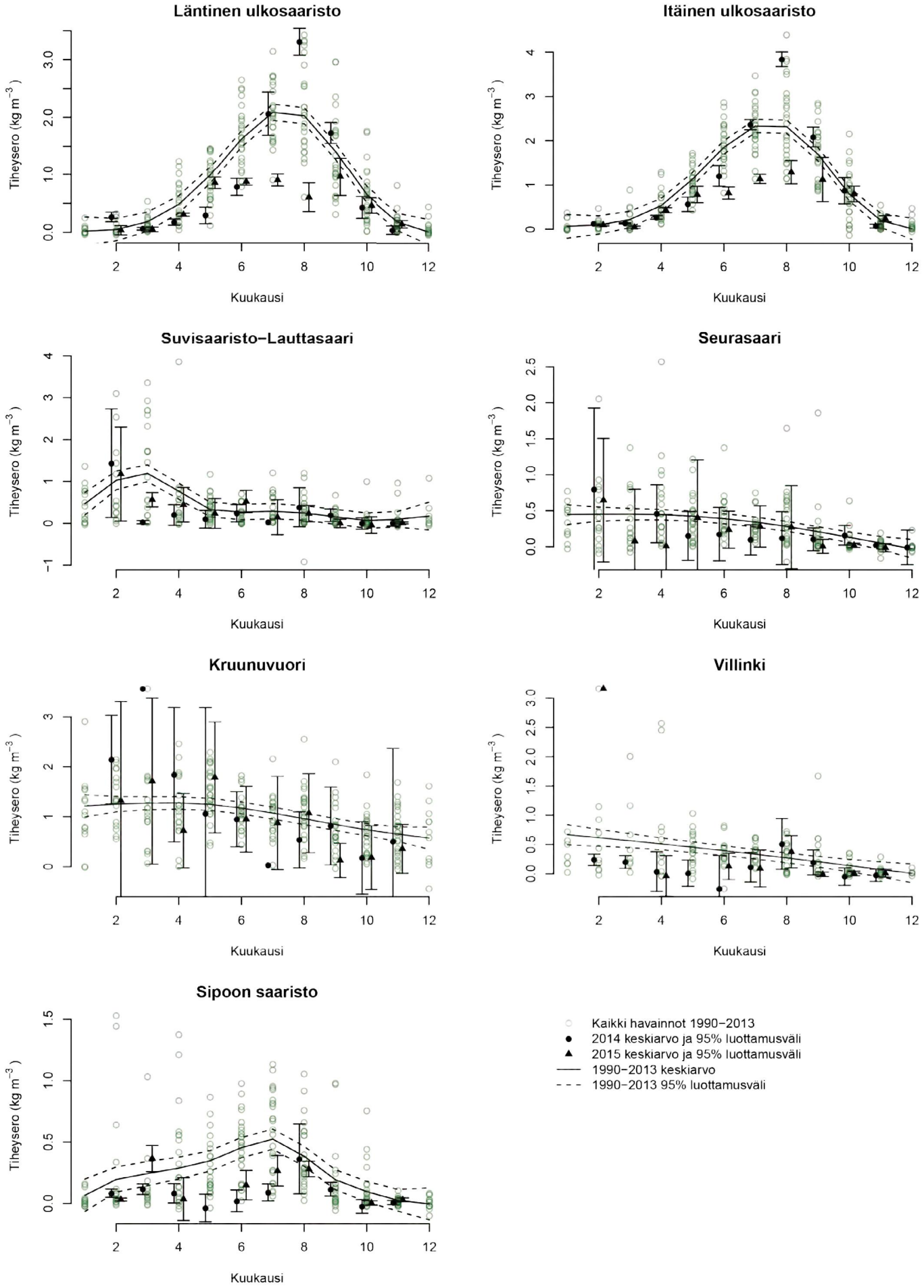

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Kokonaistyppi (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli


Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Kokonaisfosfori (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

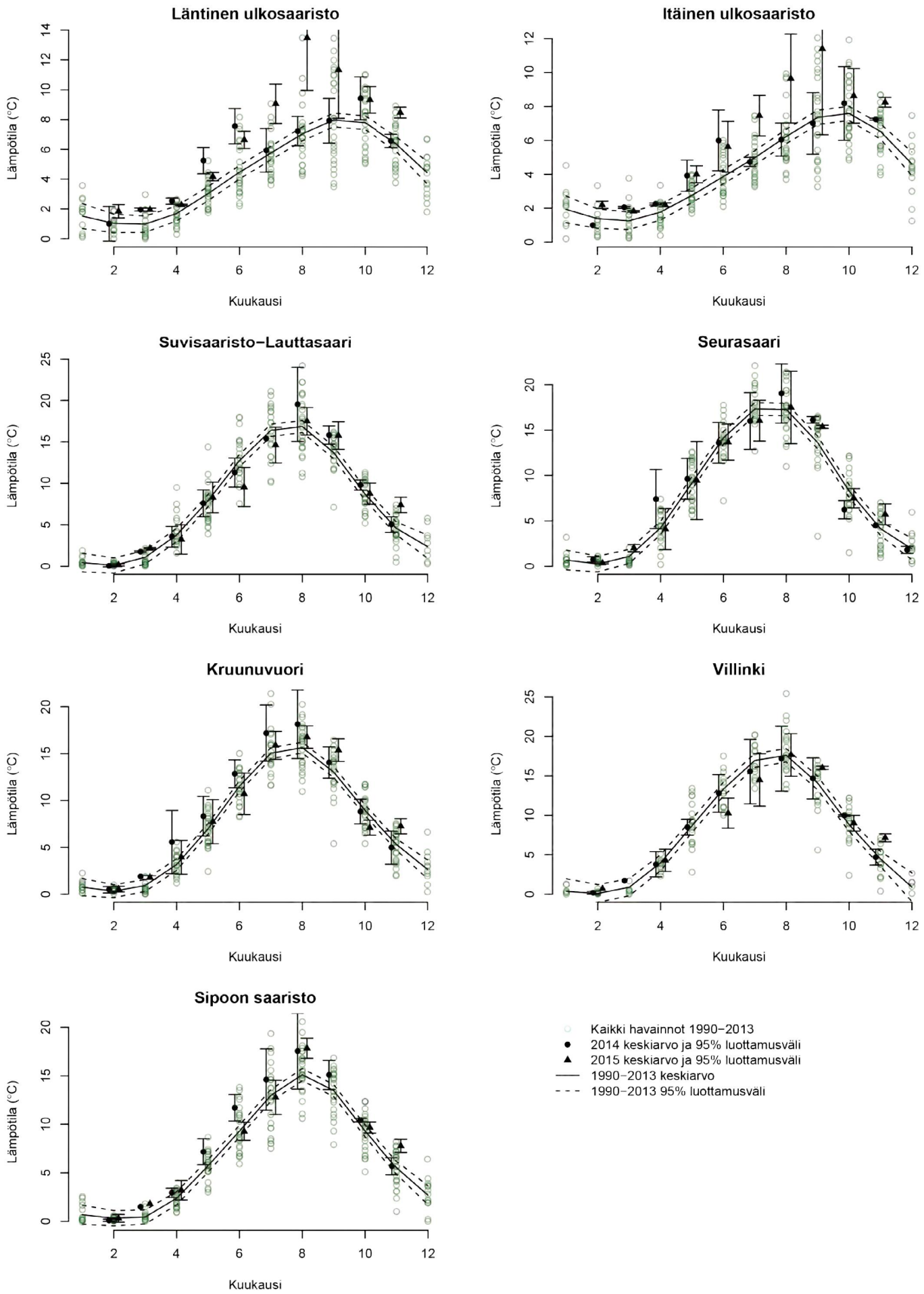

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Liukoinen typpi (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

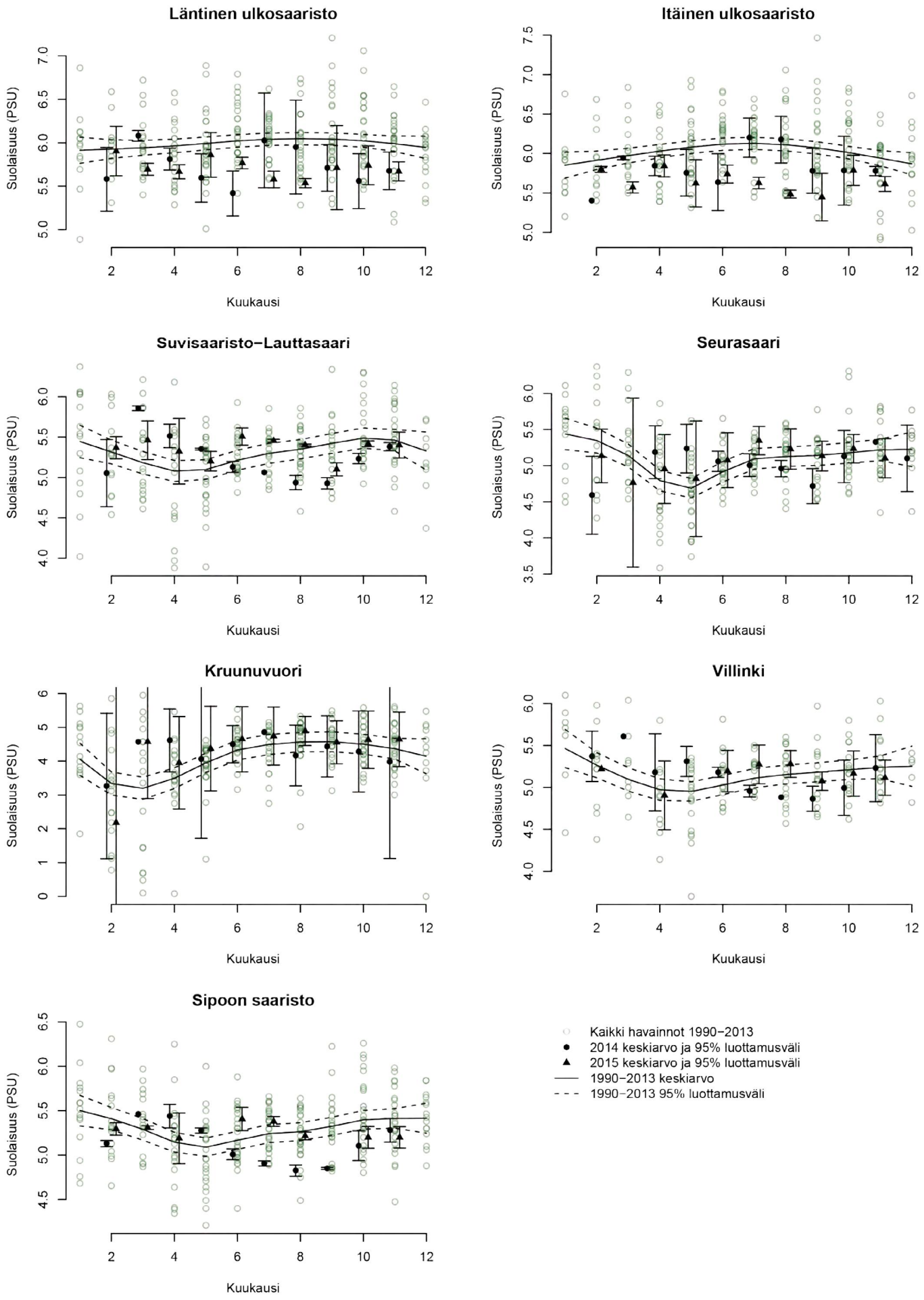

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Liukoinen fosfori (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

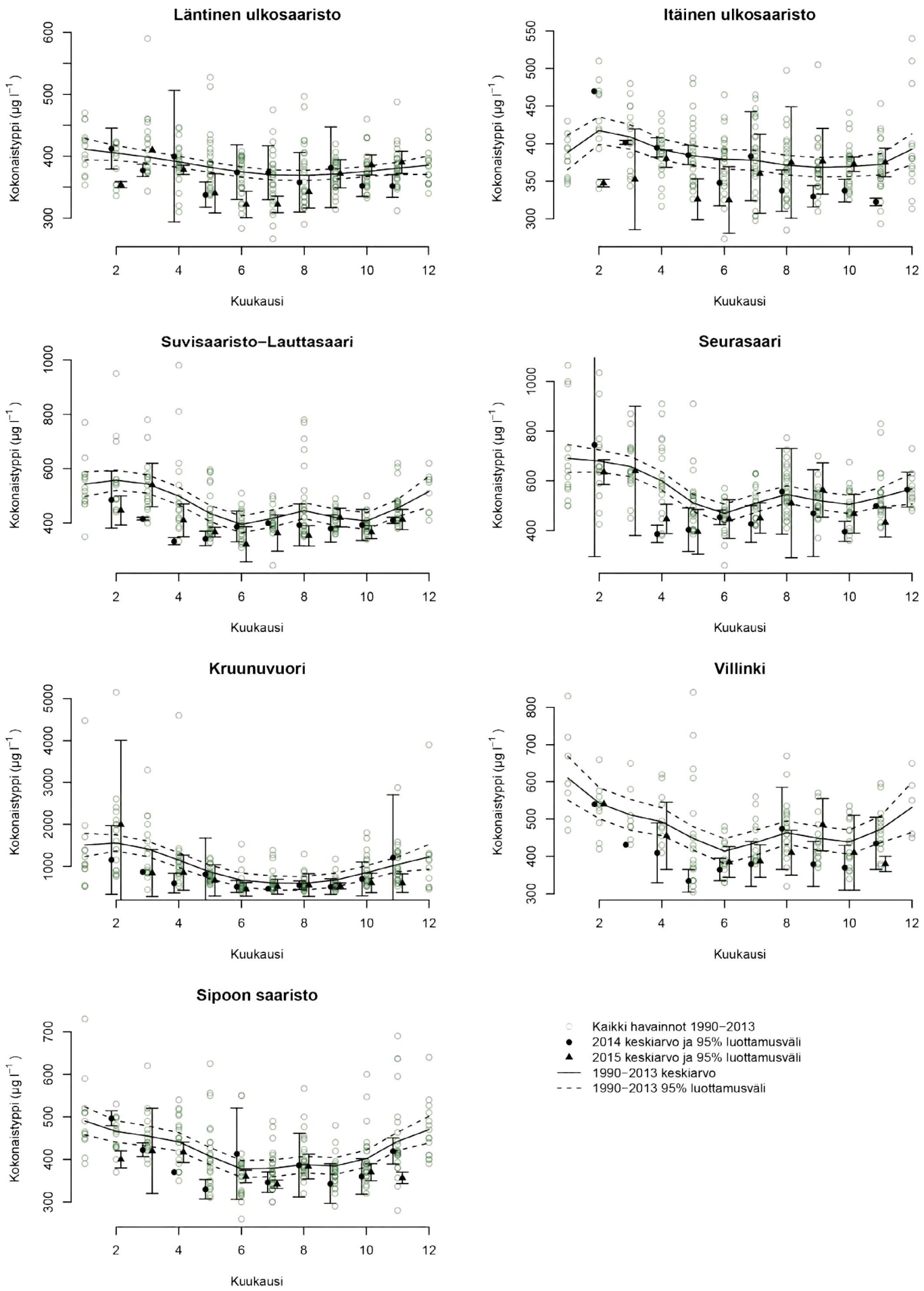

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Sameus (NTU)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

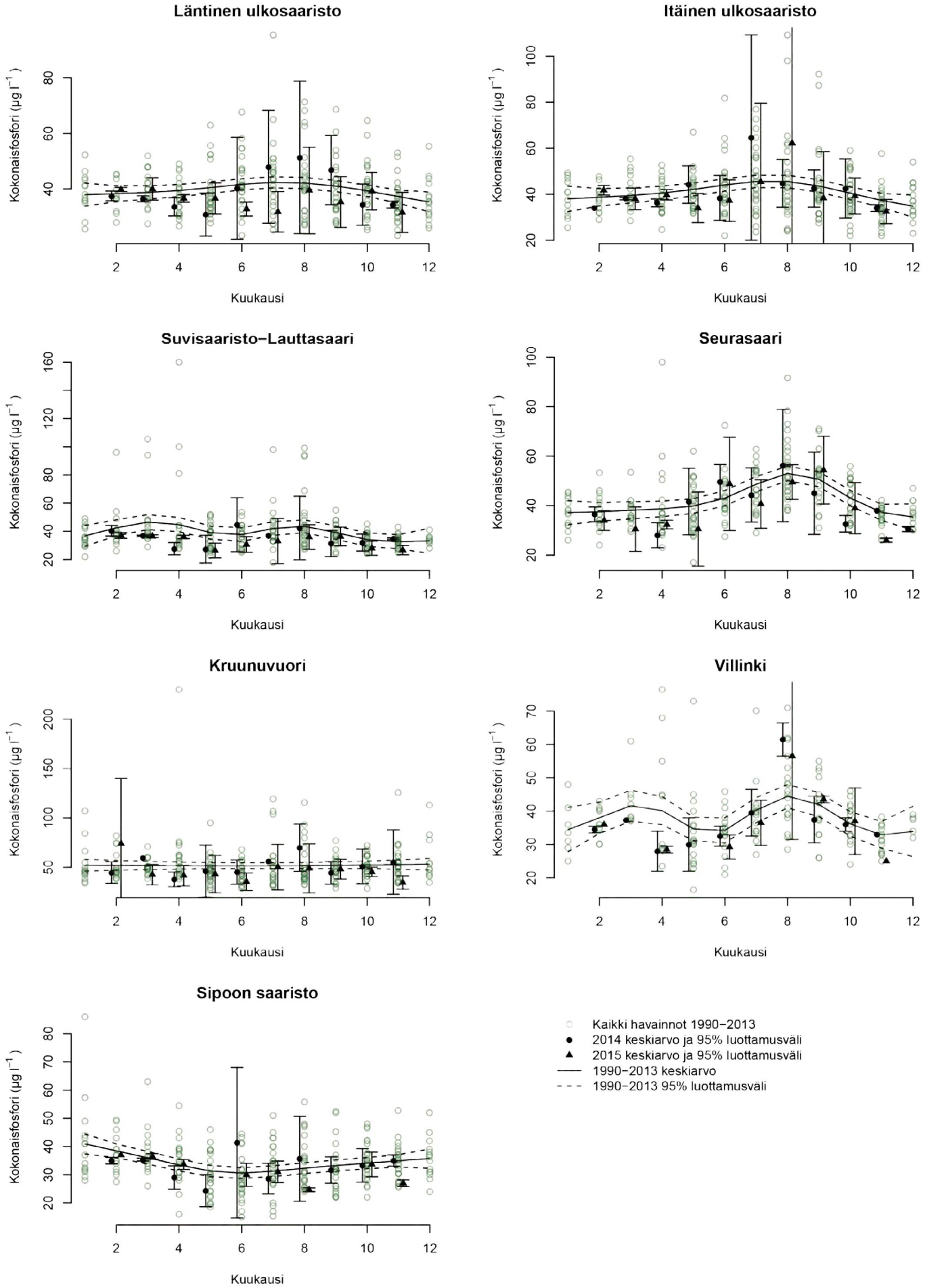

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Tiheysero (kg m^{-3})
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

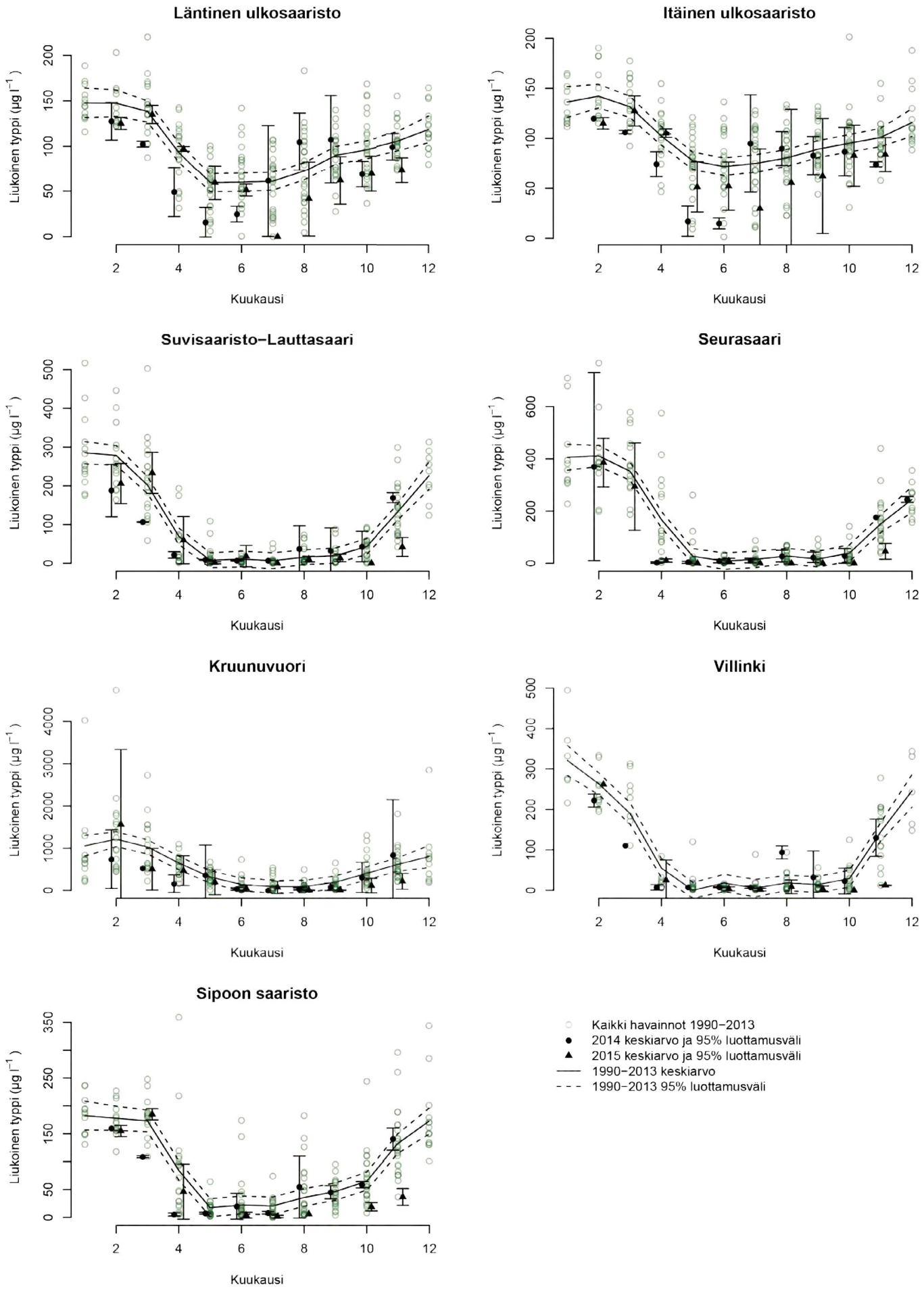
Liite 2. Pohjaveden fysikaaliskemiallinen laatu esitettynä pitkän ajan (1990-2013) kuukausikeskiarvona (+- 95% luottamusväli), sekä vuosien 2014 ja 2015 kuukausikeskiarvot (+- 95% luottamusväli)

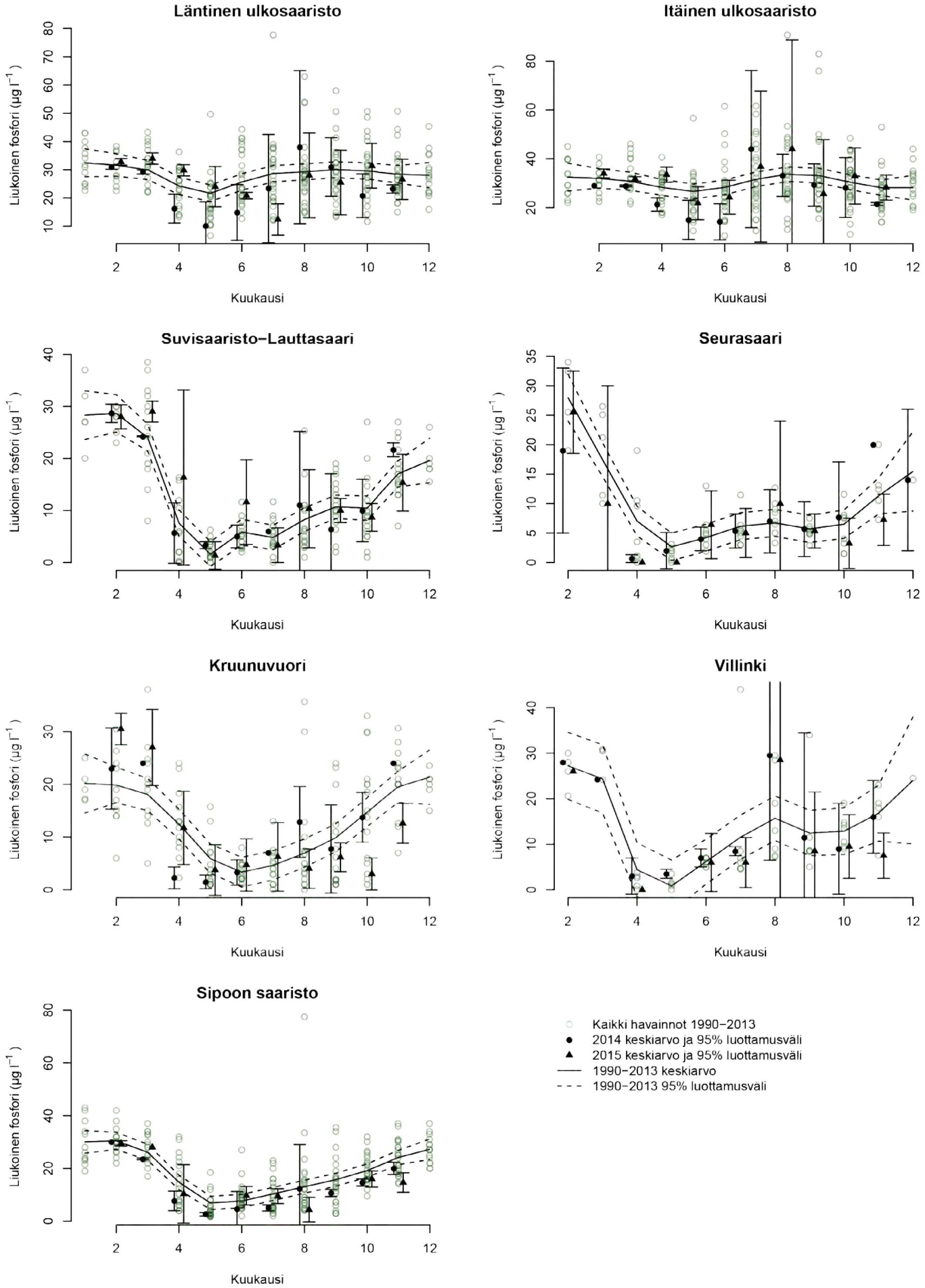


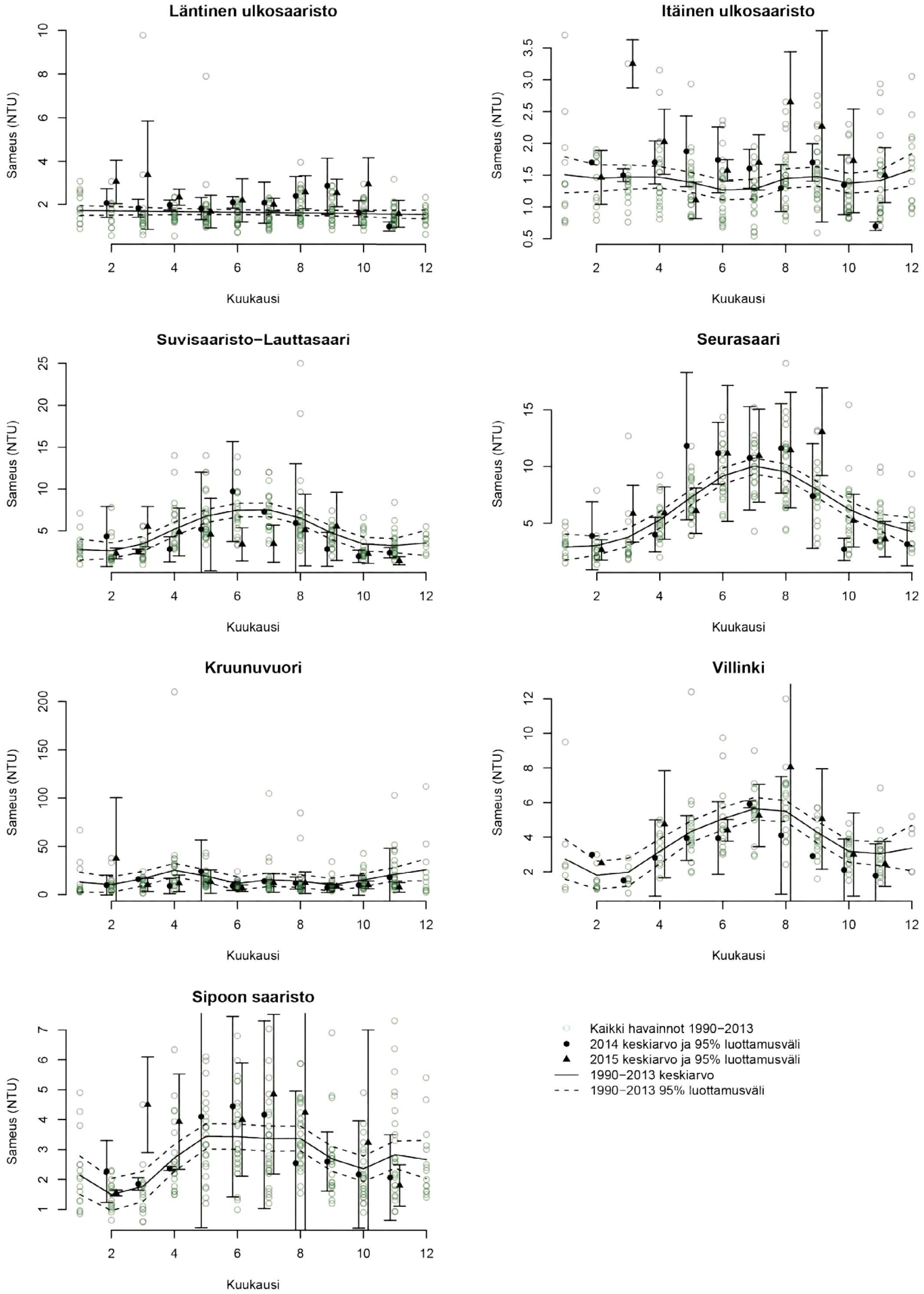

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Suolaisuus (PSU)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

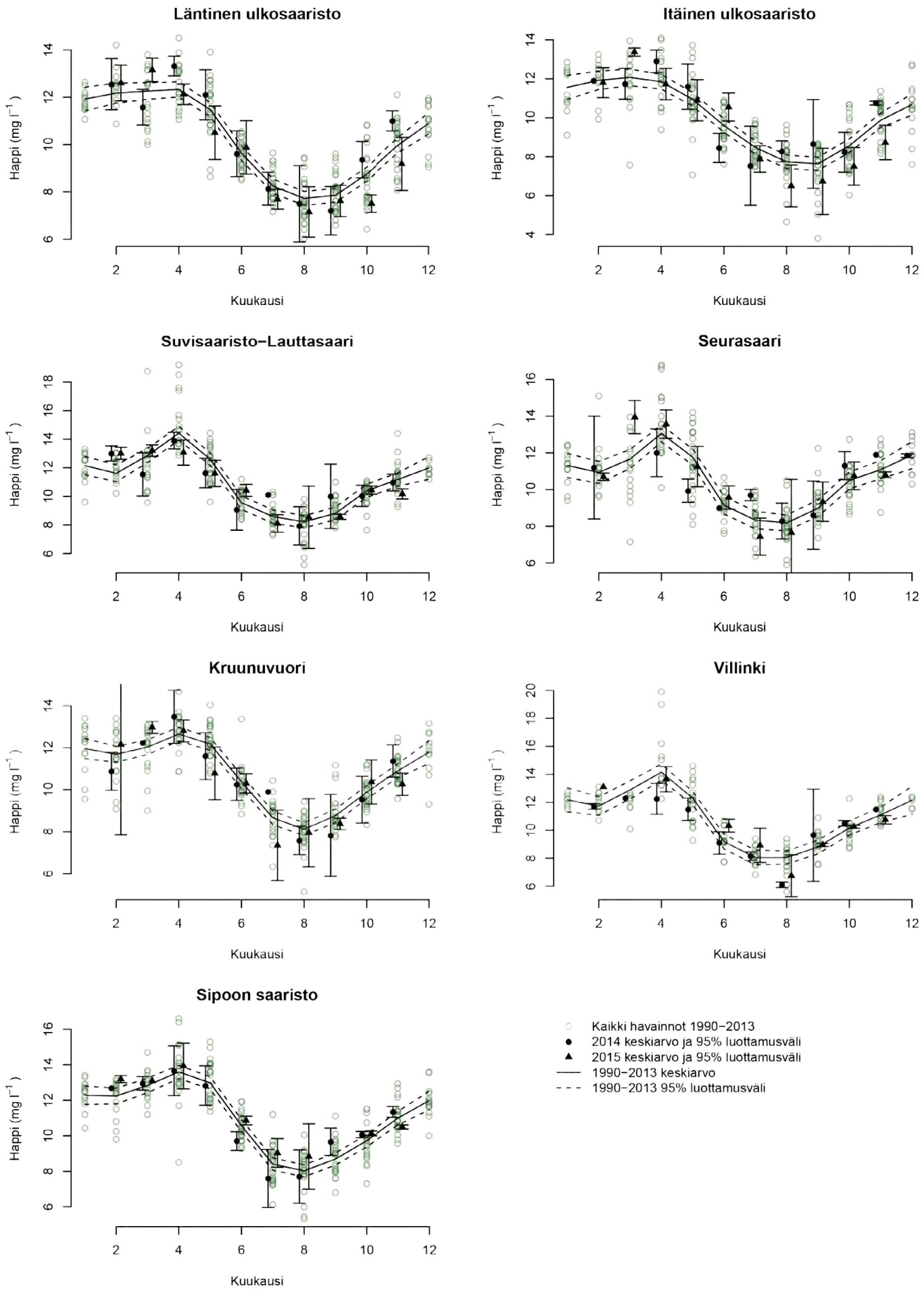

Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Kokonaistyppi (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli


Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Kokonaisfosfori (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli


Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Liukoinen typpi (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli


Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Liukoinen fosfori (µg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli


Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Sameus (NTU)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli


Läntinen ulkosaaristo
Itäinen ulkosaaristo
Suvisaaristo−Lauttasaari
Seurasaari
Kruunuvuori
Villinki
Sipoon saaristo
Happi (mg l−1)
Kuukausi
Kaikki havainnot 1990−2013
2014 keskiarvo ja 95% luottamusväli
2015 keskiarvo ja 95% luottamusväli
1990−2013 keskiarvo
1990−2013 95% luottamusväli

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUS

Helsingin ja Espoon edustan vedenlaatu touko-, elo- ja lokakuussa 2015 tehtyjen läpivirtausmittausten perusteella

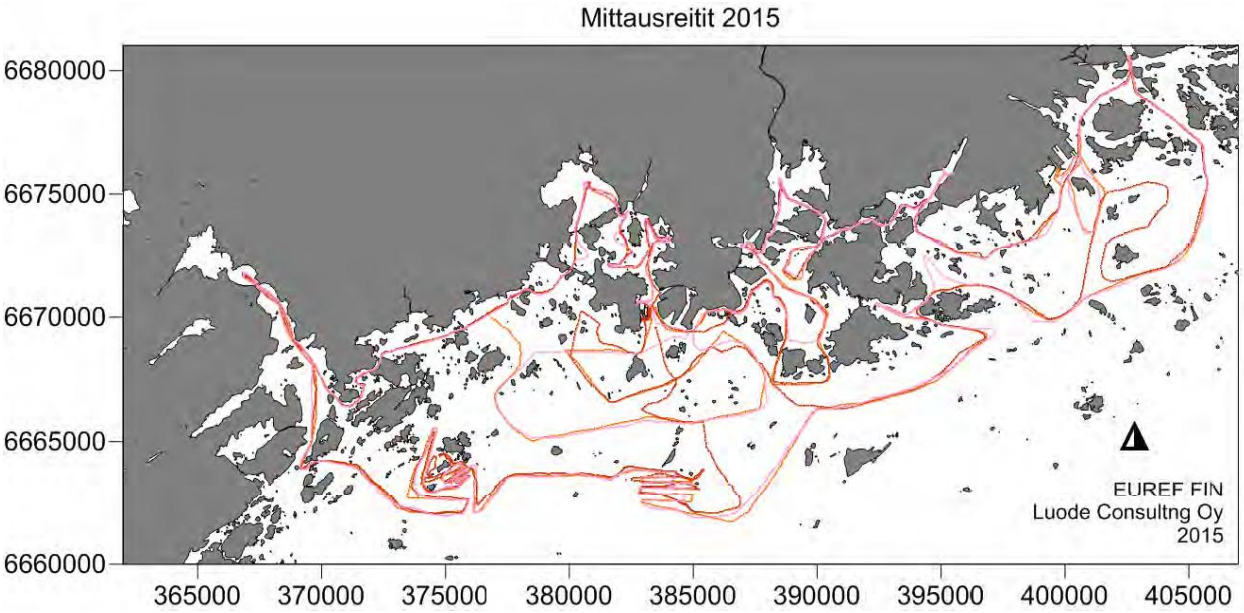
Antti Lindfors, Mikko Kiirikki ja Ari Laukkanen
Luode Consulting Oy
9.12.2015

Johdanto

Työssä selvitettiin Helsingin ja Espoon edustan vedenlaadun alueellisesta vaihtelua kolmella mittauskerralla avovesikaudella 2015. Kartoitukset tehtiin Luode Consulting Oy:n kehittämällä järjestelmällä, joka mahdollistaa vedenlaatuhavaintojen keräämisen liikkuvasta veneestä.

Mittaukset ja menetelmät

Näytevesi johdetaan Luoteen tutkimusaluksen mittauslaitteistoon 0,5 m syvyydeltä. Laitteisto koostuu patentoidusta läpivirtauslaitteistosta sekä YSI6600 mittalaitepaketista ja S::can spektrometrista. YSI6600 mittaa seuraavat parametrit sekunnin välein: lämpötila, johtokyky, sameus, happipitoisuus, a-klorofylli ja sinilevät (fykosyaniini). Tiedot nitraatti- ja nitriittitypen pitoisuuksista kerättiin S::canin laitteistolla kaksi kertaa minuutissa. Kaikki mittaustulokset tallennettiin yhdessä paikkatiedon kanssa ja niistä interpoloitiin vedenlaatukartat, jotka perustuvat yli 30 000 mittausreitin varrella sijaitsevan pisteen tietoihin. Mittauksia tehtiin touko-, elo- ja lokakuussa. Mittausreitin varrelta kerättiin jokaisella kolmella mittauskerralla kymmenen vesinäytettä laboratorio-analyysejä varten. Kartoituksessa ajetut mittausreitit on esitetty Kuvassa 1.



Kuva 1. Mittausreitit vuonna 2015.

Kalibrointi

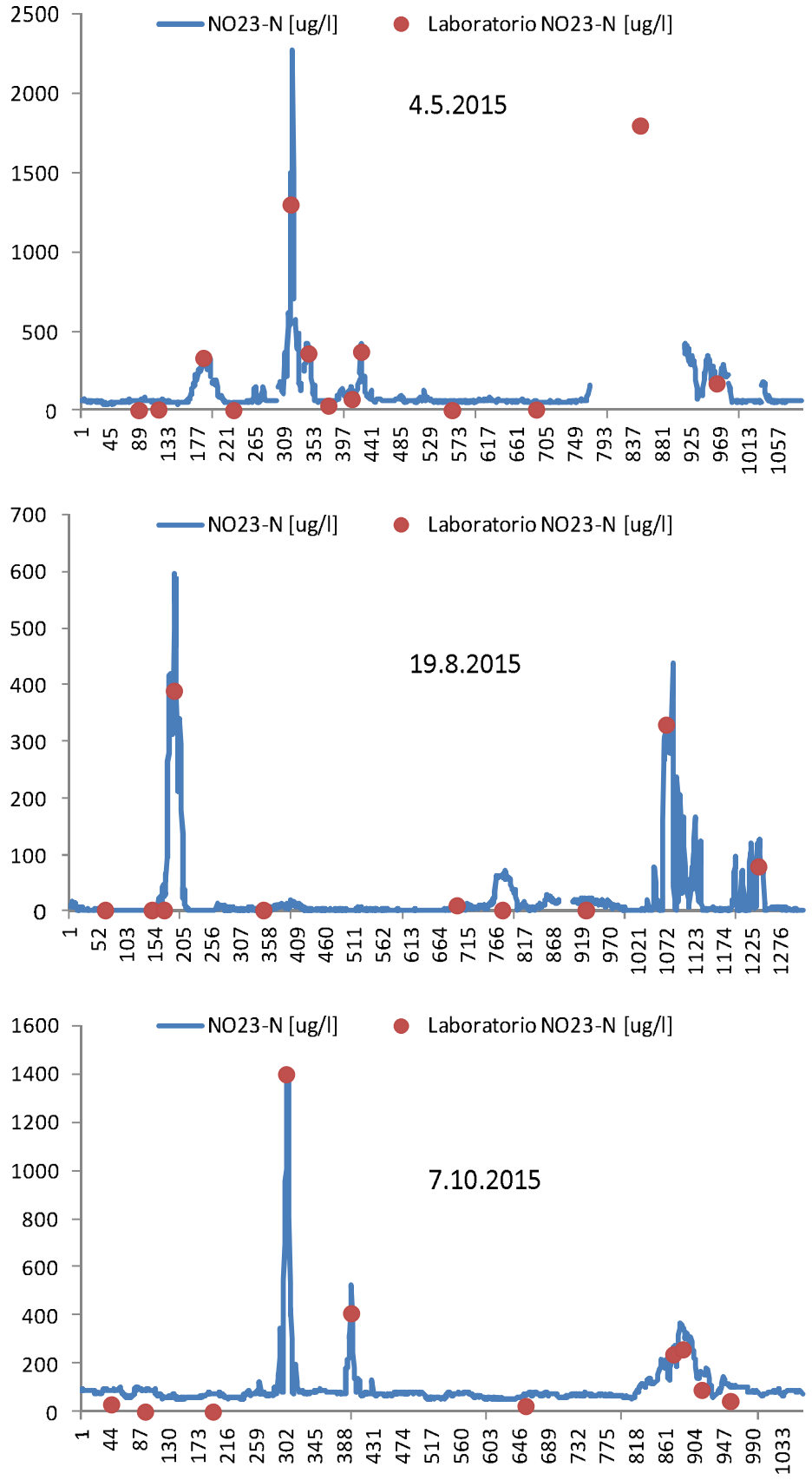
A-klorofyllin laskennassa käytettiin klorofyllifluorometrin tulosten lisäksi sinilevämittauksia, koska sinilevien sisältämä a-klorofylli ei juuri näy fluorometrisessa mittauksessa solun sisärakenteen takia. Lisäksi laskennassa huomioitiin sameuden signaalia heikentävä vaikutus.

Totaalifosforin laskentaan käytettiin sameutta, joka kuvaa savipartikkeleihin kiinnittynyttä fosforia sekä klorofylliä ja sinileväbiomassaa, jotka kuvaavat kasviplanktoniin sitoutunutta orgaanista fosforifraktiota. Myöhäisimmälle lokakuun

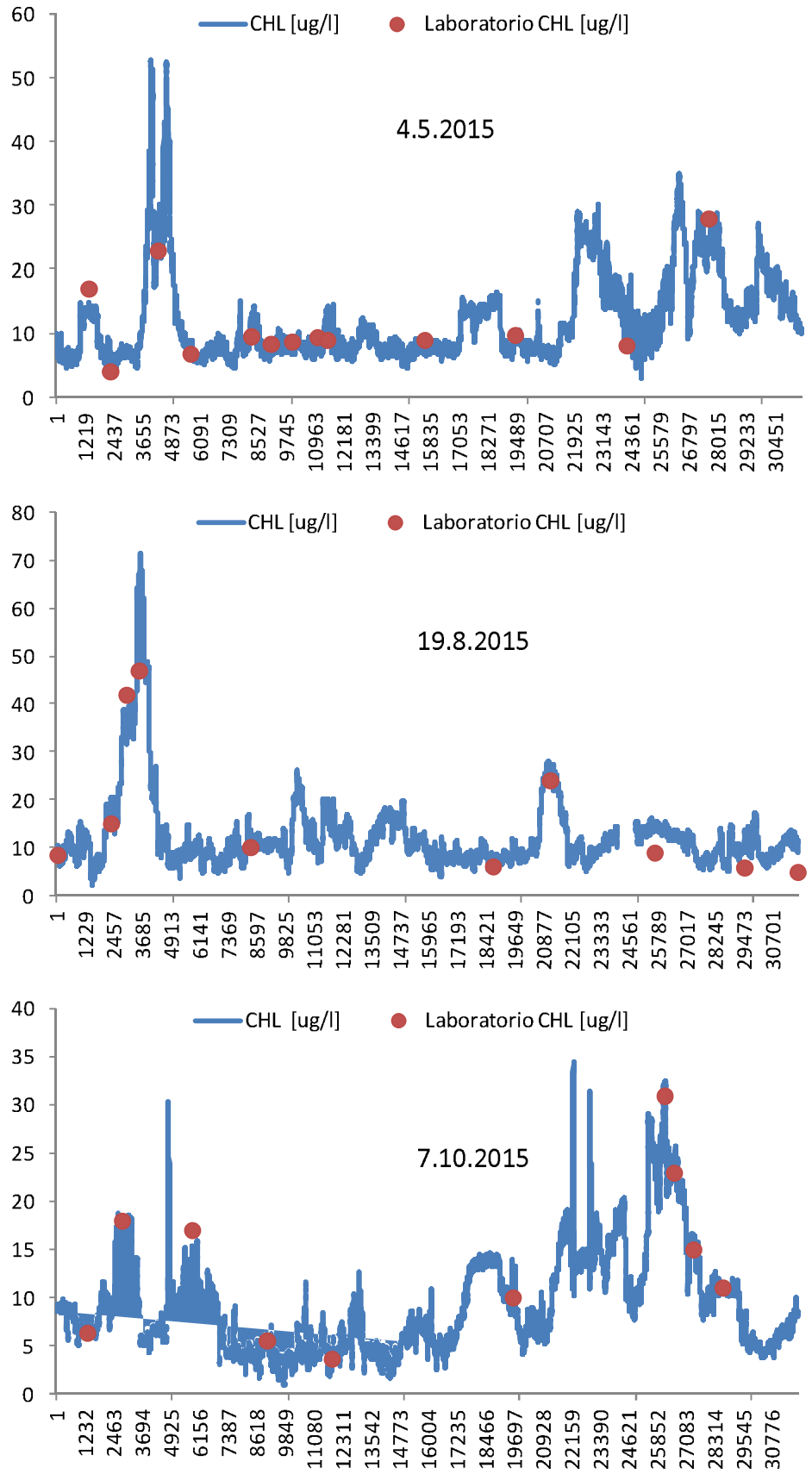
mittauskerralle ei pystytty tuottamaan laskennallista totaalifosforia. Todennäköisesti suurin syy tähän oli liukoisen fosforin kulkeutuminen pintaveteen pohjan läheisestä vesikerroksesta syksyn täyskierron aikana.

Sameus- ja nitriitti-nitraattityppipitoisuuksia [NO23-N] ei kalibroitu laboratoriotuloksilla koska kuljetus ja näytteen säilytys voi vaikuttaa analyysituloksiin. Sameudet olivat käytännössä identtisiä laboratoriotulosten kanssa. Nitriitti-nitraattitypessä oli kevään ja syksyn avomerialueen mittauksissa lievä tasoero laboratoriotulosten kanssa. Paikanpäällä tehdyt mittaukset näyttivät avomerellä hieman korkeampia pitoisuuksia laboratoriotuloksiin verrattuna. Tämä saattaa johtua liukoisen typen kulumisesta näytteenoton ja analyysin välillä. Kesäkaudella sekä maastomittaukset että laboratoriotulokset näyttivät nollaa eli voimakasta typpirajoitteisuutta purkuputkien vaikutusalueen ulkopuoliselle avomerialueelle.

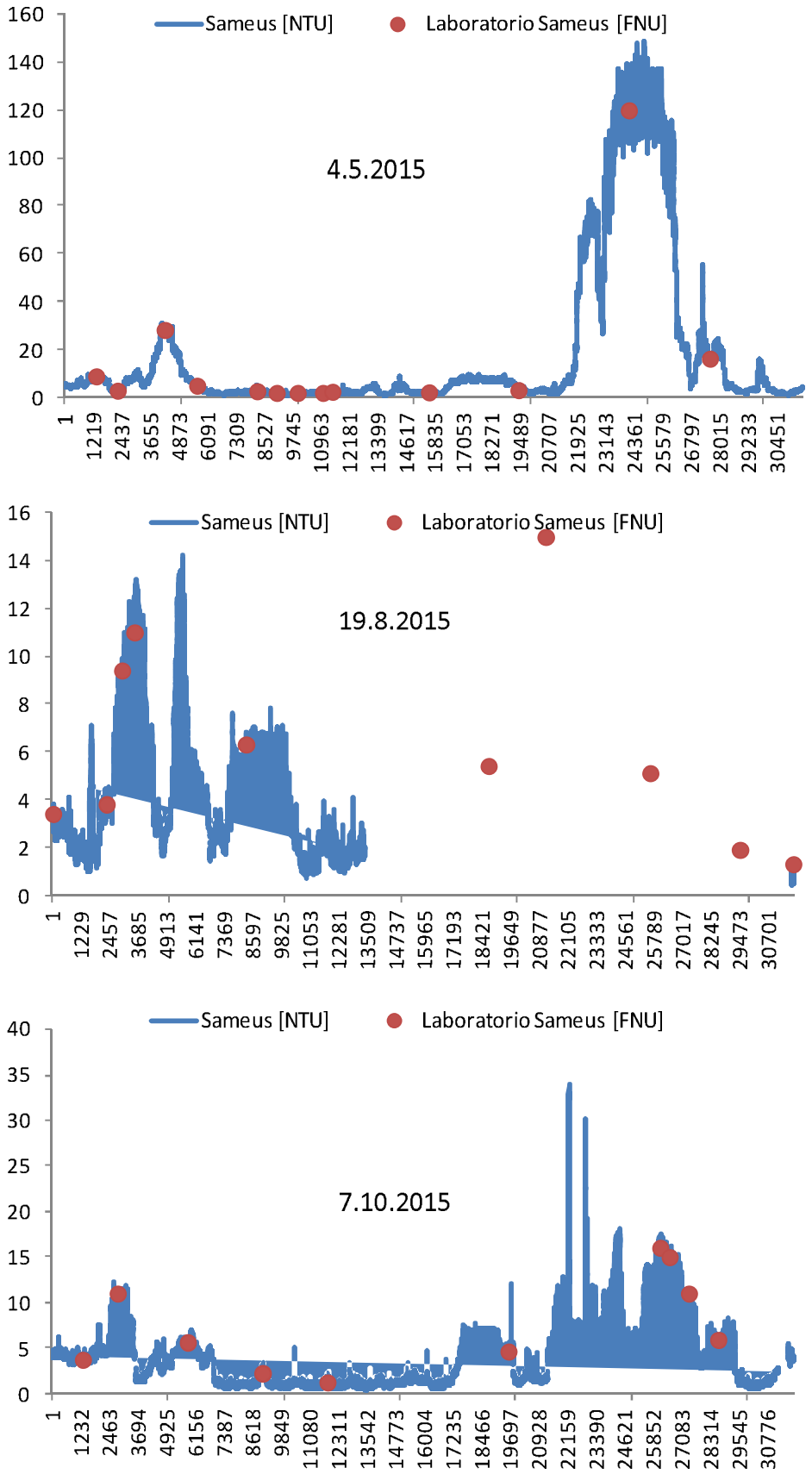
Kenttämittausten ja laboratoriotulosten vertailu eri mittauskerroilla on esitetty Kuvissa 2-5.



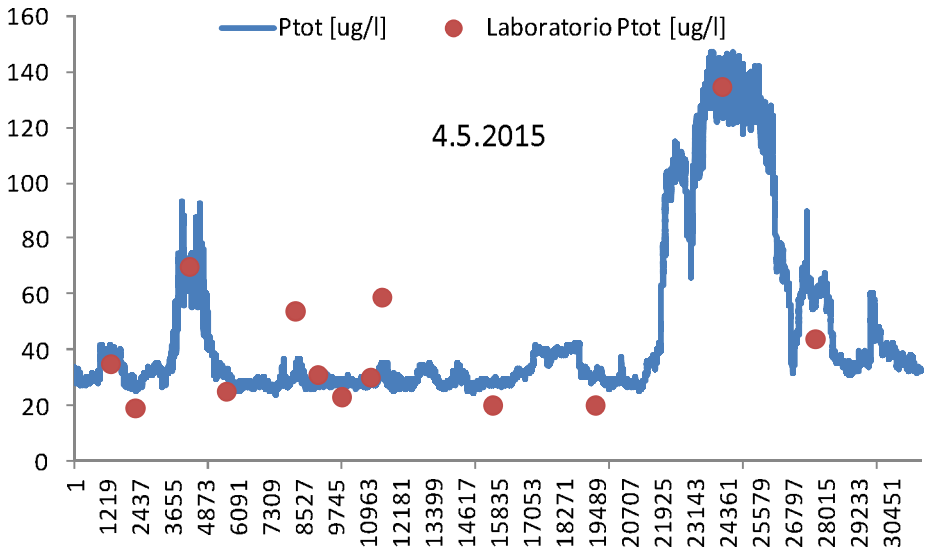
Kuva 2. Nitraatti-nitriittityppi. Kenttämittaus on esitetty aikasarjana ja laboratoriotulokset yksittäisinä pisteinä. X-akselilla havaintojen juokseva numerointi. Toukokuun kartoituksella korkea sameus esti mittauksen Vanhankaupunginlahdella.

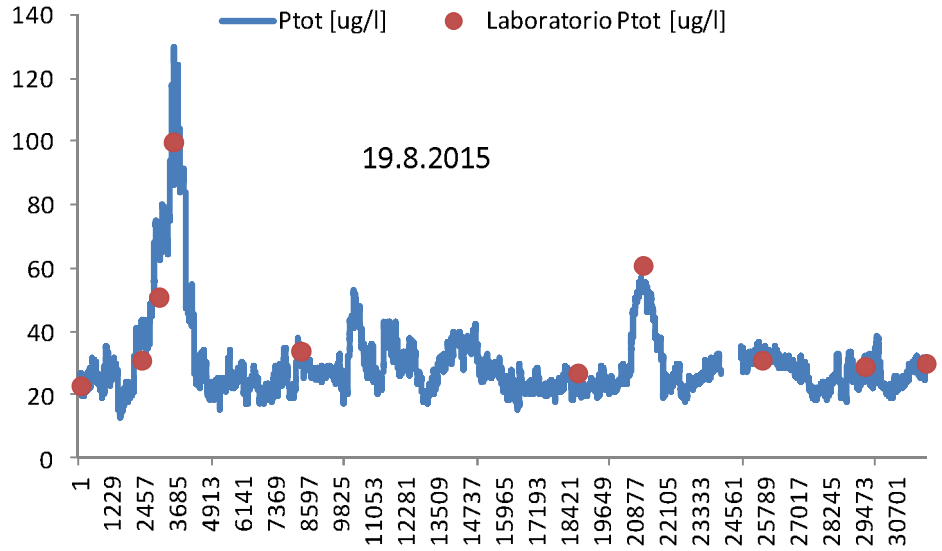


Kuva 3. A-klorofylli: Kenttämittaus on esitetty aikasarjana ja laboratoriotulokset yksittäisinä pisteinä. X-akselilla havaintojen juokseva numerointi.



Kuva 4. Sameus: Kenttämittaus on esitetty aikasarjana ja laboratoriotulokset yksittäisinä pisteinä. X-akselilla havaintojen juokseva numerointi.





Kuva 5. Laskennallinen kokonaisfosfori: Kenttämittaus on esitetty aikasarjana ja laboratoriotulokset yksittäisinä pisteinä. X-akselilla havaintojen juokseva numerointi. Paras vastaavuus saavutettiin kesäkaudella. Syksyn kartoituksen tuloksista ei pystytty laatimaan laskennallista arvioita kokonaisfosforista.

Pitoisuuskartat

Mittaustulosten perusteella interpoloidut pitoisuuskartat on koottu Kuviin 6-13. Kuvissa on esitetty viivoituksella alueet joilta ei ole mittaustuloksia. Väriskaalat on pyritty pitämään eri vuodenaikoja kuvaavissa kartoissa samoina vertailun helpottamiseksi. Ainoastaan pintalämpötilaa esittävissä kartoissa skaalaa on muutettu vuodenajan mukaan, jotta eri osa-alueiden väliset erot tulisivat selvemmin näkyviin.

Lämpötila

Lämpötilakartoissa näkyy selvästi rannikon läheisen merialueen ja avomeren välinen ero vesimassan lämpenemisessä ja jäähtymisessä. Sekä kevään että kesän kartoituskerralla lahtialueilla mitattiin kaikista korkeimmat lämpötilat. Lämpötilaero avomerialueeseen verrattuna oli noin 5 °C. Syksyn mittauskerralla tilanne oli kääntynyt päinvastaiseksi ja kylmimmät vedet mitattiin Vanhankaupunginlandella Vantaanjoen suulla. Avomeren lämpövarasto piti samaan aikaan ulkosaaristoa useita asteita lämpimämpänä.

Suolapitoisuus

Suolapitoisuuskarttoja dominoi jokivesien vaikutus. Alimmat pitoisuudet mitattiin kaikilla kerroilla Vanhankaupunginlahdella. Kevään kartoituskerralla Vanhankaupunginlahden vesi oli käytännössä makeaa vettä. Myös Espoonlahden pohjukkaan muodostui keväällä Espoonjoen ja Makinjoen vesistä selvästi avomerta vähäsuolaisemman veden alue. Rannikkoalueen pienempien purojen vaikutusalueet eivät tulleet ilmi yleispiirteisessä koko Helsingin edustan kartoituksessa. Myös jätevesien purkualueet erottuvat ympäröiviä alueita makeampina. Ylöskumpuavan jätevesi sekoittuu tehokkaasti noustessaan pintaan ympäröivän meriveden kanssa, minkä takia pintakerroksen vesimassat ovat suolapitoisuudeltaan vain vähän ympäristöään makeampia.

Sameus

Kiintoaineen ja sitä ilmentävän sameuden käytännössä ainoan merkittävän lähteen muodostavat jokivedet. Sameuskartat noudattavat pääsääntöisesti suolapitoisuuskarttojen esittämään jokivesien leviämistä. Ainoan poikkeuksen muodostavat kesäkaudella matalat lahtialueet, missä aallokon aiheuttama pohja-aineksen resuspensio nostaa paikallisesti sameutta. Tämä ilmiö näkyy ehkä kaikista selvimmin Laajalahdella. Myös sinilevillä ja muilla massaesiintymiä muodostavilla planktonlevillä on vaikutusta sameuteen muutamien sameusyksiköiden verran mutta ilmiötä on vaikea huomata laajoja gradientteja esittävistä kartoista,

A-klorofylli ja sinilevät

Kevätkukinta oli toukokuun alussa vielä käynnissä Vantaanjoen vesien leviämisalueella sekä Suomenlinnasta Miessaareen ulottuvalla vyöhykkeellä ulkosaariston laidassa. Myös Espoonlahdella mitattiin korkeita arvoja. Avomerellä sekä jokivesien vaikutuksen ulkopuolella olevalla saaristoalueella pitoisuudet olivat laskeneet lähelle kesälle tyypillistä tasoa. Aivan Vantaanjoen suulla korkeat sameudet estivät leväbiomassan kasvua tehokkaasti.

Sinilevien vaikutus a-klorofylliin oli voimakasta kesän ja syksyn mittauskerroilla. Ainoastaan Vanhankaupunginlahdella muut kuin sinilevät dominoivat kasviplanktonyhteisöä. Sinileviä oli kesän kartoituskerralla runsaimmin Laajalahdella ja Sipoon saaristossa. Vielä syksyn kartoituksessa havaittiin sinileviä Laajalahdella, Espoonlahdella sekä laikkuina avomerellä. Kaiken kaikkiaan sinilevien määrä oli huippuvuosiin verrattuna vähäinen.

Kokonaisfosfori

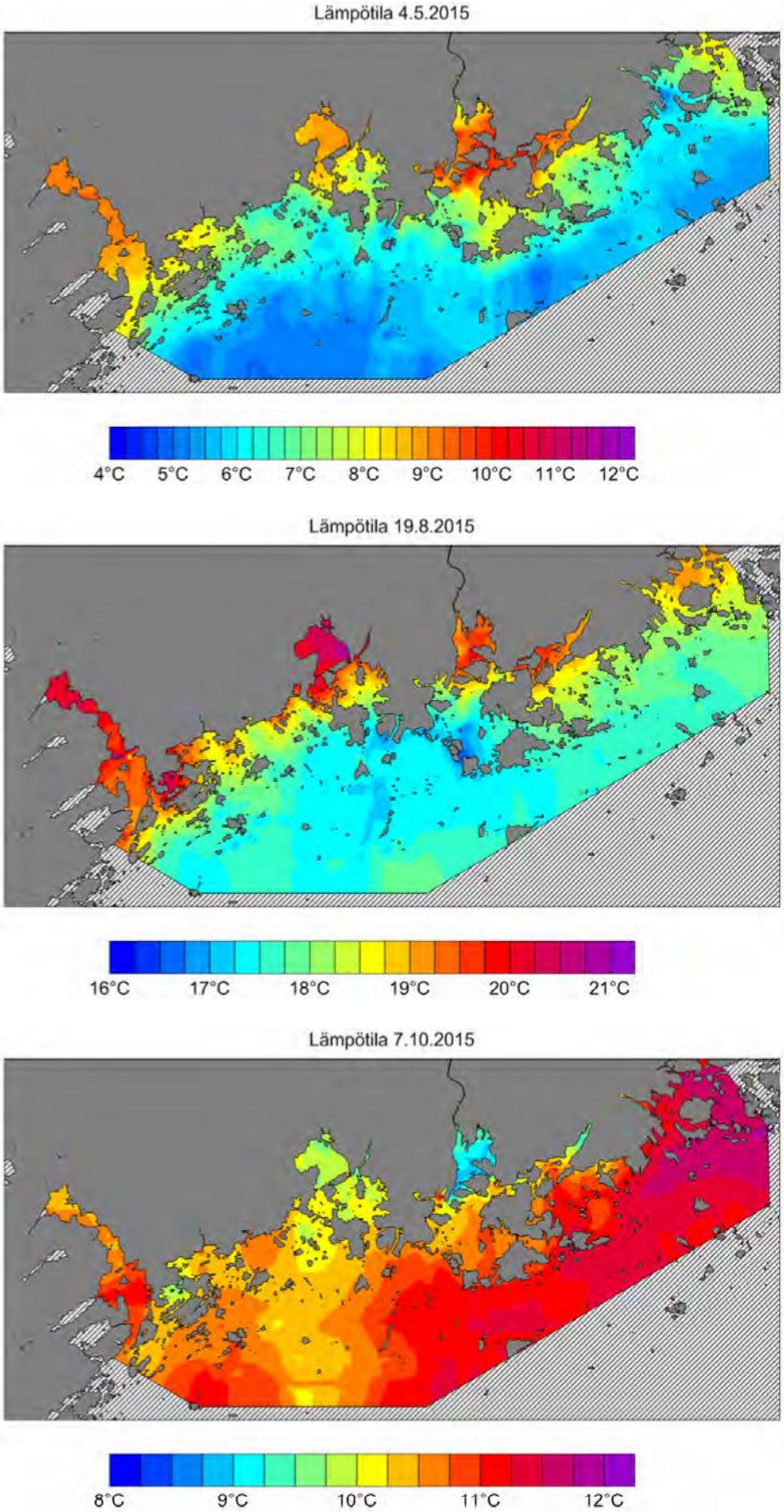
Kokonaisfosforikarttoja kannattaa pitää ainoastaan ohjeellisina sillä kyseessä on puhtaasti laskennallinen muuttuja, joka perustuu kiintoaineen ja leväsolujen sisältämän fosforin epäsuoraan mittaukseen. Paras laskennallinen vaste kokonaisfosforille saatiin kesäkauden kartoituksella, kun pintaveden liukoiset ravinteet olivat lähellä nollaa. Syksyn kartoituksella korrelaatio selittävien muuttujien ja laboratoriossa analysoidun kokonaisfosforin välillä oli niin heikko ettei karttaa kannattanut piirtää lainkaan. Todennäköisesti suurin syy tähän oli merkittävän liukoisen fosforin määrän kulkeutuminen pintaveteen pohjan läheltä vesikerrosten sekoittuessa syksyn aikana.

Nitriitti-nitraattityppi

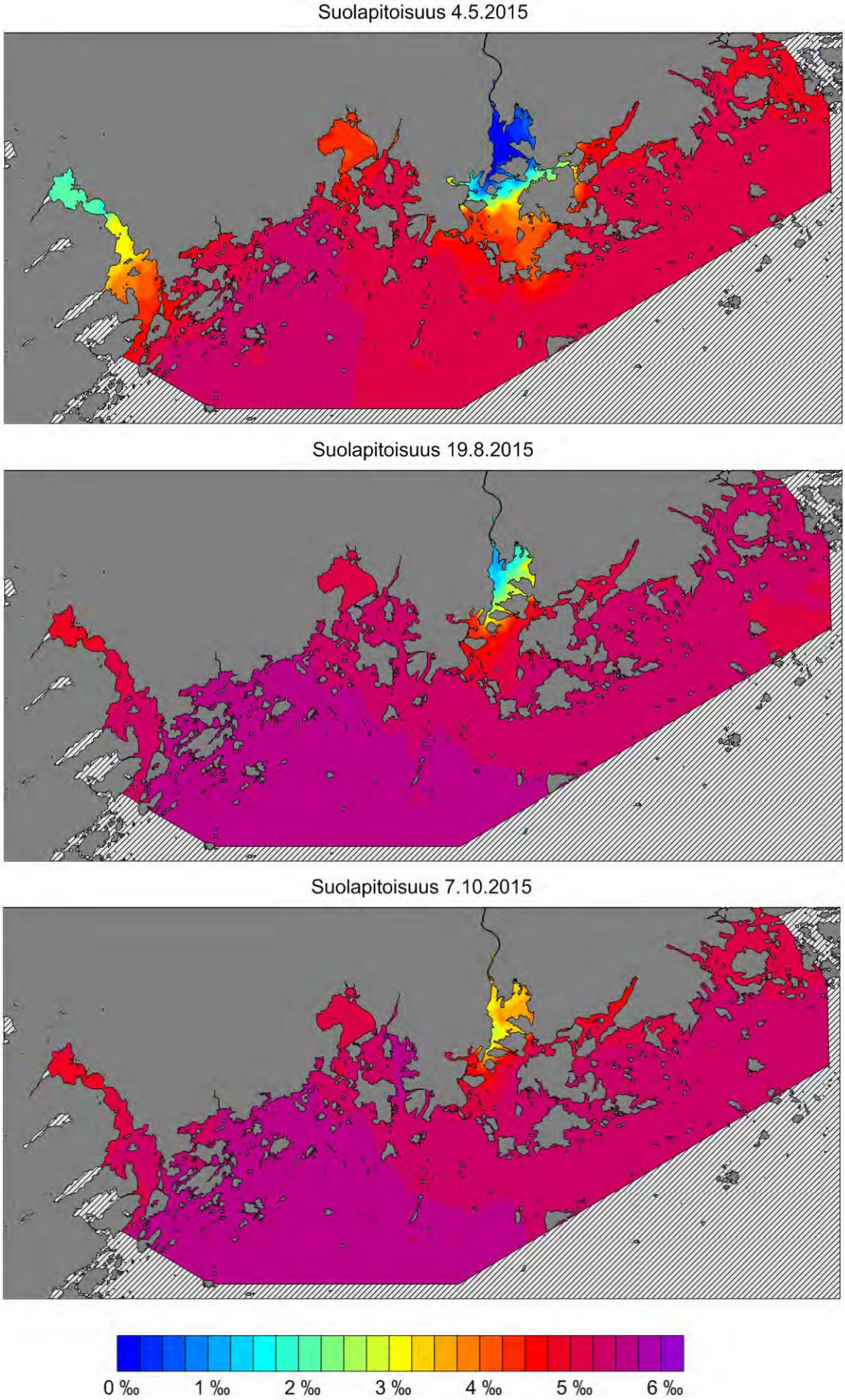
Kaikilla mittauskerroilla laajimmat kohonneiden pitoisuuksien alueet havaittiin Vanhankaupunginlahdella. Keväällä kohonneita arvoja mitattiin myös Länsiväylän pohjoispuoleisella Espoonlahdella. Jätevesien purkualueet erottuivat selvästi kaikilla kartoituskerroilla. Pitoisuudet olivat järjestelmällisesti korkeammat ja vaikutusalue laajempi Suomenojan puhdistamon purkualueella Gåsgrundetilla kuin Viikinmäen purkualueella Katajaluodolla. Erityisesti kevään mittauskerralla jätevesien vaikutus oli mitattavissa jopa yli kahden kilometrin päässä Gåsgrundetin lounaispuolella.

Happi

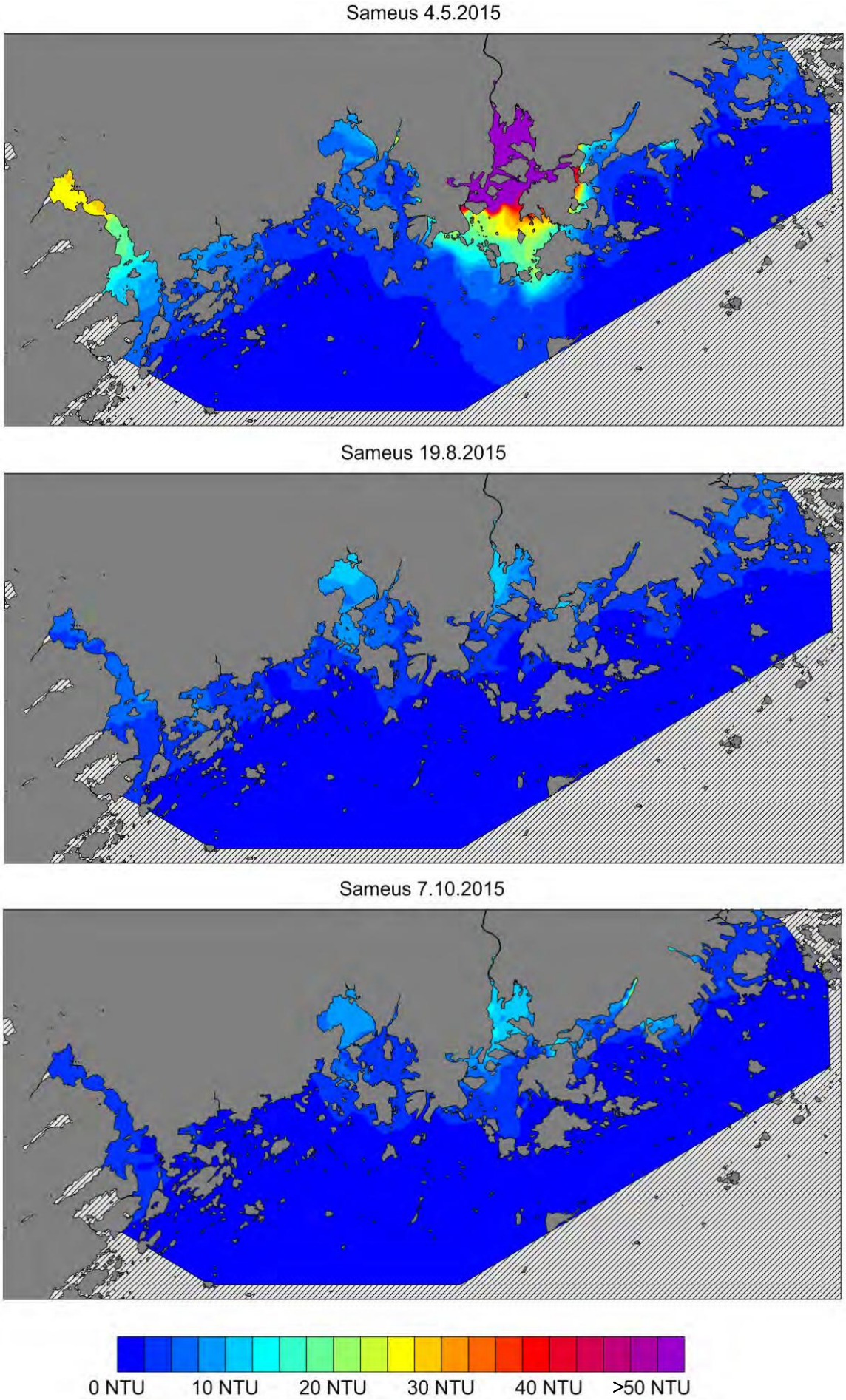
Happipitoisuutta esittävissä kartoissa ei ole havaittavissa alueita, joissa pitoisuus olisi normaalista poikkeava. Pitoisuuserot selittyvät suurimmaksi osaksi vesialueiden lämpötilaeroila.



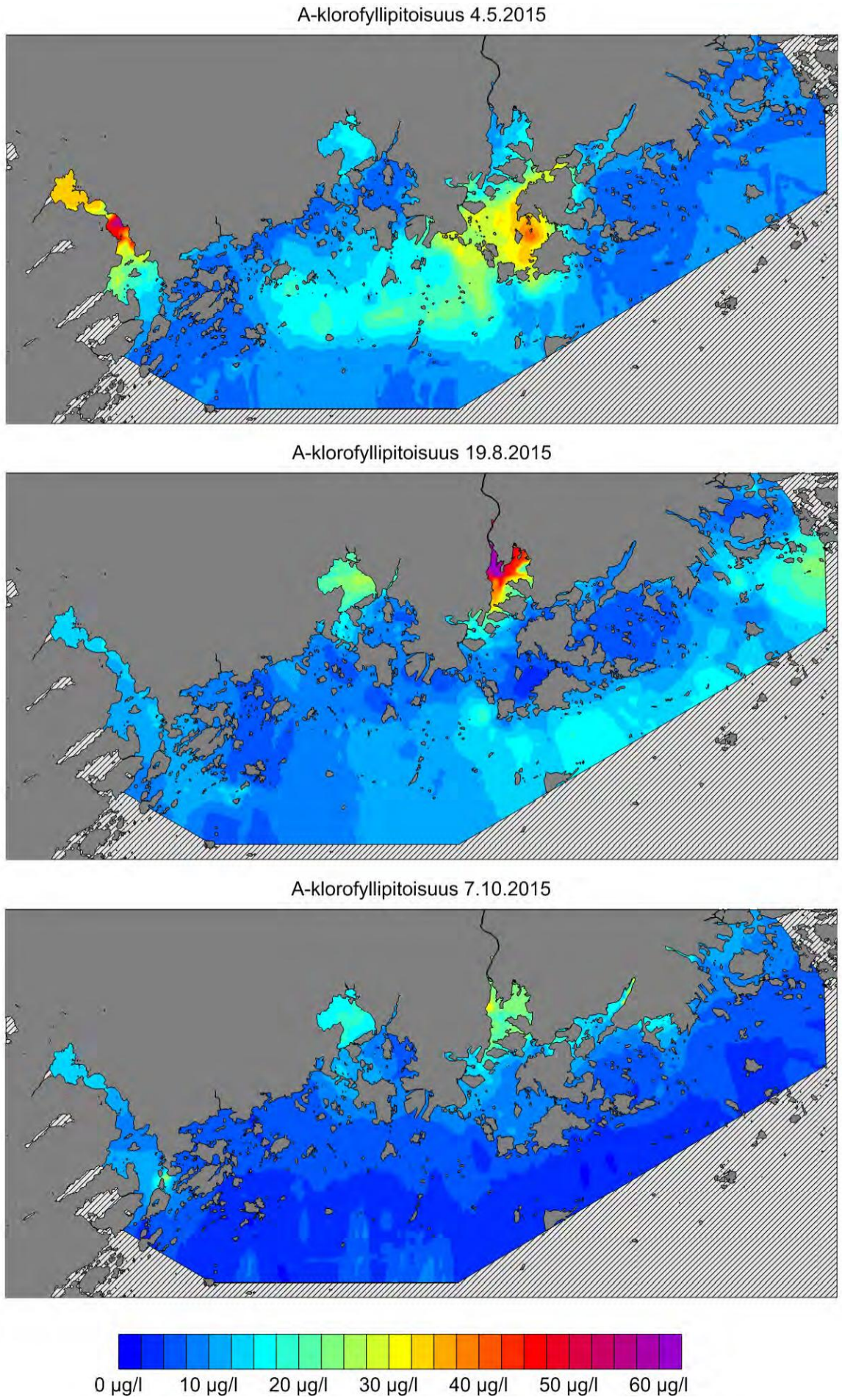
Kuva 6. Pintaveden lämpötila-arvot 4.5.2015, 19.8.2015 ja 7.10.2015.



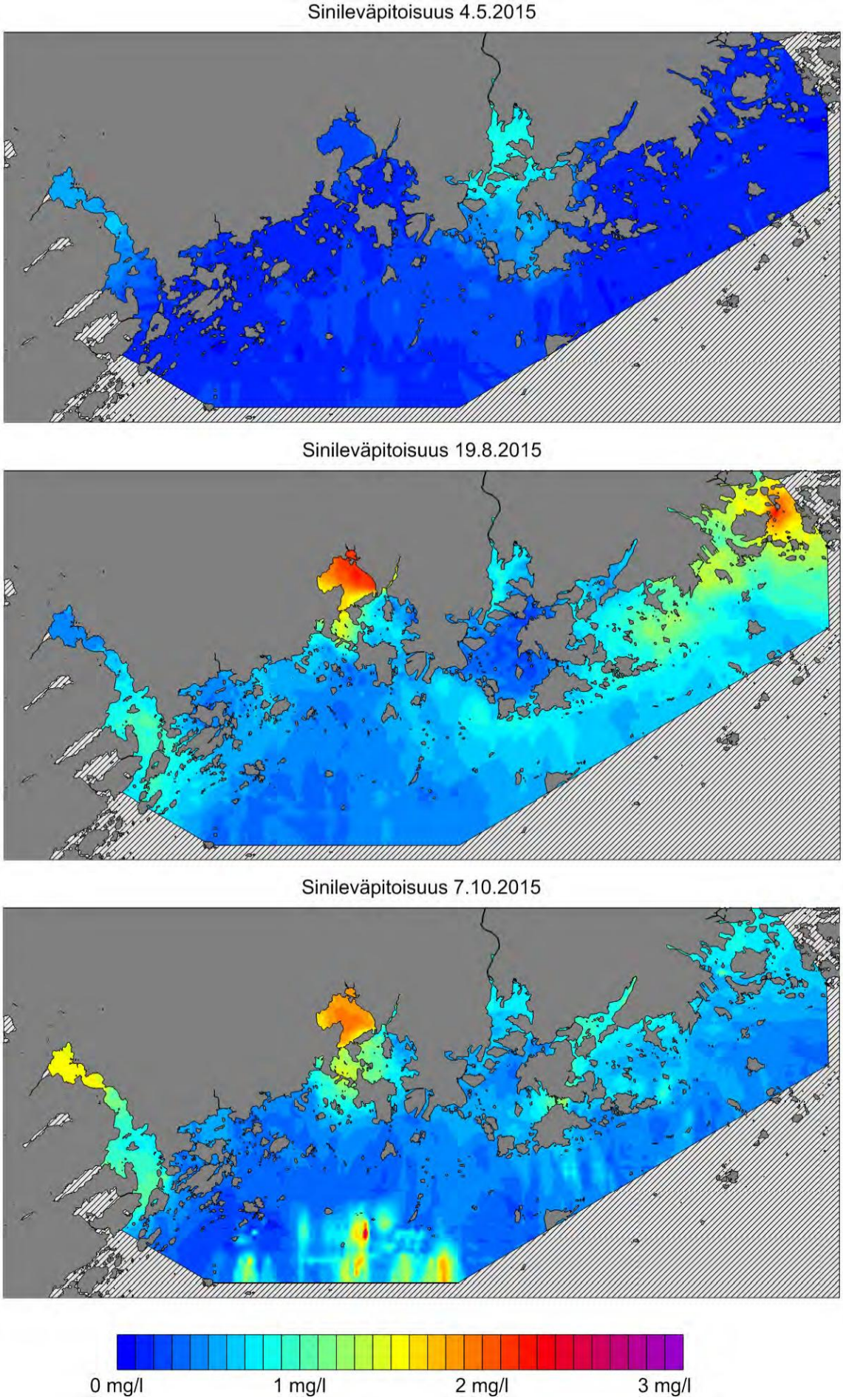
Kuva 7. Pintaveden suolapitoisuus 4.5.2015, 19.8.2015 ja 7.10.2015.



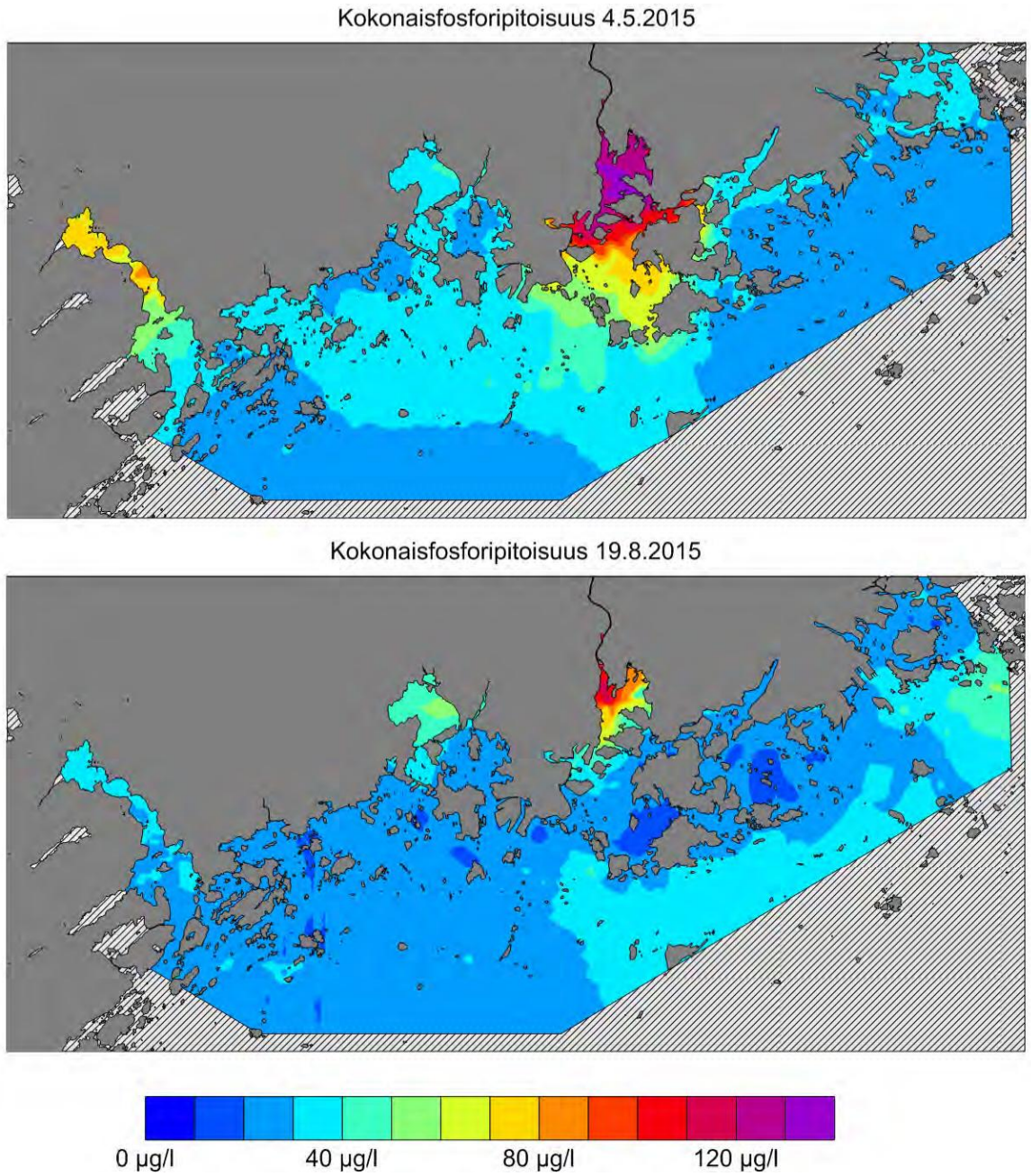
Kuva 8. Pintaveden sameus 4.5.2015, 19.8.2015 ja 7.10.2015.



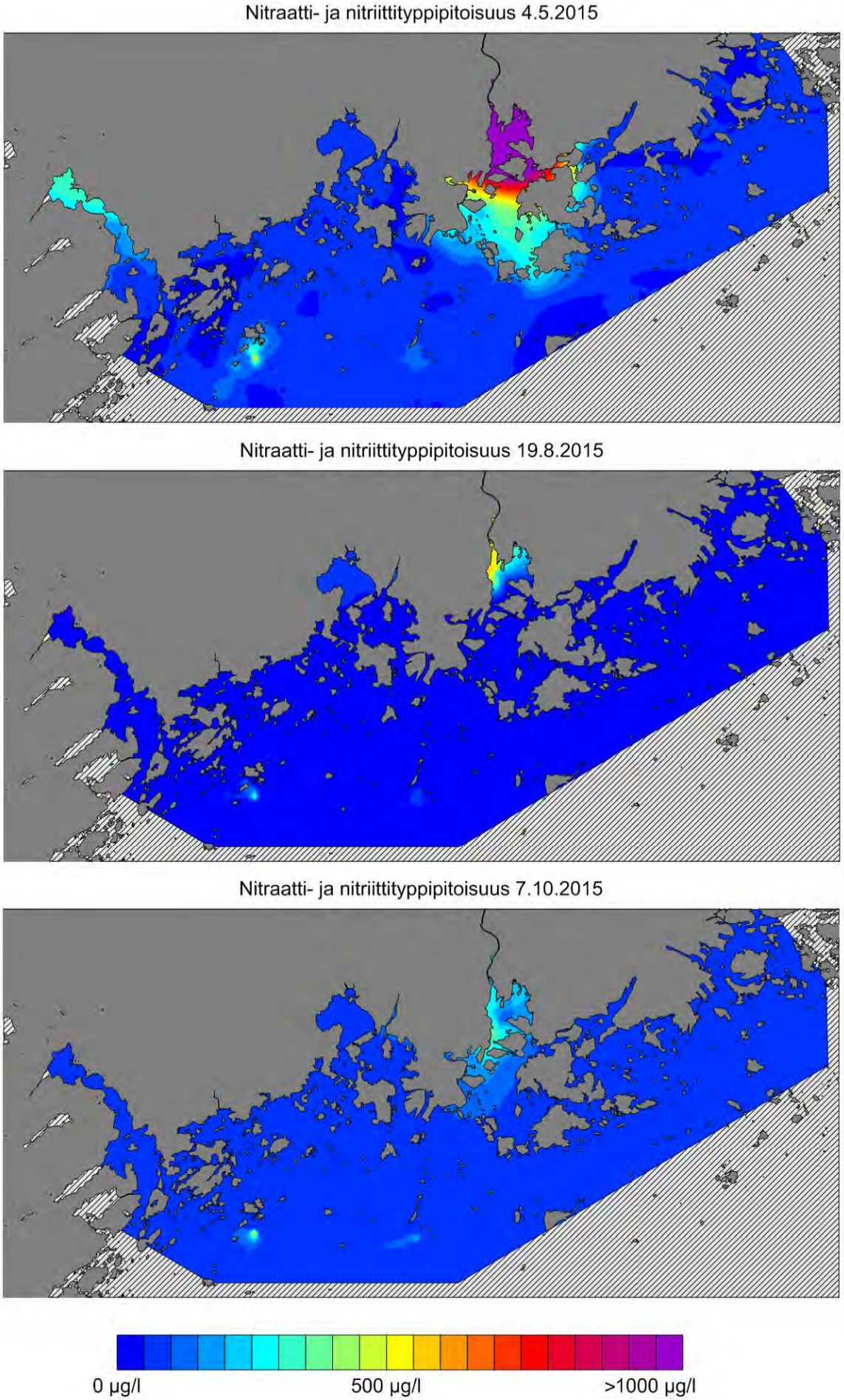
Kuva 9. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus 4.5.2015, 19.8.2015 ja 7.10.2015.



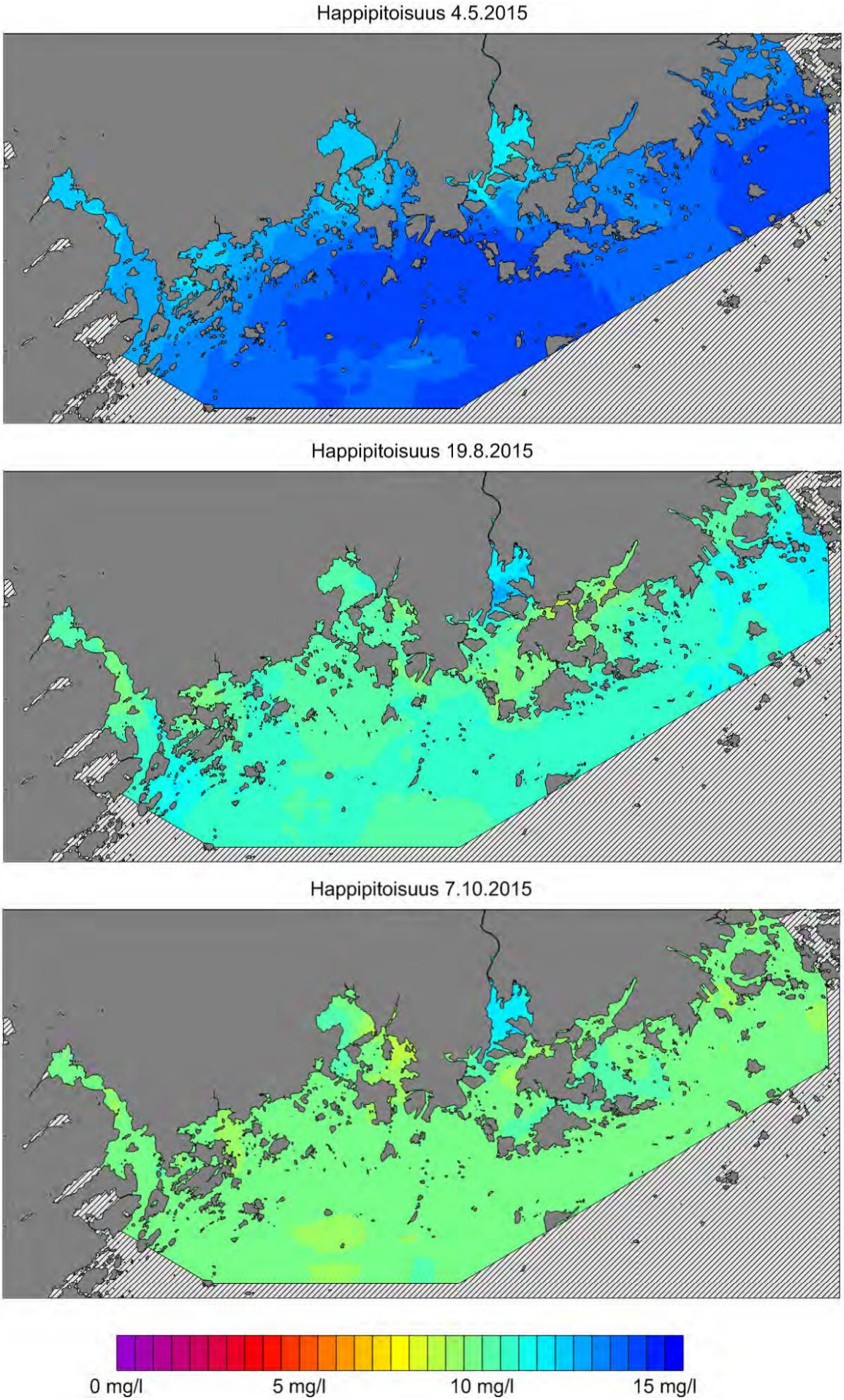
Kuva 10. Pintaveden sinileväpitoisuus 4.5.2015, 19.8.2015 ja 7.10.2015.



Kuva 11. Pintaveden laskennallinen kokonaisfosforipitoisuus 4.5.2015 ja 19.8.2015.



Kuva 12. Pintaveden nitraatti- ja nitriittityppipitoisuus 4.5.2015, 19.8.2015 ja 7.10.2015.



Kuva 13. Pintaveden happipitoisuus 4.5.2015, 19.8.2015 ja 7.10.2015.

ALLECO RAPORTTI N:O 11/2014

Litoraalin kasvillisuuden tila pääkaupunkiseudun merialueella 2014

Juha Syväranta & Jouni Leinikki

MARINE BIOLOGICAL AND LIMNOLOGICAL CONSULTANTS
Veneentekijäntie 4
FI-00210 Helsinki, Finland
Tel. +358 (0)45 679 0300

OTSIKKO: Litoraalin kasvillisuuden tila pääkaupunkiseudun merialueella 2014

PÄIVÄMÄÄRÄ: 19.12.2014

TEKIJÄ(T): Juha Syväranta & Jouni Leinikki

JULKAISU: Alleco Oy raportti n:o 11/2014

JULKAISIJA: Alleco Oy, Veneentekijäntie 4, 00210 Helsinki, http://www.alleco.fi

VIITTAUSOHJE: Syväranta, J. & Leinikki, J. 2014: Litoraalin kasvillisuuden tila pääkaupunkiseudun merialueella 2014. Alleco Oy raportti n:o 11/2014. Alleco Oy 19.12.2014.

Kansikuva: Pitkäkari elokuussa 2014 © Juha Syväranta

Sisältö

Johdanto 4

Tutkimusalue ja –menetelmät 4

Vesipuitedirektiivin mukainen ekologisen tilan luokittelu 5

Näytepaikkojen avoimuus 7

Tulokset 8

Näytepaikkojen lajisto 8

Näytepaikkojen avoimuus ja irtonaisen sedimentin runsaus 9

Tutkimuspaikkojen ekologinen tila 10

Tulosten tarkastelu 12

Kirjallisuus 13

Liite 1: tutkimuspaikkojen kohdekortit 14

Johdanto

Litoraalin kasvillisuuden tilaa tutkittiin pääkaupunkiseudun merialueella loppukesällä 2014. Tutkimuksessa tehtiin Helsingissä ja Espoossa 40 sukelluslinjaa, jotka kuuluvat pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailuohjelmaan. Näistä 14 linjaa oli edellisen kerran tutkittu vuonna 2012 Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen tilauksesta (Leinikki ja Syväranta 2012). Samat linjat oli tutkittu myös kesällä 2007 (Ilmarinen ja Oulasvirta 2008). Lisäksi viisi nyt sukellettua linjaa kuului vuonna 2012 Helsingin sataman Mustakuvun läjitysalueen velvoitetarkkailuun (Leinikki ym. 2012).

Vesikasvilajisto heijastaa muutoksia veden laadussa. Kasvillisuusselvityksellä pyritään arvioimaan jätevesien johtamisen, läjitystoiminnan ja lauhdemerivesien johtamisen vaikutuksia makrofyyttilajien esiintymiseen merialueella. Muutosten mittarina käytettiin ekologista laatusuhdetta (EQR), joka perustuu rakkolevän yhtenäiseen alarajaan. Yhtenäisen alarajan määritelmänä on, että rakkoleväkasvusto peittää vähintään 30 % pohjan pinta-alasta (Ruuskanen 2014, SYKE/RKTL 2008).

Tässä tutkimuksessa selvitimme kasvillisuuden tilaa keräämällä kenttäaineiston samoilla menetelmillä kuin vuosina 2007 ja 2012. Helsingin kaupungin ympäristökeskus tilasi tutkimuksen Alleco Oy:ltä. Kenttätyön toteuttivat tutkimussukeltajat FM Juha Syväranta, FM Nina Teider ja FM Jouni Leinikki.

Tutkimusalue ja –menetelmät

Vesikasvillisuuden tilaa tutkittiin pääkaupunkiseudun merialueella 40 sukelluslinjalla (kuva 1, taulukko 2). Tutkimusaineisto kerättiin linjasukellusmenetelmällä noudattaen soveltuvin osin Suomen ympäristökeskuksen makrofyyttiseurannan ohjeita (Ruuskanen 2014). Ohjeen mukaisesti tärkeimpänä indikaattorilajina käytettiin rakkolevää.

Sukeltajat merkitsivät tutkittavan linjan maastoon linjaköydellä, joka laskettiin linjan alkupisteestä kompassisuuntaan, joka on mainittu tarkkailuohjelmassa. Kunkin linjan pituus oli 100 metriä, mikä poikkesi SYKE:n ohjeen mukaisesta 50 metristä. Poikkeuksella haluttiin varmistaa vertailukelpoisuus valtakunnallisessa VELMU-hankkeessa kerättävään aineistoon. Linja kartoitettiin kasvillisuuden alarajalle saakka.

Sukeltajat kirjasivat syvyysmetreittäin tai enintään kymmenen metrin välein eri kasvilajien peittävyydet, keskimääräiset pituudet, etäisyyden linjaköydellä, pohjan laadun sekä rakkolevän epifyyttisten levien peittävyyden. Lajinmääritystä varten otettiin tarvittaessa näytteitä, jotka tutkittiin veneessä tai laboratoriossa.

Rakkolevästä mitattiin mahdollisuuksien mukaan eri vyöhykkeenosien kasvusyvyydet: alin yksilö, yhtenäisen vyöhykkeen alaraja, optimikohta, yhtenäisen vyöhykkeen yläraja, ylin yksilö sekä arvioitiin rakkolevän peittävyys vyöhykkeen optimisyvyydellä. Yhtenäinen rakkolevävyöhyke

määriteltiin vyöhykkeenosaksi, jolla rakkolevän peittävyys oli vähintään 30 %. Vedenkorkeus sukellushetkellä kirjattiin muistiin. Havaintoja käsiteltäessä ne korjattiin vastaamaan teoreettista keskivedenkorkeudetta.

Vesipuitedirektiivin mukainen ekologisen tilan luokittelu

Havaintopaikkojen ekologisen tilan määrittelyyn käytettiin ekologista laatusuhdetta (EQR), joka saa arvoja välillä 0–1. EQR on biologisten muuttujien havaittujen arvojen suhde odotettuihin vertailuolosuhteissa esiintyviin arvoihin. Vesipuitedirektiivin mukainen ekologisen tilan luokittelu perustuu rakkolevän yhtenäiseen alarajaan. Suojaisilla paikoilla EQR:n vertailuarvo on 4,0 metriä. Puoliavoimilla paikoilla vertailuarvo on 7,0 metriä (Ilmarinen ja Oulasvirta 2008, Leinikki ja Syväranta 2012).

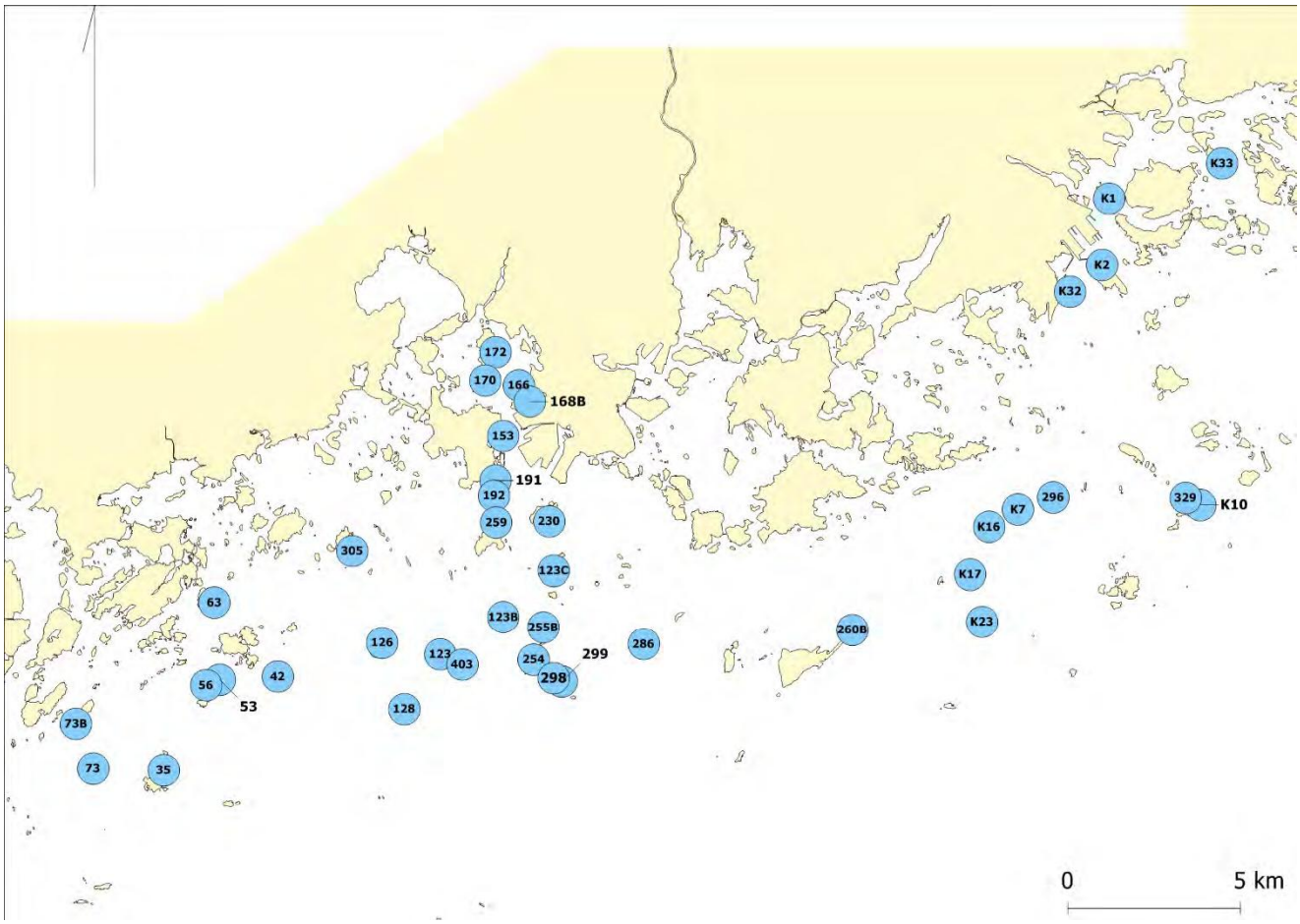
Ekologinen laatusuhde saatiin jakamalla havaittu arvo EQR-vertailuarvolla. Vertailuarvoina käytettiin vuoden 2007 ja 2012 tutkimusten arvoja niiltä osin, kuin sukelluslinjat olivat samoja kuin tässä tutkimuksessa. Niillä linjoilla, joita ei ollut sukellettu vuonna 2007 ja 2012, vertailuarvo määritettiin SWM-indeksin perusteella. Ne linjat, joiden SWM-arvo oli alle 2 500, saivat EQR-vertailuarvon 4, suojainen. Ne linjat, joilla SWM-arvo oli yli 2 500, saivat EQR-vertailuarvon 7, puoliavoin (taulukko 4). Jako osui varsin hyvin yksiin vesimuodostumien perusteella luokiteltuun avoimuuteen.

Lisäksi arvioitiin pohjalla ja kasvillisuuden pinnalla olevan irtoaineksen runsaus suhteellisella asteikolla 0–5 (taulukko 1).

Taulukko 1. Sedimentin runsausasteikko

Runsaus	**Selite**	**Kuvaus**
0	Ei lainkaan	
1	Vähän	Sedimentti ei peitä kasveja, mutta pohjalla varsinkin vaakapinnoilla voi kädellä aikaansaadulla virtauksella sedimenttiä havaita
2	Kohtalaisesti	Sedimenttiä varsinkin vaakapinnoilla, mutta itse vesikasvien päällä tuskin havaittavasti
3	Melko paljon	Sedimenttiä havaittavasti myös vesikasvien päällä
4	Paljon	Vaakapinnoilla 0,5–1 cm kerros, peittää pienimmät levät niin, että lajintunnistuksen tekemiseksi pitää poistaa sedimentti levien päältä
5	Erittäin paljon	Vaakapinnoilla yli 1 cm kerros, peittää yleensä rihmalevät

Pääkaupunkiseudun saaristossa sijaitsevat tutkimuskohteet tutkittiin loppukesällä 2014. Vuosaaren sataman kohteet tutkittiin inhimillisen virheen vuoksi kuitenkin vasta marraskuussa 2014. Tämä ei kuitenkaan vaikuta ekologisen laatusuhteen määrittämiseen, sillä monivuotinen rakkolevä on havaittavissa myös loppusyksyllä. Kohde 260B Peninkarit sijaitsee suoja-alueella, jossa sukeltaminen on luvanvaraista. Alleco Oy:lle myönnetyn luvan numero oli 71/7/2014/SLMEPA. Tutkimuskohteiden tarkemmat tiedot on esitetty kohdekortteina liitteessä 1.



Kuva 1. Vesikasvillisuuden tutkimuslinjat. Numerointi noudattaa linjojen tunnuksia.

Taulukko 2. Vesikasvillisuuden sukelluslinjat ja niiden alkupisteiden sijainnit.

Tunnus	**Alue**	**Sijainti wgs-84**		**Tutkimuspäivä**
		Lat	Long	
K7 Pitkärivi	Mustakupu	60.1430	25.16395	8.8.2014
K10 Mellan Tjärhället	Mustakupu	60.1455	25.25888	8.8.2014
K16 Mustakupu	Mustakupu	60.1383	25.149	11.8.2014
K17 Kajapaadet	Mustakupu	60.1257	25.13997	11.8.2014
K23 Sipulipaasi	Mustakupu	60.1137	25.14675	11.8.2014
K1 Käringholmen	Vuosaari	60.2246	25.20687	21.11.2014
K2 Lilla Bastön	Vuosaari	60.2072	25.2043	21.11.2014
K32 Uutela E	Vuosaari	60.2001	25.18798	21.11.2014
K33 Bässen W	Vuosaari	60.2345	25.26553	21.11.2014
73B Kaparen SW-kivi	Rövargrundet	60.0796	24.67678	7.8.2014
73 Rödgrundet Espoo	Rövargrundet	60.0683	24.6864	14.8.2014
35 Södra Kytökäringen	Rövargrundet	60.0685	24.7232	14.8.2014

172 Kokkokari	Salmisaari	60.1799	24.88897	4.9.2014
166 Ourit	Salmisaari	60.1716	24.9016	4.9.2014
168B Salmisaari	Salmisaari	60.1673	24.90755	4.9.2014
170 Porsas	Salmisaari	60.1725	24.884	4.9.2014
153 Koirakivenniemi	Merialue	60.1581	24.89428	4.9.2014
191Vattuniemi uimala	Merialue	60.1465	24.89093	13.8.2014
192 Sisä-Hattu	Merialue	60.1426	24.89052	13.8.2014
259 Melkki NE-kivi	Merialue	60.1356	24.89213	13.8.2014
230 Pihlajakari	Merialue	60.1364	24.91958	15.8.2014
123C Koirapaasi	Merialue	60.1235	24.92282	5.8.2014
123B Lintupaadet	Merialue	60.1111	24.89733	5.8.2014
255B Tammakari	Merialue	60.1087	24.9183	4.8.2014
126 Rysäkari	Merialue	60.1034	24.83472	12.8.2014
254 Katajaluoto/torni	Merialue	60.1003	24.9139	4.8.2014
299 Katajaluoto / Flathällen	Merialue	60.0948	24.92887	5.8.2014
298 Katajaluoto/Pitkäkari	Merialue	60.0956	24.92462	5.8.2014
260B Peninkarit Isosaari	Merialue	60.1106	25.0793	12.8.2014
296 Märaskrin Vuosaari	Merialue	60.1465	25.182	11.8.2014
329 Hanskinen NW-luoto	Merialue	60.1473	25.2511	8.8.2014
286 Harmajanourit N	Merialue	60.1052	24.9708	27.8.2014
123 Louekarinpaadet	Merialue	60.1009	24.8651	27.8.2014
128 Koirasaari N	Merialue	60.0864	24.8473	12.8.2014
403 Louekari	Merialue	60.0984	24.8767	27.8.2014
42 Notgrundet	Merialue	60.0937	24.7809	14.8.2014
53 Gåsgrundet S-kivi	Merialue	60.0924	24.7507	6.8.2014
56 Bullan Knaperskär	Merialue	60.0908	24.7437	6.8.2014
63 Bodökobben NE	Merialue	60.1125	24.7466	14.8.2014
305 Vattukobben	Merialue	60.127	24.8175	27.8.2014

Näytepaikkojen avoimuus

Sukelluspaikoille oli vuonna 2012 määritetty paikkatietojärjestelmän avulla SWM-indeksi, joka kuvailee avoimuutta 25 metrin tarkkuudella ottaen huomioon paitsi tuulen pyyhkäisymatkan, myös vallitsevat tuulet ja aaltojen taipumisen saarten ja luotojen taakse (Isaeus ja Rygg 2005). Tässä tutkimuksessa aineisto päivitettiin käyttämällä todellisia tuuliolosuhteita. Arvot laskettiin vuosille 2012 ja 2014, jotta voitiin ottaa kantaa siihen, onko avoimuudessa tapahtunut muutoksia. Laskennassa hyödynnettiin ilmatieteenlaitoksen tuuliaineistoa rakkolevän kasvukauden ajalta. Käytetty pikselitarkkuus oli 20 x 20 metriä.

Tässä tutkimuksessa lasketut arvot eivät ole vertailukelpoisia Isaeuksen ja Ryggin arvojen kanssa, sillä viimeksi mainituissa on otettu huomioon Suomen aluevesien ulkopuolisen vesialueen vaikutus. Tässä raportissa esitetyt vuodet 2012 ja 2014 on laskettu saman mallin avulla, joten vuodet ovat keskenään vertailukelpoisia.

Tulokset

Näytepaikkojen lajisto

Sukelluslinjoilla havaittiin kaikkiaan 35 kasvilajia. Eniten lajeja esiintyi Melkin linjalla, yhteensä 17 lajia (taulukko 3). Runsaslajisia olivat myös Koirasaaren, Peninkarien ja Rödgrundetin linjat, 16 lajia kullakin. Vuoteen 2012 verrattuna lajimäärä väheni yhdeksällä linjalla ja kasvoi kymmenellä linjalla. Suurin lasku oli linjalla 329 Hanskinen NW-luoto, peräti viisi lajia vähemmän kuin vuonna 2012. Suurin nousu lajimäärässä havaittiin linjalla 35 Södra Kytökäringen, kuusi lajia.

Taulukko 3. Sukelluslinjoilla havaittujen vesikasvien määrä ja niiden vertailu vuoteen 2012 siltä osin, kuin vertailuaineistoa on käytettävissä.

Tunnus	Alue	Lajimäärä 2012	Lajimäärä 2014	Muutos
K7 Pitkärivi	Mustakupu	11	12	+1
K10 Mellan Tjärhället	Mustakupu	10	12	+2
K16 Mustakupu	Mustakupu	12	8	-4
K17 Kajapaadet	Mustakupu	10	13	+3
K23 Sipulipaasi	Mustakupu	9	12	+3
K1 Käringholmen	Vuosaari		6	
K2 Lilla Bastön	Vuosaari		13	
K32 Uutela E	Vuosaari		13	
K33 Bässen W	Vuosaari		7	
73B Kaparen SW-kivi	Rövargrundet		8	
73 Rödgrundet Espoo	Rövargrundet	15	16	+1
35 Södra Kytökäringen	Rövargrundet	9	15	+6
172 Kokkokari	Salmisaari		10	
166 Ourit	Salmisaari		3	
168B Salmisaari	Salmisaari		5	
170 Porsas	Salmisaari		9	
153 Koirakivenniemi	Merialue		5	
191Vattuniemi uimala	Merialue		9	
192 Sisä-Hattu	Merialue		9	
259 Melkki NE-kivi	Merialue		17	
230 Pihlajakari	Merialue		12	
123C Koirapaasi	Merialue		14	
123B Lintupaadet	Merialue		15	
255B Tammakari	Merialue		12	
126 Rysäkari	Merialue		11	
254 Katajaluoto/torni	Merialue		13	
299 Katajaluoto / Flathällen	Merialue		11	
298 Katajaluoto/Pitkäkari	Merialue		12	
260B Peninkarit Isosaari	Merialue	11	16	+5
296 Märaskrin Vuosaari	Merialue	12	10	-2
329 Hanskinen NW-luoto	Merialue	18	13	-5
286 Harmajanourit N	Merialue	11	12	+1
123 Louekarinpaadet	Merialue	12	11	-1

128 Koirasaari N	Merialue	15	16	+1
403 Louekari	Merialue	10	9	-1
42 Notgrundet	Merialue	11	9	-2
53 Gåsgrundet S-kivi	Merialue	10	11	+1
56 Bullan Knaperskär	Merialue	10	9	-1
63 Bodökobben NE	Merialue	11	9	-2
305 Vattukobben	Merialue	11	10	-1

Näytepaikkojen avoimuus ja irtonaisen sedimentin runsaus

Avoimuudessa on tapahtunut muutoksia vuodesta 2012 (taulukko 4). SWM-arvo pieneni keskimäärin 17 %, muutoksen vaihteluväli oli -28–+9 % (taulukko 4). Irtonaisen sedimentin runsaus vaihteli välillä 0–3,3. Sedimenttiä oli eniten suojaisilla paikoilla. Sedimentin määrään vaikuttavat muun muassa syvyys ja avoimuus.

Taulukko 4. Näytepaikkojen avoimuutta kuvaavat SWM-arvot 2012 ja 2014, vuosien välinen muutos prosentteina sekä kunkin rannan osuus vuoden 2014 maksimiarvosta. Lisäksi on esitetty sukeltajan arvioiman sedimentin määrän keskiarvo ja sukelluslinjan keskisyvyys.

Tunnus	SWM 2012	SWM 2014	Muutos %	% 2014 maksimista	Sed	Syv
K7 Pitkärivi	2673	2307	-14	0,23	1,1	4,7
K10 Mellan Tjärhället	5473	4598	-16	0,45	1,2	6,6
K16 Mustakupu	10301	7492	-27	0,74	1,3	6,2
K17 Kajapaadet	13330	10159	-24	1	1,2	5,8
K23 Sipulipaasi	10540	8602	-18	0,85	1,5	5,8
K1 Käringholmen	630	535	-15	0,05	2,0	2,7
K2 Lilla Bastön	1006	946	-6	0,09	2,3	3,6
K32 Uutela E	1841	1460	-21	0,14	2,3	4,7
K33 Bässen W	474	402	-15	0,04	2,8	2,2
73B Kaparen SW-kivi	6249	5531	-11	0,54	1,5	5,0
73 Rödgrundet Espoo	5270	4467	-15	0,44	1,5	4,6
35 Södra Kytökäringen	4154	3762	-9	0,37	1,1	3,5
172 Kokkokari	179	143	-20	0,01	2,0	1,9
166 Ourit	133	105	-21	0,01	3,0	1,7
168B Salmisaari	109	118	9	0,01	2,6	2,5
170 Porsas	625	551	-12	0,05	2,2	2,9
153 Koirakivenniemi	374	283	-24	0,03	2,2	2,3
191Vattuniemi uimala	341	319	-7	0,03	3,3	3,4
192 Sisä-Hattu	3840	2752	-28	0,27	1,2	1,7
259 Melkki NE-kivi	1285	1164	-9	0,11	0,0	1,0
230 Pihlajakari	4681	3521	-25	0,35	2,1	3,1
123C Koirapaasi	8338	5982	-28	0,59	1,4	3,2
123B Lintupaadet	11177	8934	-20	0,88	1,1	3,9
255B Tammakari	9263	6826	-26	0,67	1,5	6,3
126 Rysäkari	4563	3905	-14	0,38	1,7	6,6
254 Katajaluoto/torni	4586	3532	-23	0,35	1,1	4,3
299 Katajaluoto / Flathällen	12604	9887	-22	0,97	0,8	4,7

298 Katajaluoto/Pitkäkari	7984	6488	-19	0,64	1,0	3,6
260B Peninkarit Isosaari	1743	1370	-21	0,13	0,8	4,5
296 Märaskrin Vuosaari	6711	5309	-21	0,52	0,8	3,9
329 Hanskinen NW-luoto	4650	4194	-10	0,41	2,0	4,5
286 Harmajanourit N	12446	9564	-23	0,94	0,5	5,5
123 Louekarinpaadet	12686	9701	-24	0,95	1,2	5,9
128 Koirasaari N	7522	6555	-13	0,65	0,9	4,5
403 Louekari	4204	3530	-16	0,35	1,7	6,0
42 Notgrundet	10543	8352	-21	0,82	1,5	5,7
53 Gåsgrundet S-kivi	6255	5080	-19	0,5	0,5	3,1
56 Bullan Knaperskär	5369	4074	-24	0,4	0,8	2,8
63 Bodökobben NE	2019	1999	-1	0,2	2,1	2,3
305 Vattukobben	6208	4681	-25	0,46		3,0

Tutkimuspaikkojen ekologinen tila

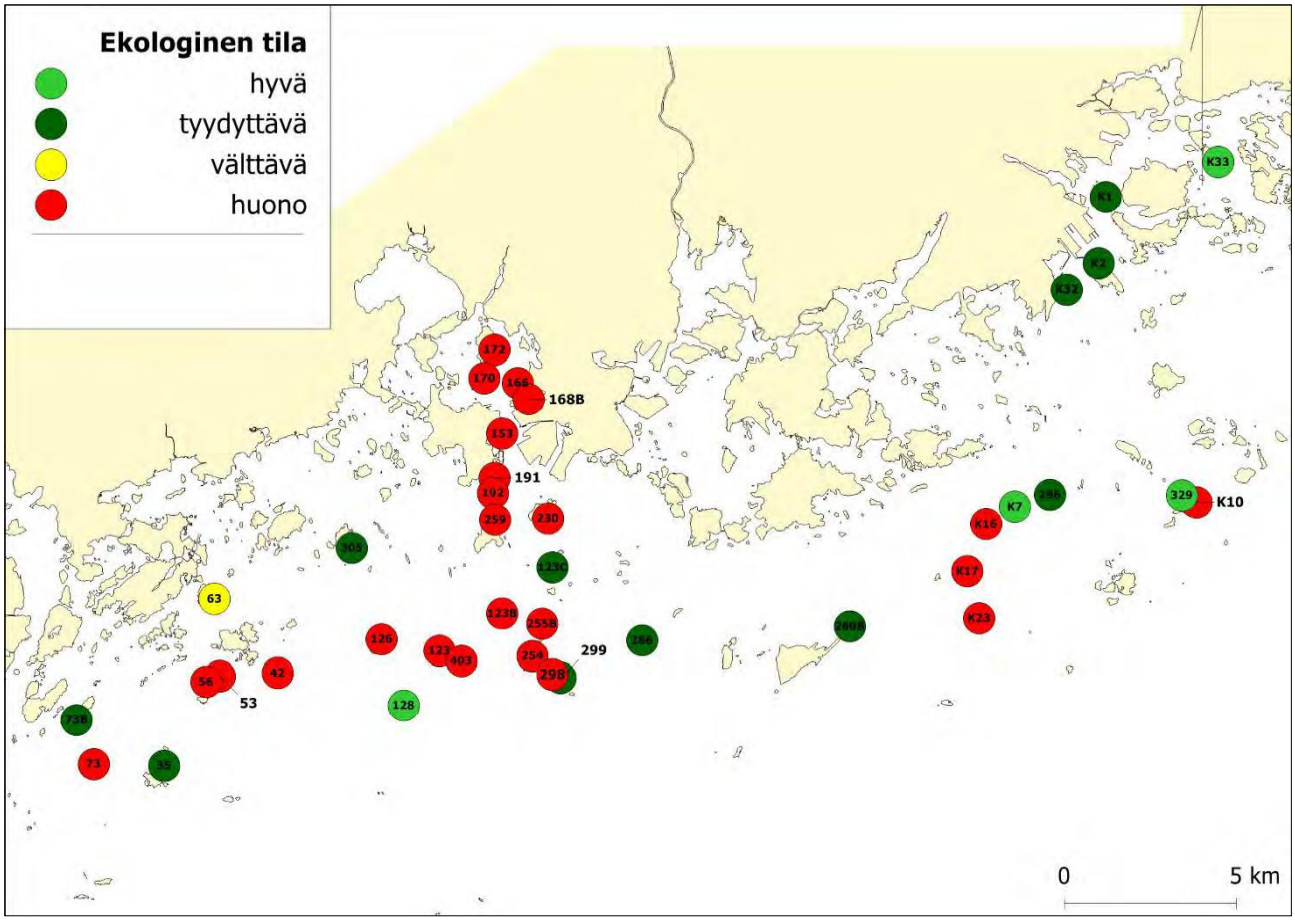
Sukelluslinjoista 24 kuului luokkaan huono, 1 luokkaan välttävä ja 11 luokkaan tyydyttävä. Vain neljä linjaa sai laatusuhteen hyvä. Yksikään linja ei yltänyt erinomaiseen luokkaan. Ekologisen laatusuhteen laskeminen rakkolevän yhtenäisen alarajan perusteella antoi runsaasti arvoja 0, sillä monin paikoin rakkolevä ei muodostanut yhtenäistä vyöhykettä (taulukko 5). Kaikilta tässä tutkimuksessa sukelletuilta linjoilta ei ole vertailuaineistoa vuodelta 2012. Aineiston perusteella ekologinen laatusuhde on parantunut kuudessa paikassa ja heikentynyt yhdessä. Kahdella paikalla laatusuhde on pysynyt ennallaan.

Taulukko 5. Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alaraja ja siitä laskettu ekologinen laatusuhde (EQR). Tuloksia on verrattu vuoden 2012 tuloksiin siltä osin, kun vertailuaineistoa on olemassa.

Tunnus	EQR vertailuarvo	EQR 2012	EQR 2014	EQR muutos	EQR-luokka
K7 Pitkärivi	4,0		0,8		hyvä
K10 Mellan Tjärhället	7,0		0,0		huono
K16 Mustakupu	7,0		0,0		huono
K17 Kajapaadet	7,0		0,0		huono
K23 Sipulipaasi	7,0		0,0		huono
K1 Käringholmen	4,0		0,6		tyydyttävä
K2 Lilla Bastön	4,0		0,5		tyydyttävä
K32 Uutela E	4,0		0,5		tyydyttävä
K33 Bässen W	4,0		0,7		hyvä
73B Kaparen SW-kivi	7,0		0,4		tyydyttävä
73 Rödgrundet Espoo	7,0	0,3	0,0	-0,3	huono
35 Södra Kytökäringen	4,0	0,4	0,5	+0,1	tyydyttävä
172 Kokkokari	4,0		0,0		huono
166 Ourit	4,0		0,0		huono
168B Salmisaari	4,0		0,0		huono
170 Porsas	4,0		0,0		huono
153 Koirakivenniemi	4,0		0,0		huono
191Vattuniemi uimala	4,0		0,0		huono
192 Sisä-Hattu	4,0		0,0		huono

259 Melkki NE-kivi	4,0		0,0		huono
230 Pihlajakari	7,0		0,0		huono
123C Koirapaasi	7,0		0,3		tyydyttävä
123B Lintupaadet	7,0		0,0		huono
255B Tammakari	7,0		0,0		huono
126 Rysäkari	7,0		0,0		huono
254 Katajaluoto/torni	7,0		0,0		huono
299 Katajaluoto / Flathällen	7,0		0,3		tyydyttävä
298 Katajaluoto/Pitkäkari	7,0		0,0		huono
260B Peninkarit Isosaari	7,0	0,3	0,5	+0,2	tyydyttävä
296 Märaskrin Vuosaari	7,0	0,2	0,6	+0,4	tyydyttävä
329 Hanskinen NW-luoto	4,0	0,8	0,9	+0,1	hyvä
286 Harmajanourit N	7,0	0	0,5	+0,5	tyydyttävä
123 Louekarinpaadet	4,0	0	0,0		huono
128 Koirasaari N	4,0	0,8	0,8	0	hyvä
403 Louekari	4,0	0	0,0		huono
42 Notgrundet	7,0	0	0,0		huono
53 Gåsgrundet S-kivi	7,0	0	0,0		huono
56 Bullan Knaperskär	7,0	0	0,0		huono
63 Bodökobben NE	7,0	0,1	0,2	+0,1	välttävä
305 Vattukobben	4,0	0,4	0,4	0	tyydyttävä

Suurin osa tutkituista linjoista kuuluu luokkaan huono (kuva 2). Salmisaaren alueella ei havaittu lainkaan yhtenäistä rakkolevävyöhykettä, ja ekologinen tila on siksi kaikilla Salmisaaren linjoilla huono. Myös Helsingin edustalla sijaitsevat linjat kuuluvat pääosin luokkaan huono. Uloimpana sijaitsevan Koirasaaren ekologin tila on kuitenkin hyvä. Vuosaaren satama erottuu edukseen: siellä yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alaraja on melko syvällä (kuva 2).



Kuva 2. Sukelluslinjojen ekologinen laatusuhde (EQR) vuonna 2014.

Tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu meriympäristön tilaa ekologisen laatusuhteen avulla. Tutkittujen linjojen tila on parantunut hieman vuodesta 2012. Vuosien välinen vertailu perustuu kuitenkin varsin pieneen linjamäärään. Lisäksi linjojen tila on heikentynyt verrattuna vuoteen 2007.

Ekologinen tila määritettiin yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alarajan avulla. Useilla tutkimuksen rannoilla tavattiin rakkolevää, muttei yhtenäisenä vyöhykkeenä, joka peittäisi luokitteluun vaadittavan 30 % pinta-alasta. Ekologisen tilan luokittelusta alimman rakkoleväyksilön perusteella on luovuttu (Leinikki ja Syväranta 2012).

Sukelluslinjat asetettiin järjestykseen vuoden 2014 SWM-arvon suhteen. Nyt määritetty avoimuus käy melko hyvin yksiin vesistömuodostumien perusteella määritettyjen avoimuusluokkien kanssa. Vuoden 2007 ja 2012 tutkimuksissa käytettyjä EQR-arvoja ei muutettu tässä tutkimuksessa, jotta aineiston vertailtavuus säilyisi. Tuoreen avoimuusindeksin perusteella muutamille näistä sukelluslinjoista olisi selkeästi kuulunut eri vertailuarvo kuin aiemmin on määritetty. Tällaisia olivat etenkin 305 Vattukobben, 128 Koirasaari N ja 123 Louekarinpaadet, jotka on aiemmin luokiteltu

suojaisiksi. Näiden saarten sukelluslinjat sijaitsevat pohjois- tai koillisrannoilla, mutta ovat siitä huolimatta varsin avoimia. Mikäli linjat olisi luokiteltu avoimiksi, ne olisivat saaneet EQR-vertailuarvon 7, ja niiden luokitus olisi muuttunut. Vattukobbenin luokitus olisi laskenut tyydyttävästä välttäväksi ja Koirasaaren peräti kaksi luokkaa hyvästä tyydyttäväksi.

Vastaavasti linja 63 Bodökobben on tuoreen SWM-indeksin perusteella melko suojainen, mutta sille on aikanaan annettu avoimen rannan vertailuarvo 7. Mikäli linja olisi nyt luokiteltu suojaiseksi, sen luokitus olisi noussut välttävästä tyydyttäväksi. Tulevissa selvityksissä on syytä edelleen arvioida käytettäviä vertailuarvoja.

Sedimentin määrä oli suurin suojaisilla linjoilla. Sedimentin määrään vaikuttavat sedimentaation määrä ja toisaalta poishuuhtoutuminen. Sedimentaatioon vaikuttavat muun muassa jokien tuoman irtoaineksen määrä ja ruoppaus- ja läjitystoiminta.

Lajimäärän muutoksissa linjojen välillä ei ole nähtävissä selkeää suuntausta. Kaiken kaikkiaan pääkaupunkiseudun vesialueen tila on tässä tutkimuksessa käytetyn ekologisen laatusuhteen perusteella melko huono.

Kirjallisuus

Ilmarinen & Oulasvirta 2008: Vesikasvillisuus Espoon ulkosaariston – Helsingin itäisen ulkosaariston alueella kesällä 2007. – Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 11/2008. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsinki 2008. 36 s. + liitteet.

Isaeus, M. & Rygg, B. 2005: Wave exposure calculations for the Finnish coast. Norwegian institute of water research. – Report N:r 5075-2005. ISBN 82-577-4780-7.

Leinikki, J. & Syväranta, J. 2012. Vesikasvillisuus Espoon ulkosaariston – Helsingin itäisen ulkosaariston alueella kesällä 2012. Alleco raportti n:o 8/2012. Alleco Oy 30.11.2012.

Leinikki, J., Leppänen, J. ja Syväranta, J. 2012: Lisäselvityksiä Helsingin sataman meriläjitysalueiden ympäristövaikutuksten arviointiin. Vesikasvillisuus ja pohjaeläimet. – Alleco Oy Raportti 5/2012. Alleco Oy. 14 s. + liitteet.

Ruuskanen, A. 2014. Rannikkovesien vesipuitedirektiivin mukainen makrofyyttiseuranta; Ecoregion 5, Baltic Sea, coastal water. Ohjeistus kenttätyöskentelyyn Versio 1.4.2014. Monivesi Oy.

SYKE/RKTL 2008: Pintavesien ekologisen luokittelun vertailuolot ja luokan määrittäminen. – Suomen ympäristökeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 15.1.2008. http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=79187

Liite 1: tutkimuspaikkojen kohdekortit

Paikan nimi	K7 Pitkärivi
Pvm	8.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,50
Linjan alempi syvyys, m	7,80
Sedimentin määrä keskiarvo	1,1
Ekspositio SWM 2014	2307
Leveys WGS84	60.14307
Pituus WGS84	25.16395
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	10-20
Ylin rakkolevä	0,80
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1,20
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2,10
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	3,30
Alin rakkolevä	4,50
Kasvillisuuden alaraja	7,80
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,8
Ekologinen laatu	hyvä
Lajimäärä	12

Paikan nimi	K10 Mellan Tjärhället
Pvm	8.8.2014
Linjan pituus	86
Linjan ylempi syvyys, m	0,60
Linjan alempi syvyys, m	12,90
Sedimentin määrä keskiarvo	1,2
Ekspositio SWM 2014	4598
Leveys WGS84	60.14555
Pituus WGS84	25.25888
Suunta, astetta	270
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	1,30
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	5,60
Kasvillisuuden alaraja	12,90
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	12

Paikan nimi	K16 Mustakupu
Pvm	11.8.2014
Linjan pituus	50
Linjan ylempi syvyys, m	0,50
Linjan alempi syvyys, m	11,30
Sedimentin määrä keskiarvo	1,3
Ekspositio SWM 2014	7492
Leveys WGS84	60.13833
Pituus WGS84	25.149
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	2,80
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	3,70
Kasvillisuuden alaraja	11,30
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	8

Paikan nimi	K17 Kajapaadet
Pvm	11.8.2014
Linjan pituus	54
Linjan ylempi syvyys, m	0,50
Linjan alempi syvyys, m	12,00
Sedimentin määrä keskiarvo	1,2
Ekspositio SWM 2014	10159
Leveys WGS84	60.12577
Pituus WGS84	25.13997
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	10
Ylin rakkolevä	2,40
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	4,50
Kasvillisuuden alaraja	12,00
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	13

Paikan nimi	K23 Sipulipaasi
Pvm	11.8.2014
Linjan pituus	63
Linjan ylempi syvyys, m	0,50
Linjan alempi syvyys, m	11,50
Sedimentin määrä keskiarvo	1,5
Ekspositio SWM 2014	8602
Leveys WGS84	60.1137
Pituus WGS84	25.14675
Suunta, astetta	225
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	1,50
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	4,30
Kasvillisuuden alaraja	11,50
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	12

Paikan nimi	K1 Käringholmen
Pvm	21.11.2014
Linjan pituus	19
Linjan ylempi syvyys, m	0,87
Linjan alempi syvyys, m	5,77
Sedimentin määrä keskiarvo	2,0
Ekspositio SWM 2014	535
Leveys WGS84	60.22468
Pituus WGS84	25.20687
Suunta, astetta	225
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	5-20
Ylin rakkolevä	0,67
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0,87
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,17
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	2,27
Alin rakkolevä	5,17
Kasvillisuuden alaraja	5,77
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,6
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	6

Paikan nimi	K2 Lilla Bastön
Pvm	21.11.2014
Linjan pituus	81
Linjan ylempi syvyys, m	0,57
Linjan alempi syvyys, m	7,47
Sedimentin määrä keskiarvo	2,3
Ekspositio SWM 2014	946
Leveys WGS84	60.2072
Pituus WGS84	25.2043
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	15-20
Ylin rakkolevä	0,57
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0,67
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,07
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	2,07
Alin rakkolevä	2,97
Kasvillisuuden alaraja	7,47
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,5
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	13

Paikan nimi	K32 Uutela E
Pvm	21.11.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,77
Linjan alempi syvyys, m	7,57
Sedimentin määrä keskiarvo	2,3
Ekspositio SWM 2014	1460
Leveys WGS84	60.20018
Pituus WGS84	25.18798
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	5-20
Ylin rakkolevä	0,47
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0,67
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,47
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	2,17
Alin rakkolevä	2,97
Kasvillisuuden alaraja	7,57
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,5
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	13

Paikan nimi	K33 Bässen W
Pvm	21.11.2014
Linjan pituus	29
Linjan ylempi syvyys, m	0,77
Linjan alempi syvyys, m	4,77
Sedimentin määrä keskiarvo	2,8
Ekspositio SWM 2014	402
Leveys WGS84	60.23457
Pituus WGS84	25.26553
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	1-10
Ylin rakkolevä	0,77
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1,07
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,27
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	2,97
Alin rakkolevä	3,77
Kasvillisuuden alaraja	4,77
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,7
Ekologinen laatu	hyvä
Lajimäärä	7

Paikan nimi	73B Kaparen SW-kivi
Pvm	7.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,40
Linjan alempi syvyys, m	9,40
Sedimentin määrä keskiarvo	1,5
Ekspositio SWM 2014	5531
Leveys WGS84	60.07969
Pituus WGS84	24.67678
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	1,40
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1,80
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2,20
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	2,60
Alin rakkolevä	3,50
Kasvillisuuden alaraja	9,40
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,4
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	8

Paikan nimi	73 Rödgrundet Espoo
Pvm	14.8.2014
Linjan pituus	76
Linjan ylempi syvyys, m	0,75
Linjan alempi syvyys, m	11,05
Sedimentin määrä keskiarvo	1,5
Ekspositio SWM 2014	4467
Leveys WGS84	60.0683
Pituus WGS84	24.6864
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	21
Ylin rakkolevä	0,85
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	1,95
Kasvillisuuden alaraja	11,05
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	16

Paikan nimi	35 Södra Kytökäringen
Pvm	14.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,75
Linjan alempi syvyys, m	6,15
Sedimentin määrä keskiarvo	1,1
Ekspositio SWM 2014	3762
Leveys WGS84	60.0685
Pituus WGS84	24.7232
Suunta, astetta	270
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	3
Ylin rakkolevä	0,75
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1,35
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,65
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	1,95
Alin rakkolevä	2,25
Kasvillisuuden alaraja	6,15
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,5
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	15

Paikan nimi	172 Kokkokari
Pvm	4.9.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,14
Linjan alempi syvyys, m	2,64
Sedimentin määrä keskiarvo	2,0
Ekspositio SWM 2014	143
Leveys WGS84	60.17995
Pituus WGS84	24.88897
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	1,84
Kasvillisuuden alaraja	2,64
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	10

Paikan nimi	166 Ourit
Pvm	4.9.2014
Linjan pituus	66
Linjan ylempi syvyys, m	0,54
Linjan alempi syvyys, m	3,04
Sedimentin määrä keskiarvo	3,0
Ekspositio SWM 2014	105
Leveys WGS84	60.17162
Pituus WGS84	24.9016
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	
Kasvillisuuden alaraja	3,04
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	3

Paikan nimi	168B Salmisaari
Pvm	4.9.2014
Linjan pituus	14
Linjan ylempi syvyys, m	0,54
Linjan alempi syvyys, m	4,54
Sedimentin määrä keskiarvo	2,6
Ekspositio SWM 2014	118
Leveys WGS84	60.16738
Pituus WGS84	24.90755
Suunta, astetta	270
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	
Kasvillisuuden alaraja	4,54
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	5

Paikan nimi	170 Porsas
Pvm	4.9.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,04
Linjan alempi syvyys, m	4,34
Sedimentin määrä keskiarvo	2,2
Ekspositio SWM 2014	551
Leveys WGS84	60.17258
Pituus WGS84	24.884
Suunta, astetta	270
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	
Kasvillisuuden alaraja	4,34
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	9

Paikan nimi	153 Koirakivenniemi
Pvm	4.9.2014
Linjan pituus	37
Linjan ylempi syvyys, m	0,54
Linjan alempi syvyys, m	3,84
Sedimentin määrä keskiarvo	2,2
Ekspositio SWM 2014	283
Leveys WGS84	60.15812
Pituus WGS84	24.89428
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	
Kasvillisuuden alaraja	3,84
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	5

Paikan nimi	191Vattuniemi uimala
Pvm	13.8.2014
Linjan pituus	99
Linjan ylempi syvyys, m	0,67
Linjan alempi syvyys, m	5,47
Sedimentin määrä keskiarvo	3,3
Ekspositio SWM 2014	319
Leveys WGS84	60.14658
Pituus WGS84	24.89093
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	0,37
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	1,57
Kasvillisuuden alaraja	5,47
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	9

Paikan nimi	192 Sisä-Hattu
Pvm	13.8.2014
Linjan pituus	90
Linjan ylempi syvyys, m	0,67
Linjan alempi syvyys, m	2,87
Sedimentin määrä keskiarvo	1,2
Ekspositio SWM 2014	2752
Leveys WGS84	60.14265
Pituus WGS84	24.89052
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	10
Ylin rakkolevä	0,67
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	0,97
Kasvillisuuden alaraja	2,87
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	9

Paikan nimi	259 Melkki NE-kivi
Pvm	13.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,67
Linjan alempi syvyys, m	1,27
Sedimentin määrä keskiarvo	0,0
Ekspositio SWM 2014	1164
Leveys WGS84	60.13567
Pituus WGS84	24.89213
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	7-15
Ylin rakkolevä	0,87
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	1,17
Kasvillisuuden alaraja	1,27
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	17

Paikan nimi	230 Pihlajakari
Pvm	15.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,55
Linjan alempi syvyys, m	3,85
Sedimentin määrä keskiarvo	2,1
Ekspositio SWM 2014	3521
Leveys WGS84	60.13647
Pituus WGS84	24.91958
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	
Kasvillisuuden alaraja	3,85
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	12

Paikan nimi	123C Koirapaasi
Pvm	5.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,60
Linjan alempi syvyys, m	6,40
Sedimentin määrä keskiarvo	1,4
Ekspositio SWM 2014	5982
Leveys WGS84	60.12355
Pituus WGS84	24.92282
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	5-25
Ylin rakkolevä	0,40
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0,90
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,30
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	1,90
Alin rakkolevä	2,50
Kasvillisuuden alaraja	6,40
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,3
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	14

Paikan nimi	123B Lintupaadet
Pvm	5.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,60
Linjan alempi syvyys, m	7,50
Sedimentin määrä keskiarvo	1,1
Ekspositio SWM 2014	8934
Leveys WGS84	60.11115
Pituus WGS84	24.89733
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	30
Ylin rakkolevä	0,70
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	4,00
Kasvillisuuden alaraja	7,50
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	15

Paikan nimi	255B Tammakari
Pvm	4.8.2014
Linjan pituus	50
Linjan ylempi syvyys, m	0,55
Linjan alempi syvyys, m	12,55
Sedimentin määrä keskiarvo	1,5
Ekspositio SWM 2014	6826
Leveys WGS84	60.10878
Pituus WGS84	24.9183
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	
Kasvillisuuden alaraja	12,55
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	12

Paikan nimi	126 Rysäkari
Pvm	12.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,50
Linjan alempi syvyys, m	11,10
Sedimentin määrä keskiarvo	1,7
Ekspositio SWM 2014	3905
Leveys WGS84	60.10345
Pituus WGS84	24.83472
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	0,80
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	2,50
Kasvillisuuden alaraja	11,10
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	11

Paikan nimi	254 Katajaluoto/torni
Pvm	4.8.2014
Linjan pituus	28
Linjan ylempi syvyys, m	0,65
Linjan alempi syvyys, m	8,85
Sedimentin määrä keskiarvo	1,1
Ekspositio SWM 2014	3532
Leveys WGS84	60.10032
Pituus WGS84	24.9139
Suunta, astetta	225
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	1,45
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	4,55
Kasvillisuuden alaraja	8,85
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	13

Paikan nimi	299 Katajaluoto / Flathällen
Pvm	5.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,50
Linjan alempi syvyys, m	6,90
Sedimentin määrä keskiarvo	0,8
Ekspositio SWM 2014	9887
Leveys WGS84	60.09483
Pituus WGS84	24.92887
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	15
Ylin rakkolevä	1,00
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1,20
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2,00
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	2,40
Alin rakkolevä	3,20
Kasvillisuuden alaraja	6,90
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,3
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	11

Paikan nimi	298 Katajaluoto/Pitkäkari
Pvm	5.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,50
Linjan alempi syvyys, m	7,60
Sedimentin määrä keskiarvo	1,0
Ekspositio SWM 2014	6488
Leveys WGS84	60.09563
Pituus WGS84	24.92462
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	5-20
Ylin rakkolevä	1,40
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	4,80
Kasvillisuuden alaraja	7,60
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	12

Paikan nimi	260B Peninkarit Isosaari
Pvm	12.8.2014
Linjan pituus	93
Linjan ylempi syvyys, m	0,70
Linjan alempi syvyys, m	10,70
Sedimentin määrä keskiarvo	0,8
Ekspositio SWM 2014	1370
Leveys WGS84	60.1106
Pituus WGS84	25.0793
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	5
Ylin rakkolevä	0,60
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0,90
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,70
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	3,60
Alin rakkolevä	4,00
Kasvillisuuden alaraja	10,70
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,5
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	16

Paikan nimi	296 Märaskrin Vuosaari
Pvm	11.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	2,10
Linjan alempi syvyys, m	6,30
Sedimentin määrä keskiarvo	0,8
Ekspositio SWM 2014	5309
Leveys WGS84	60.1465
Pituus WGS84	25.182
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	10-30
Ylin rakkolevä	2,10
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	2,70
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	3,20
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	4,20
Alin rakkolevä	4,90
Kasvillisuuden alaraja	6,30
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,6
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	10

Paikan nimi	329 Hanskinen NW-luoto
Pvm	8.8.2014
Linjan pituus	104
Linjan ylempi syvyys, m	0,60
Linjan alempi syvyys, m	6,40
Sedimentin määrä keskiarvo	2,0
Ekspositio SWM 2014	4194
Leveys WGS84	60.1473
Pituus WGS84	25.2511
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	3-6
Ylin rakkolevä	1,60
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1,90
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2,50
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	3,60
Alin rakkolevä	5,60
Kasvillisuuden alaraja	6,40
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,9
Ekologinen laatu	hyvä
Lajimäärä	13

Paikan nimi	286 Harmajanourit N
Pvm	27.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,23
Linjan alempi syvyys, m	9,83
Sedimentin määrä keskiarvo	0,5
Ekspositio SWM 2014	9564
Leveys WGS84	60.1052
Pituus WGS84	24.9708
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	1
Ylin rakkolevä	1,23
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	2,23
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2,73
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	3,23
Alin rakkolevä	4,23
Kasvillisuuden alaraja	9,83
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,5
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	12

Paikan nimi	123 Louekarinpaadet
Pvm	27.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,0
Linjan alempi syvyys, m	10,33
Sedimentin määrä keskiarvo	1,2
Ekspositio SWM 2014	9701
Leveys WGS84	60.1009
Pituus WGS84	24.8651
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	1
Ylin rakkolevä	2,13
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	2,13
Kasvillisuuden alaraja	10,33
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	11

Paikan nimi	128 Koirasaari N
Pvm	12.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,70
Linjan alempi syvyys, m	6,70
Sedimentin määrä keskiarvo	0,9
Ekspositio SWM 2014	6555
Leveys WGS84	60.0864
Pituus WGS84	24.8473
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	1-20
Ylin rakkolevä	0,40
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	2,20
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2,80
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	3,10
Alin rakkolevä	4,20
Kasvillisuuden alaraja	6,70
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,8
Ekologinen laatu	hyvä
Lajimäärä	16

Paikan nimi	403 Louekari
Pvm	27.8.2014
Linjan pituus	37
Linjan ylempi syvyys, m	0,23
Linjan alempi syvyys, m	11,23
Sedimentin määrä keskiarvo	1,7
Ekspositio SWM 2014	3530
Leveys WGS84	60.0984
Pituus WGS84	24.8767
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	2,83
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	3,43
Kasvillisuuden alaraja	11,23
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	9

Paikan nimi	42 Notgrundet
Pvm	14.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,75
Linjan alempi syvyys, m	11,45
Sedimentin määrä keskiarvo	1,5
Ekspositio SWM 2014	8352
Leveys WGS84	60.0937
Pituus WGS84	24.7809
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	11
Ylin rakkolevä	2,15
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	3,85
Kasvillisuuden alaraja	11,45
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	9

Paikan nimi	53 Gåsgrundet S-kivi
Pvm	6.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,45
Linjan alempi syvyys, m	6,15
Sedimentin määrä keskiarvo	0,5
Ekspositio SWM 2014	5080
Leveys WGS84	60.0924
Pituus WGS84	24.7507
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	20-60
Ylin rakkolevä	1,55
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	2,95
Kasvillisuuden alaraja	6,15
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	11

Paikan nimi	56 Bullan Knaperskär
Pvm	6.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,45
Linjan alempi syvyys, m	5,15
Sedimentin määrä keskiarvo	0,8
Ekspositio SWM 2014	4074
Leveys WGS84	60.0908
Pituus WGS84	24.7437
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0
Ylin rakkolevä	1,55
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	
Alin rakkolevä	1,75
Kasvillisuuden alaraja	5,15
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,0
Ekologinen laatu	huono
Lajimäärä	9

Paikan nimi	63 Bodökobben NE
Pvm	14.8.2014
Linjan pituus	65
Linjan ylempi syvyys, m	0,75
Linjan alempi syvyys, m	5,35
Sedimentin määrä keskiarvo	2,1
Ekspositio SWM 2014	1999
Leveys WGS84	60.1125
Pituus WGS84	24.7466
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	1-30
Ylin rakkolevä	0,65
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0,65
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	0,75
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	1,45
Alin rakkolevä	3,25
Kasvillisuuden alaraja	5,35
Vertailuarvo, m	7,0
EQR 2014	0,2
Ekologinen laatu	välttävä
Lajimäärä	9

Paikan nimi	305 Vattukobben
Pvm	27.8.2014
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys, m	0,23
Linjan alempi syvyys, m	4,23
Sedimentin määrä keskiarvo	1,1
Ekspositio SWM 2014	4681
Leveys WGS84	60.127
Pituus WGS84	24.8175
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien peittävyys	0,1-2
Ylin rakkolevä	0,53
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1,53
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1,53
Rakkolevävyöhykkeen alaraja	1,73
Alin rakkolevä	4,23
Kasvillisuuden alaraja	4,23
Vertailuarvo, m	4,0
EQR 2014	0,4
Ekologinen laatu	tyydyttävä
Lajimäärä	10

KUVAILULEHTI / PRESENTATIONSBLAD / DOCUMENTATION PAGE

Julkaisija / Utgivare / Publisher	Julkaisuaika / Utgivningstid / Publication time
Helsingin kaupungin ympäristökeskus Helsingfors stads miljöcentral City of Helsinki Environment Centre	Toukokuu 2016 / Maj 2016 / May 2016

Tekijä(t) / Författare / Author(s)

Emil Vahtera, Marjut Räsänen, Jyrki Muurinen ja Jari-Pekka Pääkkönen

Julkaisun nimi / Publikationens titel / Title of publication

Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2014–2015
Havsområdets tillstånd i huvudstadsregionen 2014–2015
The state of the sea area outside the Helsinki metropolitan area 2014–2015

Sarja / Serie / Series	Numero / Nummer / No.
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja Helsingfors stads miljöcentrals publikationer Publications by City of Helsinki Environment Centre	2/2016

ISSN	ISBN	ISBN (PDF)
1235-9718	978-952-331-137-4	978-952-331-138-1

Kieli / Språk / Language

Koko teos / Hela verket / The work in full	fin
Yhteenveto / Sammandrag / Summary	fin, sve, eng
Taulukot / Tabeller / Tables	fin
Kuvatekstit / Bildtexter / Captions	fin

Asiasanat / Nyckelord / Keywords

Vesistötutkimus, veden laatu, ympäristön tila, jätevesi, lauhdevesi, satama, vesikasvillisuus, Suomenlahti, Helsinki, Espoo, Sipoo
Vattenforskning, vattenkvalitet, miljöns tillstånd, avloppsvatten, kylvatten, hamn, undervattensflora, Finska viken, Helsingfors, Esbo, Sibbo
Water research, quality of water, state of the environment, sewage water, cooling water, harbor, submerged vegetation, Gulf of Finland, Helsinki, Espoo, Sipoo

Tilaukset / Beställningar / Distribution

Sähköposti/e-post/e-mail: ymk@hel.fi

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2015

1. Savola, K. Helsingin metsien kääpäselvityksen täydennys 2014
2. Majaneva, S., Suonpää, A. Vedenalaisen roskan kartoitus Helsingin edustan merialueella – pilottiprojekti
3. Pellikka, K., Kuisma, J., Virtanen, L., Probenthos Oy. Longinojan vedenlaatu ja ekologinen tila
4. Pirilä, A. Koulujen ja oppilaitosten savuttomuuden toteutuminen Helsingissä
5. Wahlman, S., Rastas, T. Allasveden valvonta Helsingissä vuosina 2007–2013
6. Tynninen, P-S., Kärnä, A., Åberg, R. Liha- ja kalatuotteiden turvallisuus palvelumyynnissä
7. Vahtera, E., Lukkari, K. Pääkaupunkiseudun merenpohjien tila ja fosforin sisäinen kuormitus
8. Paavola, T., Hokkanen, P. Mausteiden mikrobiologinen laatu Helsingissä 2012–2013
9. Lähdesmäki, M., Pullinen, N. ja Turunen, P-R. Salmonellan esiintyvyys lihatuotteissa sekä tuotteiden jäljitettävyys ravintoloissa ja varastoissa pääkaupunkiseudulla vuonna 2014
10. Malin, M. Helsingin ilmastopolitiikka – Hallinta ja kumppanuudet
11. Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Espoon seudun ympäristöterveys, Keski-Uudenmaan ympäristökeskus, Vantaan ympäristökeskus. Salaattibaarien hygienia ja tuotteiden mikrobiologinen laatu pääkaupunkiseudulla 2015
12. Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Espoon seudun ympäristöterveys, Vantaan ympäristökeskus. Smoothie-juomien laatu pääkaupunkiseudulla
13. Alapirtti, M., Kivikoski, L., Wahlman, S. Yleisten uimarantojen hygienia, uimaveden laatu ja kuluttajaturvallisuus Helsingissä vuonna 2015
14. Lampinen, H. Kesäkioskien jäätelön mikrobiologinen laatu 2015

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2016

1. Manninen, E., Nieminen, M. (toim.) Haltialan lahopuukovakuoriaisten seuranta 2005, 2007–2008 ja 2015
2. Vahtera, E., Räsänen, M., Muurinen, J., Pääkkönen, J-P. Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2014–2015

Julkaisuluettelo: www.hel.fi/ymk/julkaisut
Julkaisujen tilaukset: ymk@hel.fi