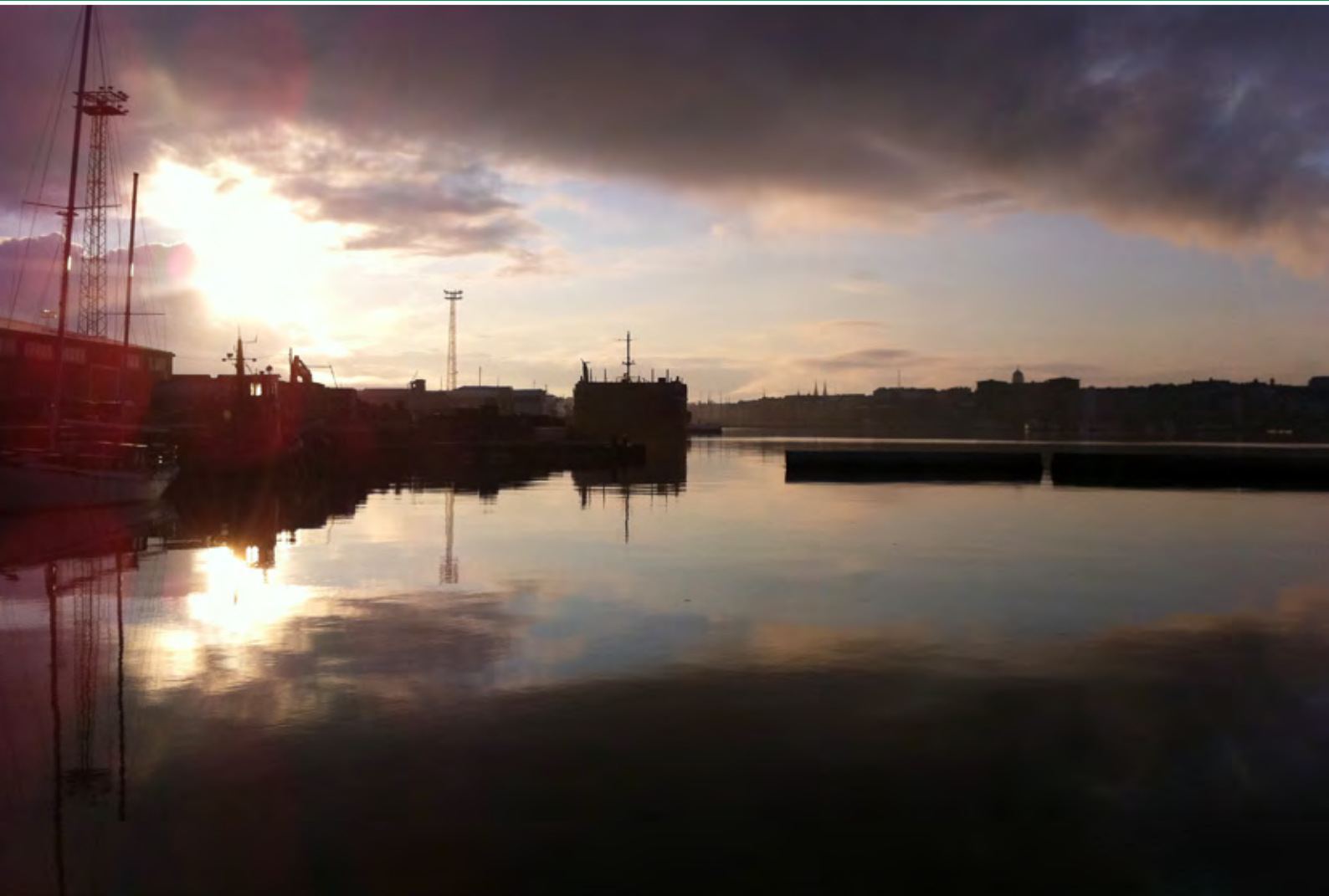




Helsingin kaupunki
Ympäristökeskus

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 8/2013



Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2012

Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu

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

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 8/2013

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

Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2012

Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 2013

Kannen kuva: Janne Punju
ISSN 1235-9718
ISBN 978-952-272-465-6
ISBN (PDF) 978-952-272-466-3

Painopaikka: Kopio Niini Oy
Helsinki 2013

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Sammandrag	5
1 Johdanto	7
2 Tarkkailualue ja sääolot.....	8
2.1 Tarkkailualue.....	8
2.2 Sääolot.....	10
3 Merialueen kuormitus	13
3.1 Johdanto	13
3.2 Helsingin jätevedet.....	13
3.3 Espoon jätevedet	15
3.4 Vantaanjoen tuoma kuormitus	18
4 Merialueen kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen laatu	19
4.1 Johdanto, aineisto ja menetelmät	19
4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	21
4.2.1 Veden laatu ulkosaaristossa.....	21
4.2.2 Veden laatu välisaaristossa.....	27
4.2.3 Veden laatu sisäsaaristossa ja lahtialueilla	41
4.2.4. Päähuomioita vedenlaadusta	51
5 Kasviplankton	52
5.1 Johdanto	52
5.2 Aineistot ja menetelmät.....	52
5.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	53
5.3.1 a-klorofylli ulkosaaristossa.....	53
5.3.2 a-klorofylli välisaaristossa.....	54
5.3.3 a-klorofylli sisäsaaristossa ja lahtialueilla	56
5.3.4 Kasviplanktonlajisto	58
5.3.5 Planktonlevien ravinnerajoittuneisuudesta	60
6 Pohjaeläimet.....	67
6.1 Johdanto	67
6.2 Aineisto ja menetelmät.....	67

6.3 Tulokset ja niiden tarkastelu	68
6.3.1 Lahtialueet	68
6.3.2 Sisäsaaristo	71
6.3.3 Väli- ja ulkosaaristo	72
6.4 Päähuomioita pohjaeläintuloksista jätevesien velvoitetarkkailun näkökulmasta	79
7 Eläinplankton.....	81
7.1 Johdanto	81
7.2 Aineisto ja menetelmät	81
7.3 Tulokset ja niiden tarkastelua	82
7.3.1 Lajisto.....	82
7.3.2 Yksilömäärät ja biomassa	84
7.3.3 Vuodenaikaisvaihtelu	87

Liite 1. Fysikaalis-kemialliset analyysitulokset vuonna 2012.

Liite 2. Tilastollisten analyysien tulostaulukot.

Liite 3. Pohjaeläinseurannan tulokset havaintopaikoittain vuonna 2012 lahtialueilta ulkosaaristoon.

Liite 4. Vesikasvillisuus Espoon ulkosaariston – Helsingin itäisen ulkosaariston alueella kesällä 2012

Tiivistelmä

Helsingin ja Espoon sekä eräiden Keski-Uudenmaan kuntien jätevedet käsiteltiin vuonna 2012 Helsingin Viikinmäen ja Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamoissa. Viikinmäen puhdistamolta puhdistetut jätevedet johdettiin tunnelissa Katajaluodon eteläpuolelle ja Suomenojan puhdistamolta Gåsgrundet-saaren kaakkoispuolelle. Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamojen yhteenlaskettu jätevesivirtaama vuonna 2012 oli 152,4 milj. km³ mikä oli noin 9 % suurempi kuin edellisenä vuotena. Suomenojan purkutunnelin kautta johdettiin myös Fortum Power and Heat Oy:n Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysmerivesiä yhteensä 13,0 milj. km³.

Vuonna 2012 Viikinmäen jätevedenpuhdistamon typpi- ja fosforipäästöt Suomenlahteen olivat 592 000 kg (+16 % verrattuna vuoteen 2011) ja 26 000 kg (+30 %). Suomenojan jätevedenpuhdistamon typen kuormitus mereen oli 639 000 kg (+11.9 %) ja fosforin kuormitus 12 000 kg (+8.1 %).

Sekä Viikinmäen että Suomenojan puhdistamojen kaikki lupaehdot täyttyivät vuonna 2012. Kemiallisesti käsiteltyjen jätevesien laitosohituksia tapahtui Viikinmäen puhdistamolta yhteensä 200 000 m³ (0,2 % käsittelystä kokonaisvesimäärästä) ja sekaviemäröidyn alueen ylivuotoja noin 175 000 m³ (arvio). Kokonaiskuormitus painottui alkuvuoteen, ollen kuitenkin pääosin edellisvuotta suurempaa läpi vuoden.

Veden lämpötilan kehitys oli vuonna 2012 poikkeava. Pintavesi oli keskimääräistä lämpimämpää maaliskuussa ja syys–lokakuussa ja keskimääräistä kylmempää heinä–elokuussa. Pohjanläheinen vesi oli ulko- ja välisaaristossa poikkeuksellisen lämmintä miltei koko vuoden ajan. Pintavesi oli loppukesästä normaalia suolaisempaa. Vesi sekoittui normaalia syvemmälle ja tehokkaammin, joka siirsi suuremman määrän syvän veden ravinnevarastoista yhteyttävään pintakerrokseen.

Välisaaristossa purkuputkien läheisyydessä havaittiin ajoittain pitkän ajan keskiarvosta merkitsevästi eroavia kohonneita liukoisen typen ja *E. coli* -bakteerin pitoisuuksia, jotka johtuivat mereen johdettavista puhdistetuista jätevesistä.

Kevätkukinnan huippu ajoittui osalla tarkkailualuetta normaalia myöhempään ajankohtaan. Todennäköisesti johtuen viileästä ja hyvin sekoittuneesta vedestä, pintaveden levämäärät jäivät kuitenkin pitkän ajan keskiarvon alapuolelle kesällä. Jätevesien mereen tuoma typpiravinne kuitenkin lievensi levien tyypillisesti kokemaa ravinnerajoittuneisuutta. Laajoja sinileväkukintoja ei kesällä esiintynyt, sen sijaan panssarisiimalevä *Heterocapsa triquetra* ja kasviplanktonin tavoin yhteyttävä symbionttinen ripsieläin *Mesodinium rubrum* olivat runsaita kasviplanktoniyhteisössä.

Suoria vaikutuksia jäteveden johtamisesta alueen pohjan eliöstöön tai eläinplanktoniin ei voida yksittäisten vuosien aineistoista havaita. Jätevesien johtamisen voidaan kuitenkin pidemmällä ajanjaksolla todeta ilmeisesti aiheuttavan yhteisön muutoksia pohjan eliöstössä, suosien likaantumista sietäviä lajeja.

Vuonna 2012 toteutettiin myös tarkkailualueen vesikasvillisuuskartoitus. Tulosten perusteella rakkolevän tila on heikentynyt erityisesti uloimmassa saaristovyöhykkeessä. Levälajien määrä linjoilla oli lisääntynyt, etenkin tutkimusalueen itäosassa sekä kaikkein läntisimmillä linjoilla. Muutokset eivät korreloineet sukel-

luslinjojen etäisyyksiin purkuputkien päistä. Verrattaessa tuloksia muihin alueella tehtyihin tutkimuksiin rakkolevän tila huononee edelleen siirryttäessä kauemmas rannikosta. Tämän perusteella pääteltiin, että vesikasvillisuuden tilan heikkene- miseen saattaa vaikuttaa eniten Suomenlahden ulappa-alueelta tuleva kuormi- tus.

Sammandrag

Avloppsvattnen från Helsingfors, Esbo och vissa kommuner i mellersta Nyland behandlades år 2012 vid Viksbacka reningsverk i Helsingfors och Finnå reningsverk i Esbo. Från Viksbacka reningsverk leddes de renade avloppsvattnen via en tunnel ut till söder om Enskär och från Finnå reningsverk till sydost om Gåsgrund. År 2012 var de sammanlagda avloppsvattensmängderna från Viksbacka och Finnå reningsverk 152,4 milj. m³, vilket var ca. 9 % mera än det föregående året. Via Finnå reningsverks avloppsvattenstunnel leddes också 13 milj. m³ kylvatten från Fortum Power and Heat Ab:s kraftverk i Finnå.

År 2012 var kväve och fosforbelastningen från Viksbacka reningsverk till Finska viken 592 000 kg kväve (+25 % jämfört med år 2011) och 26 000 kg fosfor (+30 %). Kvävebelastningen från Finnå reningsverk var 639 000 kg (+12 %) och fosforbelastningen 12 000 kg (+8 %).

Både Viksbacka och Finnå reningsverk uppfyllde alla tillståndsvillkor år 2012. Vid Viksbacka reningsverk förekom sammanlagt 200 000 m³ förbiflöden av endast kemiskt renade avloppsvatten (0,2 % av totala vattenvolymen) och från området med kombinerat avloppssystem estimeras överflödena ha varit 175 000 m³. Belastningen betonades under årets första kvartal, även om den var i genomsnitt större under hela året jämfört med året innan.

Vattentemperaturernas utveckling år 2012 var avvikande. Ytvattentemperaturerna var i genomsnitt varmare i mars, september och oktober och i genomsnitt kallare i juli och augusti. Det bottennära vattnet i mellersta och yttre skärgården var varmare än normalt under hela året. Ytvattnet hade högre salthalt än vanligt under sensommaren. Vattnet blandades effektivt och till större djup än normalt, vilket medförde större mängder av näringsämnen till ytvattnet där primärproduktionen sker.

I mellersta skärgården, i närheten av avloppsvattenstunnlarna, observerades tidvis märkbart från långtidsmedelvärdena avvikande höga koncentrationer av löst kväve och *E. coli* -bakterier. Dessa förekomster berodde sannolikt på avloppsvattnen som leddes till området.

Vårblomningen förekom något senare än normalt på vissa provtagningspunkter. Sannolikt beroende på det svalare och väl omblandade vattnet förblev algmängderna på sommaren på de flesta ställen dock lägre än långtidsmedelvärdena. Kvävet som de renade avloppsvattnen förde med sig till havet lindrade den stränga kvävebegränsning algerna normalt upplever. Omfattande blomningar av blågröna alger observerades inte, däremot var dinoflagellaten *Heterocapsa triquetra* och den likt växtplankton fotosyntetiserande symbiotiska ciliaten *Mesodinium rubrum* talrika i växtplanktonsamhället.

Direkta inverkningar av avloppsvattnen på bottenfaunan eller djurplanktonsamhället i området kan inte skönjas på basen av enskilda års observationer. Effekterna av avloppsvattnen framträder dock på ett längre tidsperspektiv i botten-djursartsammansättningen då arter som tål belastning bättre gynnas i områdena kring avloppsvattenstunnlarna.

År 2012 genomfördes också uppföljningsområdets vattenvegetationskartering. På basen av resultaten har blåstångens tillstånd försämrats, speciellt i den yttre skärgårdszonen. Artantalet på de undersökta linjerna hade ökat, speciellt i

de östra och de västra delarna av undersökningsområdet. De observerade förändringarna korrelerade inte med linjernas avstånd från avloppsvattenstunnlarnas mynnningar. Jämfört med andra i området utförda undersökningar försämras blåstångens tillstånd ytterligare ju längre ut man rör sig från kusten. På basen av detta drogs slutsatsen att försämringen i vattenvegetationens tillstånd antagligen beror mest på den belastning som kommer från öppna Finska viken.

1 Johdanto

Tässä selvityksessä esitetään yhteenveto Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien vesistövaikutusten tarkkailusta vuonna 2012. Puhdistettujen jätevesien johtamista merelle ja sen vaikutuksia seurataan vertailemalla purkualueiden lähistöllä sijaitsevien näytepisteiden mittauksia etäämmällä sijaitsevien, ympäröivän merialueen taustapitoisuuksia kuvaavien näyteasemien tuloksiin.

Viikinmäen puhdistamon jätevesien purkulupa ja muut ympäristövaatimukset vuonna 2012 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)
- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 5/2008/1, 12.2.2008) puhdistamon hajupäästöjen osalta.

Suomenojan jätevedenpuhdistamon jäteveden purkulupa ja muut ympäristövaatimukset perustuvat vuonna 2012 seuraaviin päätöksiin:

- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 26/2007/1, 27.6.2007, Dnro LSY-2006-Y-368)
- Uudenmaan ympäristökeskuksen 2.10.2006 hyväksymä Suomenojan jätevedenpuhdistamon tarkkailuohjelma (Dnro 0195Y0241-12)

Vuonna 2012 noudatettiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen suorittamassa jätevesien vaikutusten seurannassa tarkkailuohjelmaa, jonka käyttöön otosta 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). Vedenlaatutietoja tarkkailuun kuuluvilta havaintopaikoilta on ollut nähtävissä myös ympäristökeskuksen internet-sivustoilla osoitteessa <http://www.hel.fi/ymk/vedet>.

Tarkkailun suoritti Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristönsuojelu- ja tutkimusyksikkö, Viikinkaari 2a, 00790 Helsinki, missä alkuperäismateriaalia samoin kuin mahdollisesti tämän selostuksen ulkopuolelle jätettyä aineistoa säilytetään.

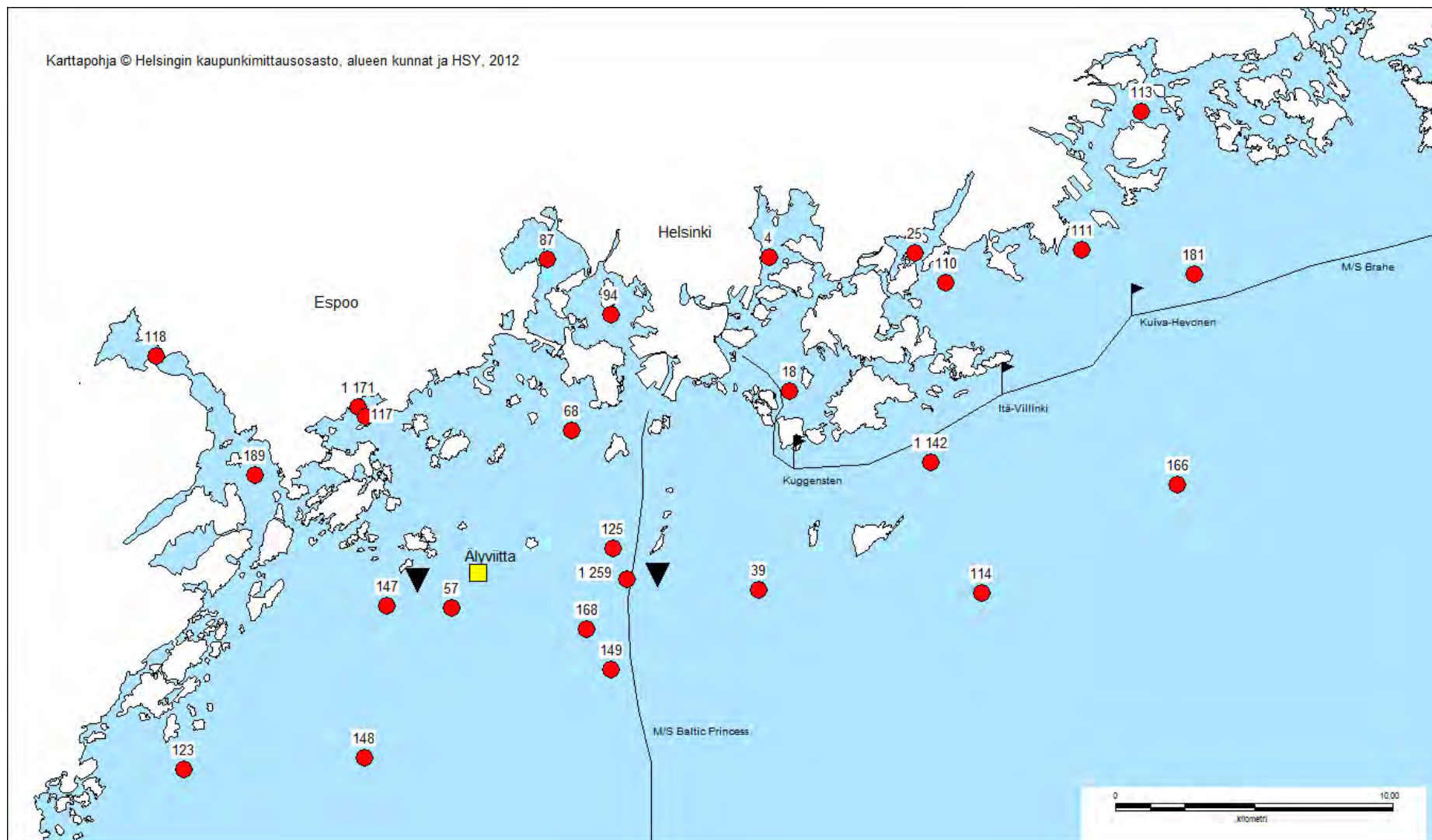
2 Tarkkailualue ja sääolot

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 m, 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 mantereeseen sisään ulottuvaa lahtea (Espoonlahti, Laajalahti, Vanhankaupunginlahti sekä Vartiokylänlahti), joilla vedenvaihtuvuus on heikkoa.

Merkittävimmät alueelle laskevat joet ovat Vanhankaupunginlahteen laskeva Vantaanjoki sekä Espoonlahteen laskevat Espoon- 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.

Vuonna 2012 alueella oli kaksi asumajätevesien purkupaikkaa. Helsingin Viikmäen 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. Purukohtien etäisyys toisistaan itä-länsisuunnassa on noin kahdeksan kilometriä.



Kuva 2.1 Helsingin ja Espoon jätevesien velvoitetarkkailun havaintopaikat vuonna 2012. Punaiset pallot: veden kemia ja fysiikka, hygieeninen laatu, klorofylli-a:n pitoisuus, kasviplankton sekä pohjaeläimet. Näyteasemien tarkempi analyysivalikoima löytyy raportin eri kappaleiden alta. Musta viiva ja viirit: Alg@line-seuranta (Kristina Brahe-laivan reitti ja näytepisteet ja Baltic Princess -laivan reitti). Keltainen neliö: Älyviitta-seuranta. Mustat kolmiot: jätevesien purkukohdat.

2.2 Sääolot

Poikkeuksellisen lämpimän ja myrskyisän joulukuun 2011 jälkeen tammikuun puolivälissä 2012 säätyyppi muuttui nopeasti hyvin kylmäksi ja merialue Helsingin edustalla jäätyni. Helmikuussa keskimääräistä kylmemmän sään jatkuessa jäät vahvistuivat ja jääpeite laajeni, mutta lämpimän maaliskuun myötä kevät eteni nopeasti merialueella. Huhtikuun alkuun mennessä jäät olivat hävinneet tutkimusalueelta.

Kokonaisuutena jäätalvi 2011–2012 oli vähän tavanomaista lyhyempi (taulukko 2.1). Runsaslumisen kevättalven ja sateisen kevään seurauksena kevättulvat olivat tavanomaista voimakkaammat.

Harmajan havaintoasemalla mitattujen tulosten mukaan vuoden 2012 maaliskuu, huhtikuu, syyskuu ja marraskuu olivat keskimääräistä tuulisempia, arvioituna tuulipäivien (tuulen nopeus $\geq 10 \text{ m s}^{-1}$) määränä (taulukko 2.2).

Taulukko 2.1. Helsingin edustan jäätilanteen kehitys talvella 2011–2012. (Lähde: Ilmatieteen laitoksen Merentutkimusyksikkö)

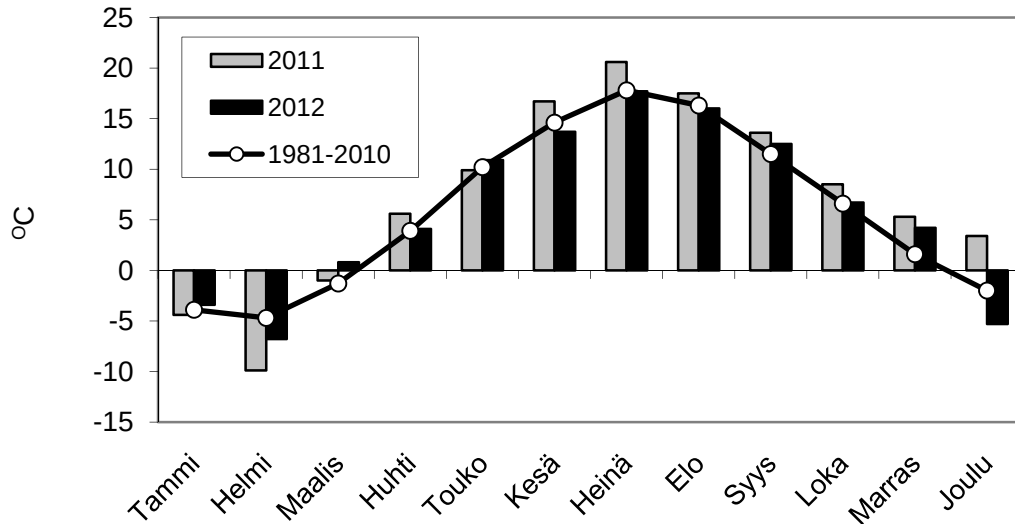
Paikka	Lat (N)	Lon (E)	A	B	C	D	E
Helsingin satama	60°08.9′	024°55.2′	10.01.	15.01.	28.03.	01.04.	83
Harmaja	60°06.3′	024°58.7′	01.02.	06.02.	12.03.	18.03.	41
Helsingin matala	59°56.9′	024°55.7′	05.02.	09.02.	28.02.	12.03.	34

Selitteet: A = jäätyminen
B = pysyvän jääpeitteen muodostuminen
C = pysyvän jääpeitteen päättyminen
D = jään lopullinen katoaminen
E = todellisten jääpäivien lukumäärä

Taulukko 2.2. Harmajan havaintoasemalla mitattujen tuulipäivien (tuulen nopeus $\geq 10 \text{ m/s}$) määrien pitkän ajan keskiarvot ja vuoden 2012 havainnot. (Lähde: Ilmatieteen laitos.)

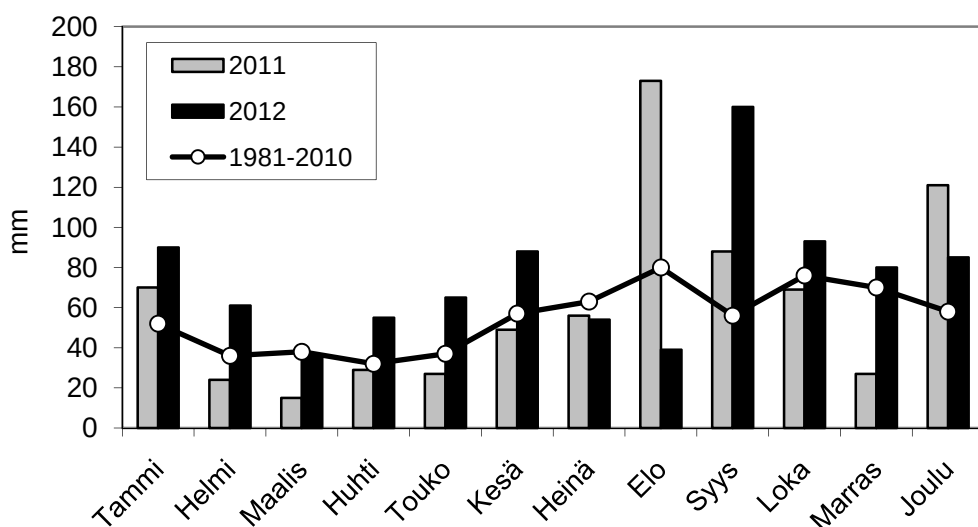
	Keskiarvo (1992–2011)	2012
Tammikuu	17	12
Helmikuu	13	11
Maaliskuu	12	14
Huhtikuu	9	11
Toukokuu	10	10
Kesäkuu	9	9
Heinäkuu	7	7
Elokuu	9	6
Syyskuu	12	17
Lokakuu	16	15
Marraskuu	17	20
Joulukuu	19	16
Yhteensä	150	148

Vuosi 2012 oli lämpöoloiltaan hyvin lähellä tavanomaista (kuva 2.2). Helsingin Kaisaniemen keskilämpötila oli tarkalleen sama kuin pitkän ajan keskiarvo, eli 5,9 °C. Talvi ja kesä olivat vähän tavallista viileämmät, mutta lämpimät kevät- ja syysjaksot tasoittivat tilastot keskimääräisiksi.



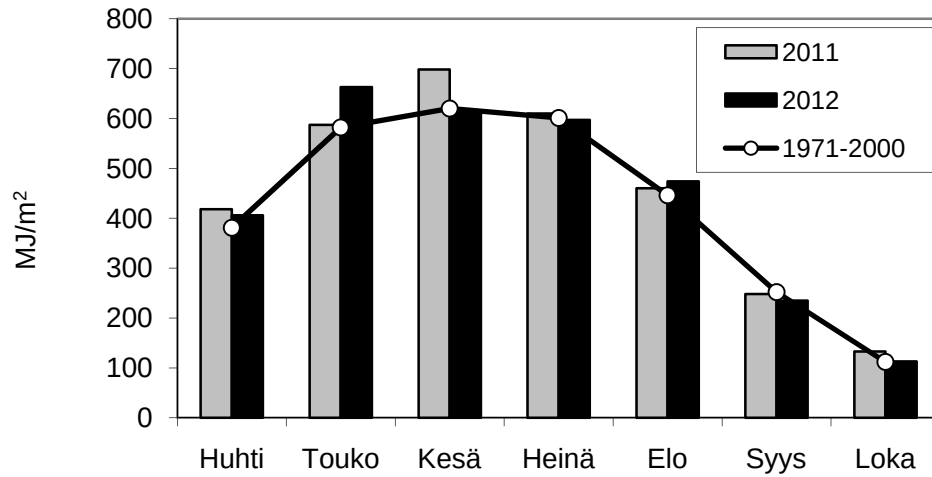
Kuva 2.2. Kuukauden keskilämpötila (°C) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2011 ja 2012 sekä vuosina 1981–2010 (keskiarvo). (Lähde: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2012).

Vuosi 2012 jäi tilastoihin hyvin sateisena (kuva 2.3). Kaisaniemen kokonaissademäärä 907 mm oli toiseksi suurin 1800-luvun alkupuolelta alkaneen mittaushistorian aikana, ainoastaan vuonna 1944 on satanut enemmän (940 mm). Vain heinä- ja elokuussa satoi tavanomaista vähemmän, ja varsinkin syyskuu oli erittäin sateinen.



Kuva 2.3. Kuukauden sademäärä (mm) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2011 ja 2012 sekä vuosina 1981–2010 (keskiarvo). (Lähde: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2012).

Auringosta maahan kohdistuvan säteilyn määrissä ei ollut suuria poikkeamia verrattuna pitkäaikaiseen keskiarvoon, tosin toukokuu oli tavanomaista aurinkoisempi (kuva 2.4). Kasvukauden kokonaissäteilymäärä oli näin ollen lähellä pitkän ajan keskiarvoa.



Kuva 2.4. Kasvukauden globaalisäteily kuukausittain (MJ/m^2) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2011 ja 2012 sekä vuosina 1971–2000 (keskiarvo). (Lähde: Ilmatieteen laitos)

3 Merialueen kuormitus

3.1 Johdanto

Helsingin ja Espoon sekä eräiden Keski-Uudenmaan kuntien jätevedet käsitellään Helsingin Viikinmäen ja Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamoissa. Puhdistamoiden jätevesivirtaama oli vuonna 2012 yhteensä noin 152,4 milj. m³ eli 9 % suurempi kuin vuonna 2011 (139,7 milj.m³). Kuormitus mereen oli biologisen hapenkulutuksen (BOD_{7ATU}) suhteen noin 23 % suurempi, fosforin suhteen noin 22 % suurempi ja typen suhteen noin 18 % suurempi kuin vuonna 2011.

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. Puhdistamoiden puhdistusprosesseissa ei tapahtunut muutoksia vuonna 2012.

3.2 Helsingin jätevedet

Viikinmäen jätevedenpuhdistamon lupaehdot olivat vuonna 2012 seuraavat:

Mereen johdettavan jäteveden BOD_{7ATU}-arvon on oltava enintään 10 mg O₂/l ja kokonaisfosforipitoisuuden alle 0,3 mg P/l. COD_{Cr}-arvon on oltava enintään 75 mg/l ja kiintoaineen määrän enintään 15 mg/l. BOD_{7ATU}-puhdistustehon on oltava vähintään 95 %, fosforin puhdistustehon vähintään 95 % ja COD_{Cr}-puhdistustehon vähintään 80 %. Arvot lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina mahdolliset ohjauksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien. Puhdistustehon typen suhteen tulee olla vähintään 70 % vuosikeskiarvona laskien mahdolliset ohjauksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien.

Viikinmäen keskuspuhdistamolla¹ käsiteltiin kaikki Helsingin kaupungin jätevedet ja lisäksi Vantaan, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän, Pornaisten sekä Sipoon jätevedet. Kokonaisjätevesimäärä oli vuonna 2012 113,8 milj. m³, edellisenä vuotena jätevesimäärä oli ollut 103,2 milj. m³. Keskimääräinen puhdistamolle tuleva vuorokautinen jätevesimäärä oli 310 519 m³, suurin tulovirtaama (656 178 m³/d) mitattiin 29.3.2012. Puhdistetut jätevedet johdettiin kalliotunnelissa noin seitsemän kilometrin etäisyydelle rannikosta Katajaluodon eteläpuolelle.

Biologisen prosessin ohituksia (laitosohituksia) oli Viikinmäessä maaliskuun loppupuolella yhteensä kolmen päivän aikana aikajaksolla 25.3. ja 29.–30.3.2012. Ohitukset johtuivat suurista lumensulamaisvesien määrästä. Laitosohitusten kokonaismäärä oli yhteensä 0,2 milj. m³. Kaikki laitoksen ohitusvedet käsiteltiin kemikaloimalla. Sekaviemäröityjen alueiden ylivuotojen kokonaismäärä oli vuonna 2012 yhteensä 175 013 m³ (arvio). Kuormituslaskennan perusteella vuonna 2012 Viikinmäen puhdistamolla

¹Lähde: HSY Vesi, Viikinmäen jätevedenpuhdistamon toiminta vuonna 2012. 3/2013.

täytettiin kaikki lupaehdot kaikilla laskentajaksoilla sekä pitoisuus- että poistotehovaatimusten osalta (taulukko 3.1).

Taulukko 3.1. Mereen johdetun puhdistetun jäteveden pitoisuuksien (mg/l) ja reduktioiden (%) neljännesvuosikeskiarvot, niistä lasketut keskiarvot sekä lupaehdot.

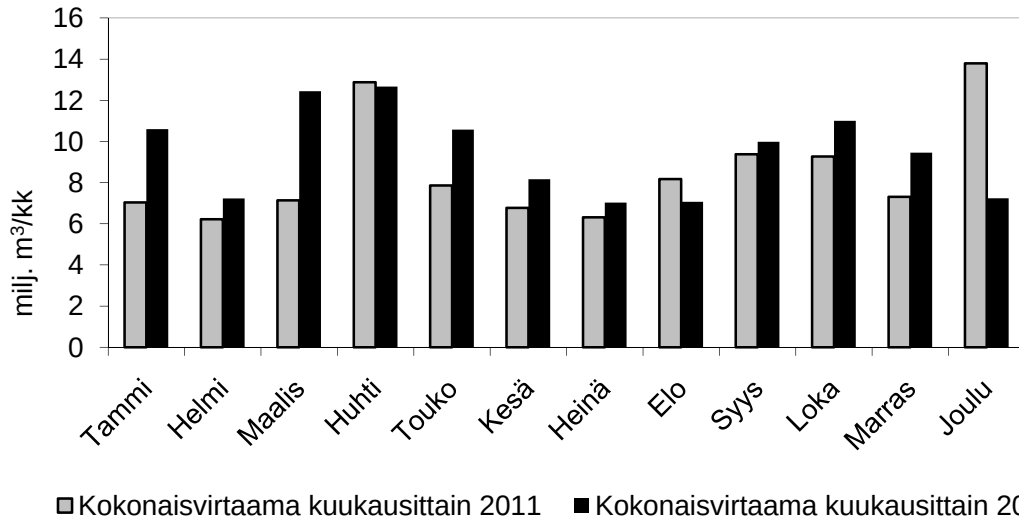
Tarkkailu- jakso	BOD _{7ATU}		Kok-P		Kok-N	COD _{Cr}		Kiintoaine
	mg/l	red.%	mg/l	red.%	red.%	mg/l	red.%	mg/l
I/2012	7,3	96,5	0,23	95,8	84,8	46,3	90,2	7,8
II/2012	6,2	97,2	0,22	96,0	85,4	42,9	91,0	6,4
III/2012	6,0	97,0	0,23	96,4	90,4	45,9	91,0	6,8
IV/2012	7,2	96,3	0,23	96,0	91,4	43,8	90,8	7,6
2012 ka.	6,7	96,8	0,23	96,1	88,0	44,9	90,7	7,3
Lupa- ehdot	≤10 ¹⁾	≥95 ¹⁾	≤0,3 ¹⁾	≥95 ¹⁾	≥70 ²⁾	≤75 ¹⁾	≥80 ¹⁾	≤15 ¹⁾
¹⁾ = neljännesvuosikeskiarvona, ²⁾ = vuosikeskiarvona								

Mereen johdetusta puhdistetusta jätevedestä mitatut kuormittavien aineiden pitoisuudet olivat vuonna 2012 vähän suuremmat kuin edeltävänä vuotena. Puhdistusteho oli hyvin lähellä edellistä vuotta (taulukko 3.2).

Taulukko 3.2. Viikinmäen jätevedenpuhdistamolta poistuvan veden arvot vuosikeskiarvoina vuosina 2011 ja 2012.

	Pitoisuus, mg/l		Puhdistusteho	
	2011	2012	2011	2012
BOD _{7ATU}	5,7	6,7	98 %	97 %
fosfori	0,20	0,23	97 %	96 %
typpi	4,6	5,1	90 %	88 %
COD _{Cr}	40	45	92 %	91 %
Kiintoaine	6,7	7,3	97 %	97 %

Jäteveden kokonaisvirtaama oli kolmella ensimmäisellä vuosineljänneksellä suurempi kuin edellisen vuoden vastaavana jaksena, mutta ainoastaan ensimmäisen neljänneksen muutos oli merkittävämpi (kuvat 3.1 ja 3.2). Mereen johdetun kuormituksen määrä erityisesti ensimmäisellä vuosineljänneksellä oli vuotta 2011 suurempi (kuvat 3.3–3.5). Koko vuoden kuormitus mereen kasvoi vuoteen 2011 verrattuna BOD_{7ATU}:n ja kokonaisfosforin osalta noin 30 % sekä kokonaistypen osalta 16 % (taulukko 3.3).



Kuva 3.1. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama (m³/kk) kuukausittain vuosina 2011 ja 2012.

Taulukko 3.3. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus mereen vuosina 2011 ja 2012.

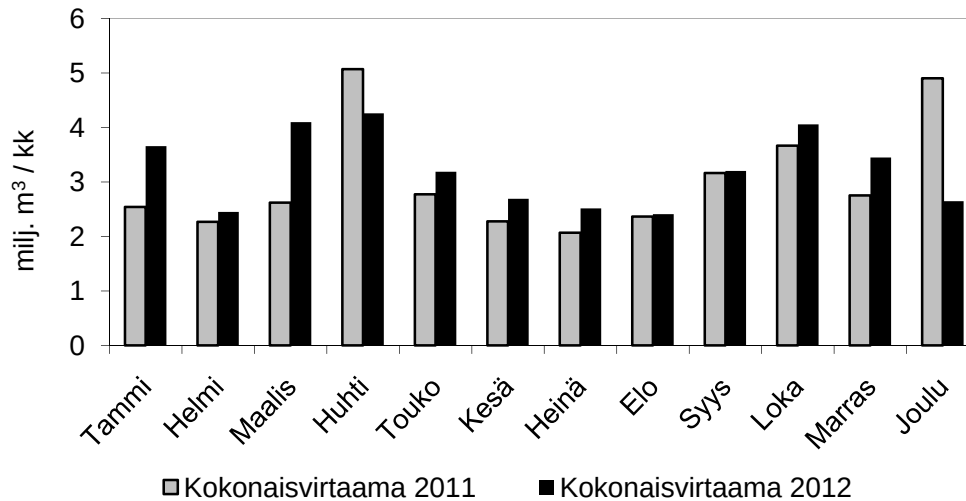
	Keskimääräinen kuormitus, kg/d		Kokonaiskuormitus, t/a		Muutos
	2011	2012	2011	2012	
BOD _{7ATU}	1627	2084	594	761	+28,1 %
fosfori	55,1	71,2	20	26	+30,0 %
typpi	1296	1621	473	592	+25,2 %
COD _{Cr}	11 221	13 966	4 096	5 098	+24,5 %
Kiinto- aine	1 909	2270	697	829	+18,9 %

3.3 Espoon jätevedet

Suomenojan jätevedenpuhdistamon lupaehdot olivat vuonna 2012 seuraavat:

Vesistöön johdettavan jäteveden BOD_{7ATU}-arvon on oltava enintään 10 mg O₂/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 oli enintään 75 mg/l vesistöön johdettuna, poistotehon ollessa vähintään 85 % sekä kiintoaineen määrä enintään 15 mg/l. Viimeksi mainitut lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina. Lisäksi lähtevän veden kokonaistyyppipitoisuus saa olla enintään 20 mg N/l silloin, kun veden lämpötila biologisessa prosessissa on vähintään 12 °C.

Espoon jätevedet käsiteltiin Suomenojan jätevedenpuhdistamolla², minne johdettiin jätevedet Espoosta, Kauniaisista, Vantaan länsiosista ja Kirkkonummelta. Kokonaisjätevesimäärä vuonna 2012 oli 38,6 milj. m³, mikä oli 5,9 % enemmän kuin vuonna 2011. Keskimääräinen puhdistamolla käsitelty lähtevä jätevesimäärä oli 105 518 m³/vrk. Suurin vuorokausivirtaama (217 076 m³) mitattiin 28.3.2012 (kuva 3.6).



Kuva 3.6. Suomenojan jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama (m³/kk) kuukausittain.

Jätevedet johdettiin 7,5 km:n pituisessa kalliotunnelissa ulkosaaristoon Gåsgrundet-saaren kaakkoispuolelle noin 10 m:n syvyyteen. Suomenojan puhdistamolla ei tapahtunut laitosohituksia vuonna 2012. Purkutunneliin johdettiin myös Fortum Oy:n Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvesiä yhteensä 13,0 milj. m³ (ed. vuonna 13,9 milj. m³). Lupaehdot täyttyivät Suomenojan puhdistamolla kaikilla laskentajaksoilla sekä pitoisuus- että poistotehovaatimusten osalta (taulukko 3.4).

Taulukko 3.4. Mereen johdetun puhdistetun jäteveden pitoisuuksien (mg/l) ja reduktioiden (%) neljännesvuosikeskiarvot, niistä lasketut keskiarvot sekä lupaehdot.

Tarkkailu- jakso	BOD _{7ATU}		Kok-P		Kok-N red.%	COD _{Cr}		Kiintoaine mg/l
	mg/l	red.%	mg/l	red.%		mg/l	red.%	
I/2012	6,1	96,7	0,32	95,2	64,6	48,7	88,8	9,1
II/2012	4,4	97,6	0,26	96,2	71,6	38,1	91,3	6,4
III/2012	3,5	98,3	0,32	96,2	78,9	45,0	91,1	4,6
IV/2012	4,6	97,5	0,35	95,1	73,3	43,1	89,9	5,3
2012 ka.	4,6	97,5	0,31	95,7	72,1	43,7	90,3	6,4

Lupaehdot ≤10¹⁾ ≥95¹⁾ ≤0,4¹⁾ ≥93¹⁾ ≥70²⁾ ≤75¹⁾ ≥85¹⁾ ≤15¹⁾

¹⁾ neljännesvuosikeskiarvona, ²⁾ vuosikeskiarvona

²⁾Lähde: HSY Vesi, Suomenojan jätevedenpuhdistamon toiminta vuonna 2012. 3/2013.

Mereen johdetun, puhdistetun jäteveden kuormittavien aineiden pitoisuudet olivat lähes identtiset verrattuna vuoteen 2011. Samoin oli laita puhdistamon puhdistustehon kanssa (taulukko 3.5.).

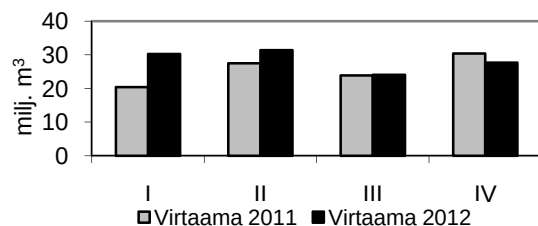
Taulukko 3.5. Suomenojan jätevedenpuhdistamolta poistuvan veden arvot vuosikeskiarvoina vuosina 2011 ja 2012.

	Pitoisuus, mg/l		Puhdistusteho	
	2011	2012	2011	2012
BOD _{7ATU}	4,7	4,6	98 %	98 %
fosfori	0,30	0,31	96 %	96 %
typpi	16	16	74 %	72 %
COD _{Cr}	41	44	91 %	90 %
Kiintoaine	5,8	6,4	98 %	97 %

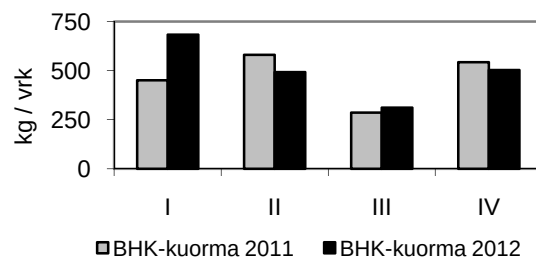
Samoin kuin Viikinmäessä, olivat Suomenojalla kolmen ensimmäisen vuosineljänneksen kokonaisvirtaamat edellisvuotta suuremmat. Viimeisellä neljänneksellä virtaama oli jonkin verran vuotta 2011 pienempi (kuva 3.7). Mereen päätynyt kuormitus oli ensimmäisellä neljänneksellä selkeästi suurempi kuin vuonna 2011, muilla neljänneksillä erot tasoittuivat (kuvat 3.8–3.10). Verrattuna edelliseen vuoteen, kaikkien lupaehdoissa mainittujen aineiden mereen vaikuttama kuormitus suureni 6,5–16,9 % (taulukko 3.6).

Taulukko 3.6. Suomenojan jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus mereen vuosina 2011 ja 2012.

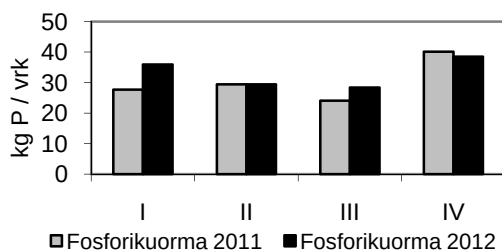
	Keskimääräinen kuormitus, kg/d		Kokonaiskuormitus, t/a		Muutos
	2011	2012	2011	2012	
BOD _{7ATU}	465	497	170	181	+6,5 %
fosfori	30,4	33,0	11,1	12,0	+8,1 %
typpi	1 564	1 751	571	639	+11,9 %
COD _{Cr}	4 133	4 611	1 509	1 683	+11,5 %
Kiintoaine	584	682	213	249	+16,9 %



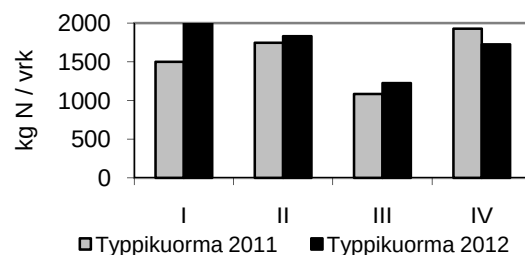
Kuva 3.7. Suomenojan jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama vuosineljänneksittäin vuosina 2011 ja 2012.



Kuva 3.8. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen BOD_{7ATU}-kuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2011 ja 2012.



Kuva 3.9. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen fosforikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2011 ja 2012.



Kuva 3.10. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen typpikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2011 ja 2012.

3.4 Vantaanjoen tuoma kuormitus

Vuoden sateisuus havainnolistuu myös Vantaanjoen mereen kuljettamien ravinteiden määrissä: sekä fosfori- että typpikuormitus olivat korkealla tasolla (taulukko 3.7).

Taulukko 3.7. Vantaanjoen aiheuttama typpi- ja fosforikuormitus merialueelle vuosina 2010, 2011 ja 2012. Lähde: Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry.

	2010	2011	2012
fosfori t/a	54	80	110
typpi t/a	1230	1800	1850

4 Merialueen kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen laatu

4.1 Johdanto, aineisto ja menetelmät

Meriveden kemiallisen, fysikaalisen ja hygieenisen laadun seuranta on osa Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusten tarkkailua. Tämän raportin tarkoituksena on selvittää merialueen tilaa vuonna 2012. Meriveden fysikaalista, kemiallista ja hygieenistä laatua seurattiin tarkkailuohjelman mukaisesti 14 intensiivihavaintopaikalta (taulukko 4.1) noin kuukauden välein maaliskuulta marraskuulle. Vaikutusten selvittämiseksi vuoden 2011 havaintoja verrataan pitkän ajan keskiarvoihin (1987–2010). Tämän lisäksi vertaillaan jätevesien purkuputkien vaikutusalueella sijaitsevien havaintopaikkojen (Knaperskär 147, Kytön väylä 57 ja Katajaluoto 125) tuloksia vertailualueen (Länsi-Tonttu 114, Berggrund 148 ja Pentarn 166) vedenlaatuun. Poiketen edellisistä raporteista merialue jaotellaan tässä raportissa kolmeen suojaisuusvyöhykkeeseen (Isaeus & Rygg, 2005) kuvaten ulkosaa-ristoa, välisaaristoa sekä sisäsaaristoa ja lahtialueita (taulukko 4.1).

Taulukko 4.1. Vuoden 2012 fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen yleistarkkailun intensiivihavaintopaikkojen nimet, tunnistenumerot, syvyydet, sijaintikoordinaatit ja näytteenottosyvyydet sekä luokittelu ulkosaa-riston, välisaariston ja sisäsaariston ja lahtien luokkiin.

Havaintopaikka	Numero	Syvyys (m)	Koordinaatit (WGS-84)		Näytesyvyydet (m)
			lat	lon	
<u>Sisäsaaristo/lahdet</u>					
Vanhankaupunginselkä	4	2,5	60° 11.752'	24° 59.625'	0, 2
Kruunuvuorenselkä*	18	17	60° 8.925'	25° 0.310'	
Melkin selkä	68	17	60° 8.056'	24° 51.297'	0, 5, 10, 16
Skatanselkä*	111	13	60° 11.579'	25° 11.833'	
Ryssjeholmsfjärden	117	3,5	60° 8.734'	24° 43.236'	0, 3
<u>Välisaaristo</u>					
Flathällgrundet	39	33	60° 5.395'	24° 58.506'	0, 15, 32
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
Musta Hevonen	181	14	60° 11.098'	25° 15.156'	0, 5, 13
<u>Ulkosaaristo</u>					
Länsi-Tonttu	114	47	60° 4.996'	25° 7.389'	0, 5, 10, 20, 30, 40, 46
Berggrund	148	51	60° 0.925'	24° 45.206'	0, 25, 50
Gråskärsbådan	149	32	60° 3.305'	24° 53.975'	0, 15, 31
Pentarn	166	48	60° 6.586'	25° 16.733'	0, 25, 47
Koiraluoto	168	31	60° 4.776'	24° 52.323'	0, 15, 30

* näyteasemat kuuluvat Helsingin kaupungin lähivesien seurantaohjelmaan.

Tarkkailussa on myös hyödynnetty Helsingin kaupungin toteuttaman lähivesien seurantaohjelman näyteasemien tuloksia, jotka ovat merkitty tähdellä taulukossa 4.1. 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 4.2. Tarkkailussa käytetyt määrittelyt ja menetelmät. Akkreditoidut menetelmät on merkitty tähdellä.

Määrittely	Menetelmä	Määrittelyraja	Mittausepävarmuus
Näkösyvyys	Valkolevynä Ruttner-noutimen kansi		
Lämpötila	Ruttner-noutimen lämpömittari (ja laivoilla Aanderaa-lämpötilasensori)		
Suolaisuus*	johtokykymittaus (ja laivoilla Aanderaa-suolaisuussensori)		3 %
Sameus*	SFS-EN ISO 7027	0,05 FTU	10 %
pH*	SFS 3021		0,2 pH-yksikköä
Happi*	SFS-EN 25813		10 %
NH ₄ -typen pitoisuus*	SFS 3032, autom./kumottu	4 µg/l	15 %
NO ₂ -typen pitoisuus*	SFS 3029, autom	2 µg/l	15 %
NO ₃ -typen pitoisuus*	SFS-EN ISO 13395 FIA	4 µg/l	15 %
typen kokonaispitoisuus*	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	15 %
PO ₄ -fosforin pitoisuus*	SFS 3025	3 µg/l	15 %
PO ₄ - fosforin pitoisuus (liukoinen)		3 µg/l	15 %
fosforin kokonaispitoisuus*		5 µg/l	15 %
<i>Escherichia coli</i> *	Colilert Quanti-Tray (pikatesti)	< 1	

Seurannassa hyödynnettiin myös Alg@line-projektin (Rantajärvi, 2003) tuloksia. Projektissa mukana oleville laivoille on asennettu jatkuvatoimiset läpivirtauslaitteistot, joista saadaan mittaustuloksia (lämpötila, suolaisuus, sameus, a-klorofylli ja fykosiiniifluoresenssi) ja automaattisesti otettuja vesinäytteitä. Helsingin kaupungin hoitaman M/S Brahen vesinäytteistä MetropoliLab määrittä a-klorofyllin, sameuden ja liukoiset ravinteet sekä kokonaisravinnepitoisuudet. M/S Brahella kerätyn aineiston lisäksi tarkkailussa on käytetty M/S Baltic Princessillä kerättyä samankaltaista aineistoa. M/S Brahen reitti kulkee rannikkoa pitkin Helsingistä itään ja M/S Baltic Princessin reitti Helsingistä Tallinnaan. Muita tarkkailussa käytettyjä jatkuvatoimisen seurannan aineistoja ovat Älyviitta-projektin mittaustulokset (Kiirikki & Lindfors, 2012) (mitatut parametrit: lämpötila, suolaisuus, sameus, a-klorofylli- ja fykosiiniifluoresenssi) sekä Helsingin kaupungin ylläpitämän Harakan saaren pohjoispuolella sijainneen mittalaitteen tulokset (mitatut parametrit: lämpötila, suolaisuus, sameus ja happi).

Vuonna 2012 toteutettiin myös erillinen tutkimusmatka ympäristöhallinnon T/A Muikulla. Tutkimusmatkan aikana kartoitettiin Helsingin, Espoon ja Sipoon merialueiden pohjien pelkistys/hapetus-potentiaalia ja pyrittiin arvioimaan alueen sisäistä fosforin kuormitusta. Tulokset esitetään yksityiskohtaisesti erillisessä raportissa.

Puhdistettujen jätevesien vaikutusta testattiin tilastollisesti toistomittaukset huomioivalla kiinteiden ja satunnaisten selittävien muuttujien lineaarisella mallilla. Vaikutuksia testattiin jaotteleamalla sarja näytepisteitä jätevesien vaikutuksen alaisena oleviin pisteisiin (Knaperskär 147, Kytön väylä 57, Katajaluoto 125) ja vaikutusten ulkopuolella oleviin pisteisiin (Länsi-Tonttu 114, Berggrund 148, Pentarn 166). Mallilla testattiin näiden kahden asemaryhmän mitattujen suureiden eroavaisuuksia toisistaan, ottamalla huomioon kuukausien välinen satunnainen vaihtelu aineistossa R tilasto-ohjelmistolla (Crawley 2007).

4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu

4.2.1 Veden laatu ulkosaaristossa

Ulkosaariston havaintopaikkoja yhdistää niiden avoimuus sekä syvyys, joka ylittää 30 m. Syvempien asemien syvimmissä vesikerroksissa saattaa ajoittain esiintyä suhteellisen voimakastakin suolaisuuden kerrostuneisuutta, joka johtaa suhteellisen korkeisiin pinnan- ja pohjanläheisten vesien välisiin tiheyseroihin ($> 3 \text{ kg m}^{-3}$). Kesäaikaan näitä asemia luonnehtii myös veden suhteellisen voimakas kerrostuneisuus lämpötilan suhteen, eikä vesi täten kesällä sekoitu pohjaan saakka, rajoittaen syvemmissä vesikerroksissa olevien ravinnevarantojen päätymistä yhteyttävään pintakerrokseen. Helsingin, Espoon ja Sipoon merialueen kaikilla näyteasemilla vesi kuitenkin sekoittuu pohjaa myöten jossakin vaiheessa marraskuun ja maaliskuun välisenä aikana.

Tässä raportissa esitetään yksityiskohtaisemmin ulkosaariston näyteasemien tuloksista Länsi-Tontun (114) ja Berggrundin (148) tulokset, loput tuloksista esitetään liitteessä 1. Länsi-Tontun havaintopaikka sijaitsee Isosaaresta itäkaakkoon ja Berggrundin näyteasema Espoon merialueella, Suvisaaristosta etelään ulkosaariston ja avomerren rajalla. Länsi-Tontun havaintopaikan syvyys on 47 m ja se sijaitsee kiilamaisessa syvänteessä, joka levenee ja syvenee etelää kohti. Berggrundin havaintoaseman syvyys on 51 m ja se sijaitsee myös kiilamaisessa syvänteessä.

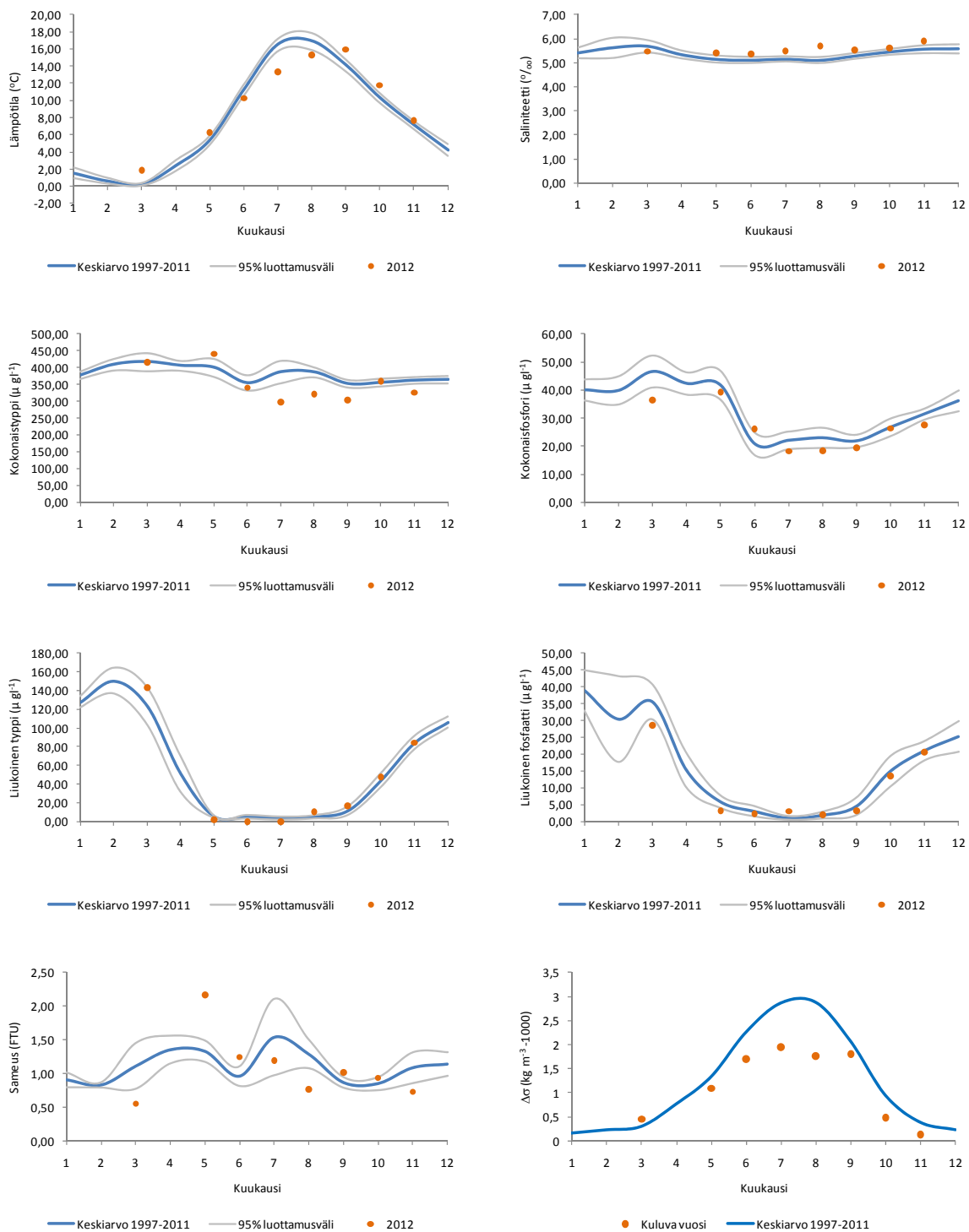
Koska Länsi-Tontun ja Berggrundin havaintoasemien läheisyydessä ei ole kuorimituslähteitä, kuvaavat tulokset ulommalla merialueella tapahtuvien toimien (puhdistettujen jätevesien johtaminen, läjitystoiminta) ulkopuolelle jäävää rannikonläheistä ulkosaariston ja avomerren rajalla olevaa merialuetta, jonne aika ajoin työntyy pohjaa pitkin ulompaa mereltä suolaisempaa ja ravinteikkaampaa vettä, ja joka on idästä päin tulevan Suomenlahden residuaalivirtaaman vaikutuksen alaisena.

Veden lämpötila ulkosaaristossa oli maaliskuussa 2012 huomattavasti normaalia korkeampi, ollen pinnassa noin $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ja pohjassa $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpimämpää. Vuoden mittaan pintavedet kuitenkin lämpenivät normaalia hitaammin ja lämpötilan huippu ajoittui myöhempään vuodesta kuin tavallista, pintaveden ollen myös viileämpää (kuvat 4.1, 4.3). Pohjanläheiset vedet sen sijaan olivat tavanomaista lämpimämpiä lähes koko vuoden (kuvat 4.2 ja 4.4).

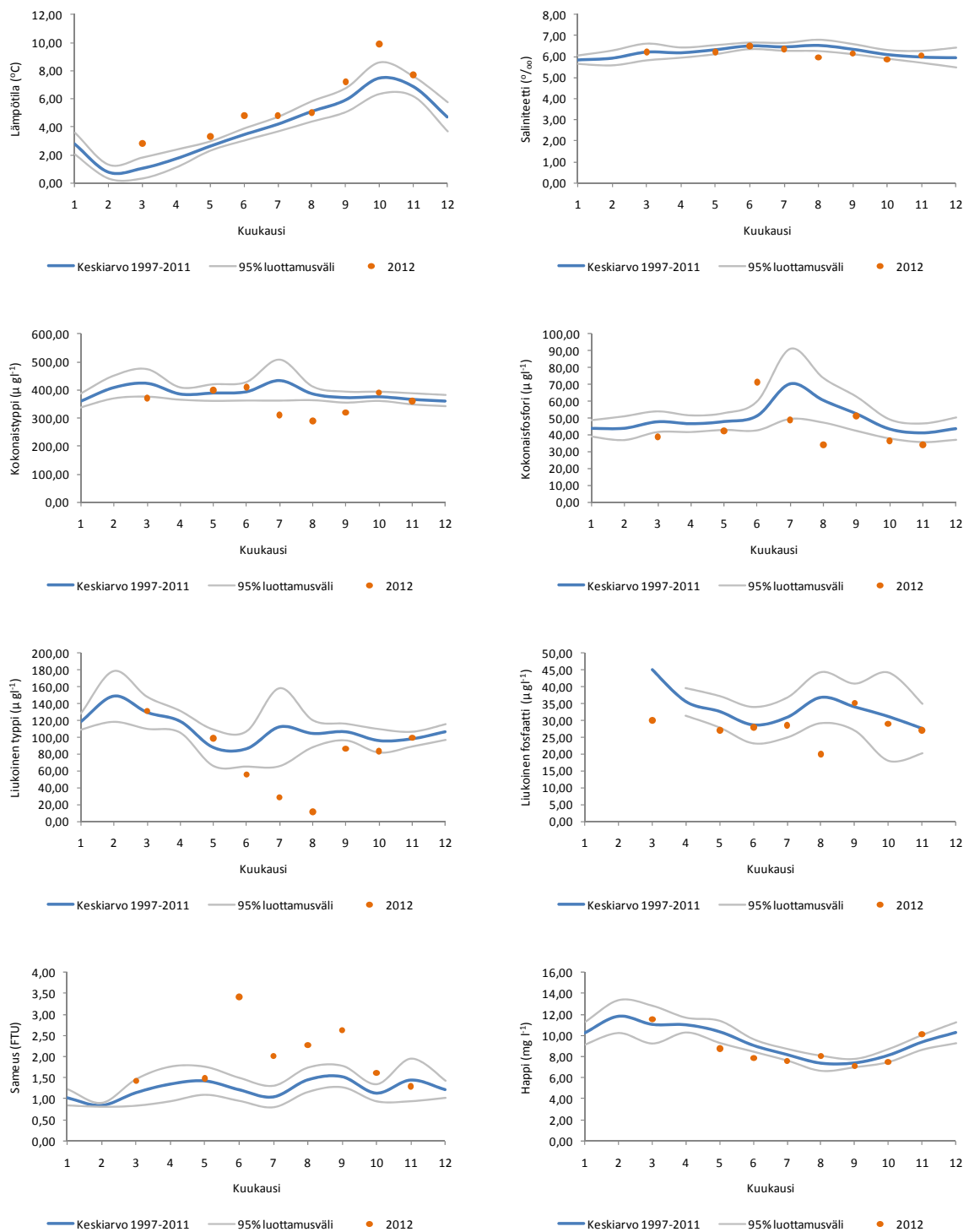
Pinta- ja pohjaveden suolaisuus oli pääosin pitkän ajan keskiarvon tasolla tai sitä hieman suurempaa. Viileämpi pintavesi ja lämpimämpi pohjanläheinen vesi aiheutti veden myöhäisemmän ja keskimääräistä heikomman kerrostumisen, joka oli huomattavissa eritoten Länsi-Tontun havaintoasemalla (kuva 4.1.). Veden tehokkaampi pystysuuntainen sekoittuminen johti pintaveden kokonaisravinteiden (suurin osa sitoutuneena leväbiomassaan) laimentumisen suurempaan vesimas-

saan johtaen alhaisempiin pitoisuuksiin. Sekoittuminen johti myös pohjanläheisen veden ravinnevarastojen tehokkaampaan sekoittumiseen pintaveteen, joka huomataan poikkeuksellisen alhaisina liukoisen typen pitoisuuksina syvässä vedessä (kuvat 4.2, 4.4). Alueella on kuitenkin myös sisäistä, paikallisilta pohjilta tulevaa fosforin kuormitusta, joka näkyy syvän veden fosfaatin pitoisuuksien pysymisenä aineiston luottamusväleissä vaikka liukoisen typen pitoisuudet laskevat. Pohjanläheisen veden sameus oli myös poikkeuksellisen korkeaa. Berggrundin havaintoasemalla nähdään myös kesäkuussa syvemältä Suomenlahdelta työntyvän veden vaikutus pohjanläheisen veden ravinne-, suola- ja happipitoisuuksiin (kuva 4.4). Syvänveden liukoisen fosfaatin tulosten laajat luottamusvälit kuvastavat ajoittaista fosforin sisäistä kuormitusta.

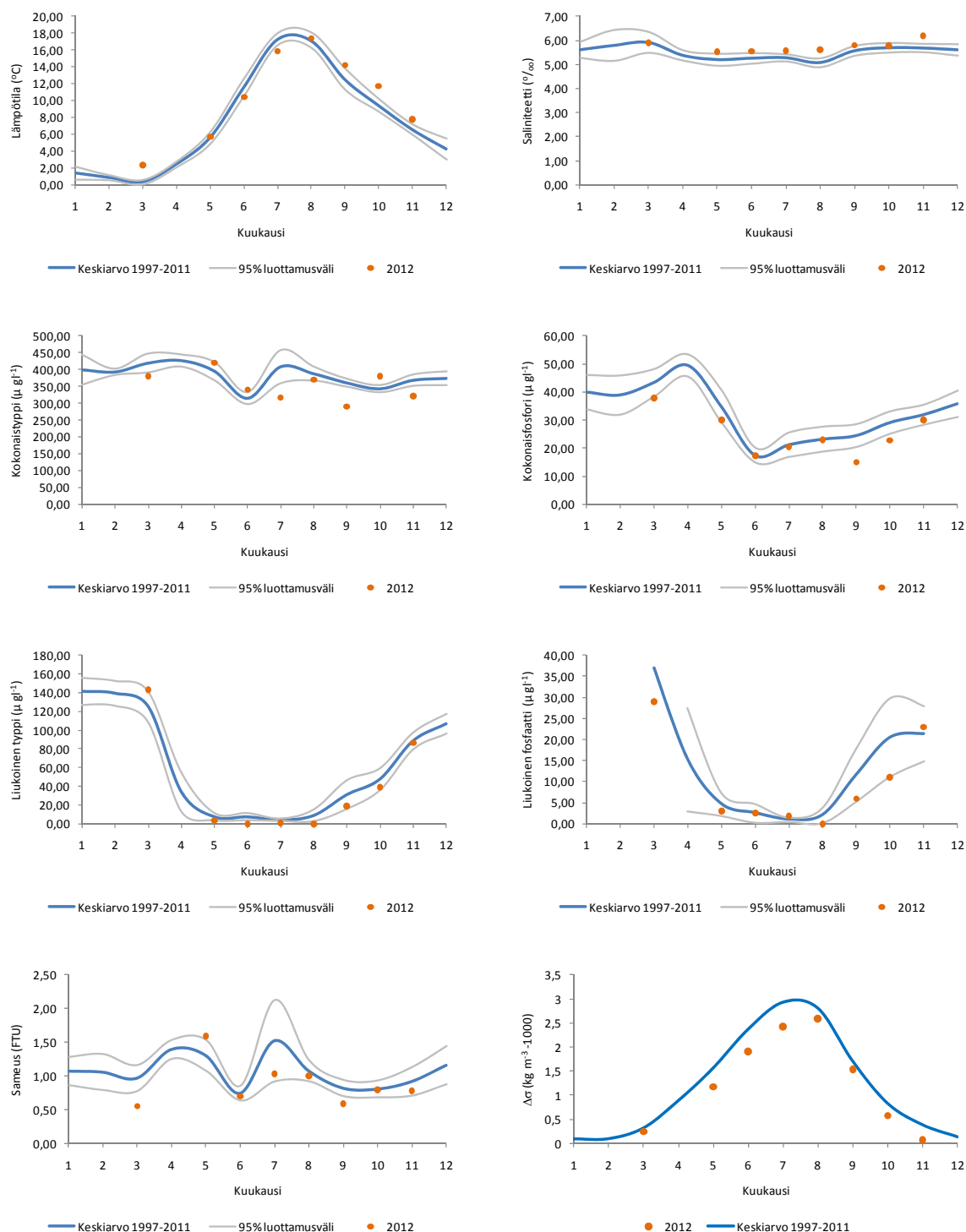
Helsingin edustalla ei kesällä 2012 esiintynyt huomattavaa syvän veden kumpuamista. Joitakin lyhytkestoisia kumpuamisilmiöitä havaittiin kesäkuun 20. päivä, heinäkuun 26. päivä ja elokuun ensimmäisellä viikolla (kuva 4.5) ja Älyviitta-projektin tulokset (Kiirikki & Lindfors, 2012). Suomen rannikolla on myös mitä todennäköisimmin esiintynyt useampia pintaveden painumisilmiöitä, jossa etelän ja idän puoleiset tuulet työntävät pintavettä kohti rannikkoa. Rannikon kohdallaan vesi painuu pinnalta syvempiin vesikerroksiin ja pohjan myötä syntyy kompensoiva, rannikolta poispäin suuntautuva virtaus. Veden hygieeninen laatu ulkosaaristossa oli vuonna 2012 hyvä (liite 1).



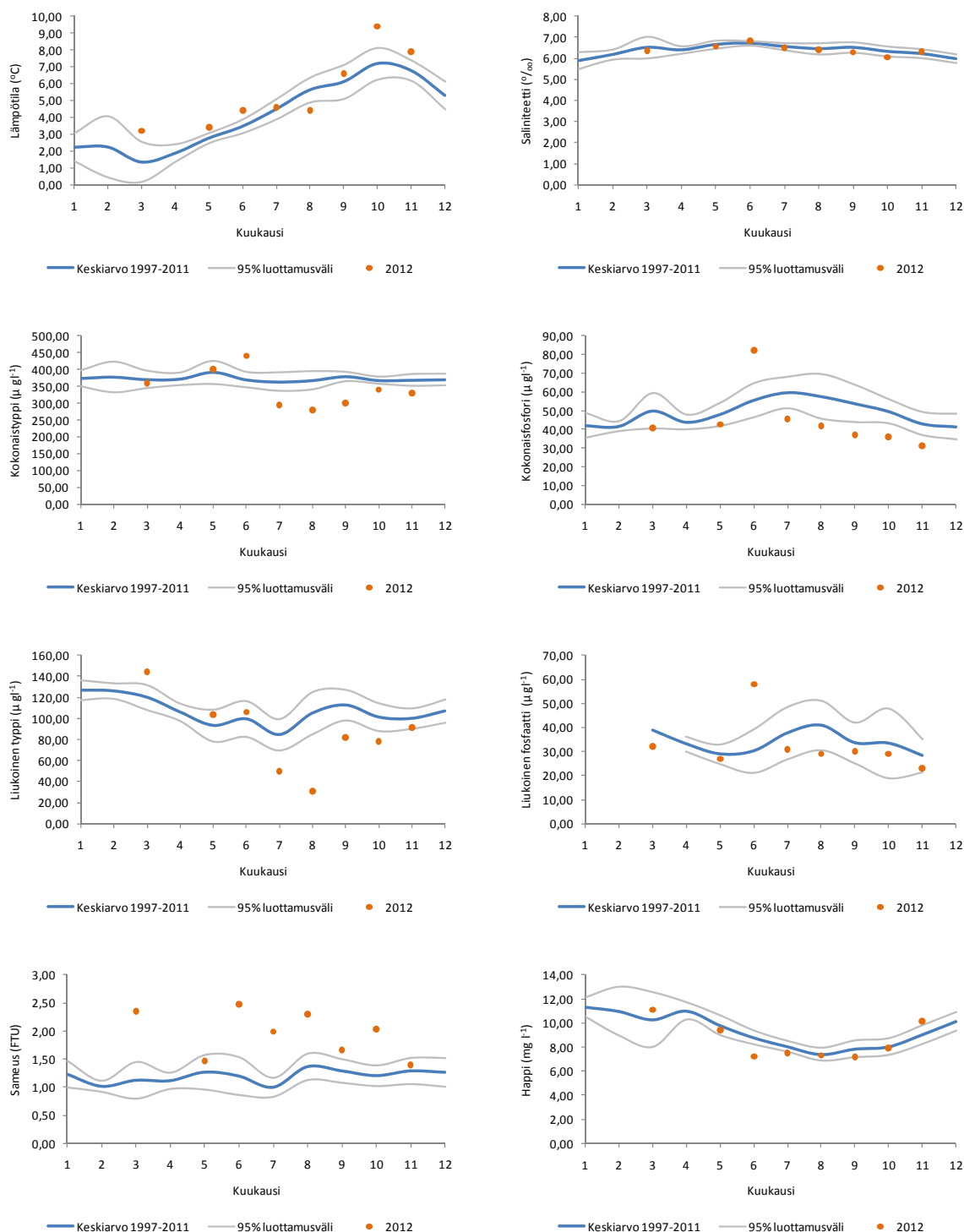
Kuva 4.1. Länsi-Tontun (114) havaintoaseman pintaveden (0–5 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



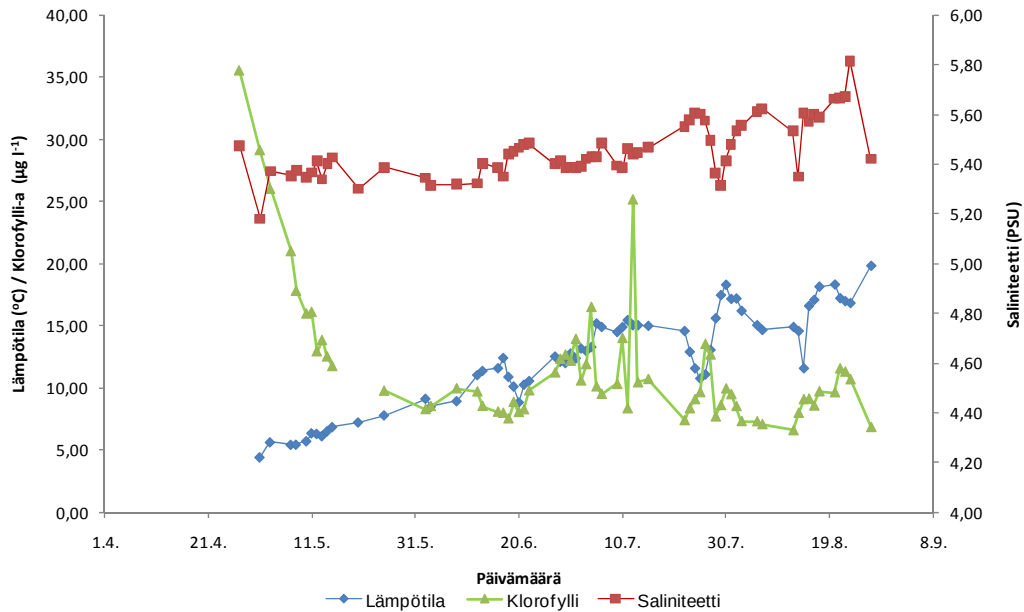
Kuva 4.2. Länsi-Tontun (114) havaintoaseman pohjanläheisen veden (45–47 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



Kuva 4.3. Berggrundin (148) havaintoaseman pintaveden (0 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



Kuva 4.4. Berggrundin (148) havaintoaseman pohjanläheisen veden (50–55 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



Kuva 4.5. Alg@line-projektin puitteissa M/S Baltic Princess aluksella kerätty jatkuva-toimisen seurannan aineisto (lämpötila, α -klorofylli ja suolaisuus), keskiarvoistettuna Helsingin edustan Halliluodon ja Pitkäkari–Taulukari-linjan väliin jäävälle merialueelle (WGS-84 latitudien 60.04 ja 60.12 välillä).

4.2.2 Veden laatu välisaaristossa

Välisaariston havaintopaikkoja yhdistää sijoittuminen suolaisuuden ja ravinnepitoisuuksien siirtymävyöhykkeelle, jolla saaristo on hajanaista. Virtauksiin vaikuttavien pohjan topografian ja syvyysvaihtelun vuoksi aluetta ei kuitenkaan voida pitää täysin yhtenäisenä. Havaintopaikkojen syvyydet vaihtelevat 15 ja 32 metrin välillä, mikä on otettava huomioon tuloksia tulkitessa; syvemmät asemat kerrostuvat voimakkaammin kesällä. Jätevesien vaikutusten arvioimiseksi on käytetty sekoittuvan pintakerroksen mittaustuloksia, poikkeuksena happipitoisuus, joka on mitattu pohjan läheisestä vedestä. Sekoittuvan pintakerroksen paksuus on arvioitu silmämääräisesti veden tiheyden pystysuuntaisesta jakaumasta veden tiheyden harppauskerroksen kesä–elokuun välisen ajan sijainnin perusteella. Tässä raportissa tarkempaan tarkasteluun on valittu viisi havaintoasemaa (Stora Mickelskären 123, Kytön väylä 57, Knaperskär 147, Katajaluoto 125 ja Flathällgrundet 39), loput tuloksista esitetään liitteessä 1.

Katajaluodon havaintopaikka toimii pääasiallisena seurantapaikkana Helsingin seudun ympäristöpalvelujen (HSY) Viikinmäen puhdistamon jätevesien vaikutusten selvittämiseksi, sillä se sijaitsee noin kaksi merimailia (3,7 km) länsiluoteeseen Viikinmäen jätevedenpuhdistamon purkupuutken päästä. Havaintopaikan syvyys on 28 metriä ja se sijaitsee etelää kohti viettävän syvänteen kohdalla. Havaintopaikalle voi ajoittain virrata syvännettä pitkin vettä Suomenlahden syvemmiltä alueilta, mikä vaikuttaa havaintopaikan veden laatuun. Tulosten tulkinna on käytetty näytteitä syvyysiltä 0–10 metriä.

Knaperskärin havaintopaikka Espoossa sijaitsee Knapperskärin saaren eteläpuolella noin merimailin (1,85 km) lounaaseen HSY:n Suomenojan jätevesipuhdistamon purkutunnelin suuaukosta. Havaintopaikka on 27 m syvä ja sijaitsee kaakkoon viettävän syvänteen kohdalla. Knaperskärin havaintopaikka toimii pääasial-

lisena seurantapaikkana HSY:n Espoon Suomenojan puhdistamon jätevesien vaikutusten selvittämiseksi. Tulosten tarkastelussa on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–10 metriä.

Purkuputkista virtaavan puhdistetun jäteveden oletetaan pidemmällä ajanjaksolla tarkasteltuna pääosin leviävän purkuaukolta länteen, sillä pohjoisella Suomenlahdella vallitseva meriveden virtaussuunta on idästä länteen. Puhdistettu jätevesi on myös täysin makeaa ja siksi merivettä kevyempää; näin ollen suurin osa vedestä nousee purkuaukosta pintaan ja leviää pintavirtausten mukana. Tuulella on suuri vaikutus vesien leviämiseen hetkellisesti ja pintaan noustuaan vesi on laimentunut keskimäärin noin 100-kertaisesti ympäröivään meriveteen (Viitasalo ym. 2012). Laimentuminen tosin vaihtelee suuresti vuoden mittaan johtuen jätevesivirtaamasta ja veden kerrostuneisuudesta. Veden kerrostuneisuus vaikuttaa jätevesien sekoittumiseen eteenkin Viikinmäen purkuputken alueella joka on syvempi.

Katajaluodolla jäteveden virtaama selittää noin 15 % vaihtelusta joka havaitaan esimerkiksi liukoisen typen konsentraatioissa, Suomenojan purkuputken kohdalla selitysaste on noin 60 %. Tämä johtuu siitä että Suomenojan purkuputken suu on Katajaluodon vastaavaa huomattavasti matalammalla syvyydellä (noin 10 m vs. 25 m). Siirryttäessä etäämmälle purkualueilta jätevedet laimenevat voimakkaasti jo muutaman sadan metrin etäisyydellä purkualueista. Osittain tästä syystä, jäteveden virtaaman käyttäminen selittämään Knaperskärin, Kytön väylän tai Katajaluodon havaintoasemilla havaittavaa vaihtelua mitattavissa suureissa on hankalaa. Jätevesien vaikutukset hukkuvat pääosin taustavaihteluun. Tulosten tulkitaan vaikuttaa myös kasviplanktonin harjoittama ravinteiden aktiivinen hyödyntäminen ja ravinteiden kulkeutuminen pois alueelta sitoutuneena esimerkiksi kasviplanktonbiomassaan.

Sekoittuvan pintakerroksen lämpötila kehittyi välisaaristossa samaan tapaan kuin ulkosaaristossa, ollen pitkän ajan keskiarvoa lämpimämpää maaliskuussa, mutta sitä huomattavasti viileämpää heinä–elokuussa. Tämän jälkeen pintavesi viileni tavanomaista hitaammin syksyllä (kuvat 4.6, 4.8, 4.10, 4.12 ja 4.14). Pintaveden suolaisuus oli pitkän ajan keskiarvon tasolla alkuvuodesta, mutta etenkin heinäkuusta syyskuulle tätä suolaisempaa. Pohjanläheinen vesi oli pitkän ajan keskiarvoa huomattavasti lämpimämpää (kuvat 4.7, 4.9, 4.11, 4.13 ja 4.15), kuten ulkosaaristossa. Välisaaristossa ero oli vielä selkeämpi. Välisaaristossa veden pysytysuuntainen kerrostuneisuus olikin näistä syistä poikkeuksellisen heikkoa. Tehokkaasti sekoittuva vesi laimensi huomattavasti syvän veden kokonais- ja liukoisten ravinteiden pitoisuuksia ja saattoi ravinteita pintakerrokseen levien käytettäväksi (katso myös kappale 5). Sekoittuminen näkyi myös kokonaisravinteiden määrän laskuna pintavedessä kesällä ja loppusyksyllä. Alku- ja loppuvuoden ravinnepitoisuudet olivat pitkän ajan keskiarvojen tasolla, joka osoittaa veden tehokkaampaa sekoittumista syyksi kesän normaalia pienempiin ravinnekonsentraatioihin.

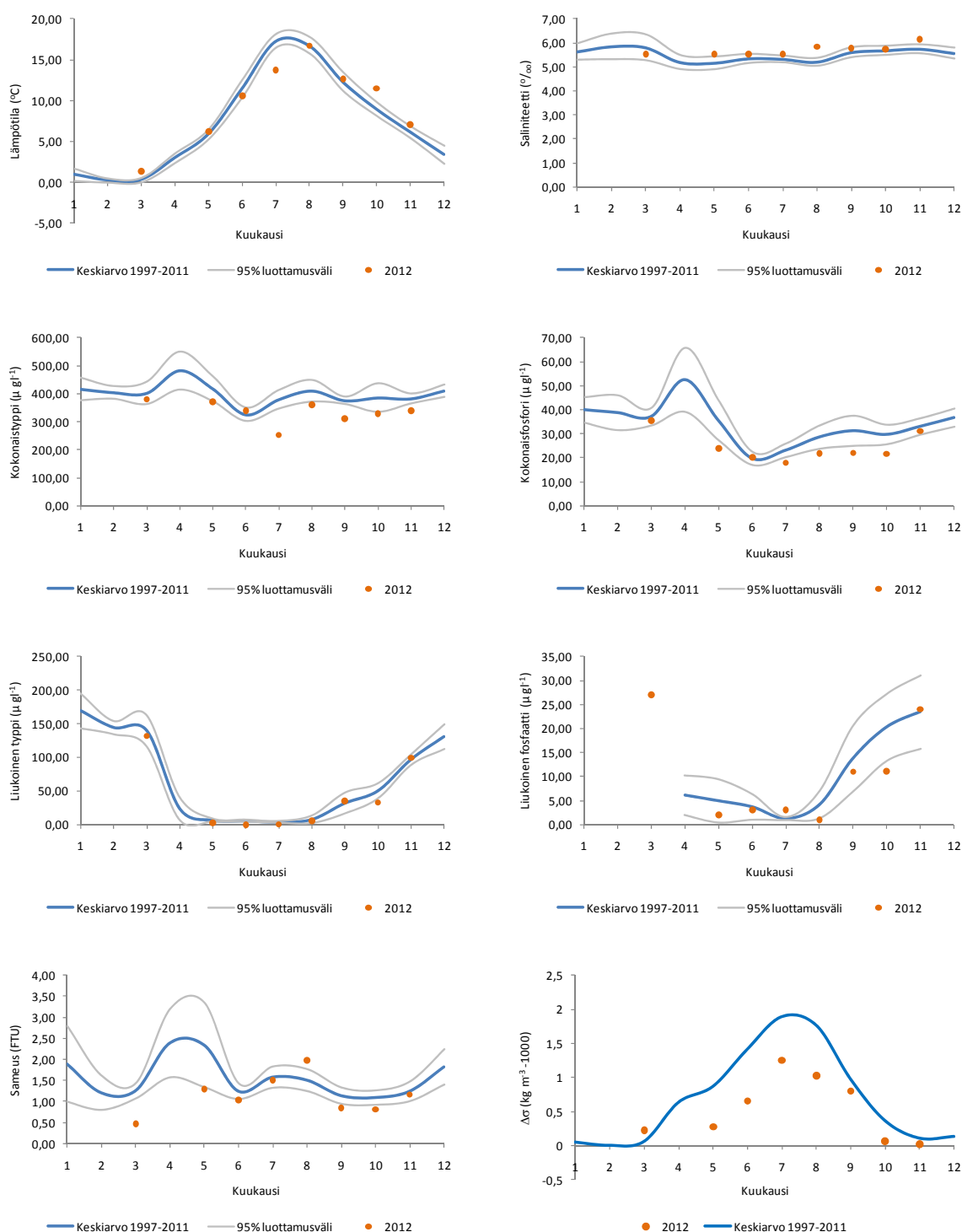
Pohjanläheisen veden sameus oli heinäkuulta syyskuulle poikkeuksellisen korkeaa, keskiarvoja korkeamman sameuden jakso ei kuitenkaan ollut yhtä pitkä kuin ulkosaariston asemilla, jossa pohjanläheisen veden sameus oli koholla jo maaliskuussa.

Purkuputkien läheisyydessä sijaitsevista asemista, havaittiin Kytön väylän (57) asemalla kesäkuussa normaalista poikkeava, kohonnut liukoisen typen pitoisuus, samanaikaisesti kohonneiden *E. coli* -pitoisuuksien kanssa (liukoinen tyyppi: 25 µg l⁻¹, *E. coli*: 15 mpn 100 ml⁻¹), johtuen todennäköisesti puhdistettujen jätevesien

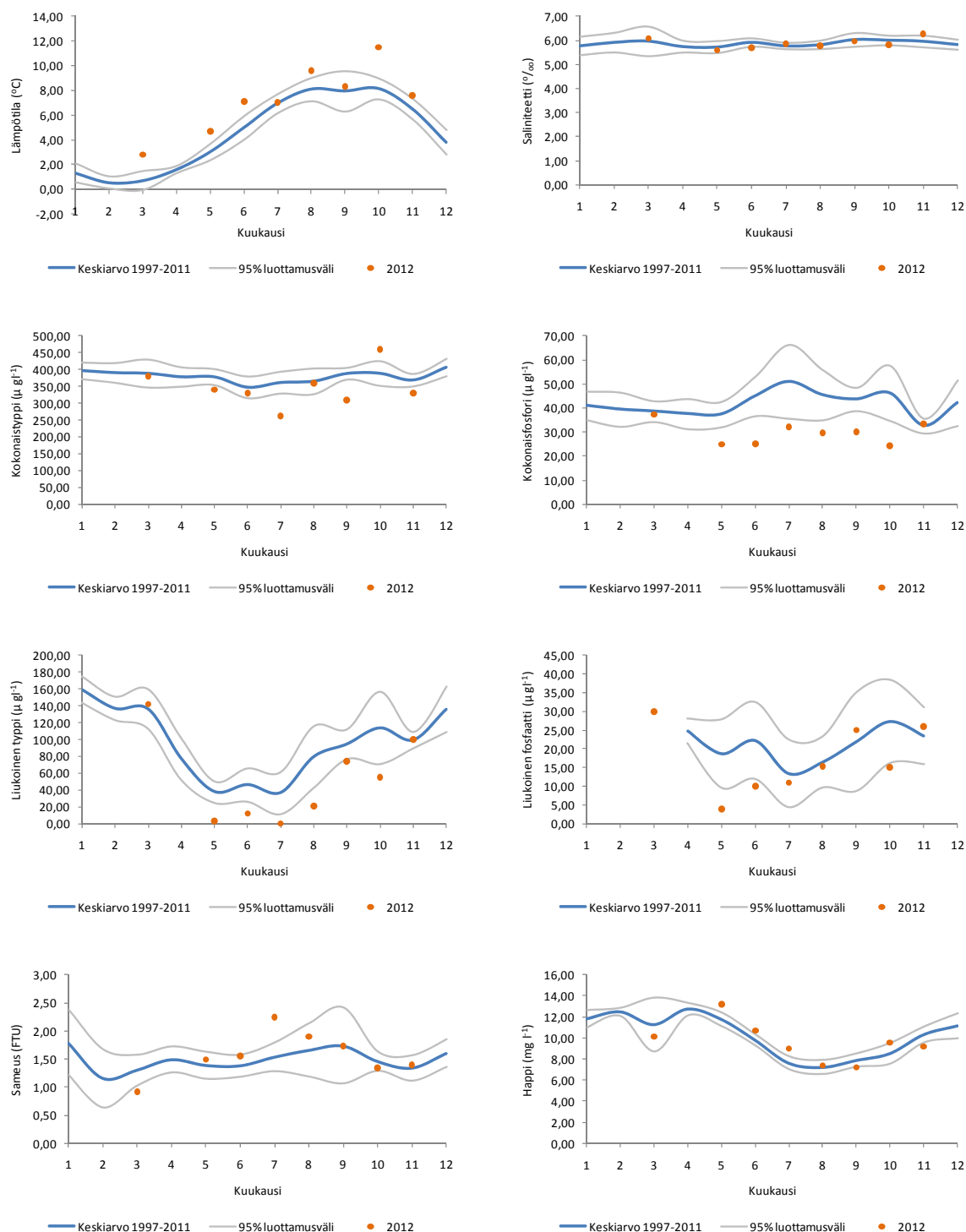
vaikutuksesta (kuvat 4.8 ja 4.16). Knaperskärin asemalla havaittiin samankaltainen ilmiö maaliskuussa ja syyskuussa (kuvat 4.10 ja 4.16), maaliskuun kohonneet arvot ovat havaittavissa myös Kytön väylän asemalla (kuva 4.8). Katajalaudon asemalla havaittiin elokuussa kohonneita liukoisen typen ja *E. coli* -bakteerien pitoisuuksia (liukoinen tyyppi: $18 \mu\text{g l}^{-1}$, *E. coli* $11 \text{ mpn } 100 \text{ ml}^{-1}$, kuvat 4.12 ja 4.16). Tämä kuvastaa tuulen suunnan vaikutusta jätevesien leviämislle. Jätevesien leviämisen on myös todettu mallinnustutkimuksissa olevan hyvin vaihtelevaa (Viitasalo et al., 2012).

Tilastollisten analyysien perusteella purkuputkien läheisyydessä sijaitsevilla asemilla (147, 57, 125) havaittiin vertailualueella tilastollisesti merkitsevästi korkeampia liukoisen typen ja sameuden arvoja (liite 2). Liukoisen typen vuosikeskiarvo on vertailualueella $40,2 \mu\text{g l}^{-1}$, kun se purkualueiden läheisyydessä on keskimäärin $13,1 \mu\text{g l}^{-1}$ korkeampi. Korkeampia arvoja havaittiin maaliskuussa, kesäkuussa, elokuussa, syyskuussa ja marraskuussa. Maaliskuun ja marraskuun koholla olleet arvot voivat osittain johtua maalta tulevasta valumasta, keskikesän korkeammat arvot johtuvat todennäköisemmin puhdistettujen jätevesien johtamisesta alueelle. Veden suolaisuudessa, joka indikoisi vesimassojen alkuperää, ei havaittu alueiden välillä eroja. Veden sameus oli kaikkina kuukausina jolloin mittauksia tehtiin, korkeampaa purkuputkien lähistöllä verrattuna kontrollialueisiin. Kontrollialueiden vuoden keskimääräinen sameus oli 1,05 NTU-yksikköä kun se purkuputkien vaikutusalueella oli 0,31 yksikköä korkeampi, ero oli tilastollisesti merkitsevä (liite 2).

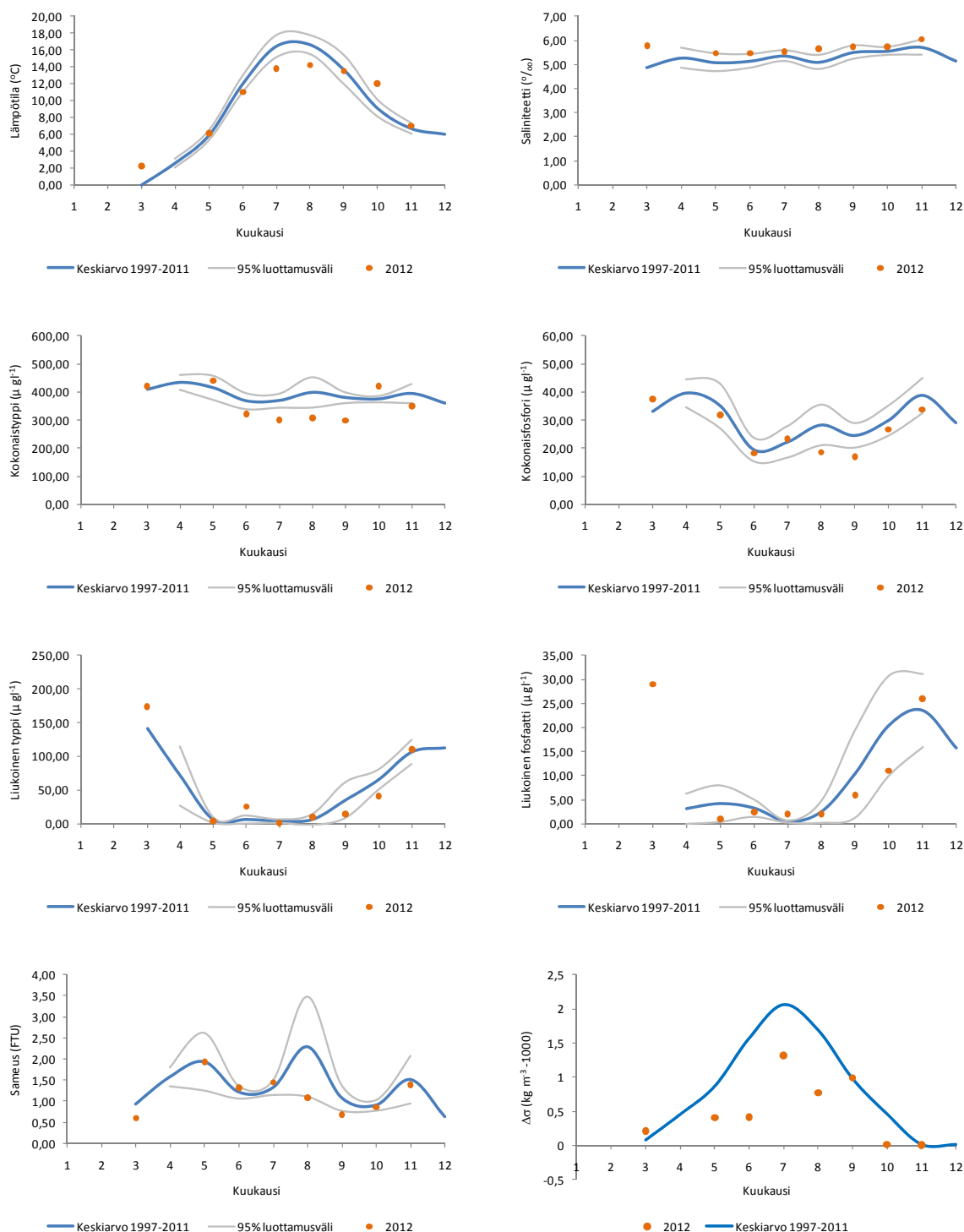
E. coli -bakteerien pitoisuuksissa oli suuri ero, vaikkakaan se ei ollut tilastollisesti merkitsevä, johtuen todennäköisesti hyvin sporadisista suurista pitoisuuksista (koko vuoden keskiarvot $25 \text{ mpn } 100 \text{ ml}^{-1}$ purkuputkien lähistöllä, verrattuna $0,3 \text{ mpn } 100 \text{ ml}^{-1}$ kontrollialueilla, maksimi-arvot vastaavasti 610 ja $3 \text{ mpn } 100 \text{ ml}^{-1}$). Klorofyllipitoisuuksissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (liite 2). Purkuputkien läheisyydessä olleilla pisteillä oli keskimäärin $2,1 \mu\text{g l}^{-1}$ vähemmän klorofylliä kuin kontrollialueilla. Tämä ero johtuu pääosin kevätkukinnan pienemmästä keskimääräisestä biomassasta purkuputkien lähistöllä, joka johtune huhtikuun puuttuvista havainnoista. Kevätkukinta oli voimakkaampi hieman aikaisemmin lähempänä rannikkoa (vertaa kuvat 4.5 ja 5.1, 5.2) ja myöhässä pitkän ajan keskiarvoon verrattuna ulompana merialueella. Eli, pienempi klorofylliarvo lähempänä purkuputkia on todennäköisesti mittausharhaa johtuen huhtikuun puuttuvasta havainnosta.



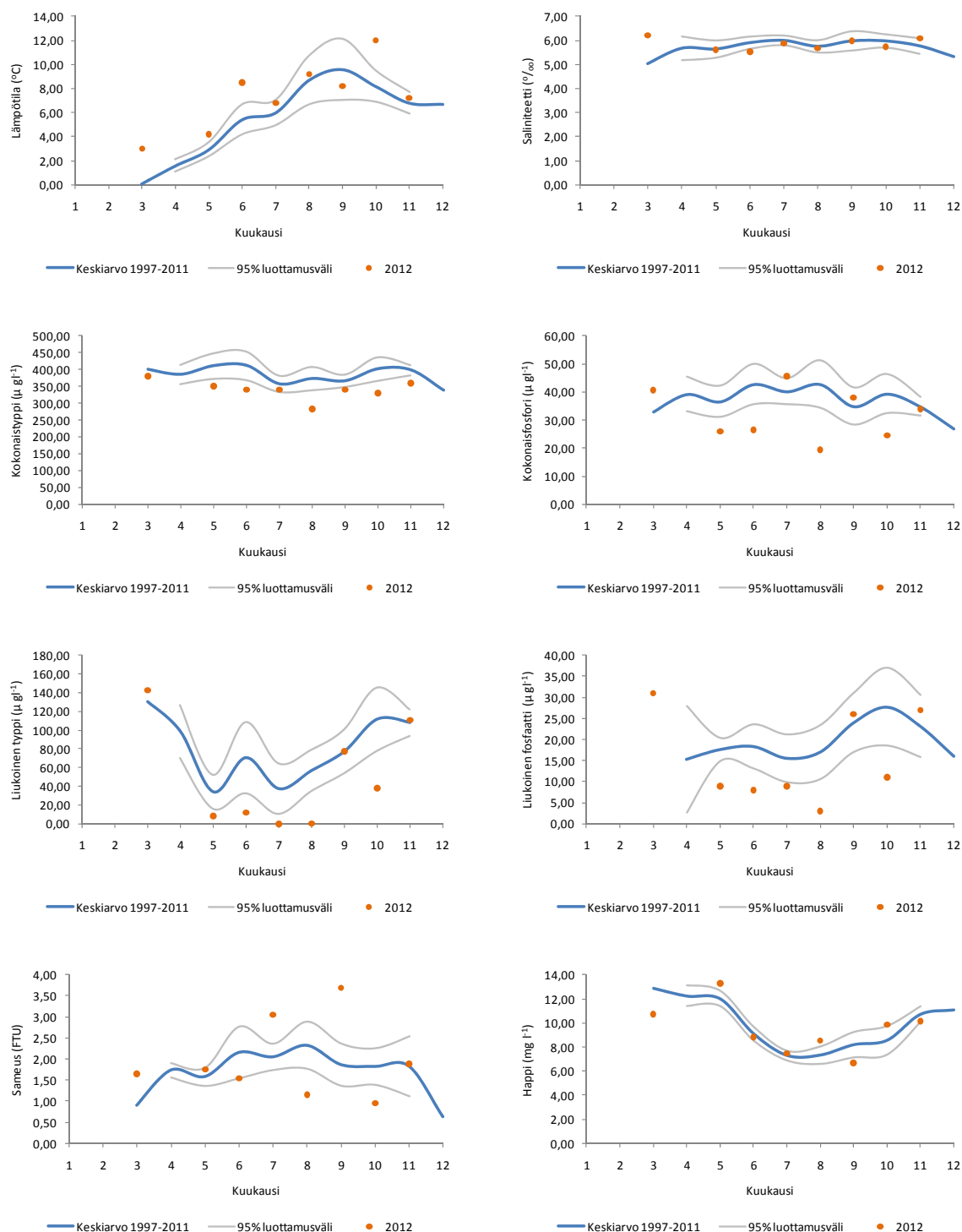
Kuva 4.6. Stora Mickelskären (123) havaintoaseman pintaveden (0 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



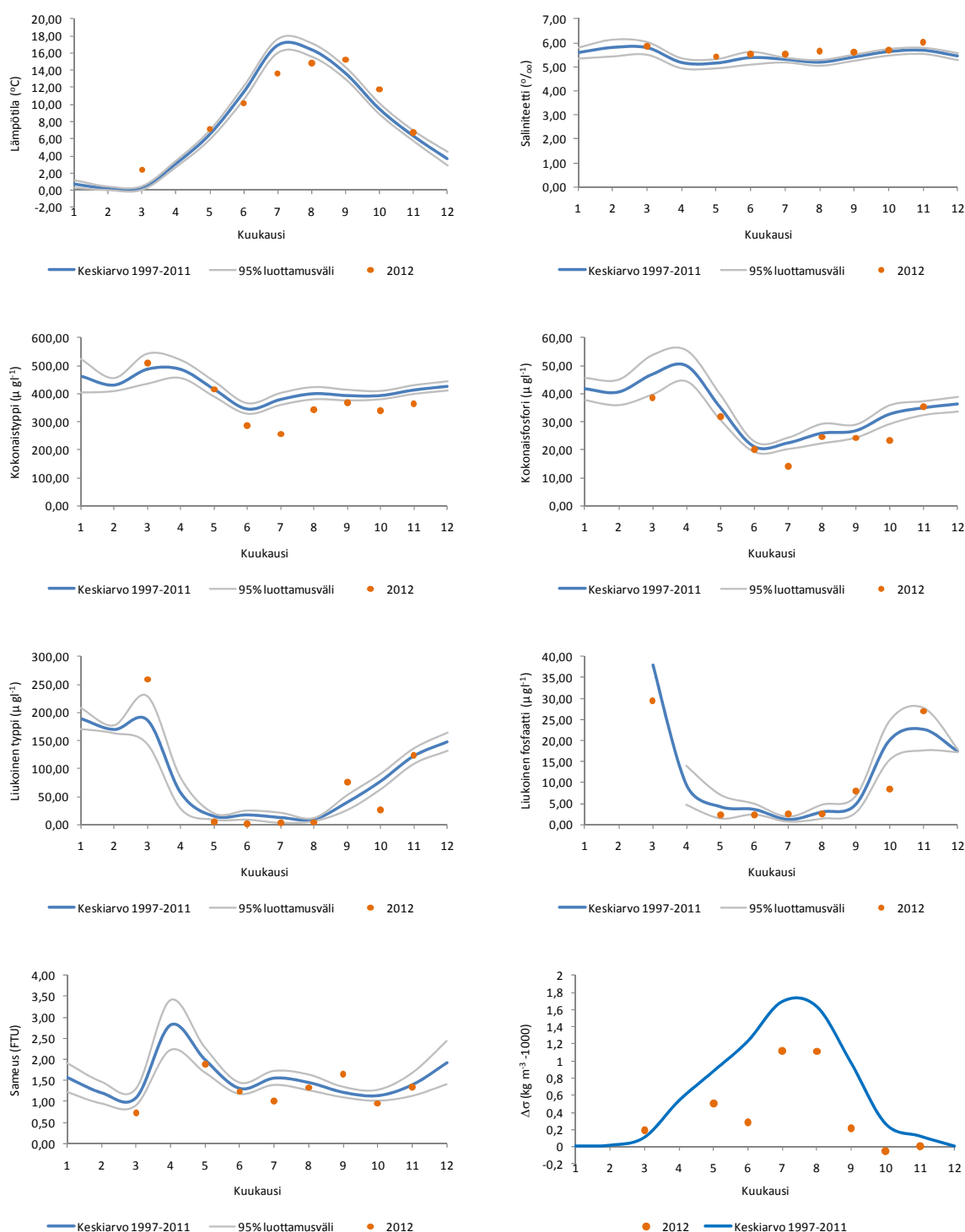
Kuva 4.7. Stora Mickelskären (123) havaintoaseman pohjanläheisen veden (25–28 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



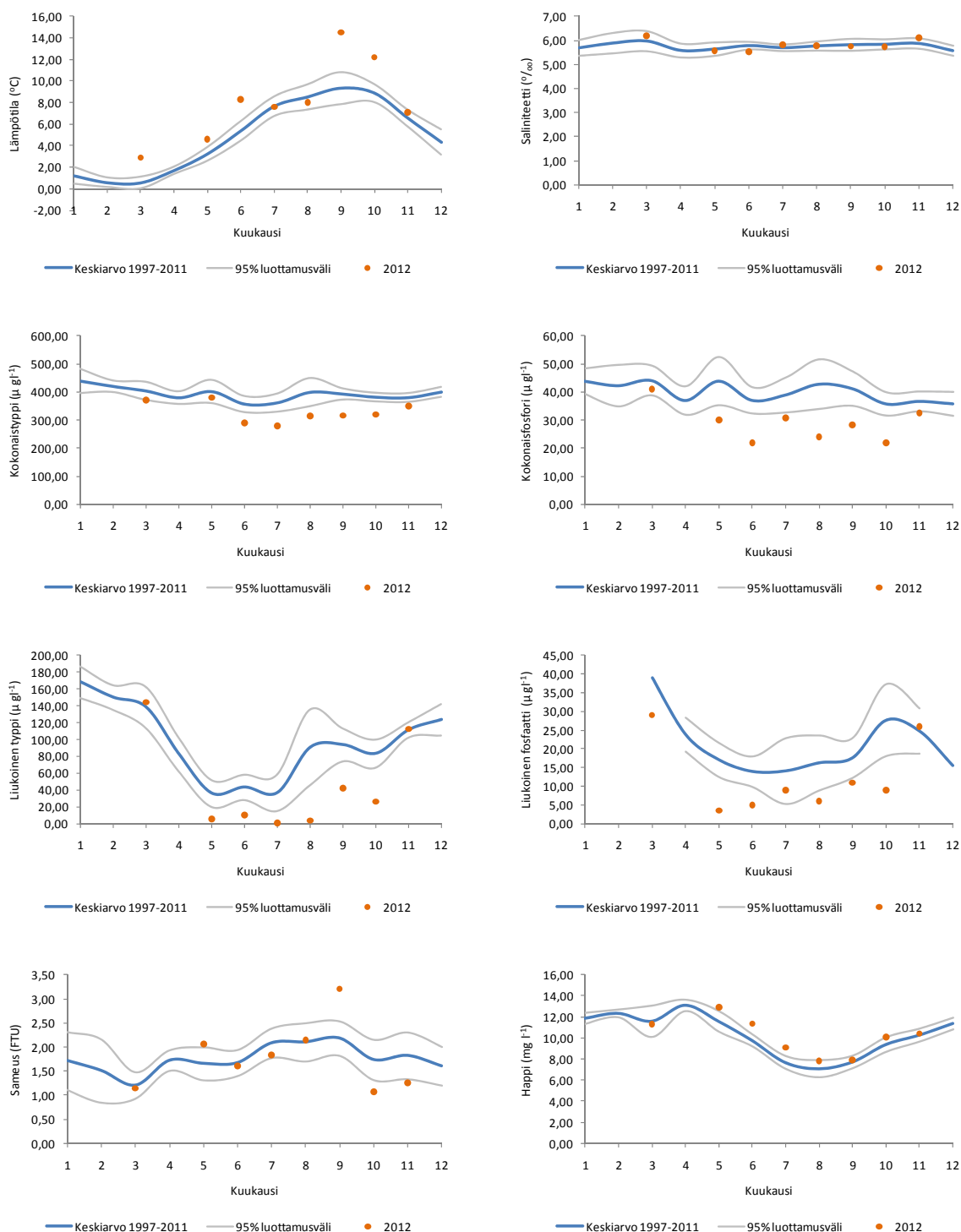
Kuva 4.8. Kytön väylän (57) havaintoaseman pintaveden (0 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



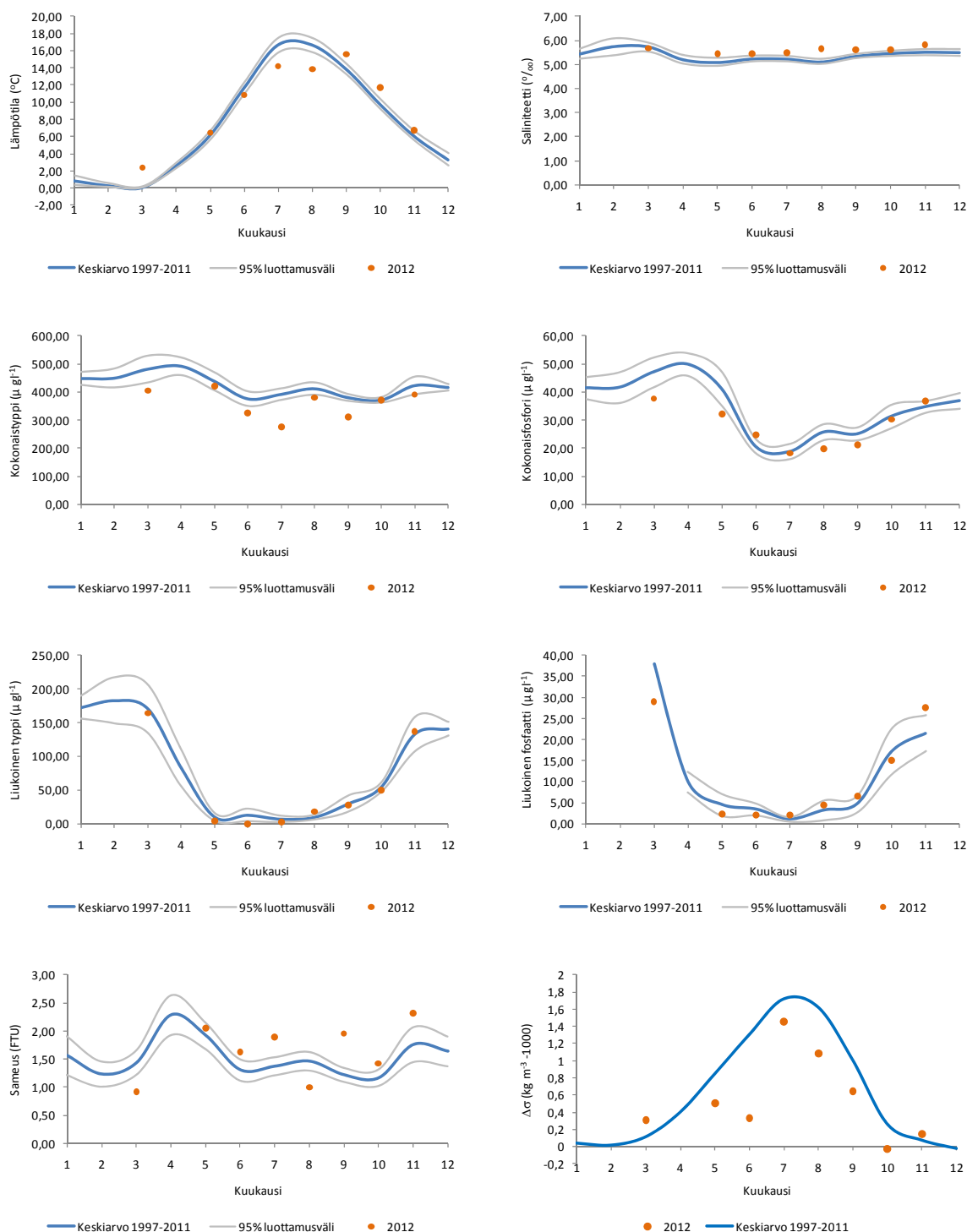
Kuva 4.9. Kytön väylän (57) havaintoaseman pohjanläheisen veden (30–32 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypin ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



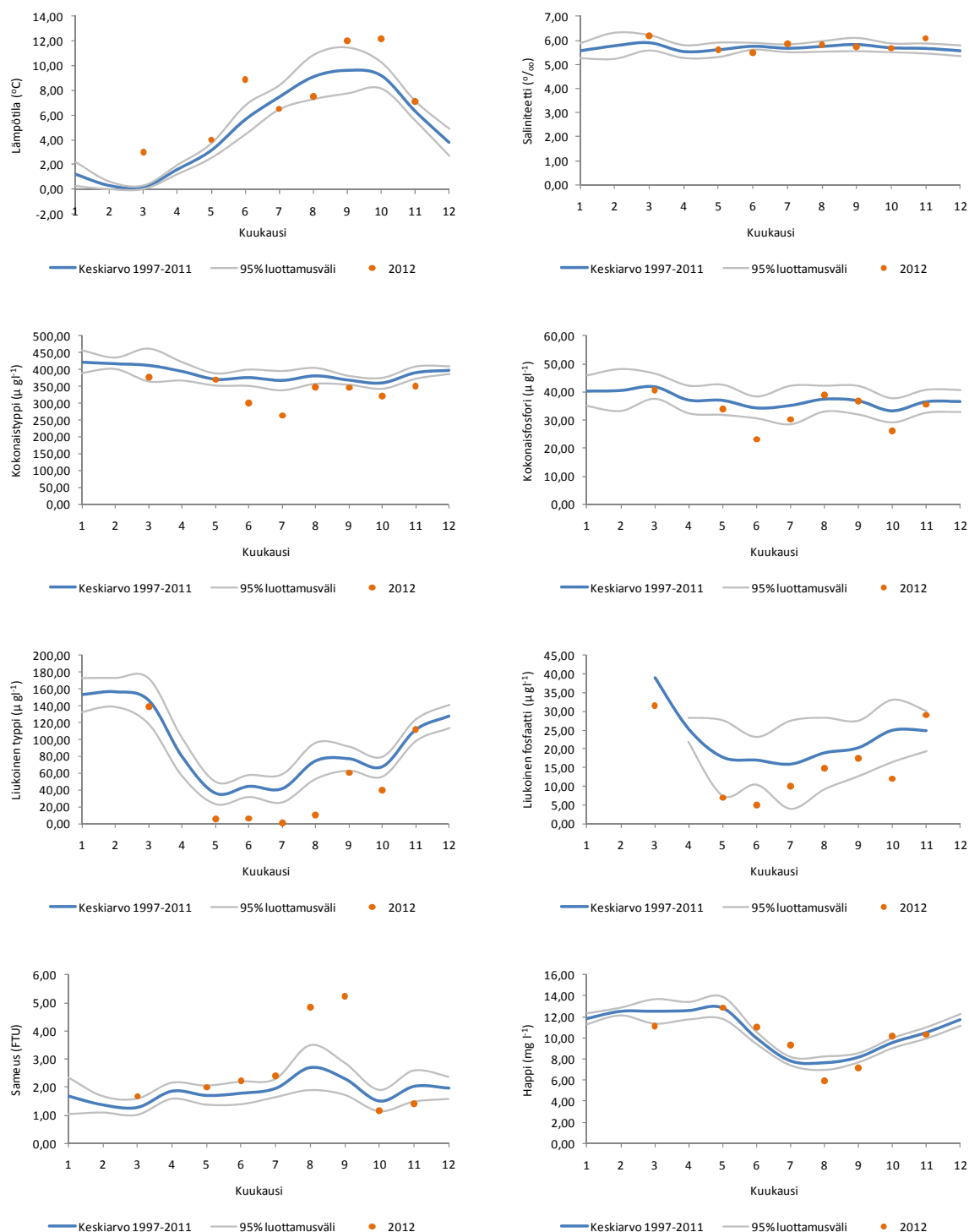
Kuva 4.10. Knaperskärin (147) havaintoaseman pintaveden (0–5 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



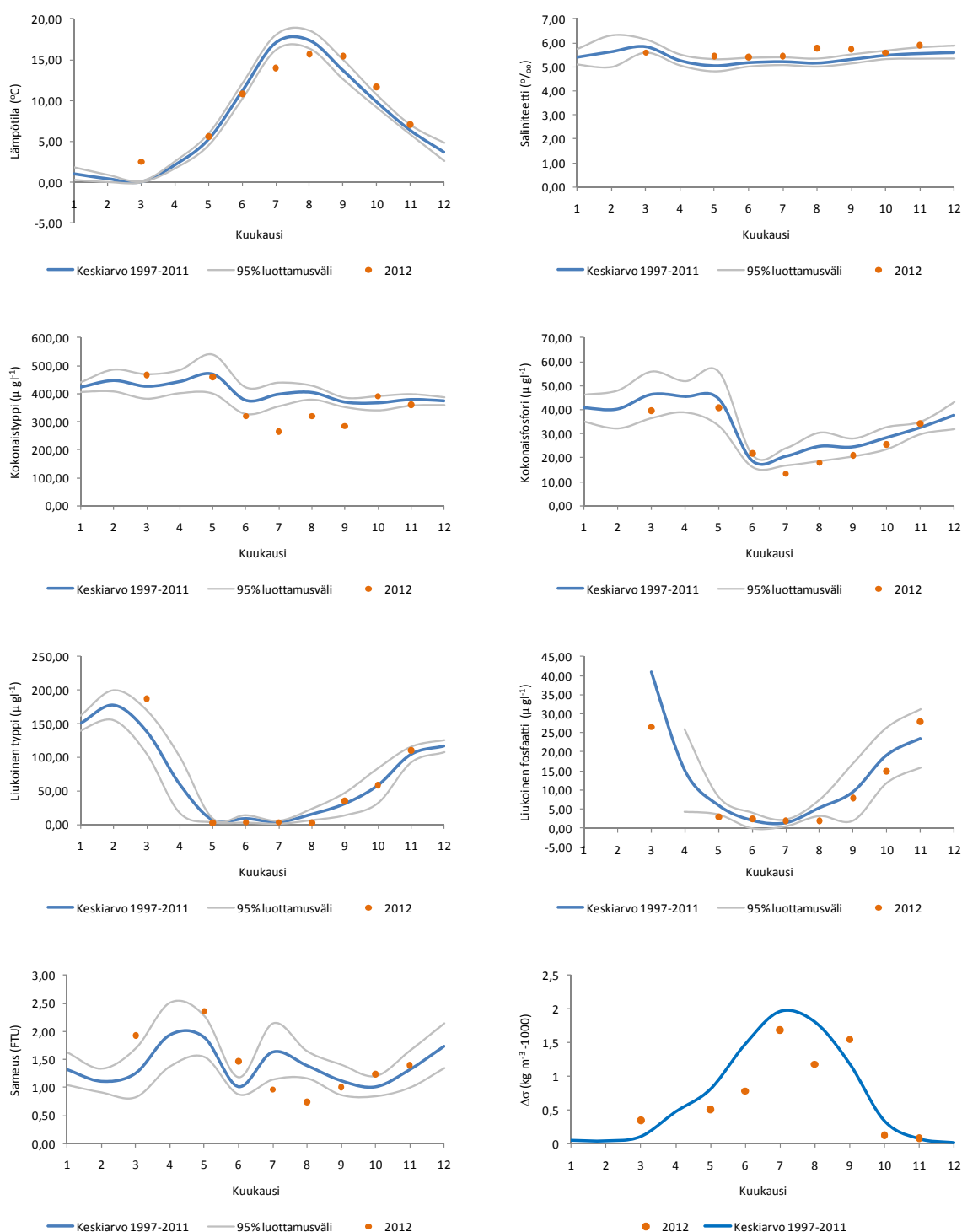
Kuva 4.11. Knaperskärin (147) havaintoaseman pohjanläheisen veden (24–27 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



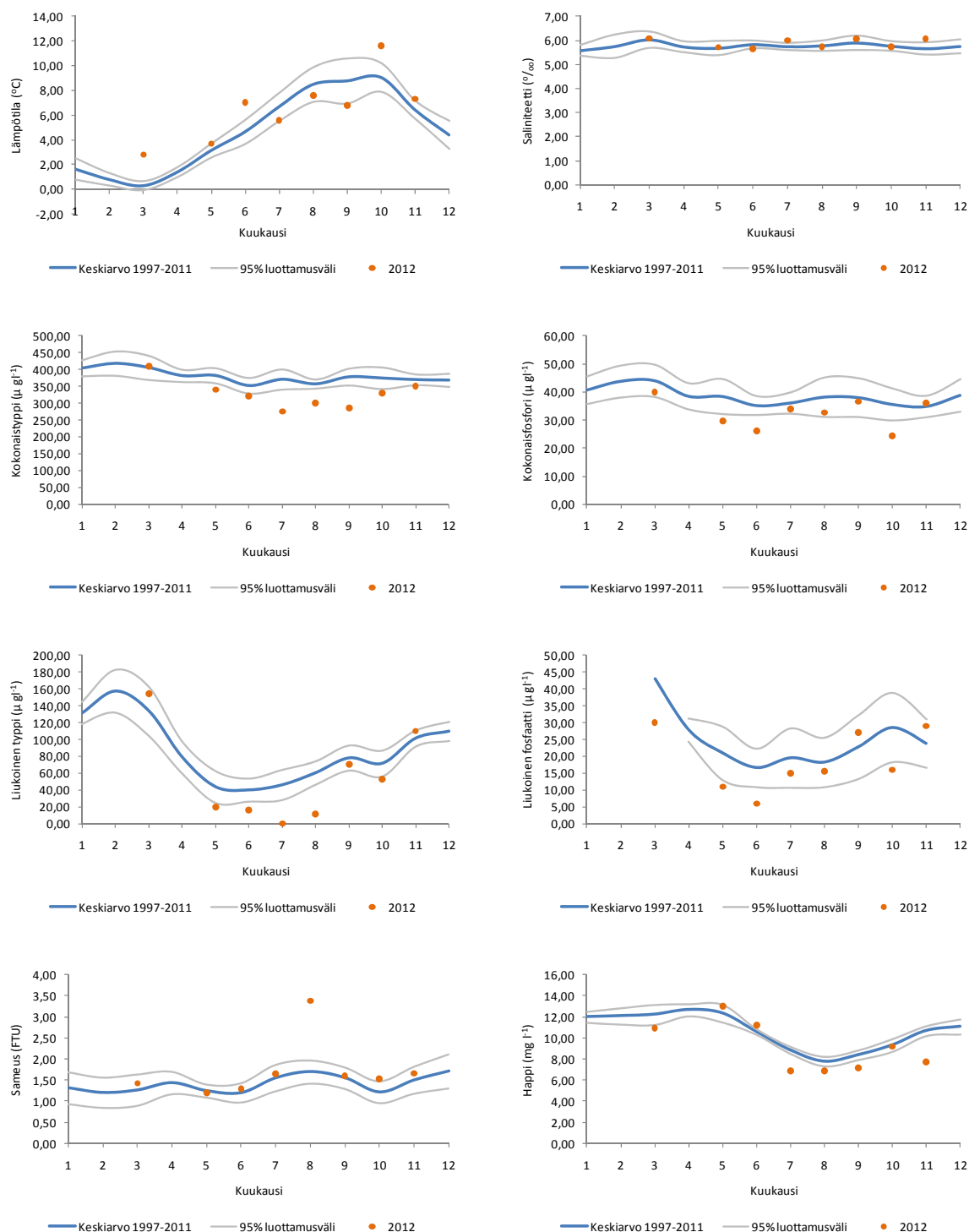
Kuva 4.12. Katajaluodon (125) havaintoaseman pintaveden (0–5 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



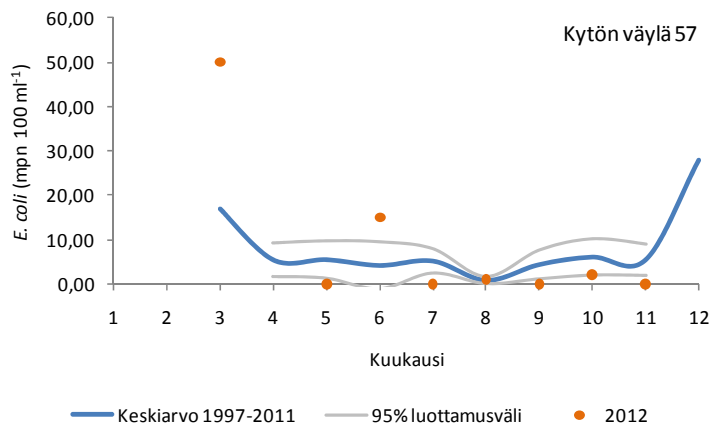
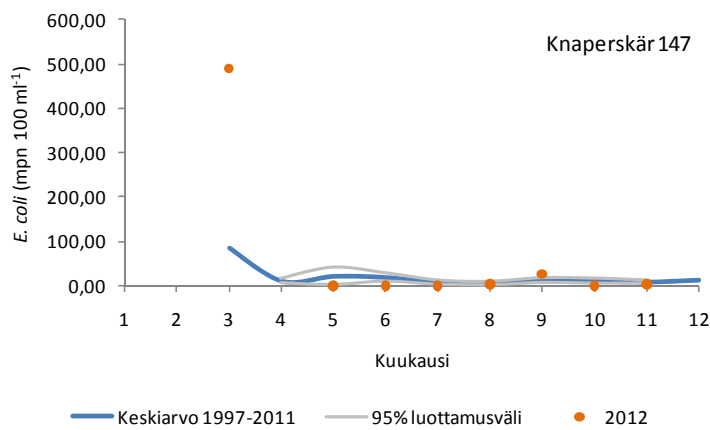
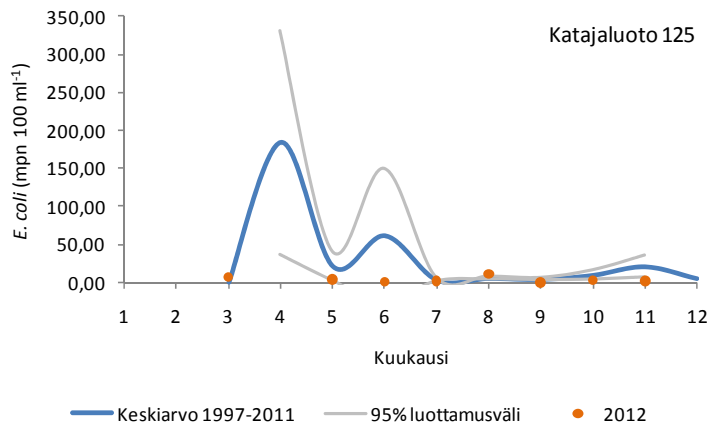
Kuva 4.13. Katajaluodon (125) havaintoaseman pohjanläheisen veden (25–28 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



Kuva 4.14. Flathällgrundin (39) havaintoaseman pintaveden (0 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



Kuva 4.15. Flathällgrundin (39) havaintoaseman pohjanläheisen veden (25–28 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



Kuva 4.16. Veden hygieeninen laatu mitattuna *E. coli* -bakteerien pitkän ajan keskiarvoina (1997–2011, 95 % luottamusvälit), sekä vuoden 2012 havainnot (mpn 100 ml⁻¹) Katajaluodon, Knaperskärin ja Kytön väylän näyteasemilla.

4.2.3 Veden laatu sisäsaaristossa ja lahtialueilla

Sisäsaaristoon lasketaan kuuluviksi rannikon läheinen saaristoalue ja matalat lahdet. Vyöhykkeellä sijaitsevat intensiivihavaintopaikat ovat Vanhankaupunginlahdella sijaitseva Vanhankaupunginselkä (4), Melkin saaren länsipuolinen Melkin selkä (68) sekä Suomenojan edustan Ryssjeholmsfjärden (117). Tämän lisäksi tässä raportissa esitetään yksityiskohtaisemmin Helsingin kaupungin lähivesien seurantaohjelmaan kuuluvien Kruunuvuorenselän (18) ja Skatanselän (111) havaintoasemien tulokset; kaikki tulokset esitetään liitteessä 1. 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.

Tuloksia tarkastellaan veden pintakerroksen ja pohjanläheisen veden suhteen, lukuun ottamatta Vanhankaupunginselän havaintoasemaa jolle esitetään vain pintakerroksen tulokset. Pinnan ja pohjan välillä ei tällä asemalla juuri ole eroa. Sisäsaariston havaintopaikoilla vesipatsas sekoittuu käytännössä pohjaan saakka suurimman osaa vuotta. Lyhyitä pääosin lämpötilan aiheuttamia kerrostuneisuusjaksoja saattaa esiintyä tiynellä säällä.

Rannikonläheisillä havaintopaikoilla veden suolapitoisuuteen vaikuttavat sadanнан ja mantereelta tulevan valunnan määrä ja erityisesti Vanhankaupunginselällä Vantaanjoen virtaama. Vantaanjoen kevään virtaamahuippu oli kaksihuippuinen ja ajoittui maaliskuun loppuun ja huhtikuun toiselle ja kolmannelle viikolle. Tämän lisäksi jokivirtaama oli suurta tammikuun alussa. Edellisvuoteen verrattuna Vantaanjoen talven ja kevään virtaama oli suurempaa ja kevätvirtaamaan huippu oli aikaisempi, myös suhteessa pitkän ajan keskiarvoihin (kuva 4.17).

Suuri jokivirtaama aiheutti Vanhankaupunginselällä poikkeuksellisen alhaisen suolaisuuden kaikkina kuukausina, lukuun ottamatta elokuuta. Runsaat sateet näkyivät myös ajoittain normaalia korkeampina ravinnepitoisuuksina, eteenkin typen suhteen kesä- ja heinäkuussa ja fosforin suhteen syys-, loka- ja marraskuussa (kuva 4.18).

Kruunuvuorenselän havaintoasema ei kuulu intensiivitarkkailun näyteasemiin. Tämä alue on kuitenkin tärkeä Helsingin ja Espoon edustan merialueen dynamiikalle koska se vaimentaa Vantaanjoen vaikutuksia merialueelle. Kruunuvuorenselän veden pintalämpötila kehittyi samankaltaisesti väli- ja ulkosaariston asemien kanssa, ollen huomattavan paljon pitkänajan keskiarvoa viileämpää kesällä ja lämpimämpää syksyllä (kuva 4.19). Suuret jokivirtaamat aiheuttivat alku- ja loppuvuodesta matalamman suolaisuuden, sekä hitaamman ravinteiden ehtymisen pintavedestä keväällä. Myös loppuvuoden pintaveden ravinnevarannot olivat pitkän ajan keskiarvoa suuremmat. Veden sameus oli ajoittain huomattavan suurta, pintavedessä eteenkin syksyllä ja pohjan läheisessä vedessä heinäkuussa (kuva 4.20).

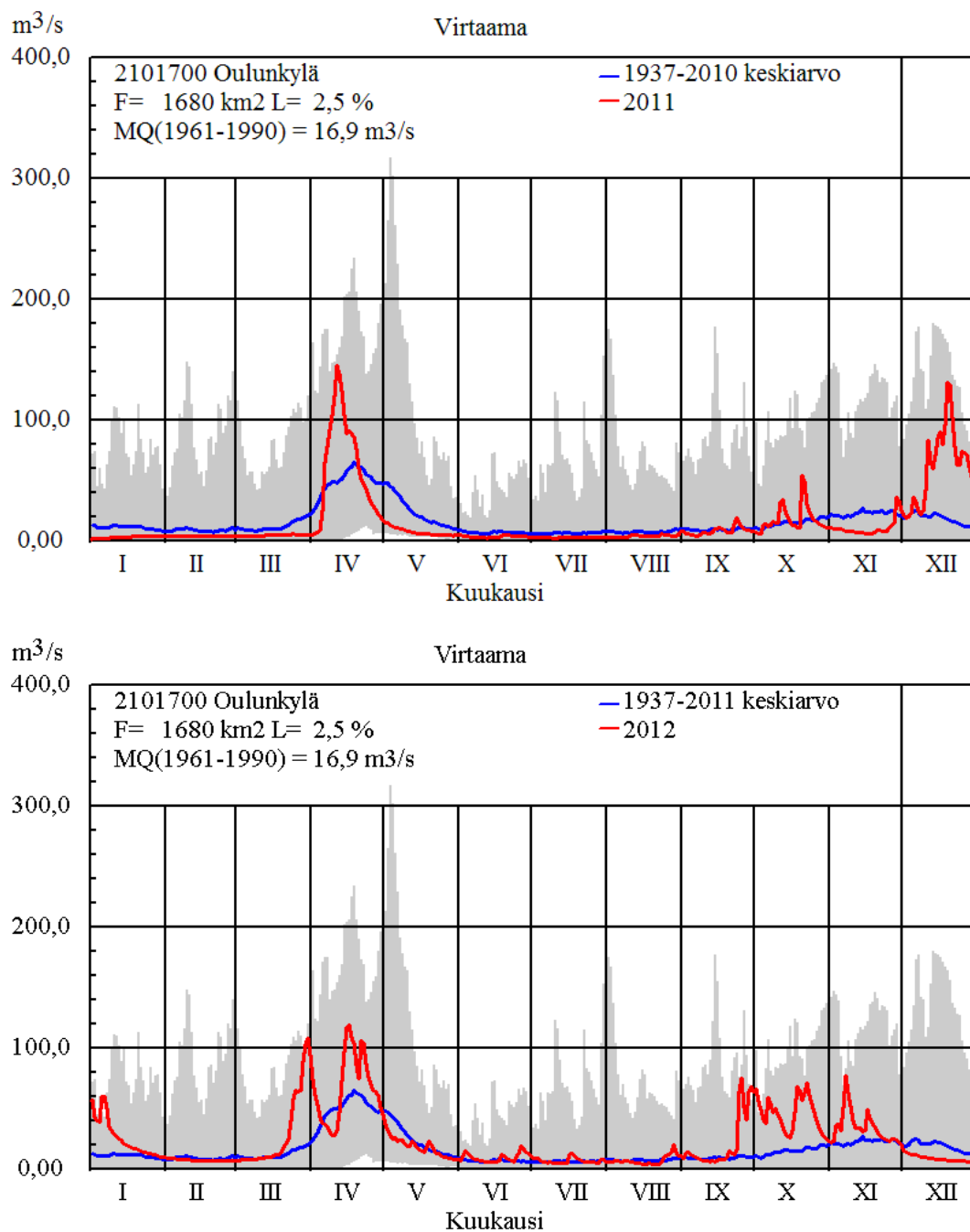
Kerrostuneisuus alueella oli hyvin poikkeuksellista, veden ollessa kerrostunutta toukokuussa ja täysin sekoittunutta syyskuussa, kerrostuakseen uudestaan loka- ja marraskuussa. Syy sekoittuneisuuteen oli todennäköisesti jokivirtaama, joka oli runsasta syyskuun lopulta marraskuulle. Kesä- ja heinäkuun aikana esiintyneet joen virtaamahuiput ovat mitä todennäköisimmin tuoneet mukanaan runsaasti savisamennusta. Jokiveden kohdatessa meriveden Kruunuvuorenselällä, alueelle yleensä muodostuu rintama ja makeampi jokivesi virtaa pinnalla suolaisemman meriveden päällä ulos Kruunuvuorenselän kapeiden salmien kautta. Vuonna

Vuonna 2012 vesi oli normaalia heikommin kerrostunutta heinäkuussa. Mahdollinen syy tälle on runsaammat ja pitkäkestoisemmat jokivirtaamat sekä normaalia viileämpi ja siksi raskaampi pintavesi. Sen sijaan että jokivesi olisi muodostanut linssin meriveden päälle, sekoittuminen oli tehokkaampaa. Veden sekoittuminen on suurinta rintamalla, jossa jokivesi ja merivesi kohtaavat. Tällä alueella joen tuoma savisamennus flokkuloiuu ja vajoaa kertyen pohjaveteen (Mann & Lazier, 2006), josta se potentiaalisesti leviää laajemmallekin alueelle. Tämä voi olla yksi syy välisaariston havaintopaikkojen pohjanläheisen veden koholla olleelle sameudelle kesällä 2012. Todennäköisesti välisaaristossa vallinnut heikko veden kerrostuneisuus on myös aiheuttanut sedimenttien resuspensiota paikallisesti, entisestään samentaan vettä.

Vantaanjoen mukana näyttää saapuneen merialueelle huomattava määrä ravinteita. Myös jokivaluman keväthuipun pidempi kesto aiheutti poikkeamia havainnoissa. Jokivaluman ajoitus ja kesto muistuttaa tilannetta jonka oletetaan olevan vallitseva ilmastomuutoksen edetessä (Bouraoui ym. 2004).

Skatanselän havaintoaseman tulokset (kuvat 4.21 ja 4.22) muistuttavat välisaariston asemien tuloksia. Poiketen välisaariston alueesta pintavesi lämpeni normaalisti mutta ulomman alueen tapaan pysyi lämpimämpänä kauemmin, pintavesi oli kesäkuukausina tavallista suolaisempaa ja kevään liukoisten ravinteiden varannot normaalia suuremmat. Vesi oli poikkeuksellisen sameaa kesällä ja kerrostuneisuus kehittyi tavanomaiseen tapaan, ollen tosin hieman normaalia heikompi.

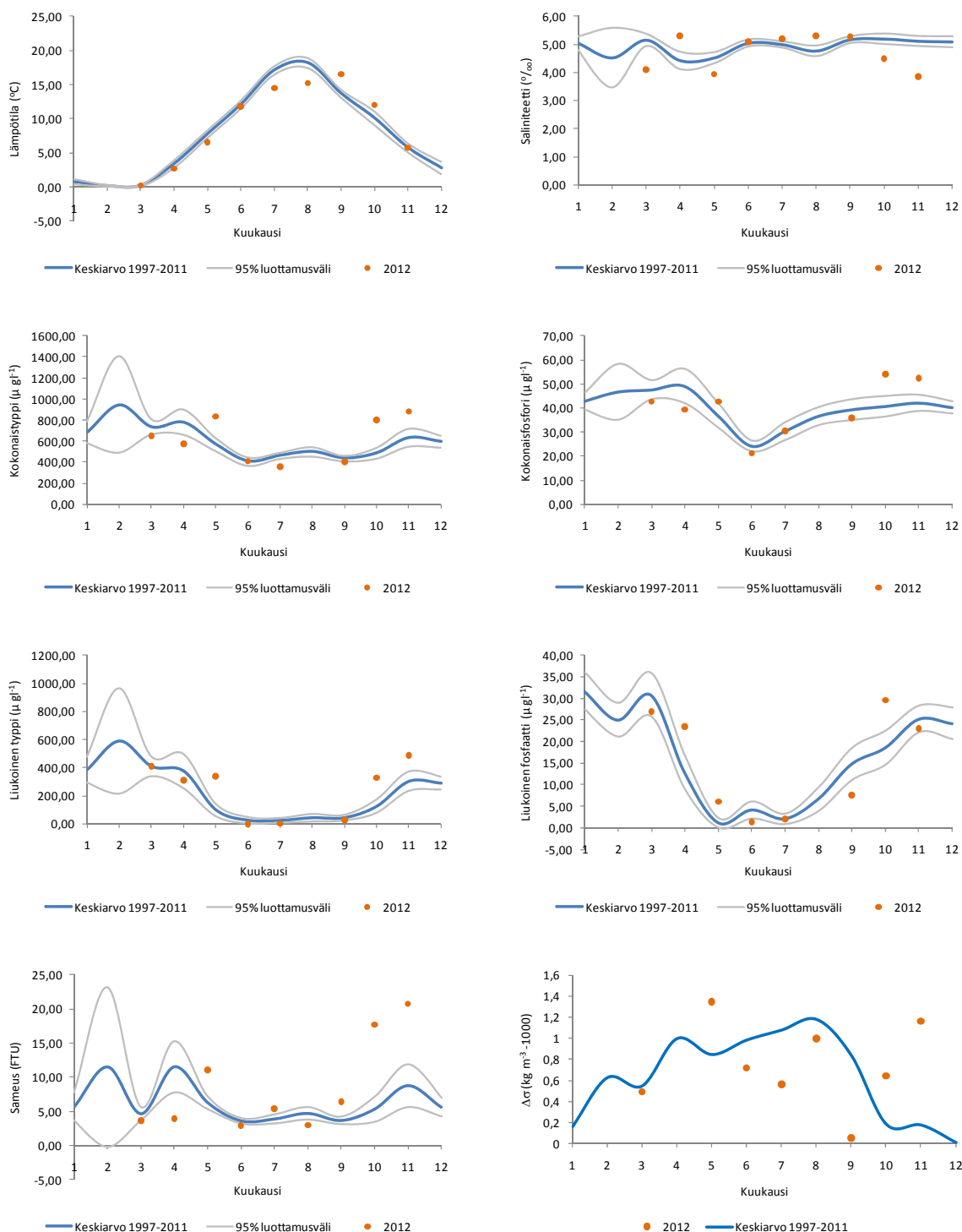
Ryssjeholmsfjärdillä (kuvat 4.23 ja 4.24) vesi oli kerrostunutta talvella, sekoittuen toukokuun jälkeen täysin. Ravinnepitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla, tai sitä hieman alhaisemmat, lukuun ottamatta talven korkeaa fosfaattifosforin pitoisuutta, joka johtunee sisäisestä kuormituksesta alueella. Vaikka pohjanläheinen vesi oli hyvin hapettunutta, saattaa sedimentin pinta olla pelkistävä.



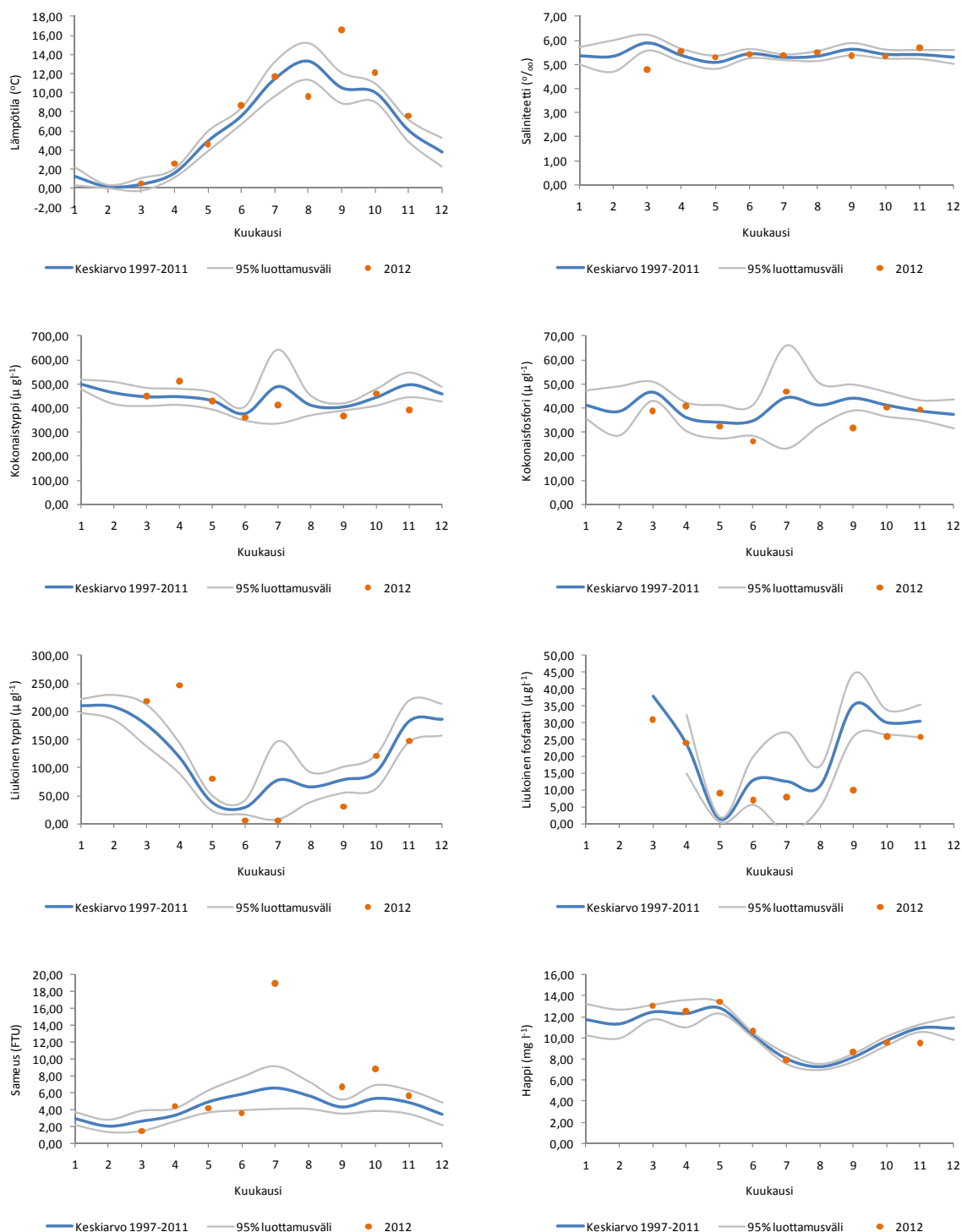
Kuva 4.17. Vantaanjoen virtaama Oulunkylän havaintoasemalla vuosina 2011 ja 2012 (punaiset käyrät). Pitkän ajan keskiarvo (1937–2010) sekä keskiarvon vaihteluväli on esitetty kuvissa sinisellä käyrällä ja harmaalla alueella. Kuvat ja aineisto Suomen ympäristökeskus.



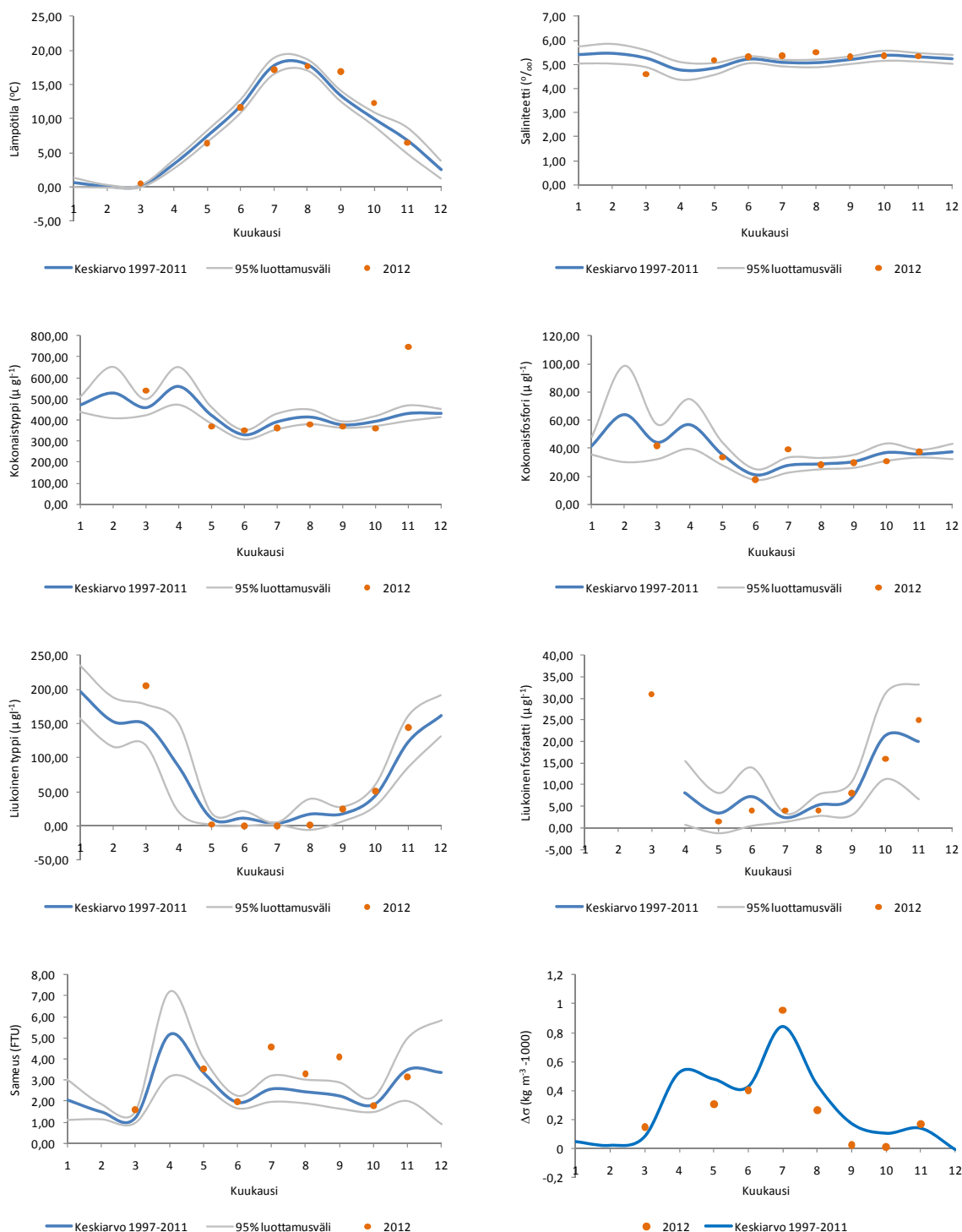
Kuva 4.18. Vanhankaupunginselän (4) havaintoaseman pintaveden (0 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$ -arvo) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



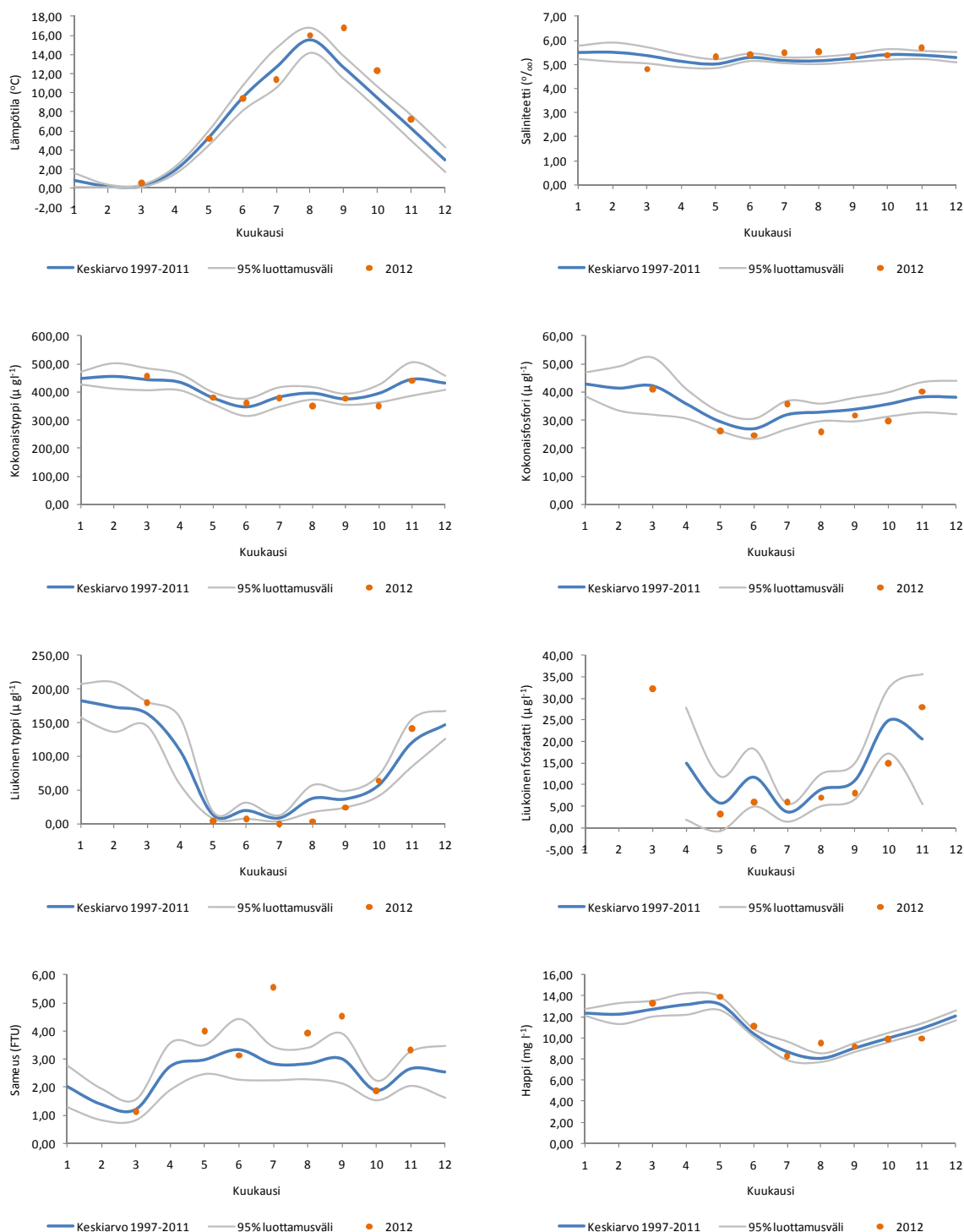
Kuva 4.19. Kruunuvuorenselän (18) havaintoaseman pintaveden (0–5 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



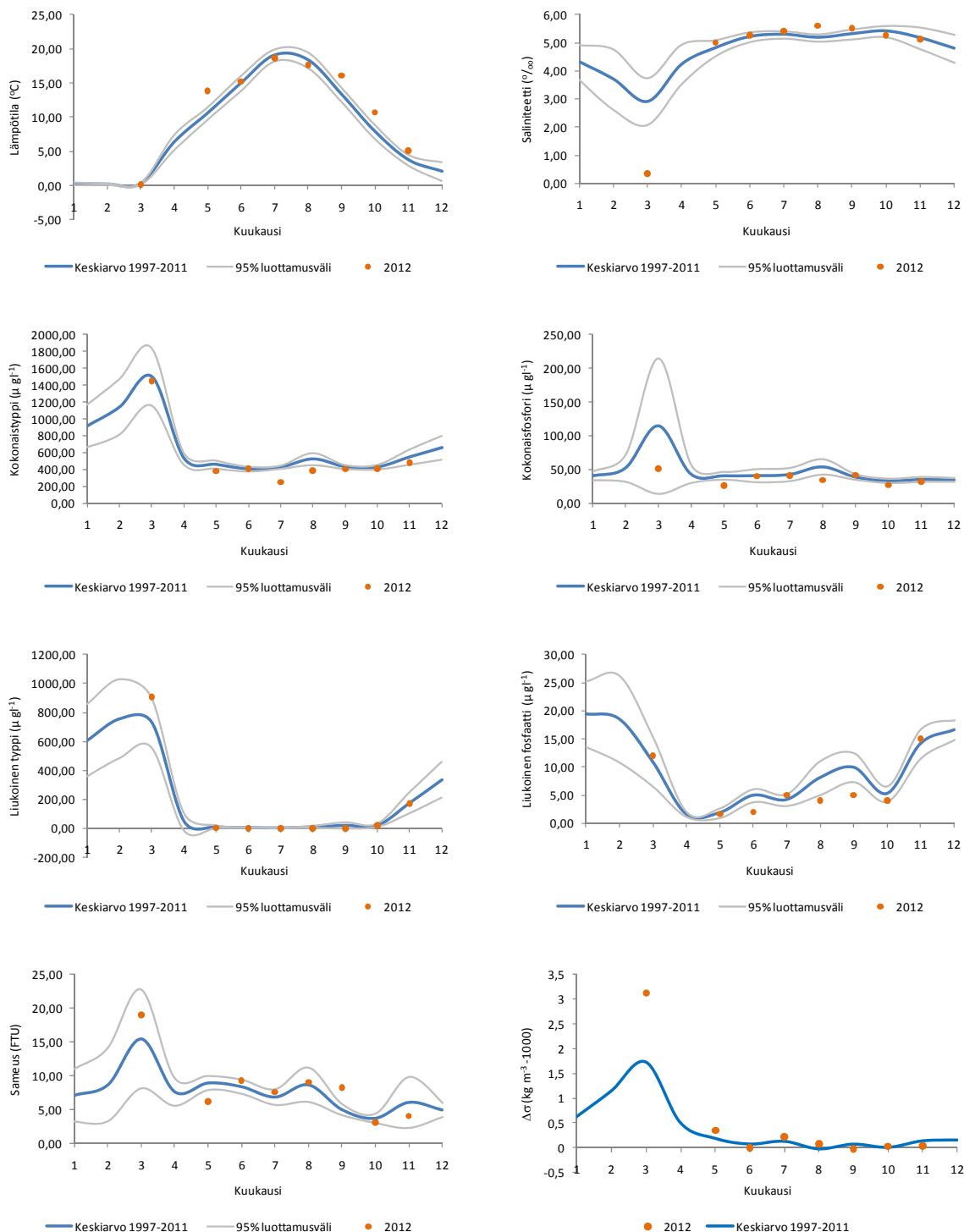
Kuva 4.20. Kruunuvuorenselän (18) havaintoaseman pohjanläheisen veden (16 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



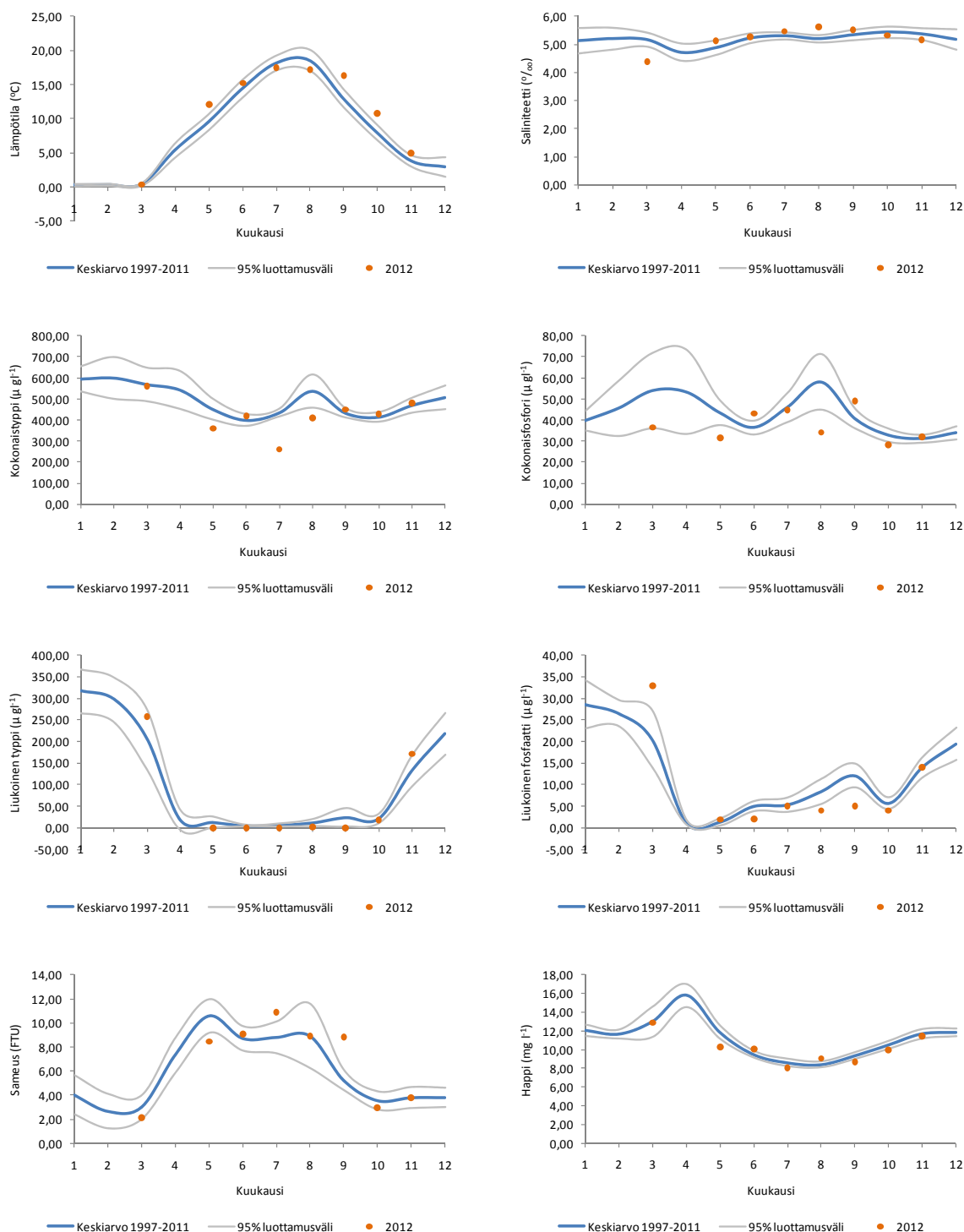
Kuva 4.21. Skatanselän (111) havaintoaseman pintaveden (0 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



Kuva 4.22. Skatanselän (111) havaintoaseman pohjanläheisen veden (12–14 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.



Kuva 4.23. Ryssjeholmsfjärdenin (117) havaintoaseman pintaveden (0 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä pinta ja pohjaveden välisen tiheyseron pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot. Pinta ja syvän veden tiheysero ($\Delta\sigma$) ilmaisee veden kerrostuneisuuden voimakkuutta. Mitä suurempi $\Delta\sigma$ -arvo on sen voimakkaammin vesipatsas on kerrostunut.



Kuva 4.24. Ryssjeholmsfjärdenin (117) havaintoaseman pohjanläheisen veden (3 m) lämpötilan, suolaisuuden, kokonaistypen ja -fosforin, liukoisen typen ja fosforin, sameuden sekä hapen pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit sekä vuoden 2012 havainnot.

4.2.4. Päähuomioita vedenlaadusta

Veden lämpötilan kehitys oli vuonna 2012 poikkeavaa suhteessa pitkän ajan keskiarvoihin suurimmalla osaa tarkkailualueella. Pintavesi oli keskimääräistä lämpimämpää maaliskuussa ja syys–lokakuussa ja keskimääräistä kylmempää heinä–elokuussa. Pohjanläheinen vesi oli ulko- ja välisaaristossa poikkeuksellisen lämmintä miltei koko vuoden ajan, ollen lämpimintä loka–marraskuussa. Pintavesi oli loppukesästä normaalia suolaisempaa. Yhdessä nämä tekijät aiheuttivat veden heikon kerrostuneisuuden, jonka takia vesi sekoittui normaalia syvemmälle ja tehokkaammin. Tehokkaampi sekoittuminen siirsi suuremman määrän syvän veden ravinnevarastoista yhteyttävään pintakerrokseen, joka näkyi syvän veden liukoisten ravinteiden (eteenkin typen) pitoisuuksien laskuna.

Välisaaristossa purkuputkien läheisyydessä havaittiin ajoittain pitkän ajan keskiarvosta merkitsevästi eroavia kohonneita liukoisen typen ja *E. coli* -bakteerin pitoisuuksia, ajankohtina jolloin muilla näyteasemilla ei vastaavia havaintoja tehty. Typen pitoisuus erosi merkitsevästi purkuputkien lähistöllä sijaitsevilla asemilla kontrollialueiden typen pitoisuuksista, mutta *E. coli* -pitoisuuksien suhteen erot eivät alueiden välillä olleet merkitseviä. Suomenojan puhdistamon jätevesistä aiheutui todennäköisesti päästöt jotka havaittiin Kytön väylän asemalla kesäkuussa ja Knaperskärin asemalla maaliskuussa ja syyskuussa. Viikinmäen puhdistamon jätevesistä aiheutui todennäköisesti elokuussa havaittu päästö Kataja-luodon asemalla.

Lähteet

- Bouraoui, F., Grizzetti, B., Granlund, K., Rekolainen, S., & Bidoglio, G. (2004). Impact of Climate Change on the Water Cycle and Nutrient Losses in a Finnish Catchment. *Climatic Change*, 66(1-2), 109-126. doi: 10.1023/B:CLIM.0000043147.09365.e3
- Isaeus, M., & Rygg, B. (2005). Wave exposure calculations for the Finnish coast (pp. 1-29). Norwegian institute of water research, Oslo.
- Kiirikki, M., & Lindfors, A. (2012). Suomenlahden rannikon Älyviittojen vedenlaatumittaukset 2012, Mittausraportti *Luode Consulting Oy* (pp. 10). Espoo: Luode Consulting Oy.
- Mann, K. H., & Lazier, J. R. N. (2006). Dynamics of Marine Ecosystems, Biological-Physical Interactions in the Oceans (3 ed.): Blackwell Publishing.
- Rantajärvi, E. (2003). Alga@line in 2003: 10 years of innovative plankton monitoring and research and operational information service in the Baltic Sea. In E. Rantajärvi (Ed.), *Meri* (Vol. 48, pp. 55). Helsinki: Finnish Institute of Marine Research.
- Viitasalo, M., Andrejev, O., Sokolov, A., & Vahtera, E. (2012). Puhdistettujen jätevesien leviäminen purkuputkien kautta pääkaupunkiseudun merialueella - Mallinnustyö. Helsinki.

5 Kasviplankton

5.1 Johdanto

Kasviplanktonlajistoa ja sen määrää seurattiin vuonna 2012 Helsingin ja Espoon edustalla osana velvoitetarkkailua. Kasviplanktonyhteisö reagoi herkästi ympäristössä tapahtuviin muutoksiin ja kasviplanktonin määrä ja lajikoostumus ilmentääkin erilaisia olosuhteita vesistöissä. Kvantitatiivinen lajiston määrittäminen, mikä on edellytys tarvittavan yksityiskohtaisen tiedon saamiseksi, on hidasta ja vaatii erityisasiantuntemusta. Siksi kasviplanktonin määrän selvittämiseen käytetään myös nopeampaa menetelmää, jossa kasviplanktonin biomassaa seurataan mittaamalla yhteyttäville eliöille ominaisten *a*-klorofyllipigmentin määrää vedessä.

Kasviplanktontuloksia aikaisemmilta vuosilta on esitetty vuosiraporteissa sekä pidemmän aikavälin tarkkailuraporteissa. Helsingin ympäristökeskuksen julkaisusarjassa on myös ilmestynyt ”Kasviplanktonin suhde ympäristömuuttujiin Helsingin ja Espoon merialueella”-julkaisu (Pellikka ym. 2007). Tämän raportin tarkoituksena on tarkastella vuoden 2012 kasviplanktontuloksia ja vertailla niitä edellisiin vuosiin.

5.2 Aineistot ja menetelmät

Vuonna 2012 yhteistarkkailun puitteissa kerättiin näytteitä kasviplanktonlajiston määrittämistä varten touko–lokakuussa (Länsi-Tontulta myös maaliskuussa) noin kahden viikon välein kolmelta asemalta (Länsi-Tonttu 114, 13 näytettä; Katajaluoto 125, 12 näytettä; Knaperskär 147, 12 näytettä). Näytteet kerättiin putkinoutimella kokoomanäytteenä 0–4 metrin pintavesikerroksesta. Kvantitatiivinen kasviplanktonlaskenta suoritettiin Utermöhl-menetelmällä, jossa kasviplanktonsolut tunnistetaan ja lasketaan laskentakyvetin pohjan tietyltä alalta. Koska laskeutettu vesimäärä ja eri lajien solutilavuudet tiedetään, saadaan kertoimen avulla laskettua solumäärä ja biomassat tiettyä vesimäärää kohti. Menetelmän kuvaus löytyy mm. teoksesta Järvinen ym. (2011). Laskentaan käytettiin EnvPhyto-laskentaohjelmaa ja laskentatulokset tallennettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmän kasviplanktonrekisteriin.

a-klorofyllin pitoisuutta mitattiin yhteensä 21 asemalta, mukaan lukien Helsingin kaupungin toteuttaman lähivesien seurantaohjelman seitsemän havaintoasemaa. Tässä raportissa tarkastellaan tarkemmin 16 aseman tuloksia (katso taulukko 4.1).

a-klorofyllinäytteet on otettu kahden viikon välein putkinoutimella kokoomanäytteenä 0–4 metrin pintavesikerroksesta. Osa lahtialueista on kuitenkin ollut tätä matalampia, jolloin kokoomanäyte edustaa koko vesipatsasta. Kartta havaintopaikoista on esitetty kuvassa 2.1. *a*-klorofylli määritettiin MetropoliLab:issa standardin SFS 5772 mukaan Hewlett Packard 8453E spektrofotometriä käyttäen.

Vuoden 2012 aineistosta puuttuvat huhtikuun havainnot näytteenottoverneen rikkoutumisen takia. Korvaavaa aineistoa ei juuri ole saatavilla tarkkailualueelta. Satelliittikuvia tältä ajankohdalta ei ole pilvisyydestä johtuen. Alg@line-seurannan

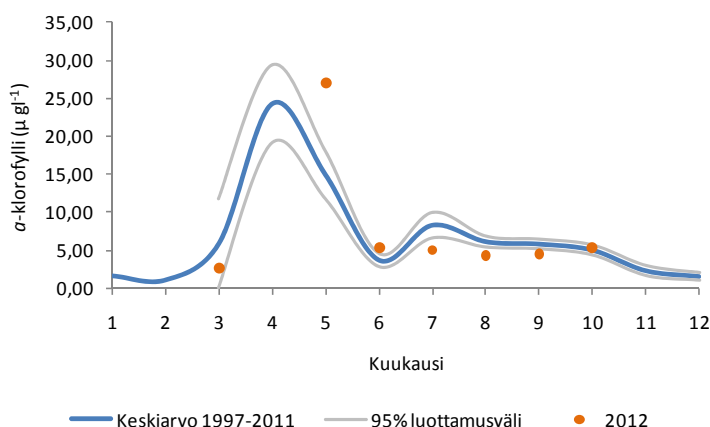
tuloksista voidaan päätellä että kevätkukinnan huippu lienee ajoittunut huhti–toukokuun vaihteeseen tarkkailualueella (kuva 4.5. ja Alg@line 2012), jolloin eri mittauslähteistä voidaan todeta klorofyllipitoisuuksien olleen yli 25 mg m^{-3} Helsingin edustalla. Koska kevätkukinnan huippu on suhteellisen lyhytaikainen, sitä ei harvalla seurantanäytteenotolla aina havaita, eikä havaitut levämäärät välttämättä kuvaa todellisia kevätkukinnan huippuarvoja.

5.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

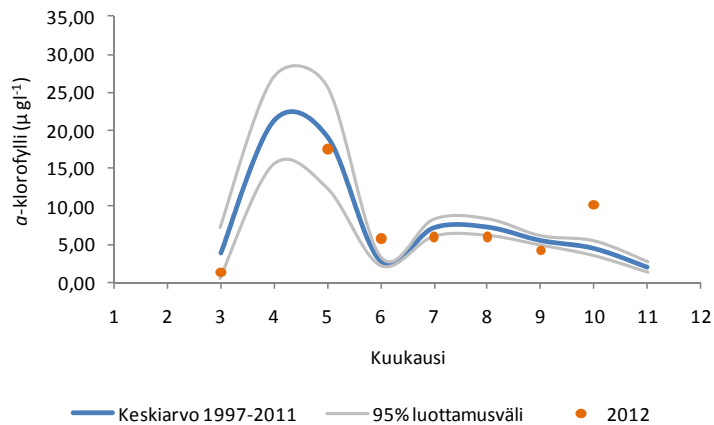
5.3.1 a-klorofylli ulkosaaristossa

Ulkosaariston osalta tarkastellaan yksityiskohtaisemmin Länsi-tontun (114) ja Berggrundin (148) havaintoasemien tuloksia. Muut tulokset ovat esitetty liitteessä 1. Ulkosaaristossa levämäärät olivat tavanomaisella tasolla tai sitä suuremmat (esim. näyteasemat 149 ja 168, liite 1), tosin kevätkukinnan huipun ajoitusta ja voimakkuutta ei käytettävissä olevasta aineistosta voi arvioida. Kevätkukinta on alueella voimakkaimmillaan huhti–toukokuussa ja joillakin asemilla havaittiin vielä toukokuussa korkeita a-klorofyllin pitoisuuksia (kuvat 5.1 ja 5.2).

Kevätkukintaa pääosin rajoittavan liukoisen typen pitoisuudet olivat kevätkukintaa edeltävänä ajankohtana normaalilla tasolla, suhteessa pitkän ajan keskiarvoon (kuvat 4.1 ja 4.3). Keväällä veden kerrostuneisuus oli kuitenkin tavallista heikompa, mikä on tuonut sekoittuvaan pintakerrokseen syvistä vesistä suhteessa enemmän ravinteita, sen kuitenkaan näkymättä mittauksissa johtuen levien tehokkaasta ravinteiden käytöstä. Tämä ravinnelisa on todennäköisesti voimistanut vuoden 2012 kevätkukintaa ulkosaaristossa. Vuodenajalle ominaiseen tapaan kasviplanktonia laiduntavan eläinplanktonin määrä oli alhainen huhti- ja toukokuussa, jolloin kasviplanktonbiomassa on päässyt tehokkaasti kasvamaan. Kesikesän levämäärät olivat normaalia pienemmät, mutta joillakin asemilla havaittiin syksyllä tavallista voimakkaampi syyskukinta (kuva 5.2 ja liite 1).



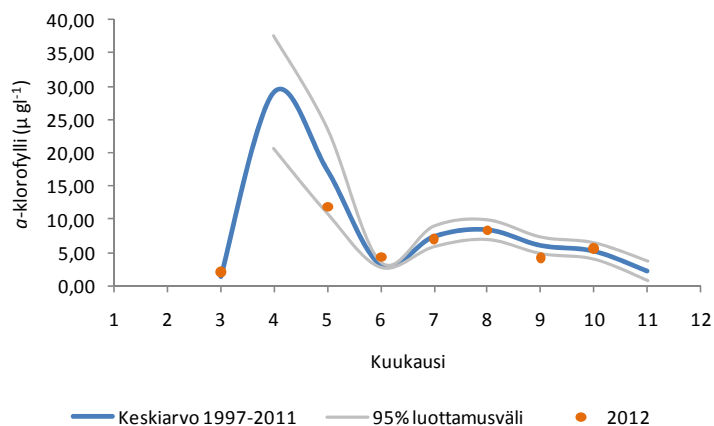
Kuva 5.1. Länsi-Tontun (114) havaintoaseman a-klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.



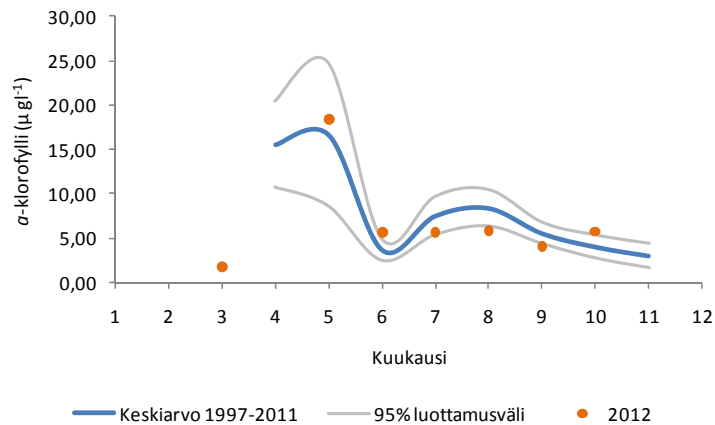
Kuva 5.2. Berggrundin (148) havaintoaseman *a*-klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.

5.3.2 *a*-klorofylli välisaaristossa

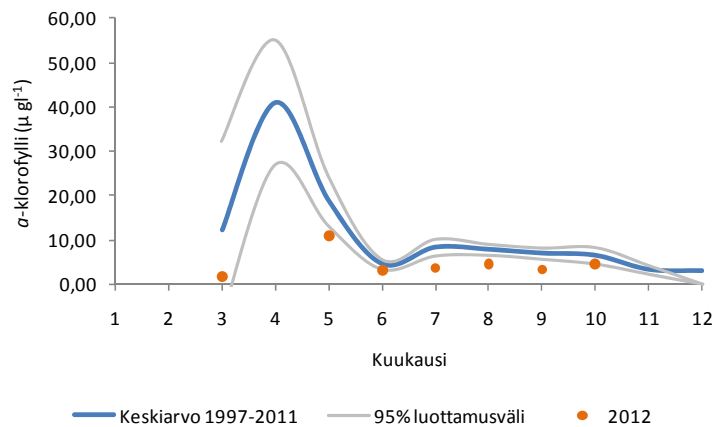
Välisaariston kevätukukinnan ajoitusta ja voimakkuutta ei käytettävissä olevasta aineistosta voi arvioida. Kevätukukinnan huippu on välisaaristossa ajoittunut ulkosaariston tapaan huhtikuulle tai sen loppupuolelle, joillakin asemilla havaittiin vielä toukokuussa korkeita *a*-klorofyllin pitoisuuksia (kuvat 5.4 ja 5.7). Koska kevätukukinnan ajoittuminen on ollut välisaaristossa ulkosaaristoa hieman aikaisempi, ei huhtikuun havaintojen puuttuessa veden tehokkaamman sekoittumisen vaikutusta kevään levätuotannon huippuun voida arvioida. Ulkosaariston tavoin kesän *a*-klorofyllin tasot olivat välisaaristossa pitkän ajan keskiarvon tasolla tai sitä matalammat (kuvat 5.3–5.7) ja joillakin asemilla havaittiin normaalia voimakkaampi syyskukinta (kuvat 5.4 ja 5.7).



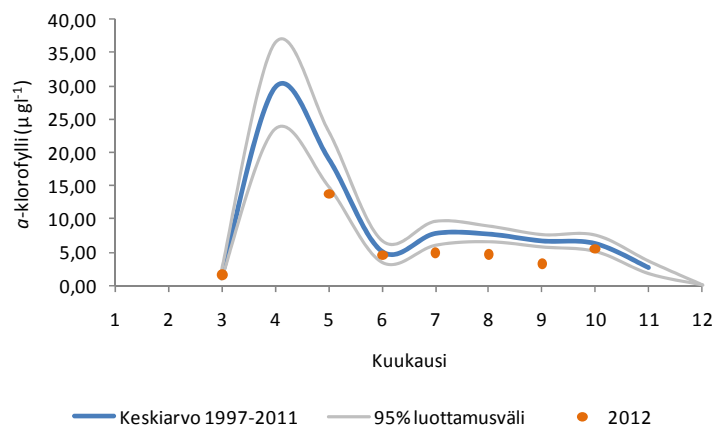
Kuva 5.3. Stora Mickelskärin (123) havaintoaseman *a*-klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.



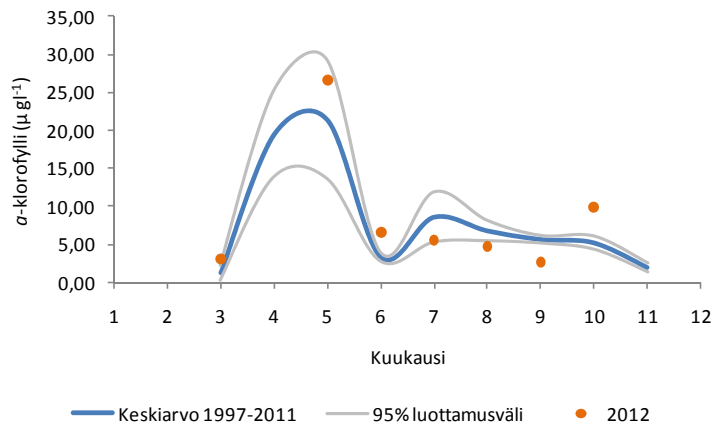
Kuva 5.4. Kytön väylän (57) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.



Kuva 5.5. Knaperskärrin (147) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.



Kuva 5.6. Katajaluodon (125) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.

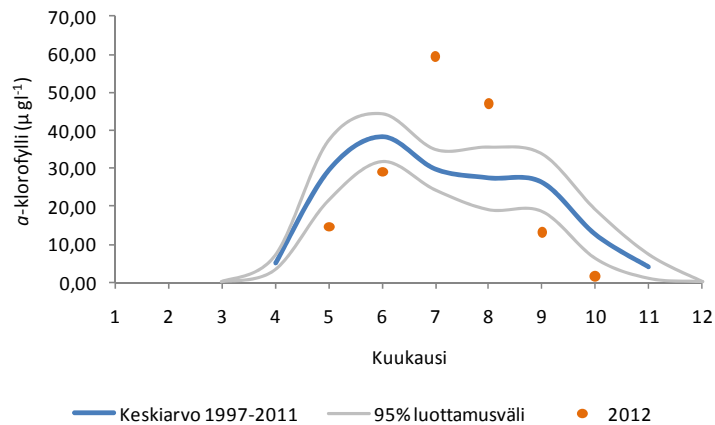


Kuva 5.7. Flathällgrundin (39) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.

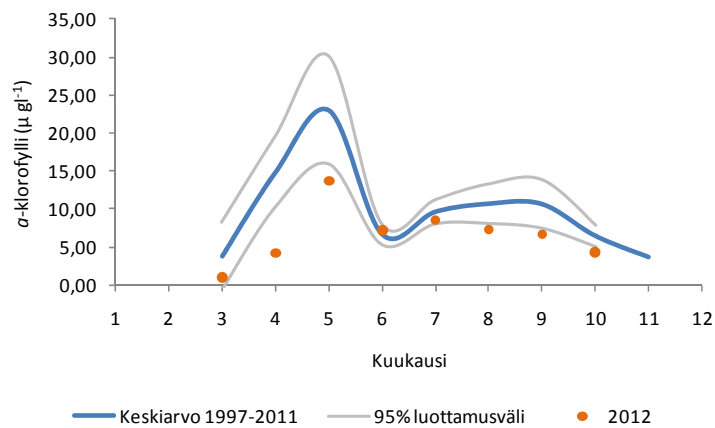
5.3.3 α -klorofylli sisäsaaristossa ja lahtialueilla

Sisäsaariston ja lahtialueiden havaintoasemien α -klorofyllipitoisuudet eroavat suuresti toisistaan. Lahtialueella sijaitseva Vanhankaupunginselän leväbiomassahuippu sijoittuu keskikesään (kuva 5.8), levien kasvun ollessa jokivaluman huipun aikana keväällä valon rajoittamaa. Kruunuvuorenselän leväbiomassan kehitys (kuva 5.9) muistuttaa ulompana sijaitsevien havaintoasemien kehitystä (kuvat 5.10–5.12), kesän kukinnan keston kuitenkin ollessa pidempi kuin muilla alueilla, johtuen todennäköisesti Vantaanjoen mukanaan tuomista ravinteista. Melkin selällä (kuva 5.10) on selkeä kaksihuippuinen leväbiomassan kehitys, Skatanselällä ja Ryssjeholmsfjärdillä leväbiomassan kehitys sen sijaan on tyypillisempi ja painottuu kevätkukintaan (kuvat 5.11 ja 5.12).

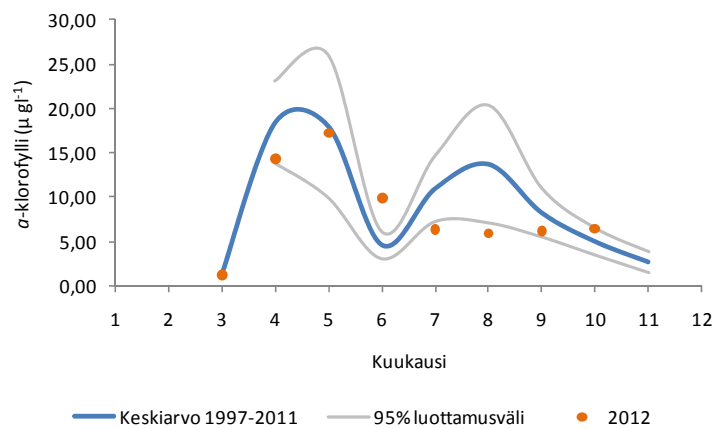
Vuonna 2012 sisäsaariston kevätkukinta oli tavanomainen tai hieman tavallista heikompi (kuvat 5.9–5.10). Kesän kasviplanktonminimin aikaan kesäkuussa leväbiomassa oli kuitenkin monilla alueilla normaalia tasoa korkeammalla (kuvat 5.10–5.12). Melkinselän havaintoasemalla, jolla kesäkuun α -klorofyllipitoisuus eniten poikkesi tavanomaisesta (kuva 5.10), veden kerrostuminen oli poikkeuksellisen heikkoa, mikä on todennäköisesti vaikuttanut ravinteiden saatavuuteen. Kruunuvuorenselällä leväbiomassat sen sijaan olivat koko vuoden pääosin pitkän ajan keskiarvon alapuolella (kuva 5.9), kohonneesta ravinnekuormasta huolimatta. Lahtialueella sijaitsevan Vanhankaupunginselän leväbiomassat olivat kesällä normaalia huomattavasti suuremmat (kuva 5.8), johtuen pitkään jatkuneesta suuremmasta jokivalumasta ja sen mukanaan tuomista ravinteista. Kesällä jokivaluman hiipueessa savisamennus alueella hellittää ja levät yhteyttävät tehokkaammin.



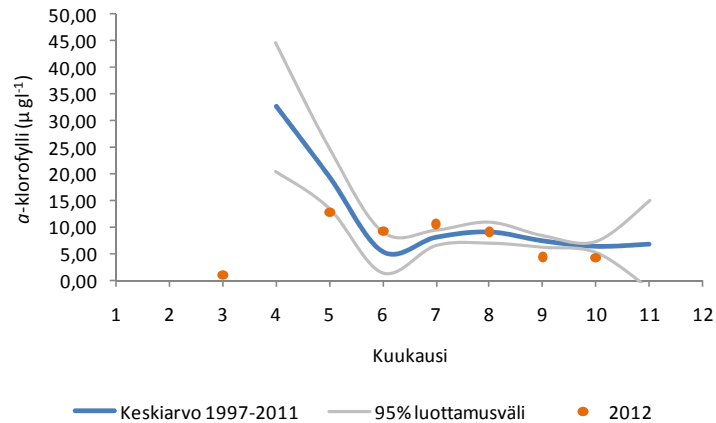
Kuva 5.8. Vanhankaupunginselän (4) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.



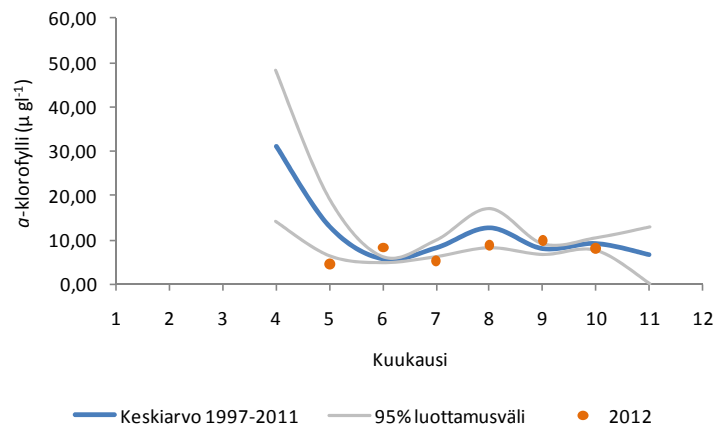
Kuva 5.9. Kruunuvuorenselän (18) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.



Kuva 5.10. Melkinselän (68) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.



Kuva 5.11. Skatanselän (111) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997-2011) ja 95 % luottamusvälit.

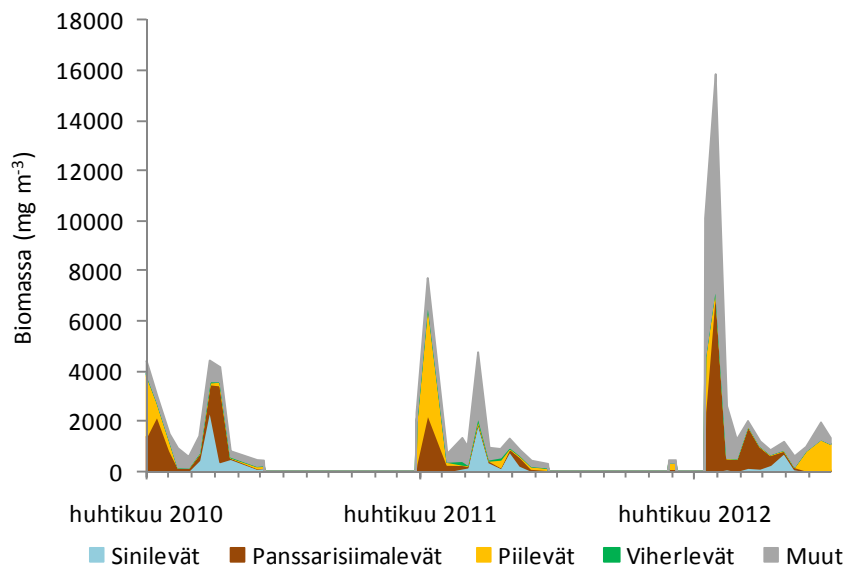


Kuva 5.12. Ryssjeholmsfjärdin (117) havaintoaseman α -klorofyllin vuoden 2012 kuukausikeskiarvot sekä kuukausikohtaiset pitkän ajan keskiarvot (1997–2011) ja 95 % luottamusvälit.

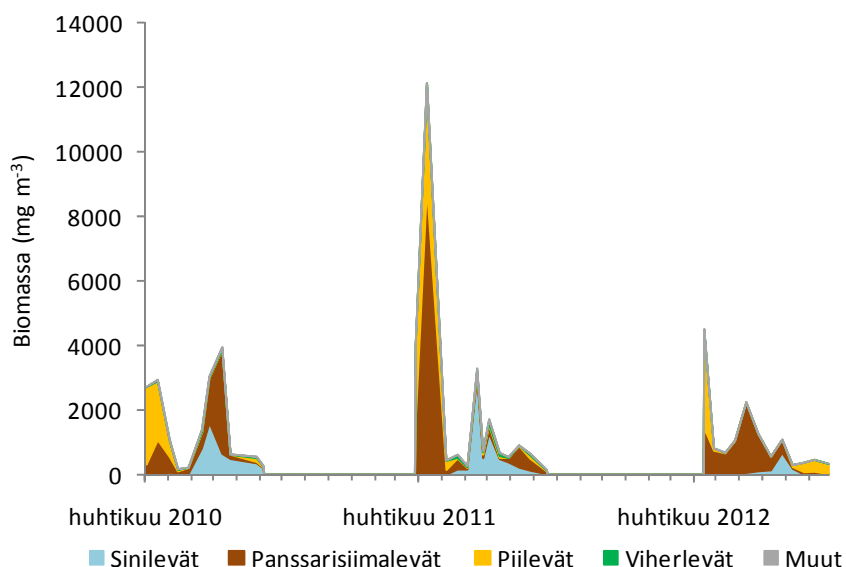
5.3.4 Kasviplanktonlajisto

Kvantitatiivisen kasviplanktonlaskentatulosten perusteella ulkosaariston kevätukinta oli ulkosaaristossa (114) voimakkaampi kuin välisaaristossa (125, 147) (kuvat 5.13–5.15). Kevätukinnan valtalajisto koostui aluksi piilevistä, jonka jälkeen panssarisiimalevät ja symbionttinen ripsieläin (*Mesodinium rubrum*) nousivat selkeiksi valtaryhmiiksi. Koko kasvukautta 2012 tarkasteltaessa suhteessa edellisiin vuosiin, panssarisiimalevät (ensin *Scrippsiella/Biecheleria/Gymnodinium* -kompleksiin kuuluvat kevtälajit, myöhemmin *Heterocapsa triquetra*) ja ripsieläin *M. rubrum* olivat syanobakteereja eli sinileviä runsaampia. Syanobakteerien biomassa jäikin edellisvuosia pienemmäksi mikä johtunee veden tehokkaasta sekoittumisesta ja keskimääräistä kylmemmästä pintalämpötilasta viileähkön ja melko tuulisen kesän aikana. Itämerellä lähes vuosittain laajoja pintakukintoja muodostavien rihmamaisten syanobakteerien (*Aphanizomenon flos-aquae* ja *Nodularia*

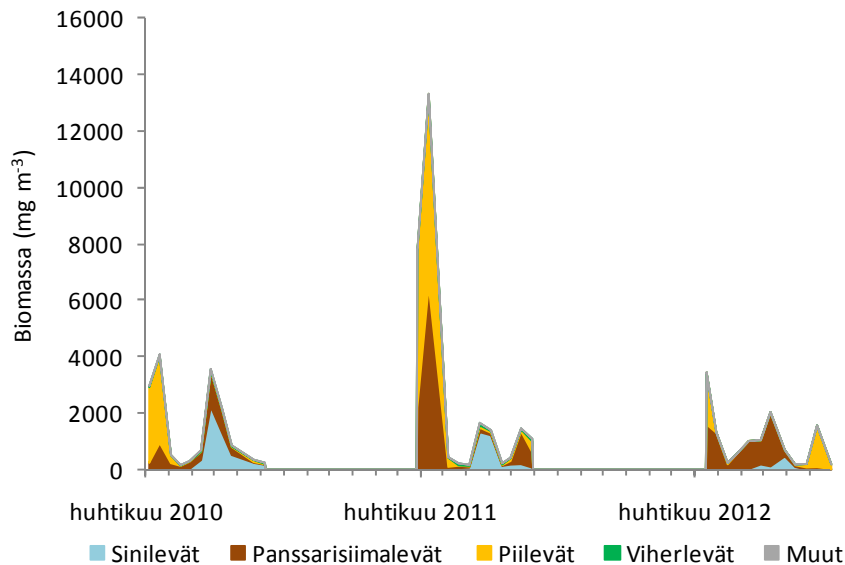
spumigena) vaatimattomat esiintymishuiput ajoittuivat vuonna 2012 elokuun loppupuolelle. Edellisistä vuosista poiketen kaikilla havaintoasemilla havaittiin syys–lokakuussa piilevämaksimi joka koostui pääosin *Coscinodiscus granii* -piilevästä. Laji on ajoittain syksyisin leväyhteisössä runsas. Vaikka lajin runsaus vuonna 2012 ei parhaimmallaankaan ollut kuin 2 300 solua l⁻¹, muodosti se tärkeän osan kokonaisleväbiomassasta suuren kokonsa vuoksi.



Kuva 5.13. Länsi-Tontun (114) havaintoaseman vuosien 2010, 2011 ja 2012 kokonaislevämäärät ja leväryhmien suhteelliset osuudet. Symbionttinen ripsieläin *Mesodinium rubrum* lukeutuu ryhmään "Muut".



Kuva 5.14. Katajaluodon (125) havaintoaseman vuosien 2010, 2011 ja 2012 kokonaislevämäärät ja leväryhmien suhteelliset osuudet. Symbionttinen ripsieläin *Mesodinium rubrum* lukeutuu ryhmään "Muut".



Kuva 5.15. Knaperskärin (147) havaintoaseman vuosien 2010, 2011 ja 2012 kokonaislevämäärät ja leväryhmien suhteelliset osuudet. Symbionttinen ripsieläin *Mesodinium rubrum* lukeutuu ryhmään "Muut".

5.3.5 Planktonlevien ravinnerajoittuneisuudesta

Planktonlevien tuotanto ja biomassa ovat keskeisiä parametrejä kuvattaessa vesistöjen rehevöityneisyyttä. Levätuotantoa ja biomassaa rajoittavat useat tekijät. Tuotantoa säätelee pääosin valon saatavuus, veden lämpötila, suolaisuus ja ravinteet, biomassaa säätelee yllä olevien tekijöiden lisäksi laidunnus ja laimenneminen. Kun pyritään arvioimaan ihmistoiminnan vaikutuksia levätuotantoon ja biomassaansa tarkkailualueella, on ravinteiden saatavuus keskeisimpiä ihmistoiminnan vaikutuksia kuvaavia tekijöitä.

Puhdistettujen jätevesien mukana saapuu merialueelle suuria määriä typpiravinnetta, joka potentiaalisesti lieventää alueella tyypillisesti vallitsevaa typpirajoittuneisuutta Tamminen ja Andersen (2007). Ravinnerajoittuneisuutta mitataan yleensä ravinnelisyksikein. Vastikään on kuitenkin kehitetty menetelmä jonka avulla voidaan tyydyttävällä tarkkuudella arvioida leväyhteisön ravinnerajoittuneisuuden laatua hyödyntämällä perinteisiä seurannassa mitattavia parametreja eli liukoisen typen ja kokonaisfosforin määriä (Ptacninc ym. 2010).

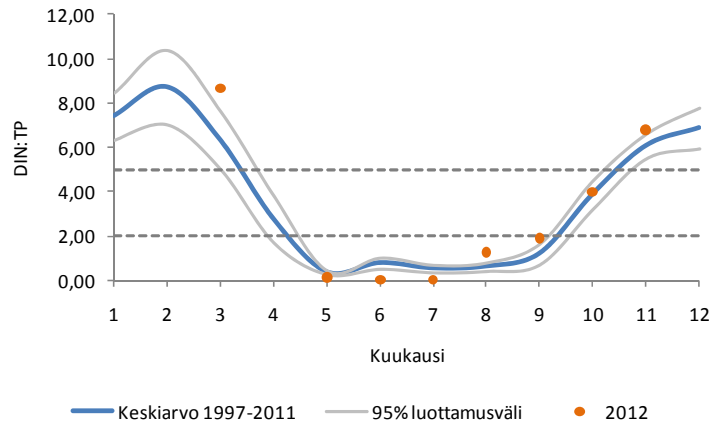
Liukoisen typen (DIN) ja kokonaisfosforin (TP) määrien suhde kuvastaa planktonlevien saatavilla olevien ravinneresurssien määrää. DIN:TP-suhteen ollessa < 2 on leväyhteisö pääosin typen rajoittama, sen ollessa $2-5$ rajoittavat sekä typpi että fosfori levien kasvua yhtä aikaa. Suhteen ollessa > 5 on fosfori pääasiallinen levien kasvua ja jakaantumista rajoittava ravinne. DIN:TP-indikaattorilla pystytään arvioimaan ravinnerajoittuneisuutta noin 80 %:n tarkkuudella, verrattuna ravinnelisyksikeisiin. Arvioitaessa ravinnerajoittuneisuutta DIN:TP-suhteen avulla on virheellisten positiivisten typpirajoittuneisuustapausten määrä korkeampi kuin virheellisesti positiivisten fosforirajoittuneisuustapausten. Eli, jotkut niistä tapauksista joissa DIN:TP-suhteen mukaan saadaan yhteisölle typpirajoitteinen tila, on se todellisuudessa joko typen tai fosforin yhteisesti rajoittama, tai ainoastaan fosforin rajoittama.

Helsingin, Espoon ja Sipoon edustan merialueella levätuotanto ei ole ravinteiden rajoittamaa kevätukintaa edeltävänä aikana ja kevätukinnan alkuvaiheessa, vaan ennemmin valon rajoittamaa. Huhtikuusta eteenpäin, jolloin liukoisten ravinteiden pitoisuudet hupenevat nopeasti, DIN:TP-suhde indikoi leväyhteisön ravinnerajoittuneisuutta.

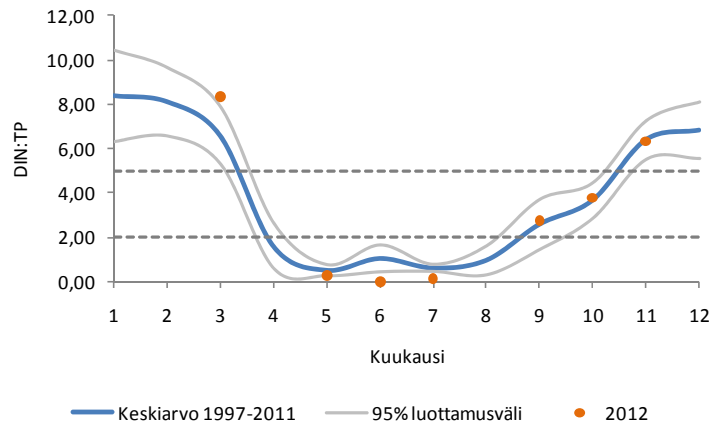
Ulkosaaristossa, välisaaristossa ja sisäsaariston avoimemmilla havaintoasemilla leväyhteisö on myöhäiskevästä loppukesään asti voimakkaasti typen rajoittama (kuvat 5.16–5.27).

Sisäsaariston asemista Vanhankaupunginselän ja Kruunuvuorenselän asemilla leväyhteisöllä on keskimäärin kauemmin typpiravinnetta riittävästi suhteessa tarpeeseen (kuvat 5.23 ja 5.24). DIN:TP-suhteen mukaan Vanhankaupunginselkä ei ole keskimäärin lainkaan typen rajoittama (kuva 5.23). Ravinnerajoittuneisuuden merkitys kasviplanktonyhteisön säätelijänä lienee Vanhankaupunginselällä kuitenkin muita havaintoasemia vähäisempi, koska levätuotanto on todennäköisesti ajoittain voimakkaasti valon rajoittamaa. Liukoisten ravinteiden pitoisuudet tosin indikoivat että DIN:TP-suhteen viitoittama trendi olisi paikkansa pitävä. Liukoisen typen pitoisuudet pysyvät koko vuoden ajan liki $300 \mu\text{g l}^{-1}$, kun taas liukoisen fosforin pitoisuudet laskevat alle analyttisen määrittämissä ($< 5 \mu\text{g l}^{-1}$) kesäkuukausina. Kruunuvuorenselällä DIN:TP-suhde laskee alle viiden keskimäärin toukuussa (kuva 5.24).

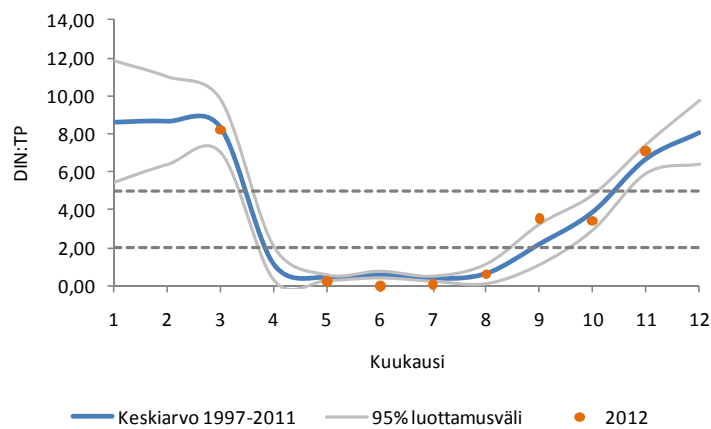
Vuonna 2012 kevätukintaa edeltävänä jaksolla DIN:TP-suhde oli useimmilla asemilla keskimääräistä korkeampi, tai keskiarvon tasolla. Vanhankaupunginselällä ja Kruunuvuorenselällä DIN:TP-suhde indikoi leväyhteisön lievempää typen rajoittuneisuutta, joka on suuremman jokivaluman tulosta. Myös Melkinselän asemalla typpiravinnetta oli suhteessa tarpeeseen poikkeuksellisen paljon (kuva 5.25). Jätevesien johtamisesta johtuneet typpipäästöt (katso kappale 4) lievensivät leväyhteisön typpirajoittuneisuutta Kytön väylän (57), Knaperskärin (147) ja Katajaluodon (125) havaintoasemilla, mikä huomataan kohonneena DIN:TP-suhdelukuna kesä-, syys- ja elokuussa kullakin asemalla, vastaavasti (kuvat 5.19–5.21).



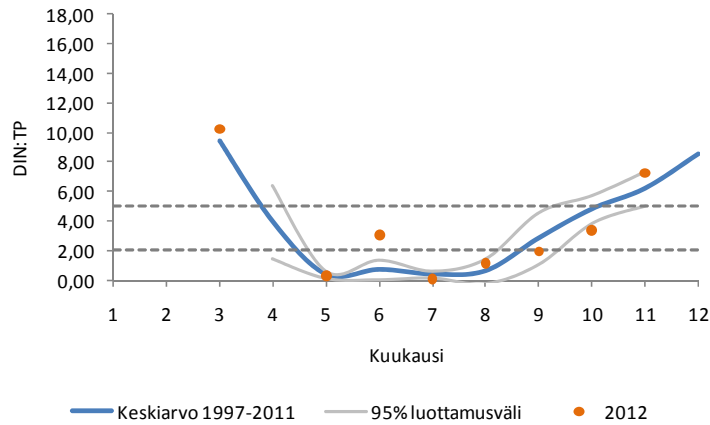
Kuva 5.16. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Länsi-Tontun (114) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



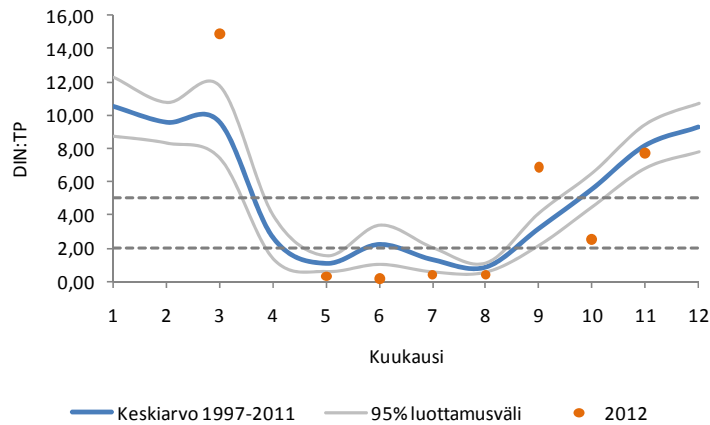
Kuva 5.17. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Bergrundin (148) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



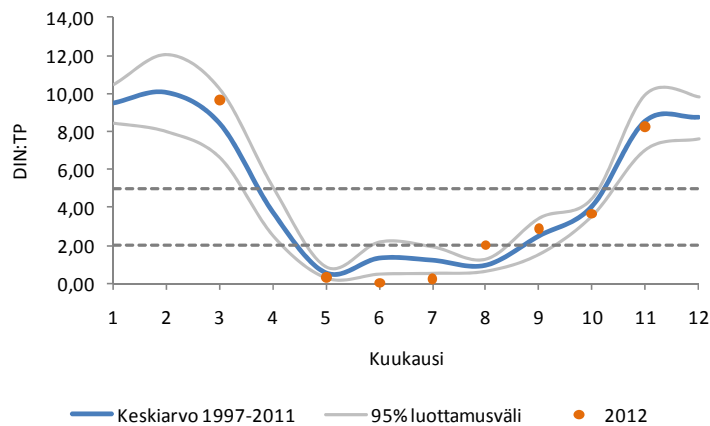
Kuva 5.18. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Stora Mickelskärin (123) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



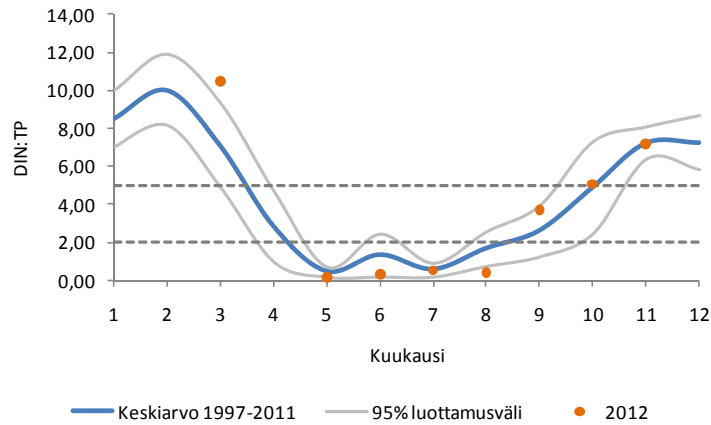
Kuva 5.19. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukaisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Kytön väylän (57) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



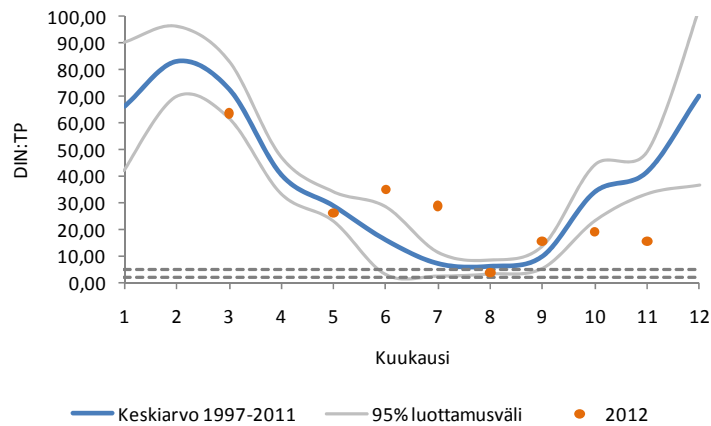
Kuva 5.20. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukaisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Knaperskärin (147) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



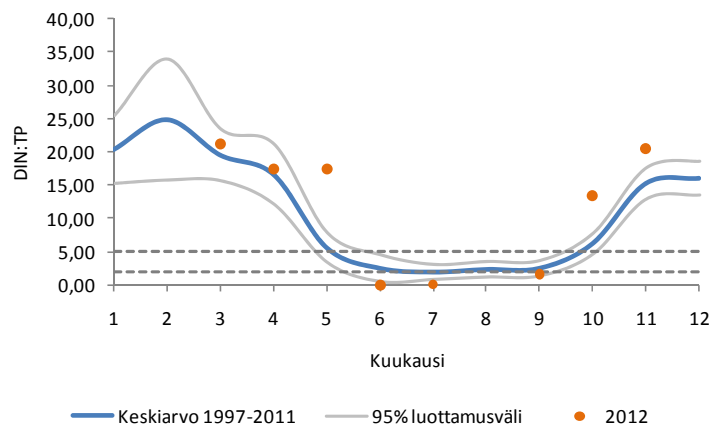
Kuva 5.21. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukaisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Katajaluodon (125) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



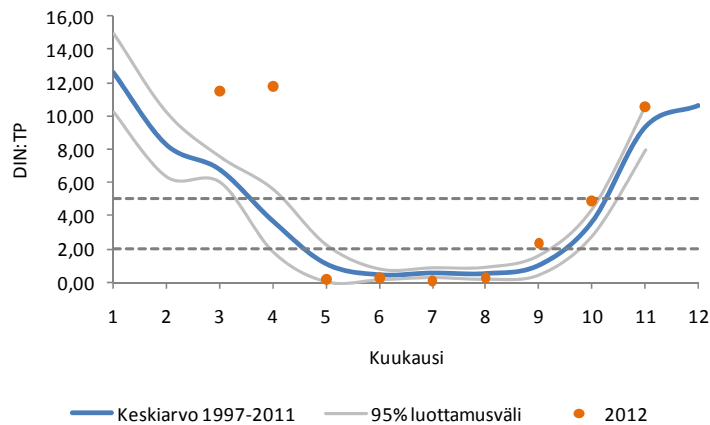
Kuva 5.22. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Flathällgrundin (39) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



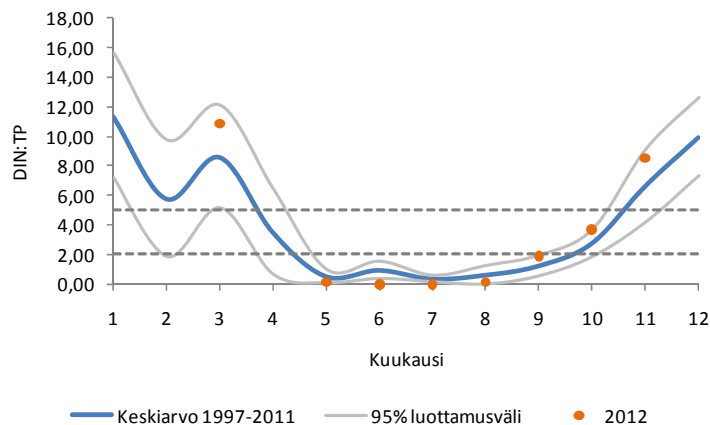
Kuva 5.23. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Vanhankaupunginselän (4) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



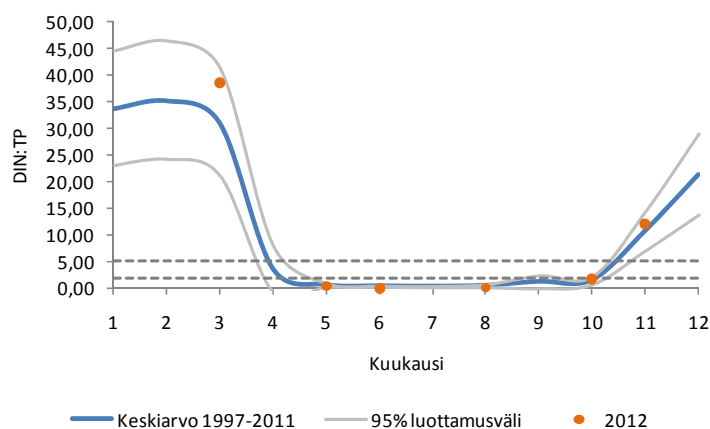
Kuva 5.24. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Kruunuvuorenselän (18) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



Kuva 5.25. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Melkinselän (68) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



Kuva 5.26. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Skatanselän (111) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.



Kuva 5.27. Levätuotannon ja biomassan ravinnerajoittuneisuutta kuvaava liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde (DIN:TP) Ryssjeholmsfjärdin (117) havaintoasemalla. DIN:TP-suhteen raja-arvot 2 ja 5 (katso teksti) merkitty katkoviivoin.

Lähteet

Alga@line. The amount of algae in the Baltic Sea 1–7 May 2012. - Internetissä
http://www.itameriportaali.fi/en/tietoa/algaline_seuranta/mittaustulosarkisto/2012/en_GB/Algae120506/

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

Pellikka, K., Räsänen, M. & Viljamaa, H. 2007: Kasviplanktonin suhde ympäristömuuttujiin Helsingin ja Espoon merialueella vuosina 1969–2003. – Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 5/2007. 45 ss.

Ptáček, R., T. Andersen, ja T. Tamminen, Performance of the Redfield Ratio and a Family of Nutrient Limitation Indicators as Thresholds for Phytoplankton N vs. P Limitation. *Ecosystems*, 2010. 13: p. 1201–1214.

Järvinen, M. Forsström, L., Huttunen, M., Hällfors, S., Jokipii, R., Niemelä, M. & Palomäki, A. (toim.) 2011: Kasviplanktonin laskentamenetelmät. – Internetissä, päivitetty 23.9.2011.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=25750&lan=fi>

6 Pohjaeläimet

6.1 Johdanto

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).

Tässä vuosiraportissa tarkastellaan vuoden 2012 pohjaeläintuloksia ja verrataan tuloksia aikaisempiin vuosiin. Tavoitteena on arvioida, onko puhdistettujen jätevesien johtamisella merialueelle ollut vaikutusta pohjaeläinmäärissä tai lajistossa tapahtuneisiin muutoksiin.

6.2 Aineisto ja menetelmät

Vuonna 2012 pohjaeläinnäytteet otettiin syys–marraskuun välisenä aikana yhdeksästä ohjelmanmukaisesta havaintopaikalta (kuva 2.1 ja taulukko 6.1). Kahdenneltatoista havaintopaikalta (Kytön väylä, 57) jäi näyte ottamatta johtuen suhteellisen tuulisesta loppuvuodesta. Katajaluodon kaksi havaintopaikkaa (125P ja 1259) sijaitsevat Helsingin jätevesien purkupaikan läheisyydessä; Knaperskärin (147P) ja Kytön väylän (57) havaintopaikat sijaitsevat Espoon jätevesien purkupaikan lähetyvillä. Vanhankaupunginselän havaintopaikka (4) sijaitsee Vanhankaupunginlahdella, jossa on jätevesien varapuretti. Vastaavasti Espoonlahdella on jätevesien varapuretti sekä kaksi seurantapistettä (Espoonlahti 118 ja Björkfjärden 189). Itäisen ulkosaariston havaintopaikka (1142) toimii vertailualueena jätevesien purkualueille; muut pisteet on valittu siten että ne edustavat havaintoalueen sisä-, väli- ja ulkosaariston luonnollista, pohjan mosaiikkimaisuudesta johtuvaa, vaihtelua.

Näytteenottimenä pehmeillä pohjilla käytettiin Ekman-Birge -tyyppistä pohjanoudinta (pinta-ala 303 cm²), jolla otettiin viisi rinnakkaisnäytettä yhtä havaintopaikkaa kohti. Näytteet seulottiin vesijohtovedellä 0,5 mm:n teräsverkkoseulan läpi. Kovemmillä pohjilla käytettiin van Veen -tyyppistä pohjanoudinta (pinta-ala 1111 cm²), jolla otettiin kolme osanäytettä kultakin havaintopaikalta. Kovien pohjien näytteet seulottiin vesijohtovedellä kahden teräsverkkoseulan läpi (1,0 mm ja 0,5 mm).

Jokaisen noston eri seuloissa olleet osanäytteet säilöttiin erilliseen astiaan, Bengalrosalla värjättyllä noin 94 % etanolilla. Eläimet eroteltiin muusta pohjan aineksesta laboratoriossa stereomikroskoopin avulla vähintään kuusinkertaista suurennosta käyttäen.

Eläimet määritettiin lajitasolle aina kun se oli mahdollista. Esimerkiksi leväkatkat (*Gammarus* spp.) ja amerikansukasjalkaiset (*Marenzelleria* spp.) määritettiin kuitenkin sukutasolle ja raakkuäyriäiset (Ostracoda), harvasukasmadot (Oligochaeta) ja surviaissääskien (Chironomidae) toukat ryhmätasolle. Sukkulamatoja (Nematoda) ja levärupea (*Einhornia crustulenta*) ei laskettu eikä poimittu, mutta niiden esiintyminen huomioitiin. Raakkuäyriäisten (Ostracoda) lukumäärä

laskettiin, mutta niitä ei poimittu eikä niiden biomassaa punnittu. Kaikki muut eläimet laskettiin ja poimittiin.

Poimittuja näytteitä säilytettiin etanolissa ennen niiden punnitsemista. Ennen punnitusta eläimiä liotettiin 10 min ajan vedessä, jonka jälkeen niistä imeytettiin ylimääräinen vesi imupaperin avulla. Jokaisen lajin/ryhmän märkäpaino punnittiin erikseen kustakin nostosta.

Liejusimpukat (*Macoma balthica*) mitattiin 1 mm:n tarkkuudella ja biomassa määritettiin koon perusteella. Taustatietona käytettiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa vuosien 1990–1995 aineistosta tehtyä kokoluokkien painokerroin-selvitystä. Tulokset siirrettiin käsittelyä ja säilytystä varten Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen omaan Access-pohjaiseen tietokantasovellukseen.

Taulukko 6.1 Helsingin ja Espoon pohjaeläinhavaintopaikat tunnistenumerojärjestyksessä; niiden syvyys, pohjan laatu ja havaintopaikan sijainti vuonna 2012.

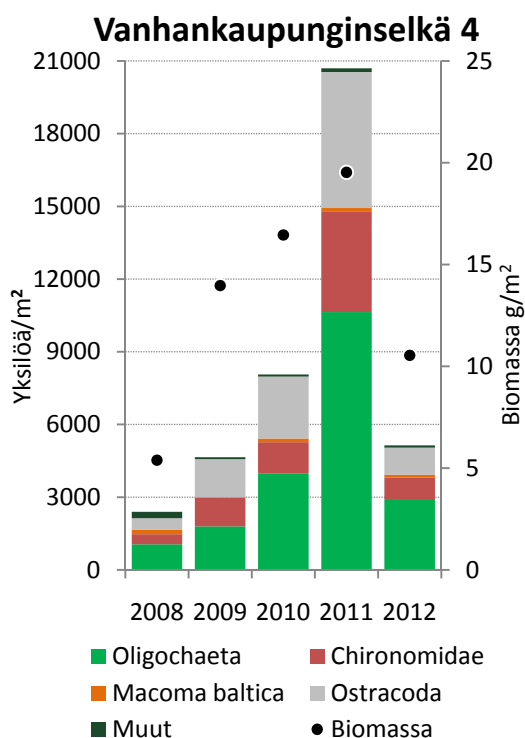
Havaintopaikan nimi	Numero	Syvyys	Pohjan laatu	Sijainti	
Vanhankaupunginselkä	4	2,5 m	lieju	60° 11.752'	24° 59.625'
Kytön väylä*	57	28 m	savi	60° 5.038'	24° 47.338'
Espoonlahti	118	14 m	lieju+sulfidilieju	60° 9.767'	24° 35.549'
Stora Mickelskären	123	27 m	lieju+savi	60° 1.700'	24° 36.473'
Katajaluoto	125P	27 m	savi	60° 6.340'	24° 53.850'
Katajaluoto	1259	30 m	savi	60° 5.300'	24° 53.850'
Knaperskär	147P	25 m	savi	60° 4.940'	24° 43.870'
Pentarn	166	47 m	sulfidilieju	60° 6.586'	25° 16.733'
Musta Hevonen	181	15 m	sulfidilieju	60° 11.098'	25° 15.156'
Björkfjärden	189	6 m	lieju	60° 7.424'	24° 39.359'
Itäinen ulkosaaristo	1142	27 m	savi+hiekka	60° 7.500'	25° 5.790'
Ryssjeholmsfjärden	1171	3,5 m	lieju	60° 8.424'	24° 42.916'

* Kytön väylältä ei ole näytettä vuonna 2012

6.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

6.3.1 Lahtialueet

Helsingin suurista lahtialueista ainoastaan **Vanhankaupunginselkä (4)** sisältyy nykyiseen jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailuohjelmaan. 1980- ja 1990-luvuilla Vanhankaupunginselän lajisto koostui lähes yksinomaan surviaissääsken toukista (Chironomidae). 2000-luvulla harvasukasmadot (Oligochaeta) ovat vahvistaneet asemaansa surviaissääsken toukkien rinnalla (Räsänen 2012). Vuonna 2011 pohjaeläinten yksilömäärä oli selvästi suurempi kuin edellisinä 2000-luvun vuosina (Räsänen 2012); vuonna 2012 yksilömäärä oli palautunut aiempien vuosien tasolle (kuva 6.1). Lajisto koostui edelleen valtaosin harvasukasmadoista ja surviaissääsken toukista (kuva 6.1, liite 3), jotka ovat likaantumista/organista kuormitusta ilmentäviä pohjaeläimiä (Leppäkoski 1975, taulukko 6.2). Myös runsaslukuiset mutta hyvin pienikokoiset raakkuäyriäiset (Ostracoda) olivat yksilömäärältään merkittävä ryhmä. Havaintopaikalla esiintyi vähäisiä määriä likaantumista karttavia lajeja (liite 3).



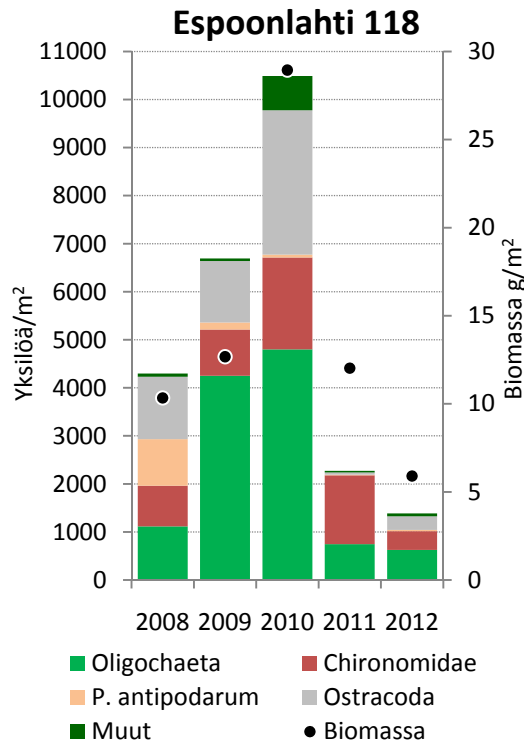
Kuva 6.1 Vanhankaupunginselän pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

Taulukko 6.2 Likaantumista sietävät tai siitä hyötyvät pohjaeläimet ja likaaantumista karttavat pohjaeläimet (Leppäkoski 1975). Nimistö päivitetty Kontulaa ym. (2012) seuratien.

Likaantumista/orgaanista kuormitusta ilmentävät:	Likantumista/orgaanista kuormitusta karttavat:
Oligochaeta (harvasukasmatot)	<i>Halicryptus spinulosus</i> , makkaramato
<i>Hediste diversicolor</i> , merisukasjalkainen	<i>Bylgides sarsi</i> , liejusukasjalkainen
<i>Boccardia redeki</i>	<i>Monoporeia affinis</i> , valkokatka
<i>Manayunkia aestuarina</i>	<i>Cyanophthalma obscura</i> , limamato
Chironomidae (surviaissääsket), erit. suku <i>Chironomus</i>	<i>Saduria entomon</i> , kilkki
<i>Macoma balthica</i> , liejusimpukka	<i>Gammarus</i> spp., katkat
<i>Hydrobia</i> spp., sukkulakotilo	<i>Corophium volutator</i> , liejukatka
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> , vaeltajakotilo	<i>Cerastoderma glaucum</i> , idänsydänsimpukka

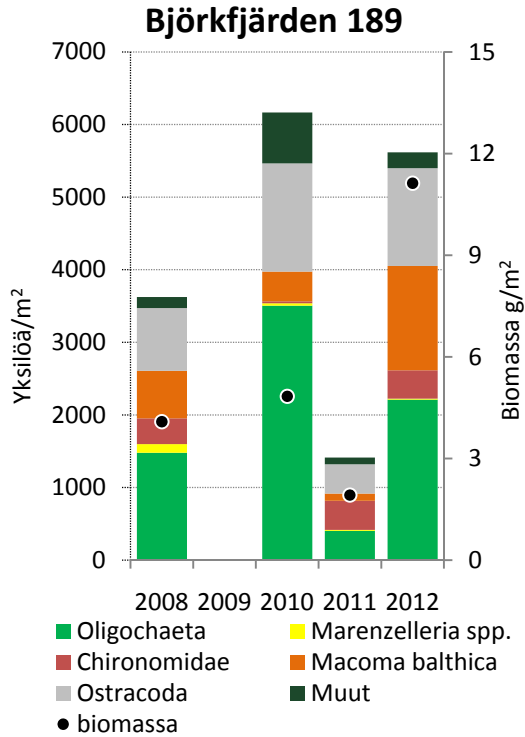
Espoonlahden perukan havaintopaikka (**118**) sijaitsee syvänteessä. Espoonlahden erillisten syvänteiden alueella vesimassa kerrostuu kesän aikana voimakkaasti ja tästä johtuen alueella tavataan matalia hapen kyllästysarvoja (Laine ym. 2003). Happiolosuhteiden muutokset aiheuttavat pohjaeläinten määrissä suurta vuosittaista vaihtelua. Suurta vaihtelua on havaittavissa myös 2010-luvun taitteen pohjaeläinmäärissä (kuva 6.2). Syksyllä 2009 ja 2010 happiolosuhteet olivat hyvät ja pohjaeläimiä oli runsaasti (Räsänen 2012). Vuosina 2011–2012 pohjaeläinten määrä taas väheni ja vuonna 2012 lajistossa ei havaittu ainoatakaan likaaantumista/orgaanista kuormitusta karttavaa lajia (liite 3). Pääosin lajisto koostui huonojakin olosuhteita sietävistä harvasukasmatadoista (Oligochaeta) ja surviais-

sääsken toukista (Chironomidae) (kuva 6.2, liite 3). Myös runsaslukuiset mutta hyvin pienikokoiset raakkuäyriäiset (Ostracoda) olivat yksilömäärältään merkittävä ryhmä.



Kuva 6.2 Espoonlahden pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

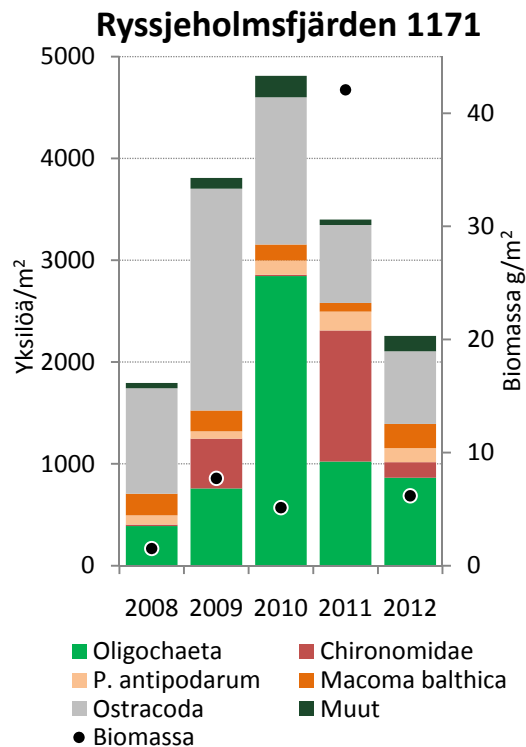
Toinen Espoonlahdella sijaitseva havaintopaikka **Björkfjärden (189)** sijaitsee Björkön kaakkoispuolella. Yksilölukumäärät noudattavat yleensä pohjoisemman Espoonlahden havaintopaikan (118) kanssa samaa suuntausta, vaikka Björkfjärdenin yksilömäärät ja biomassat ovat pienempiä (Räsänen 2012, kuvat 6.2 ja 6.3). Vuonna 2012 pohjaeläimistö oli Björkfjärdenillä kuitenkin Espoonlahden (118) havaintopaikkaa runsaampi, sekä yksilömäärältään että biomassaltaan. Lajisto koostui valtaosin liejusimpukasta (*Macoma balthica*), harvasukasmadoista (Oligochaeta) ja surviaissääsken toukista (Chironomidae) (kuva 6.3, liite 3), jotka ovat likaantumista/orgaanista kuormitusta ilmentäviä pohjaeläimiä, mutta havaintopaikalla esiintyi myös vähäisiä määriä likaantumista karttavia lajeja (liite 3). Runsaslukuiset mutta hyvin pienikokoiset raakkuäyriäiset (Ostracoda) olivat yksilömäärältään merkittävä ryhmä.



Kuva 6.3 Björkfjärdenin pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

6.3.2 Sisäsaaristo

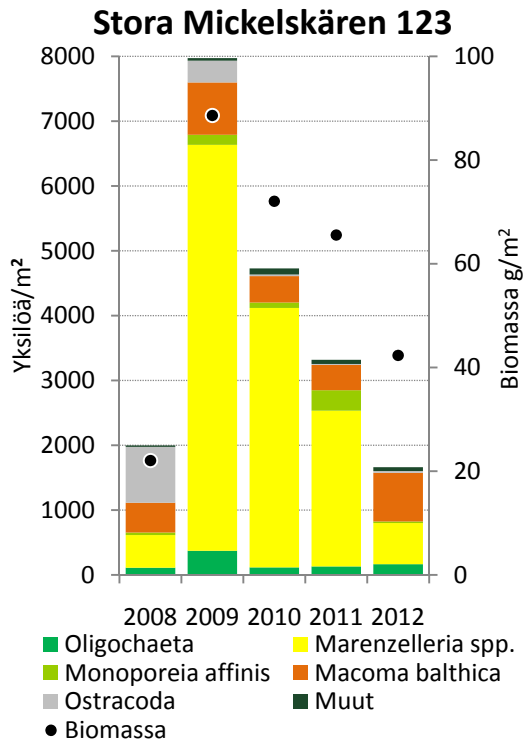
Ryssjeholmsfjärdenillä (1171) yksilömäärät ja biomassa lisääntyivät 2010-luvun vaihteessa (Räsänen 2012) mutta vuoden 2012 tulokset osoittavat että pohjaeläinten runsaus oli jälleen samalla tasolla kuin 2000-luvulla (kuva 6.4, Räsänen 2012). Pohjaeläimistö koostui pääasiassa likaantumista sietävästä eliöstöstä; harvasukasmadoista (*Oligochaeta*), liejusimpukasta (*Macoma balthica*), surviaissääsken toukista (*Chironomidae*) ja vaeltajakotilosta (*Potamopyrgus antipodarum*) (kuva 6.4, liite 3). Myös runsaslukuiset mutta hyvin pienikokoiset raakkuäyriäiset (*Ostracoda*) olivat yksilömäärältään merkittävä ryhmä.



Kuva 6.4 Ryssjeholmsfjärdenin pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

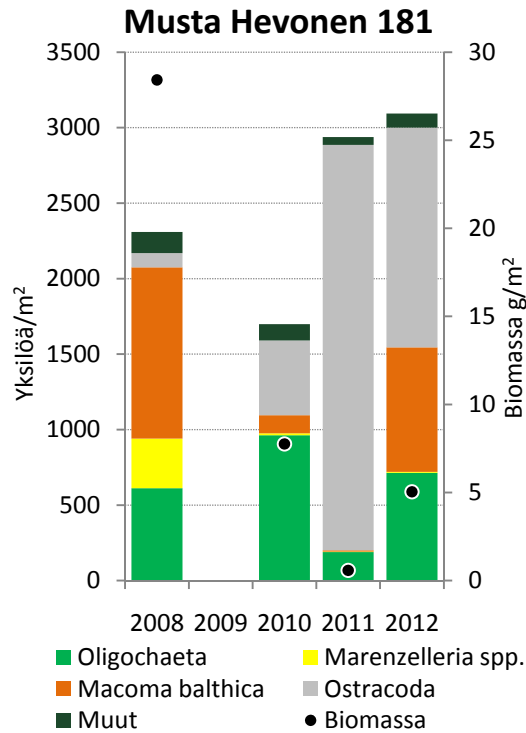
6.3.3 Väli- ja ulkosaaristo

Kirkkonummen edustalla sijaitsevalla **Stora Mickelskärenin (123)** havaintopai-
kalla esiintyi sekä kuormitusta sietäviä että puhtaampia oloja ilmentäviä pohja-
eläimiä (liite 3). Valtalajisto koostui kuormitusta ilmentävästä liejusimpukasta
(*Macoma balthica*) sekä amerikansukajalkaisista (*Marenzelleria* spp.); jälkim-
mäisen määrä ja siten pohjaeläimistön kokonaisbiomassa on kuitenkin vuoden
2009 jälkeen selvästi pienentynyt (kuva 6.5). Harvalukuinen mutta suurikokoinen
kilkki (*Saduria entomon*) muodosti tärkeän osan kokonaisbiomassasta (liite 3).



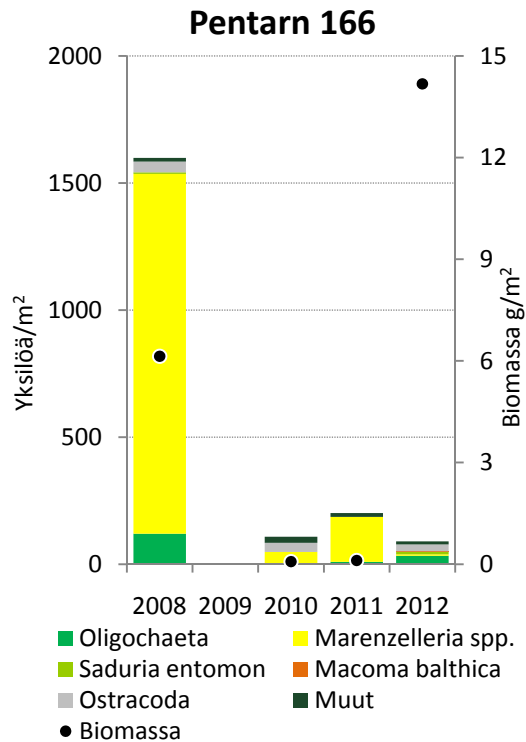
Kuva 6.5 Stora Mickelskärenin pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

Sipoon edustalla sijaitsevan **Mustan Hevosen (181)** havaintopaikan näytteessä oli edellisen vuoden tavoin (Räsänen 2012) nostettaessa havaittavissa hapenpuutteesta kielivää lievää sulfidiliejun hajua. Ainuttakaan likaantumista karttavaa pohjaeläintä ei löytynyt. Valtalajeina esiintyivät likaantumista sietävät tai siitä hyötyvät liejusimpukka (*Macoma balthica*) ja harvasukasmadot (*Oligochaeta*), sekä runsaslukuiset mutta hyvin pienikokoiset raakkuäyriäiset (*Ostracoda*) (kuva 6.6, liite 3). Harvalukuiset mutta verrattain suurikokoiset surviaissääsken toukat (*Chironomidae*) muodostivat tärkeän osan kokonaisbiomassaa (liite 3).



Kuva 6.6 Mustan Hevosen pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

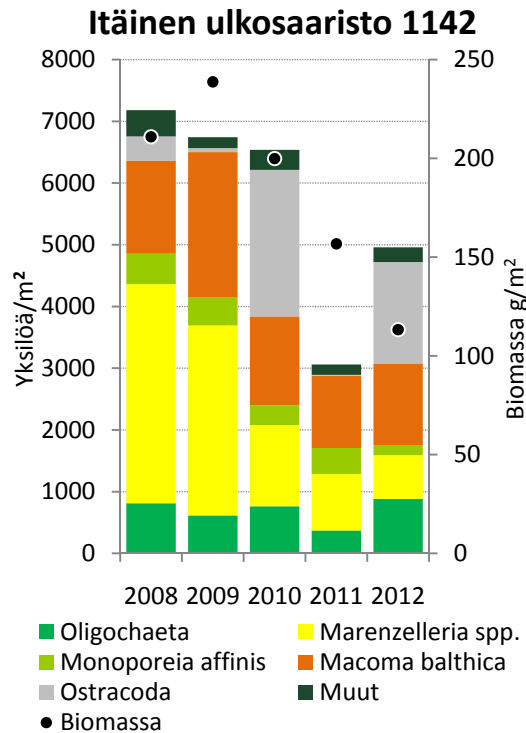
Toisenkin Sipoon edustalla sijaitsevan havaintopaikan, **Pentarnin (166)** pohja on viime vuosina kärsinyt hapettomuudesta (Räsänen 2011, 2012). Myös vuonna 2012 pohja koostui sulfidiliejusta ja pohjaeläinten määrä olikin hyvin alhainen (kuva 6.7, liite 3). Verrattain suuri kokonaisbiomassa koostui pääasiassa harvalukuisesta mutta suurikokoisesta kilkistä (*Saduria entomon*) (kuva 6.7, liite 3); yksilömääriltään runsaimpia oli harvasukasmadot (Oligochaeta) ja raakkuäyriäiset (Ostracoda). Alueella esiintyi sekä kuormitusta sietäviä että puhtaampia oloja ilmentäviä eläimiä (liite 3).



Kuva 6.7 Pentarnin pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

Itäisen ulkosaariston havaintopaikka (**1142**) toimii vertailualueena Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamojen purkuputkien purkualueille. Suomenlahden päävirtausten kulkiessa pääasiallisesti idästä länteen ei puhdistettujen jätevesien oleteta juurikaan kulkeutuvan itäiseen ulkosaaristoon. Paikalle vuonna 1993 asetuneet amerikansukasjalkaiset (*Marenzelleria* spp.) runsastuivat selvästi 2000-luvun loppupuolella ja suurimmat määrät tavattiin vuonna 2008 (Räsänen 2012).

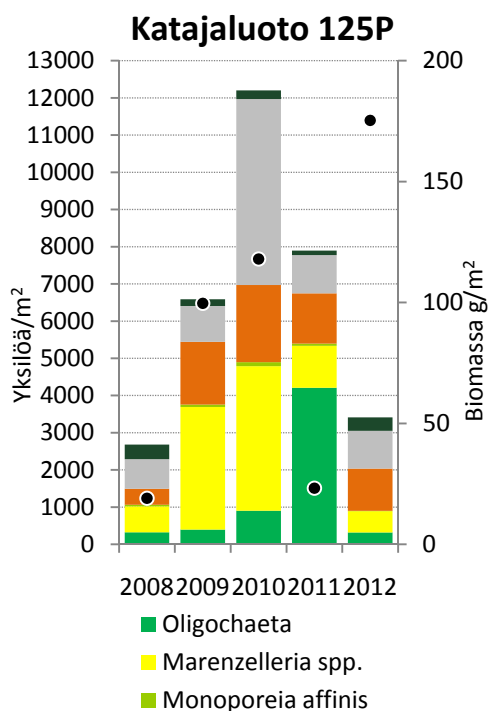
Sittemmin amerikansukasjalkaisten (ja siten koko pohjaeläimistön) runsaus on pienentynyt, mutta amerikansukasjalkaiset olivat yksilömäärän perusteella yhä valtalaji raakkuäyriäisten (Ostracoda), liejusimpukan (*Macoma balthica*) ja harvasukasmattojen (Oligochaeta) ohella (kuva 6.8). Harvalukuinen mutta suurikokoinen kilkki (*Saduria entomon*) päihitti kuitenkin biomassaltaan sekä amerikansukasjalkaiset että harvasukasmatot (liite 3). Alueella esiintyi sekä kuormitusta sietäviä että puhtaampia oloja ilmentäviä eläimiä (liite 3).



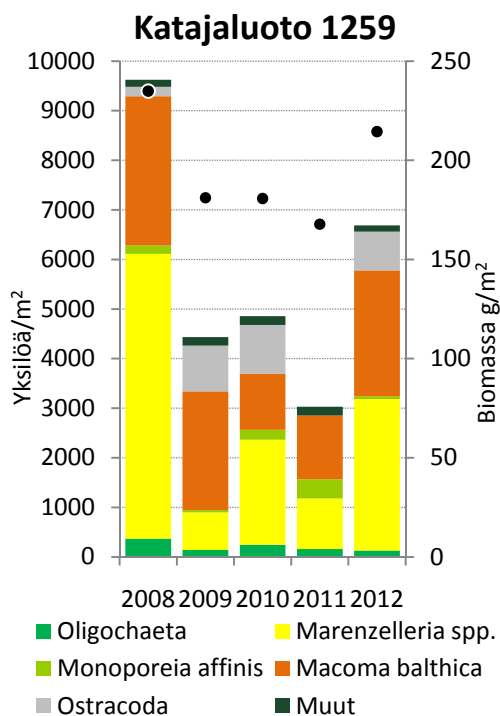
Kuva 6.8 Itäisen ulkosaariston pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

Helsingin jätevesien purkupaikan havaintopaikoilla **Katajaluodolla (125P ja 1259)** pohjaeläimistön runsaus sekä kokonaisyksilömäärän että -biomassan perusteella (kuvat 6.9 ja 6.10, liite 3) on samaa kokoluokkaa kuin vertailupaikalla itäisessä ulkosaaristossa (1142; kuva 6.8, liite 3). Katajaluodon alueella vuonna 1993 ensimmäistä kertaa tavattu amerikansukasjalkainen (*Marenzelleria* spp.) lisääntyi voimakkaasti vuosina 2008–2010 (Räsänen 2012), mutta on sittemmin taantunut. Se kuului kuitenkin edelleen valtalajistoon liejusimpukan (*Macoma balthica*) ja raakkuäyriäisten (Ostracoda) ohella (kuva 6.9, liite 3).

Vuonna 2011 havaintopaikalla 125P huomattavan runsaslukuisesti esiintyneet harvasukasmadot (Oligochaeta) olivat vuonna 2012 taantuneet aiemmalle tasolle (Räsänen 2012). Kuten vertailupaikalla 1142, harvalukuinen mutta suurikokoinen kilkki (*Saduria entomon*) muodosti tärkeän osan kokonaisbiomassasta havaintopaikalla 125P (liite 3). Katajaluodolla esiintyi sekä kuormitusta hyvin sietäviä että puhtaampia oloja ilmentäviä eläimiä (liite 3). Alueen huomattavaa vaihtelua kuvastaa asemien 125P ja 1259 suurehko erot vuosien välisessä yksilömäärien muutoksissa. Asemalta 1259 puuttui myös harvasukasmatojen lisääntyminen vuosina 2010 ja 2011.



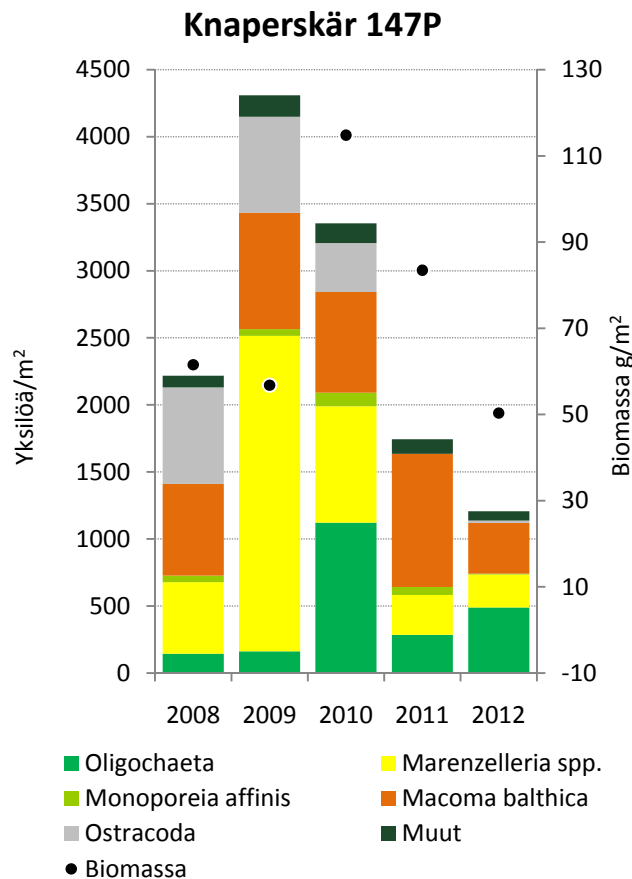
Kuva 6.9 Katajaluodon havaintopaikan 125P pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.10 Katajaluodon havaintopaikan 1259 pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

Espoon jätevesien purkupaikan havaintopaikalla **Knaperskärissä (147P)** pohjaeläimistön runsaus (kuva 6.11) on sekä kokonaisyksilömäärän että -biomassan perusteella viime vuosina ollut jossain määrin pienempi kuin vertailupaikalla itäisessä ulkosaaristossa (1142; kuva 6.8) ja Helsingin jätevesien purkupaikalla Katajaluodolla (125P ja 1259; kuvat 6.9 ja 6.10). Valtalajisto oli kuitenkin samankaltainen, koostuen pääasiassa liejusimpukasta (*Macoma balthica*), harvasukasmaidoista (*Oligochaeta*) ja amerikansukasjalkaisista (*Marenzelleria* spp.). Kuten muillakin väli- ja ulkosaariston havaintopaikoilla amerikansukasjalkaisten (*Marenzelleria* spp.) määrä lisääntyi voimakkaasti 2000-luvun lopulla Knapperskärissä; myös täällä ne ovat sittemmin taantuneet (kuva 6.11).

Kuten vertailupaikalla 1142 ja Katajaluodon havaintopaikalla 125P, harvalukuinen mutta suurikokoinen kilkki (*Saduria entomon*) muodosti tärkeän osan kokonaisbiomassasta Knapperskärissä; sen sijaan raakkuäyriäisiä (Ostracoda) täällä esiintyi harvakseltaan (kuva 6.11, liite 3). Myös Knapperskärissä esiintyi sekä kuormitusta hyvin sietäviä että puhtaampia oloja ilmentäviä eläimiä (liite 3).



Kuva 6.11 Knapperskärin pohjaeläinlajisto vuosina 2008–2012. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa, sekä kokonaisbiomassa (raakkuäyriäisiä (Ostracoda) lukuun ottamatta, g/m²) mustina pisteinä, asteikko oikeassa reunassa.

6.4 Päähuomioita pohjaeläintuloksista jätevesien velvoitetarkkailun näkökulmasta

Puhdistettujen jätevesien vaikutus ei nykytilanteessa, kun jätevedet johdetaan välisaaristoon, kohdistu suoranaisesti Helsingin ja Espoon lahtialueiden ja sisäsaariston tilaan, eikä siten myöskään pohjaeläimistöön. Vuosikymmenien takainen voimakas kuormitus voi kuitenkin heijastua tietyillä suljetuilla alueilla niiden sisäiseen kuormitukseen ja sitä kautta happiongelmiin sekä pohjaeläinten määrin ja lajistorakenteeseen.

Helsingin ja Espoon merialueen pohjaeläimistön vuosien välinen luonnollinen vaihtelu on suurta. Selkeitä jäteveden johtamisesta johtuvia eroja purkuputkien läheisten havaintopaikkojen ja vertailupaikkojen välillä ei yksittäisten vuosien perusteella voida erottaa; tämän kaltainen tutkimus edellyttää pitkiä aikasarjoja. Viimeksi pitkiä aikasarjoja tarkasteltiin vuoden 2011 velvoitetarkkailun raportissa (Räsänen 2012).

Pohjan tilan voidaan katsoa olevan parempi, mitä monimuotoisempi lajisto on, eli mitä enemmän taksoneita paikalla esiintyy. Pohjaeläinlajien/taksonien lukumäärä on lisääntynyt 1980-luvulta lähtien sekä Helsingin jätevesien purkualueella Katajaluodolla (125P) että vertailualueella itäisessä ulkosaaristossa (1142) (Räsänen 2012). Vertailualueella lajien/taksonien määrä on kuitenkin lisääntynyt voimakkaammin kuin Helsingin jätevesien purkualueella. Eron kasvamisen voidaan olettaa johtuvan mm. pohjan laadusta ja virtauksista, mutta myöskään jätevesien vaikutusta purkualueen taksonimäärän lisääntymistä hidastavana tekijänä ei voida kokonaan sulkea pois (Räsänen 2012).

Leppäkoski (1975) teki Saaristomerellä suoritettuihin tutkimuksiin pohjautuvan ryhmittelyn orgaanista likaantumista ilmentävistä sekä sitä karttavista pohjaeläinlajeista/taksonista (taulukko 6.2). Tämän ryhmittelyn pohjalta Räsänen (2012) tarkasteli jätevesien purkualueiden (Katajaluoto 125P, 1259 ja Knaperskär 147) sekä vertailualueen (Itäinen ulkosaaristo 1142) ilmentäjätaksonien määriä vuosina 2000–2011. Likaantumista ilmentäviä taksonia esiintyi suhteellisesti enemmän jätevesien purkualueilla kuin vertailualueella (Räsänen 2012).

Vuonna 2012 tutkituilla havaintopaikoilla esiintyi Leppäkosken (1975) luokituksen mukaan sekä kuormitusta sietäviä että puhtaampia oloja ilmentäviä pohjaeläimiä, lukuun ottamatta Espoonlahden (118) ja Mustan Hevosen (181) havaintopaikkoja, joilla ei havaittu lainkaan kuormitusta huonosti sietäviä pohjaeläimiä. Verrattuna puhtaita oloja ilmentäviin, kuormitusta ilmentävät pohjaeläimet olivat vallitsevia kaikilla havaintopaikoilla; kahdeksassa havaintopaikassa yhdestätoista sekä yksilömäärän että biomassan perusteella, lopuissa kolmessa havaintopaikassa joko yksilömäärän tai biomassan perusteella. Edellä mainittujen Espoonlahden ja Mustan Hevosen havaintopaikkojen lisäksi Pentarnilla (166) pohjalla oli havaittavissa sulfidiliejuja ja/tai sulfidiliejun hajua, mikä ilmentää pohjan huonoa happitilannetta ja kuormitusta.

Jätevesiputkien purkualueiden ja ulkosaariston vertailualueen pohjaeläinyhteisöt olivat vuonna 2012 sekä lajiston että yhteisöjen runsauksien perusteella pääpiirteissään samankaltaiset, mutta pitkät aikasarjat osoittavat, ettei jätevesien vaikutusta purkualueen pohjaeläinyhteisöihin voida sulkea pois. Pitkät aikasarjat osoittavat myös, että puhdistettujen jätevesien johtaminen Katajaluodolle ja Knaperskärille näyttäisi paikallisesti vaikuttavan myös pohjaeläinten lajistokoostumukseen suosimalla likaantumista paremmin sietäviä lajeja.

Lähteet

- Kontula, T., Haldin, J. Arrendal, J., Birzaks, J., Boedeker, D., Brzeska, P., Bučas, M., Böttcher, U. Chernova, N., von Dorrien, C., Fedorov, V., Florin, A.-B., Fricke, R., Fürhaupter, K., Galatius, A., Gerb, M., Glazkova, E., Gruszka, P., Hario, M., Herkül, K., Herrmann, C., Härkönen, T., Johansson, G., Jüssi, I., Karlsson, A., Karlsson, O., Kautsky, H., Kieckbusch, J., Kostamo, K., Kovalchuk, N., Laine, A., Lozys, L., Martin, G., Maximov, A., Mikkola-Roos, M., Moritz, T., Møller, P.R., Nummi, P., Oesterwind, D., Pusch, C., Skóra, K., Sternik, L., Stipniece, A., Svedäng, H., Svensson, M., Tjernberg, M., Thorup, O., Torn, K., Tylik, K., Urho, L., Vitale, F., Volodina, A. ja Zettler, M.L. 2012: Checklist of Baltic Sea macro-species. – HELCOM Baltic Sea Environment Proceedings 130. 203 ss.
- 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 ss.
- 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.
- Räsänen, M. 2011: Pohjaeläimet. – Teoksessa: Räsänen, M., Karvinen, V., Muurinen, J., Sopanen, S., Pääkkönen, J.-P., Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2010. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2011: 57–65.
- Räsänen, M. 2012: Pohjaeläimet. – Teoksessa: Muurinen, J., Pääkkönen, J.-P., Räsänen, M., Vahtera, E., Turja, R., ja Lehtonen K., Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2010. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2012: 85–117.

7 Eläinplankton

7.1 Johdanto

Eläinplanktonlajiston ja -biomassan seuranta on osa Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusten seurantaa. Nykyisenkaltaisen, kalataloudellisiin perusselvityksiin liittynyt 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). Tämän raportin tarkoituksena on tarkastella vuoden 2012 eläinplanktonituloksia ja vertailla niitä edellisiin vuosiin.

7.2 Aineisto ja menetelmät

Vuonna 2012 Helsingin merialueelta otettiin eläinplanktonnäytteitä yhteensä neljältä havaintopaikalta lahtialueilta ja väli- ja ulkosaaristosta (taulukko 6.1, kuva 2.1). Länsi-Tontun havaintopaikkaa lukuun ottamatta muut havaintopaikat ovat aiemmin olleet eläinplanktonseurannan piirissä. Katajaluodon havaintopaikalla eläinplanktonia seurataan muista havaintopaikoista poiketen vuosittain, joten raportoimattomia tuloksia on vuosilta 2010-2012.

Näytteenottomenetelmä uudistettiin vuonna 2009. Näin ollen havainnot eivät kaikilta osin ole vertailukelpoisia aikaisempiin vuosiin. Lahtialueiden havaintopaikoilla näytteet otettiin eläinplanktonhaavilla (50 µm) koko vesipatsaasta pohjasta pintaan ulottuvana nostona (taulukko 6.1). Kultakin havaintopaikalta otettiin kolme rinnakkaista näytettä, jotka yhdistettiin ennen laskentaa riittävän näytetilavuuden saavuttamiseksi. Väli- ja ulkosaariston havaintopaikkojen näytteenottomenetelmä uudistettiin vastaamaan HELCOM:in (1988) suosituksia. Näytteet otettiin WP-2-sulkuhaavilla (100 µm) 1 m pohjan yläpuolelta pintaan ulottuvana haavive-tona. Haavin läpi virtaavan veden määrä estimoitiin haavin suuaukkoon kiinnitetyllä Tsurumi-Seik- virtausmittarilla. Näytteet säilöttiin 37 % neutraloidulla formaliinilla (lopullinen konsentraatio 4 %).

Taulukko 7.1. Eläinplanktonseurannan havaintopaikat, niiden tunnistenumero, kokonaissyvyys (m) ja sijaintikoordinaatit, sekä näytteiden kokonaistilavuus (haavin läpi menneen veden määrä) vuonna 2012.

Havaintopaikka	Nro	Syvyys	Koordinaatit (WGS-84)		Tilavuus (m ³)
			Lat	Lon	
Lahtialueet					
Vanhankaupunginselkä	4	2.5	60° 11.752'	24° 59.625'	0,04
Laajalahti	87	3.5	60° 11.726'	24° 50.906'	0,06
Välisaaristo					
Katajaluoto*	125	28	60° 5.791'	24° 53.428'	6,038 (±1,381)
Ulkosaaristo					
Länsi-Tonttu*	114	47	60° 4.996'	25° 7.389'	11,33 (±4,053)

*Katajaluodon ja Länsi-Tontun näytteiden kokonaistilavuudet ilmoitettu nostojen keskiarvona (±keskihajonta)

Eläinplanktonnäytteiden lajimäärityksestä ja laskennasta vastasi Tmi Zwerver. Näytteen jakaminen erikokoisiin osanäytteisiin suoritettiin 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 laskentakyvetiin pipetillä. Osanäytteitä tutkittiin yleensä näytettä kohden useampia. Pipe-
toidun 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 määritettiin 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 mikrop plankton (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). Määritykset pyrittiin viemään lajitasolle.

Vuosien välisten erojen tarkastelussa keskityttiin kesäajan tuloksiin (kesäsyyskuu), jotta karkein vuosivaihtelu jäisi pois ja tulokset olisivat vertailukelpoisia aikaisempiin julkaisuihin. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen tietokantaan tallennetut tulokset esitetään yksilömäärinä ja biomassoina.

7.3 Tulokset ja niiden tarkastelua

Lahtialueilla sijaitsevat havaintopaikat, Laajalahti ja Vanhankaupunginselkä, ovat reheviä suhteessa ulompana sijaitseviin havaintopaikkoihin. Välisaaristossa näytteenotto on keskitetty Katajaluodolle, joka toimii pääasiallisena seurantapaikkana HSY:n (ent. Helsingin vesi) puhdistettujen jätevesien vaikutukselle ja ulkosaaristossa Länsi-Tontulle, jonka tulokset kuvaavat puhdistettujen jätevesien vaikutusten ulkopuolelle jäävää rannikonläheistä merialuetta. Eläinplankton tutkimus antaa viitteitä kaloille sopivan ravinnon määrästä sekä alueiden ekologisesta tilasta.

7.3.1 Lajisto

Määritysyksikköjen eli taksonien (lahko-lajitaso) kokonaislukumäärä vuonna 2012 (taulukko 6.2) on Vanhankaupunginselän ja Laajalahden näytepisteillä pysynyt jotakuinkin samana verrattuna 90-luvulla tehtyihin havaintoihin (Pellikka ja Viljamaa 1998).

Väli- ja ulkosaaristossa mikroeläinplanktoniin lukeutuvien alkueläinten (Protozoa) ja rataseläinten (Rotatoria) lajimäärissä havaittiin edelleen hienoinen lasku verrattuna 1990-lukuun. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että vuonna 2009 käyttöön otetun WP-2-sulkuhaavin silmäkoko (100 µm) on suurempi kuin aikaisemmin. Vuoteen 2008 saakka kaikki eläinplanktonnäytteet otettiin 13 litran vetoisella Limnos-putkinoutimella ja näytevesi konsentroidiin planktonhaaville (50 µm). Nykyinen menetelmä, jossa näytteet otetaan haavivetoina, pyydystää paremmin mesoeläinplankton-kokoluokan (0,2–20 mm) eläimiä, erityisesti nopeasti uivia

hankajalkaisia, mutta osa pienikokoisista eläimistä huuhtoutuu isomman silmään vuoksi haavin läpi. Näin ollen tulokset ovat mikroeläinplanktonin osalta suuntaa antavia. Väli- ja ulkosaariston näytepisteillä myös vesikirppujen (*Cladocera*) lajimäärä oli alhaisempi kuin aikaisempina vuosina, mikä johtunee siitä että näytepisteiltä ei saatu näytteitä heinä–elokuussa.

Taulukko 7.2. Eläinplanktonin määritysyksikköjen lukumäärä ryhmittäin Vanhankaupunginselällä (4), Laajalahdella (87), Länsi-Tontulla (114) ja Katajaluodolla (125) vuonna 2012.

	Protozoa alkueläimet	Rotatoria rataseläimet	Cladocera vesikirput	Copepoda** hankajalkaiset	Yhteensä
4	4	14	6	5	29
87	3	6	7	6	22
114	2	2	4	8	16
125	3	2	3	9	17

** Sisältää lahkot Calanoida, Cyclopoida ja Harpacticoida

Väli- ja ulkosaariston havaintopaikkojen lajisto oli samankaltaista. Länsi-Tontun (114) ja Katajaluodon (125) näytepisteillä *Vorticella*-suvun ripsieläimet olivat alkueläinlajistossa hallitseva ryhmä. Toiseksi runsaimpina esiintyi *Tintinnopsis* -suvun kuorelliset ripsieläimet, jotka vuoden 2009 alkueläinlajistossa olivat hallitseva ryhmä (Sopanen 2010).

Väli- ja ulkosaaristossa rataseläimistä runsaimpina esiintyivät *Keratella*- ja *Synchaeta*-sukujen eläimet. Vesikirppujen lajimäärä oli alhainen johtuen kesäajan näytteiden puuttumisesta. Vesikirppuyhteisöä hallitsivat *Bosmina longispina* - vesikirput, sekä petomaiset *Evadne nordmanni* - ja *Pleopsis polyphemoides* - vesikirput. *P. polyphemoides* -lajin on havaittu menestyvän likaantuneilla vesialueilla, kun taas *E. nordmanni* suosii viileämpää ja puhtaampaa vettä (Rivier 1998).

Hankajalkaisyhteisö on lahtialueisiin verrattuna monipuolisempi. Valtalajeina yhteisössä olivat *Acartia*-suvun lajit ja *Eurytemora affinis*, jotka esiintyvät yleisinä Suomenlahdella. Muiden, harvalukuisten lajien, esiintymistä rajoittaa pääasiassa suolapitoisuus. Väli- ja ulkosaariston näytepisteillä havaittiin vuonna 2012 korkeampaa suolapitoisuutta suosivia *Pseudocalanus acuspes* ja *Temora longicornis* -hankajalkaisia. Marraskuun 2012 näytteissä *T. longicornis* oli toiseksi yleisin laji, heti *Acartia*-suvun lajien jälkeen. Näiden lajien esiintyminen väli- ja ulkosaariston näytteissä viittaa siihen, että alueelle on saapunut suolaisempaa merivettä varsinaiselta Itämereltä. Pintaveden suolaisuus olikin monella havaintoasemalla pitkän ajan keskiarvoa suurempaa vuonna 2012 (katso kappale 4).

Lahtialueiden havaintopaikkojen, Vanhankaupunginselän ja Laajalahden, lajistoa luonnehtii rehevyyttä suosivien makean veden lajien runsas esiintyminen. Väli- ja ulkosaariston tapaan *Tintinnopsis*- ja *Vorticella* -sukuihin kuuluvat lajit ovat hallitsevina alkueläinyhteisössä. Rataseläinten valtalajeina molemmilla havaintopaikoilla esiintyivät *Keratella*- ja *Synchaeta*-sukujen lajit sekä makeille vesille tyypilliset *Brachionus*-suvun edustajat. Vesikirppuyhteisössä esiintyivät runsaimpina makeaa vettä suosivat *Daphnia cucullata* ja *Diaphanosoma brachyurum* sekä *Bosmina longispina*, sekä petomaiset *P. polyphemoides* - ja *Leptodora kindti* - vesikirput. Hankajalkaisyhteisö on väli- ja ulkosaaristoon verrattuna yksipuolisempi. Tärkeimmät lajit olivat väli- ja ulkosaariston tapaan *Acartia*-suvun edusta-

jat ja *Eurytemora affinis*. Lahtialueiden havaintopaikoilla ei havaittu suolaisempaa vettä suosivia hankajalkaisia.

Elokuun 2012 alussa Vanhankaupunginselän näytepaikalla (4) tavattiin erittäin runsaasti *Diaphanosoma brachyurum* -vesikirppua ($12 \cdot 10^3$ yks m^3). Tutkimuksissa on havaittu viitteitä siitä, että *D. brachyurum* -lajin runsastuminen ajoittuu vaiheeseen, jolloin kasviplanktonyhteisö on eläinplanktonille suurelta osin ravinnoksi kelpaamatonta. *D. brachyurum* kyennee hyödyntämään sinilevien hajoamistuotteita ja niiden ylläpitämiä heterotrofisia bakteereja, joka voi selittää lajin runsastumisen ajankohdan (Jarvis ym. 1987).

Itämeren eläinplanktonin vieraslajeista *Evadne anonyx* -petovesikirppua havaittiin jaksolla 2010–2012 ainoastaan yhdessä Katajaluodolta (125) 30.9.2012 otetussa näytteessä (49,6 yks m^3). Sen sijaan koukkuvesikirppua (*Cercopagis pengoi*) tavattiin vuosittain. Suurin koukkuvesikirpputiheys havaittiin Katajaluodon näytesteellä 28.8.2011, jolloin kuutiometrissä vettä oli 288,4 koukkuvesikirppua.

Muista lajeista merkittävä oli vuoden 2012 marraskuussa Länsi-Tontun näytesteellä (114) havaittu pohjanpyrstökkään (*Fritillaria borealis*) runsas esiintyminen. Itämeressä elää kolme pyrstökäslajia, joista vain pohjanpyrstökäs esiintyy Suomenlahdella ja on runsaimmillaan viileän veden aikaan. Pohjanpyrstökäs suosii alle 10 °C veden lämpötilaa ja vähintään 6–7 promillen suolapitoisuutta. Lajin runsastuminen voi olla seurausta Helsingin edustalle syksyllä 2012 saapuneesta suolaisemman veden pulssista, jonka mukana myös pohjapyrstökkäät ovat kulkuneet alueelle yhdessä suolaista vettä suosivien hankajalkaislajien kanssa.

7.3.2 Yksilömäärät ja biomassa

Eläinplanktonin kokonaismäärien ja biomassan vuosien välinen vaihtelu on suurta kaikilla havaintopaikoilla (taulukko 6.3, kuva 6.1) eikä 2000-luvulla voida havaita selviä suuntauksia yksilömäärien kehityksessä (kuva 6.1). Vuonna 2012 kokonaisyksilömäärä oli suurin Vanhankaupunginselällä ja pienin Länsi-Tontulla, kuten vuonna 2009, kuvastaen eroja lahtialueiden ja ulkosaariston rehevydessä (taulukko 6.3).

Runsaudestaan huolimatta mikroeläinplanktoniin kuuluvien alkueläinten osuus lahtialueiden havaintopaikkojen kokonaisbiomassassa on ollut vähäinen niiden pienestä koosta johtuen (taulukko 6.3, kuva 6.1, ryhmä muut). Samoin mero-planktonin (ryhmään lasketaan kuuluvaksi lajit, joilla jokin elinkierron vaihe on planktoninen) osuus suhteessa muihin ryhmiin on jäänyt vähäiseksi (kuva 6.1, ryhmä muut).

Rataseläinten suhteellinen osuus Vanhankaupunginselän eläinplanktonin vuoden 2012 keskimääräisessä biomassassa on kasvanut vuodesta 2009, mutta vuosien välinen vaihtelu on suurta. Vanhankaupunginselän eläinplanktonyhteisön koostumus muistuttaakin enemmän väli- ja ulkosaariston havaintopaikkoja, vaikka biomassat ovat rehevyydestä johtuen moninkertaisia (kuva 6.1).

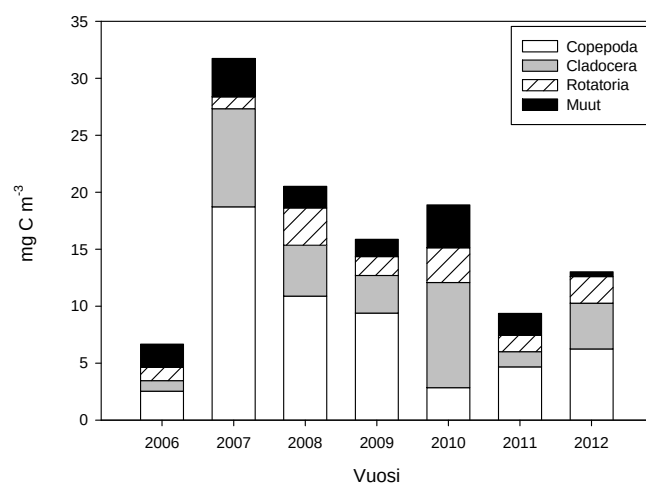
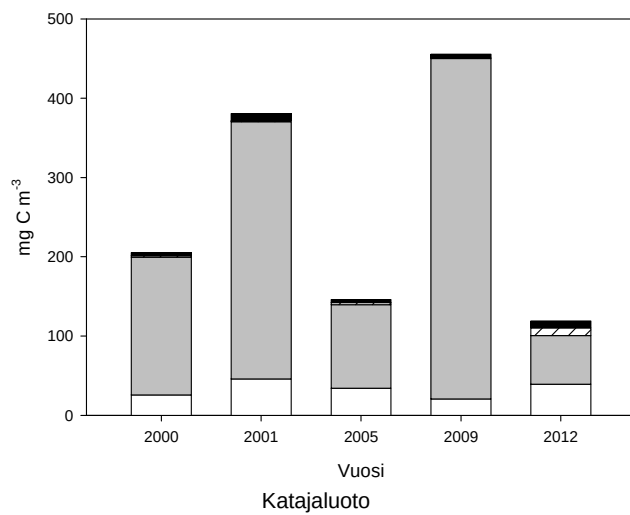
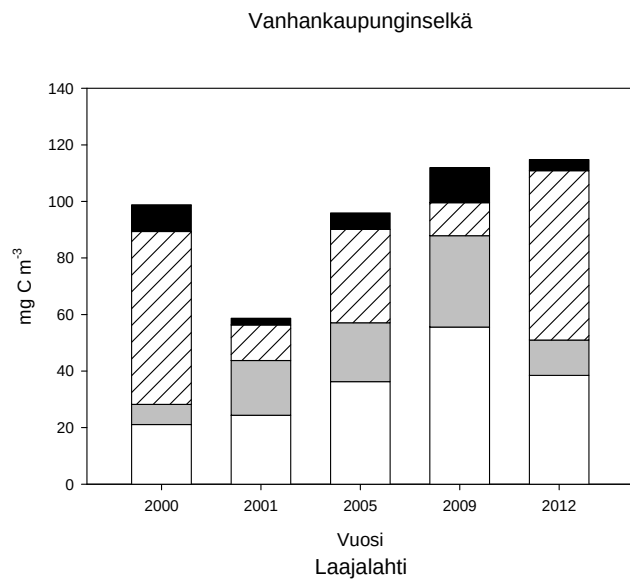
Taulukko 7.3. Eläinplanktonryhmien keskimääräinen yksilömäärä, kokonaismäärä sekä ryhmien prosentuaaliset osuudet Vanhankaupunginselällä (4), Laajalahdella (87), Katajaluodolla (125) ja Länsi-Tontulla (114) kesällä 2012.

	Vanhakaupunki		Laajalahti		Länsi-Tonttu		Katajaluoto	
	(10 ³ yks m ⁻³)	%	(10 ³ yks m ⁻³)	%	(10 ³ yks m ⁻³)	%	(10 ³ yks m ⁻³)	%
Copepoda	108,56	5,2	102,31	10,0	9,88	43,4	12,99	30,1
Cladocera	6,34	0,3	13,83	1,4	0,70	3,1	2,35	5,4
Rotatoria	1417,20	67,3	391,64	38,3	12,04	52,9	27,23	63,1
Protozoa	572,65	27,2	513,84	50,3	0,12	0,5	5,77	1,3
Yhteensä	2104,75		1021,62		22,75		43,14	

Laajalahden (4) tulokset vuodelta 2012 poikkeavat selvästi 2009 tuloksista, etenkin vesikirppujen ja rataseläinten yksilömäärien osalta. Vuonna 2009 vesikirppujen osuus Laajalahden eläinplanktonin yksilömäärästä oli 26 % (146 10³ yks m³) ja rataseläinten vain 4 % (21 10³ yks m³). Vuonna 2012 tilanne oli päinvastainen ja rataseläinten osuus yksilömäärästä oli huomattavasti suurempi kuin vesikirppujen. Biomassaa tarkasteltaessa vesikirppujen osuus Laajalahdella oli kuitenkin suurempi kuin rataseläinten.

Yleisesti ottaen Laajalahden eläinplanktonyhteisö on muuttunut vesikirppuvaltaiseksi verrattuna 1970- ja 1980-lukujen tilanteeseen, jolloin kokonaisbiomassat olivat pienempiä ja yhteisön suurimman ryhmän muodostivat hankajalkaiset (Pellikka ja Viljamaa 1998). Suodattamalla ravintonsa hankkivien eläinten kuten vesikirppujen ja rataseläinten osuuden on havaittu kasvavan suhteessa hankajalkaisiin alueen rehevyytason kasvaessa (Koski ym. 1992).

Väli- ja ulkosaariston havaintopaikoilla, Katajaluodolla ja Länsi-Tontulla, yksilömäärät olivat pieniä lahtialueisiin verrattuna (taulukko 6.2.). Suurimman osan biomassasta muodostivat hankajalkaiset (kuva 6.1), joiden merkitys kalojen ravintokohteena on suuri. Vesikirput olivat biomassaltaan toiseksi suurin ryhmä. Alkueläinten, meroplanktonin (ryhmä muut) ja rataseläinten osuus kokonaisbiomassassa jäi vähäiseksi. Eläinten todellisia määriä väli- ja ulkosaaristossa on kuitenkin vaikea arvioida näytteenottomenetelmän muutoksen takia.



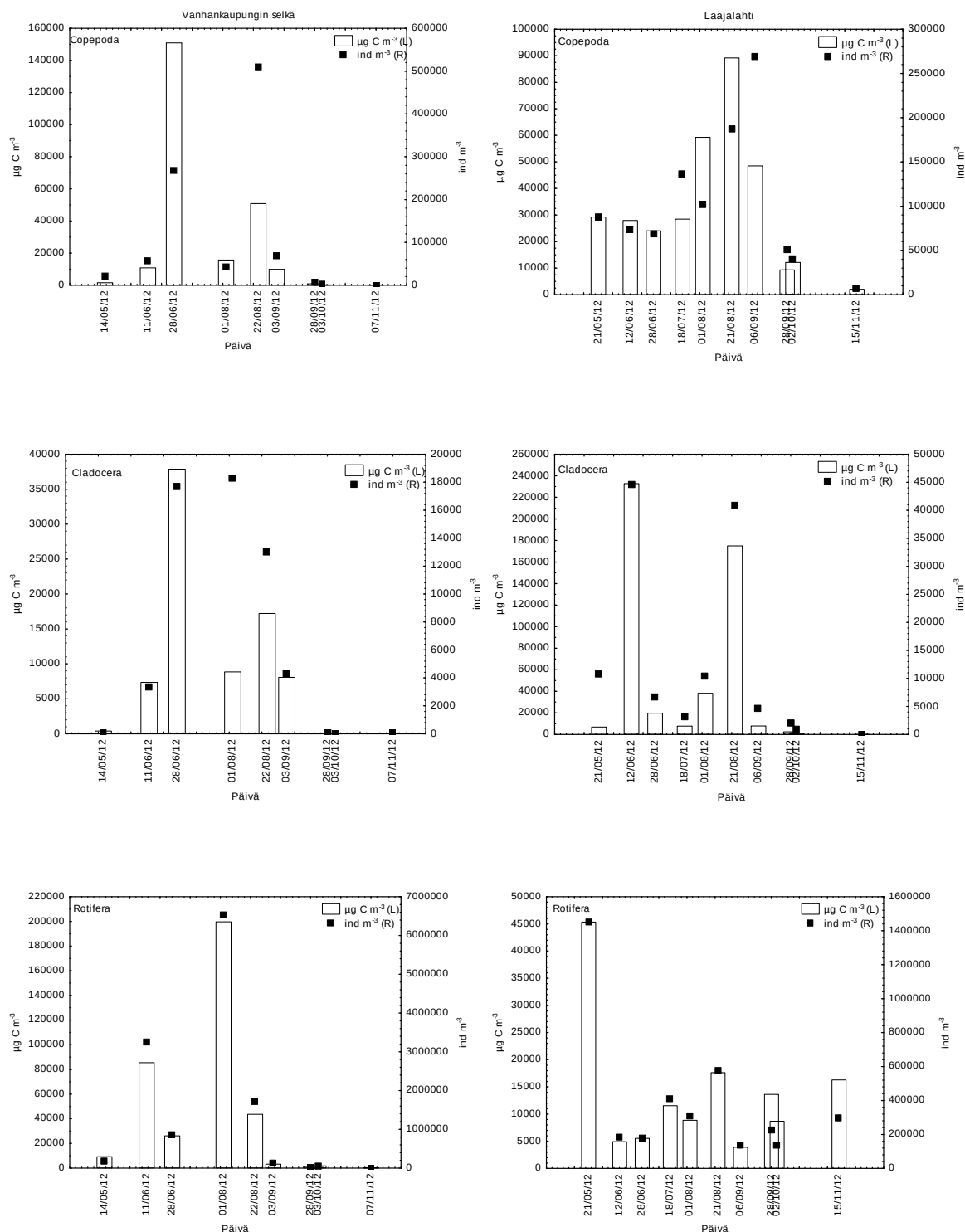
Kuva 7.1. Eläinplanktonin eri ryhmien keskimääräinen osuus kokonaisbiomassasta lahtialueiden (Vanhankaupunginselkä ja Laajalahti) ja välisaariston (Katajaluoto) havaintopaikoilla. Ryhmään muut on sisällytetty alkueläimet ja meroplankton. Huomaa y-akselien eri mittakaavat.

7.3.3 Vuodenaikaisvaihtelu

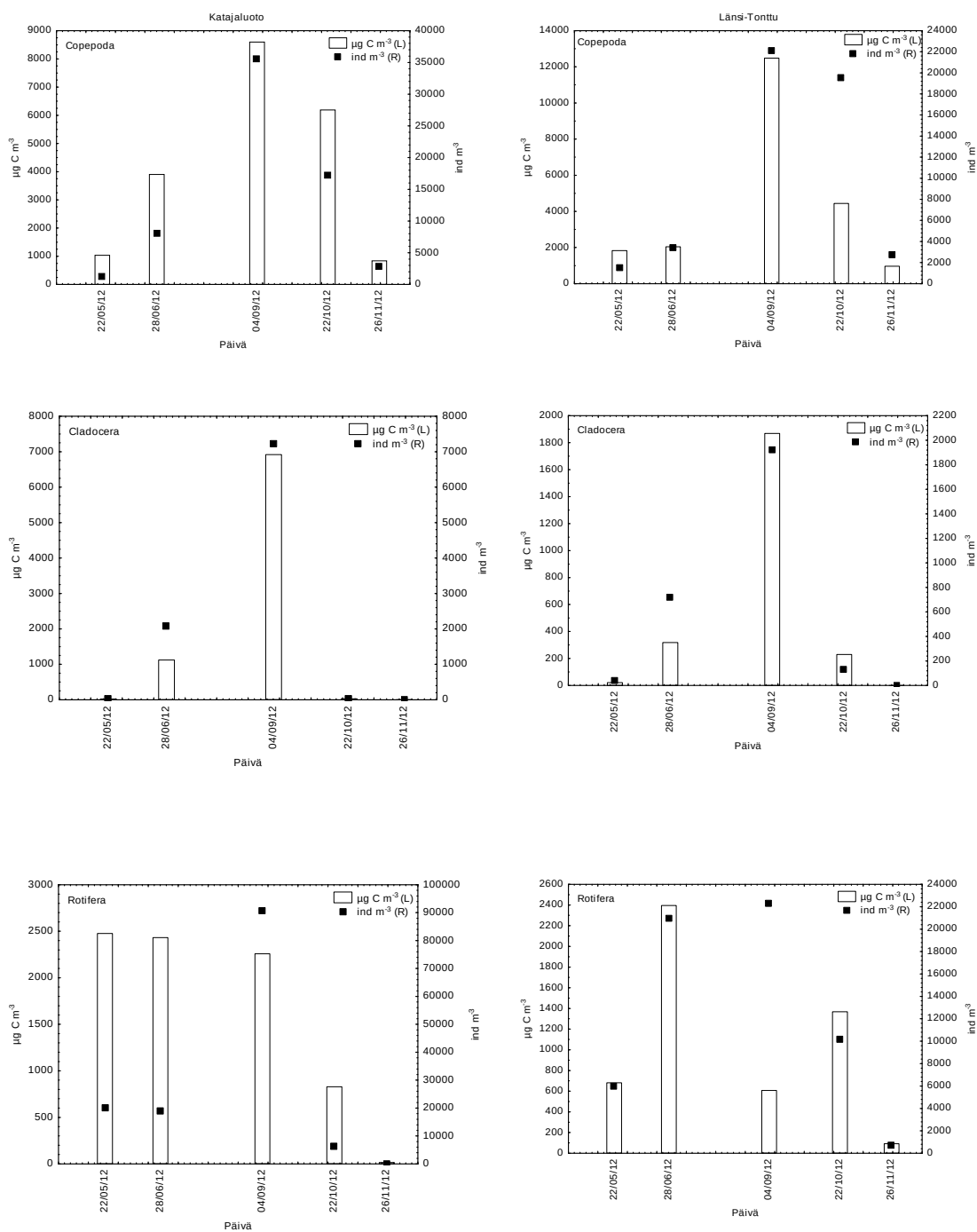
Eläinplanktonyhteisön vuodenaikaissukcessio oli samankaltainen kaikilla havaintopaikoilla. Rataseläinten biomassamaksimi (*Synchaeta*- ja *Keratella* -suvut) ajoittui Laajalahdella selvästi kevääseen, jolloin kevätukinta oli vielä meneillään (kuva 6.2). Vanhankaupunginselällä huippu (*Brachionus*- ja *Keratella* -suvut) saavutettiin hieman myöhemmin kesä–heinäkuussa (kuva 6.2). Myöhäisempään aikaan kohtaan saattaa vaikuttaa Vanhankaupunginselälle tyypillinen viive kasviplanktonmaksimissa, joka johtuu Vantaanjoen kuljettamien sulamisvesien vettä sammentavasta vaikutuksesta, mikä rajoittaa levien kasvua keväällä. Väli- ja ulkosaa-ristossa näytteenotto aloitettiin vasta toukokuun lopulla, joten rataseläinten biomassahuippu on saattanut olla alueella jo ohi (kuva 6.3). Rataseläinten määrät olivat keski- ja loppukesästä varsin pieniä.

Vesikirppujen biomassamaksimi ajoittui kesä–elokuulle, jolloin pintaveden lämpötila oli korkeimmillaan ja vesirunko kerrostunut (kuvat 6.2 ja 6.3). 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.

Hankajalkaisten määrät runsastuvat rataseläimiin ja vesikirppuihin verrattuna hitaammin niiden pidemmän elinkierron vuoksi (esim. Katajisto ym. 1998). Esiintymishuippu saavutetaan usein vasta kasviplanktonin kevätukinnan loputtua ja biomassat pysyvät suhteellisen korkeina läpi kesän (Viitasalo 1994). Lahtialueilla pääasiassa *Acartia*-suvusta sekä *Eurytemora affinis* -hankajalkaisista koostunut biomassahuippu saavutettiin kesä–elokuussa (kuva 6.2). Näistä ryhmistä *Acartia*-suku, jonka aikuisyksilöt voivat talvehtia vedessä, oli hieman aikaisempi verrattuna *Eurytemora affinis* -hankajalkaisiin. Väli- ja ulkosaa-riston havaintopaikoilla hankajalkaisten biomassamaksimi havaittiin syyskuussa. Merkittävää oli myös loppusyksystä havaittu suolaista merivettä suosivien hankajalkaislajien sekä pohjanpyrstökkään esiintyminen väli- ja ulkosaa-riston näytepisteillä.



Kuva 7.2. Eläinplanktonin vuodenaikaisvaihtelu lahtialueilla (Vanhankaupunginselkä ja Laajalahti) vuonna 2012. Vesikirppujen (Cladocera), hankajalkaisten (Copepoda) ja rataseläinten (Rotatoria) keskimääräinen biomassa ($\mu\text{g C m}^{-3}$) ja yksilömäärä (ind m^{-3}) Huomaa y-akselien eri mittakaava.



Kuva 7.3. Eläinplanktonin vuodenaikaisvaihtelu välisaaristossa (Katajaluoto) ja ulkosaaristossa (Länsi-Tonttu) vuonna 2012. Vesikirppujen (Cladocera), hankajalkaisien (Copepoda) ja rataseläinten (Rotatoria) keskimääräinen biomassa ($\mu\text{g C m}^{-3}$) ja yksilömäärä (ind m^{-3}). Huomaa y-akselien eri mittakaava.

Lähteet

- HELCOM 1998: Guidelines for the Baltic monitoring programme for the third stage. Part D. Biological determinants. *Balt Sea Environ Proc* 27 D. 161 s.
- Katajisto, T., Viitasalo, M. & Koski, M. 1998: Seasonal occurrence and hatching of calanoid eggs in sediments of the northern Baltic Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 163:133–143.
- Koski, M., Viitasalo, M. & Kuosa, H. 1992: Seasonal development of mesozooplankton biomass and production on the SW coast of Finland. *Ophelia* 50: 1–23.
- Jarvis, A.C., Hart, R.C. & Combrink, S. 1987: Zooplankton feeding on size fractionated *Microcystis* and *Chlorella* in a hypertrophic lake (Hartbeespoort Dam, South Africa): Implications to resource utilization and zooplankton succession. *J. Plankton Res* 9: 1231–1249.
- McCallum, I.D. 1979: A simple method of taking a subsample of zooplankton. *New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research* 13: 559–560.
- Pellikka, K. & Viljamaa, H. 1998: Eläinplankton Helsingin merialueella 1969–1996. – Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/98. 48 s.
- Rivier, I.K. 1998: The predatory cladocera (Onychopoda: Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae) and Leptodorida of the world. Backhuys Publishing, Leiden.
- Sopanen, S. 2010. Eläinplankton. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2009. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2010: 53–61.
- Viitasalo, M. 1994. Seasonal succession and long-term changes of the mesozooplankton of the northern Baltic Sea. *Meri, Finnish Institute of Marine Research* 263, 3–39

Liite 1. Fysikaalis-kemialliset analyysitulokset vuonna 2012. Menetelmät selostettu kappaleessa 4, Merialueen kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen laatu.

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenotto syvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
4	8.3.2012	0	2,5	0,2	< 0,02	0,4	21		7,2	95,0	13,8	46	1 700	8	2 000	25	13	61		410
4	8.3.2012	2	2,5	0,6	0,58	0,4	17		7,2	92,0	13,2	38	1 400	7	1 800	26	13	58		650
4	14.5.2012	0	2,5	12,2	0,23	0,3	41		7,5	96,0	10,3	7	920	5	1 500	29	9	79		160
4	14.5.2012	2	2,5	11,7	0,23	0,3	41		7,5	95,0	10,3	7	910	5	1 500	28	9	80		120
4	14.5.2012	0-2	2,5			0,3													14,6	
4	11.6.2012	0	2,5	16,5	0,95	0,6	14		7,9	114,0	11,1	< 4	1 100	7	2 000	8	4	70		<1
4	11.6.2012	2	2,5	16,3	1,04	0,6	18		7,8	95,0	9,2	11	1 100	6	2 000	14	4	71		4
4	11.6.2012	0-2	2,5			0,6													29,1	
4	3.7.2012	0	2,5	18,8	1,52	0,6	21		8,8	133,0	12,3	< 4	990	8	2 000	5	3	76		<1
4	3.7.2012	2	2,5	18,4	1,51	0,6	22		8,8	115,0	10,7	< 4	1 000	9	1 900	8	3	73		4
4	3.7.2012	0-2	2,5			0,6													70,6	
4	16.7.2012	0-2	2,5																48,0	
4	1.8.2012	0	2,5	19,2	1,79	0,5	20		8,0	101,0	9,2	< 4	140	6	910	14	< 3	88		22
4	1.8.2012	2	2,5	19,0	2,45	0,5	18		8,0	99,0	9,0	< 4	61	4	860	11	3	80		17
4	1.8.2012	0-2	2,5			0,5													46,9	
4	3.9.2012	0	2,5	16,3	0,83	0,4	32		7,6	93,0	9,1	34	600	7	1 400	38	18	92		190
4	3.9.2012	2	2,5	16,2	0,82	0,4	31		7,6	88,0	8,6	31	600	7	1 300	32	18	92		280
4	3.9.2012	0-2	2,5			0,4													13,1	
4	3.10.2012	0	2,5	11,2	< 0,02	0,2	110		7,3	95,0	10,4	8	1 200	3	2 200	85	37	136		99
4	3.10.2012	2	2,5	11,0	< 0,02	0,2	110		7,3	95,0	10,5	8	1 200	3	2 100	84	35	136		130
4	3.10.2012	0-2	2,5			0,2													1,6	
4	7.11.2012	0	2,5	3,4	0,02	0,1	140		7,2	93,0	12,4	30	980	5	2 000	94	28	144		1 200
4	7.11.2012	2	2,5	3,4	0,06	0,1	140		7,3	91,0	12,1	29	960	5	2 000	61	27	139		1 200

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
39	30.3.2012	0	32,0	2,5	5,60	2,7	1,9		7,8	91,0	11,9	< 4	190	3	470	28	27	39		4
39	30.3.2012	15	32,0	2,4	5,75	2,7	1,1		7,8	82,0	10,8	< 4	160	3	420	30	29	37		3
39	30.3.2012	31	32,0	2,8	6,08	2,7	1,4		7,8	84,0	10,9	< 4	150	2	410	31	30	40		3
39	30.3.2012	0-4	32,0			2,7													3,1	
39	9.5.2012	0	32,0	5,6	5,43	2,5	2,4		8,4	120,0	14,5	< 4	< 4	< 2	460	5	3	41		1
39	9.5.2012	15	32,0	5,1	5,45	2,5	1,6		8,3	111,0	13,6	< 4	< 4	< 2	440	4	3	24		<1
39	9.5.2012	31	32,0	3,7	5,71	2,5	1,2		8,0	102,0	13,0	< 4	18	< 2	340	11	11	30		<1
39	9.5.2012	0-4	32,0			2,5													27	
39	6.6.2012	0	32,0	10,8	5,39	3,2	1,5		8,2	109,0	11,7	< 4	< 4	< 2	320	4	< 3	22		3
39	6.6.2012	15	32,0	9,1	5,45	3,2	0,95		8,4	105,0	11,7	< 4	< 4	< 2	300	8	3	19		<1
39	6.6.2012	31	32,0	7,0	5,66	3,2	1,3		8,1	96,0	11,2	13	< 4	< 2	320	7	6	26		<1
39	6.6.2012	0-4	32,0			3,2													6,6	
39	4.7.2012	0	32,0	14,0	5,45	4,8	0,96		8,3	95,0	9,5	< 4	< 4	< 2	270	3	< 3	13		4
39	4.7.2012	15	32,0	10,4	5,55	4,8	0,62		8,1	88,0	9,5	< 4	< 4	< 2	270	3	3	15		<1
39	4.7.2012	31	32,0	5,6	6,00	4,8	1,7		7,6	57,0	6,9	< 4	< 4	< 2	280	15	15	34		<1
39	4.7.2012	0-4	32,0			4,8													5,5	
39	7.8.2012	0	32,0	15,7	5,77	3,8	0,74		8,1	108,0	10,3	< 4	< 4	< 2	320	< 3	< 3	18		<1
39	7.8.2012	15	32,0	11,9	5,70	3,8	0,87		8,0	94,0	9,8	< 4	< 4	< 2	300	6	5	18		<1
39	7.8.2012	31	32,0	7,6	5,72	3,8	3,4		7,6	60,0	6,9	7	5	< 2	300	19	16	33		1
39	7.8.2012	0-4	32,0			3,8													4,7	
39	7.9.2012	0	32,0	15,4	5,72	4,5	1,0		8,0	90,0	8,7	25	9	< 2	280	9	8	21		2
39	7.9.2012	15	32,0	15,2	5,74	4,5	1,0		8,0	87,0	8,4	25	10	< 2	280	9	8	21		<1
39	7.9.2012	31	32,0	6,8	6,05	4,5	1,6		7,6	61,0	7,1	7	63	< 2	290	28	27	37		<1
39	7.9.2012	0-4	32,0			4,5													2,7	
39	9.10.2012	0	32,0	11,7	5,59	4,0	1,2		7,9	97,0	10,1	12	43	3	390	18	15	26		3
39	9.10.2012	15	32,0	12,0	5,67	4,0	0,79		7,9	93,0	9,7	8	33	3	360	12	12	21		<1
39	9.10.2012	31	32,0	11,6	5,73	4,0	1,5		7,8	88,0	9,2	9	42	2	330	16	16	24		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityyppi, NO3-N, µg/l	Nitritityyppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
39	9.10.2012	0-4	32,0			4,0													9,9	
39	26.11.2012	0	32,0	7,1	5,91	4,0	1,4		7,7	88,0	10,3	< 4	110	< 2	360	28	28	34		1
39	26.11.2012	15	32,0	7,3	6,00	4,0	1,2		7,7	87,0	10,1	< 4	110	< 2	350	28	28	35		<1
39	26.11.2012	31	32,0	7,3	6,05	4,0	1,7		7,7	67,0	7,7	< 4	110	< 2	350	29	29	36		<1
57	26.3.2012	0	33,0	2,2	5,78	7,0	0,60		7,7	97,0	12,8	21	150	2	420	30	29	37		50
57	26.3.2012	15	33,0	2,3	5,80	7,0	0,60		7,8	93,0	12,2	18	150	2	410	29	29	38		58
57	26.3.2012	31	33,0	3,0	6,21	7,0	1,6		7,7	83,0	10,7	< 4	140	< 2	380	34	31	41		6
57	26.3.2012	0-4	33,0			7,0													1,7	
57	9.5.2012	0	33,0	6,1	5,46	2,9	1,9		8,4	124,0	14,8	< 4	< 4	< 2	440	< 3	< 3	32		<1
57	9.5.2012	15	33,0	4,9	5,53	2,9	1,3		8,2	128,0	15,8	< 4	< 4	< 2	330	4	4	20		<1
57	9.5.2012	31	33,0	4,2	5,62	2,9	1,8		8,1	106,0	13,3	< 4	5	< 2	350	9	9	26		<1
57	9.5.2012	0-4	33,0			2,9													18	
57	6.6.2012	0	33,0	11,0	5,47	3,2	1,3		8,2	99,0	10,5	< 4	24	< 2	310	3	< 3	18		15
57	6.6.2012	15	33,0	8,8	5,47	3,2	1,0		8,3	85,0	9,5	< 4	< 4	< 2	280	6	3	16		3
57	6.6.2012	31	33,0	8,5	5,52	3,2	1,5		8,3	78,0	8,8	8	4	< 2	340	9	8	26		2
57	6.6.2012	0-4	33,0			3,2													5,6	
57	4.7.2012	0	33,0	13,8	5,54	3,7	1,5		8,2	106,0	10,6	< 4	< 4	< 2	290	3	< 3	22		<1
57	4.7.2012	15	33,0	9,9	5,60	3,7	0,78		7,9	81,0	8,8	< 4	< 4	< 2	250	4	4	15		<1
57	4.7.2012	31	33,0	6,8	5,88	3,7	3,1		7,5	64,0	7,5	< 4	< 4	< 2	340	11	9	46		<1
57	4.7.2012	0-4	33,0			3,7													5,6	
57	2.8.2012	0	33,0	14,2	5,65	3,7	1,1		8,1	108,0	10,7	8	< 4	< 2	310	4	< 3	18		1
57	2.8.2012	15	33,0	9,2	5,69	3,7	0,81		7,7	83,0	9,2	5	< 4	< 2	260	7	5	17		1
57	2.8.2012	31	33,0	9,2	5,67	3,7	1,1		7,9	77,0	8,5	< 4	< 4	< 2	280	4	3	19		3
57	2.8.2012	0-4	33,0			3,7													5,8	
57	11.9.2012	0	33,0	13,5	5,74	5,0	0,68		7,9	89,0	8,9	8	7	< 2	300	6	6	17		<1
57	11.9.2012	15	33,0	12,7	5,75	5,0	0,54		7,8	79,0	8,1	8	22	< 2	310	10	10	18		1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenotto syvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
57	11.9.2012	31	33,0	8,2	5,99	5,0	3,7		7,5	59,0	6,7	13	64	< 2	340	28	26	38		<1
57	11.9.2012	0-4	33,0			5,0													4,1	
57	8.10.2012	0	33,0	12,0	5,71	4,8	0,86		7,9	96,0	10,0	9	29	3	420	11	11	27		2
57	8.10.2012	15	33,0	12,0	5,72	4,8	0,87		8,0	95,0	9,9	6	29	3	320	10	10	25		<1
57	8.10.2012	31	33,0	12,0	5,74	4,8	0,95		7,9	95,0	9,9	10	26	3	330	11	11	25		1
57	8.10.2012	0-4	33,0			4,8													5,7	
57	26.11.2012	0	33,0	7,0	6,04	4,0	1,4		7,8	92,0	10,7	< 4	110	< 2	350	26	26	34		<1
57	26.11.2012	15	33,0	7,1	6,07	4,0	1,6		7,8	90,0	10,5	< 4	110	< 2	350	26	26	33		<1
57	26.11.2012	31	33,0	7,2	6,09	4,0	1,9		7,8	87,0	10,1	< 4	110	< 2	360	27	27	34		3
68	12.3.2012	0	17,0	0,4	4,80	2,9	1,2		7,7	94,0	13,2	11	200	3	420	33	32	40		3
68	12.3.2012	5	17,0	0,4	4,89	2,9	1,1		7,7	95,0	13,3	8	190	3	410	33	32	40		4
68	12.3.2012	10	17,0	0,4	4,95	2,9	1,1		7,7	93,0	13,0	9	190	2	390	33	33	39		4
68	12.3.2012	16	17,0	0,6	5,04	2,9	1,2		7,7	93,0	12,9	9	190	2	430	34	33	41		3
68	12.3.2012	0-4	17,0			2,9													1,2	
68	10.4.2012	0	17,0	2,7	5,39	2,1	2,9		7,9	105,0	13,7	< 4	190	4	500	12	10	36		4
68	10.4.2012	5	17,0	2,7	5,40	2,1	2,9		7,9	107,0	14,0	< 4	190	4	500	12	10	36		2
68	10.4.2012	10	17,0	2,7	5,38	2,1	2,9		7,9	106,0	13,8	< 4	190	4	500	12	10	35		<1
68	10.4.2012	16	17,0	2,7	5,38	2,1	2,9		7,9	104,0	13,6	< 4	190	3	490	13	11	35		<1
68	10.4.2012	0-4	17,0			2,1													14,3	
68	9.5.2012	0	17,0	7,0	5,34	2,0	2,5		8,5	110,0	12,9	< 4	< 4	< 2	400	4	< 3	26		<1
68	9.5.2012	5	17,0	6,7	5,33	2,0	2,5		8,5	118,0	13,9	< 4	< 4	< 2	340	< 3	< 3	24		<1
68	9.5.2012	10	17,0	6,0	5,36	2,0	2,3		8,4	105,0	12,6	< 4	< 4	< 2	350	3	< 3	20		1
68	9.5.2012	16	17,0	5,0	5,45	2,0	2,1		8,2	121,0	14,9	< 4	< 4	< 2	350	3	< 3	24		1
68	9.5.2012	0-4	17,0			2,0													17	
68	12.6.2012	0	17,0		5,35	1,7	3,6		8,3		11,5	< 4	< 4	< 2	490	< 3	< 3	28		3
68	12.6.2012	5	17,0		5,39	1,7	2,7		8,2		10,7	< 4	< 4	< 2	390	< 3	< 3	24		2

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
68	12.6.2012	10	17,0		5,45	1,7	1,8		8,1		9,8	< 4	< 4	< 2	340	< 3	< 3	19		<1
68	12.6.2012	16	17,0		5,51	1,7	1,8		8,2		10,9	< 4	< 4	< 2	370	4	4	22		<1
68	12.6.2012	0-4	17,0			1,7													9,9	
68	5.7.2012	0	17,0	15,4	5,43	1,8	3,8		8,3	110,0	10,6	< 4	< 4	< 2	250	4	3	26		<1
68	5.7.2012	5	17,0	15,2	5,47	1,8	3,9		7,7	110,0	10,7	< 4	< 4	< 2	230	3	3	27		1
68	5.7.2012	10	17,0	12,1	5,60	1,8	6,6		7,7	78,0	8,1	< 4	< 4	< 2	210	4	3	26		<1
68	5.7.2012	16	17,0	9,9	5,37	1,8	5,6		7,9	72,0	7,9	< 4	< 4	< 2	260	6	3	58		<1
68	5.7.2012	0-4	17,0			1,8													6,3	
68	15.8.2012	0	17,0	16,3	5,71	3,1	2,0		8,2	109,0	10,3	< 4	< 4	< 2	310	< 3	< 3	19		<1
68	15.8.2012	5	17,0	16,2	5,68	3,1	1,5		8,2	108,0	10,2	< 4	< 4	< 2	310	< 3	< 3	21		<1
68	15.8.2012	10	17,0	15,6	5,66	3,1	1,5		8,1	105,0	10,1	< 4	< 4	< 2	320	< 3	< 3	21		<1
68	15.8.2012	16	17,0	12,3	5,65	3,1	5,6		7,5	62,0	6,4	< 4	< 4	< 2	340	10	5	28		1
68	15.8.2012	0-4	17,0			3,1													5,9	
68	6.9.2012	0	17,0	16,4	5,55	1,9	3,4		8,0	93,0	8,8	26	9	< 2	350	12	11	32		1
68	6.9.2012	5	17,0	16,4	5,54	1,9	3,5		7,9	92,0	8,7	26	9	< 2	350	12	12	33		7
68	6.9.2012	10	17,0	15,2	5,63	1,9	3,7		7,8	82,0	7,9	35	17	< 2	340	14	13	30		1
68	6.9.2012	16	17,0	11,8	5,73	1,9	2,9		7,6	65,0	6,8	29	33	< 2	320	20	18	32		2
68	6.9.2012	0-4	17,0			1,9													6,2	
68	8.10.2012	0	17,0	11,6	5,55	3,0	1,9		7,9	95,0	10,0	17	53	3	390	17	17	33		2
68	8.10.2012	5	17,0	11,6	5,54	3,0	1,9		8,0	95,0	10,0	16	52	3	450	18	17	32		3
68	8.10.2012	10	17,0	11,6	5,55	3,0	1,8		7,9	94,0	9,9	16	51	3	390	16	16	32		2
68	8.10.2012	16	17,0	11,6	5,58	3,0	1,7		7,9	93,0	9,8	18	55	3	410	17	16	31		1
68	8.10.2012	0-4	17,0			3,0													6,4	
68	15.11.2012	0	17,0	6,4	5,54	2,9	2,8		7,9	90,0	10,7	18	130	3	410	23	21	33		6
68	15.11.2012	5	17,0	6,4	5,57	2,9	2,8		7,9	95,0	11,3	17	130	4	410	23	21	31		6
68	15.11.2012	10	17,0	6,7	5,64	2,9	2,5		7,9	93,0	10,9	16	120	3	380	23	21	32		5
68	15.11.2012	16	17,0	7,2	5,81	2,9	2,2		7,8	91,0	10,6	10	110	3	360	24	22	32		7

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaifosfori, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
114	4.9.2012	0	48	16,9	5,53	4,3	1,5	10	8,1	104,0	9,7	12	< 4	< 2	300	3	< 3	20		<1
114	4.9.2012	5	48	16,9	5,52	4,3	0,97	10	8,1	99,0	9,3	17	< 4	< 2	310	4	3	19		1
114	4.9.2012	10	48	16,8	5,51	4,3	0,85	10	8,1	98,0	9,2	16	< 4	< 2	310	4	4	19		<1
114	4.9.2012	20	48	16,4	5,58	4,3	0,86	10	8,1	93,0	8,8	19	< 4	< 2	290	5	5	17		<1
114	4.9.2012	30	48	11,2	5,73	4,3	1,6	10	7,6	73,0	7,7	23	29	< 2	290	19	17	29		<1
114	4.9.2012	40	48	9,7	5,81	4,3	1,7	10	7,6	69,0	7,6	26	39	< 2	300	25	22	34		<1
114	4.9.2012	46	48	7,2	6,15	4,3	2,6	10	7,5	61,0	7,1	22	64	< 2	320	40	35	51		<1
114	4.9.2012	0-4	48			4,3													5,6	
114	19.9.2012	0	48	13,0																
114	19.9.2012	0-4	48																3,4	
114	9.10.2012	0	48	11,9	5,58	5,2	1,0	10	7,9	93,0	9,7	8	39	3	360	14	14	27		1
114	9.10.2012	5	48	12,0	5,63	5,2	0,83	10	7,9	95,0	9,9	6	36	3	360	14	13	26		<1
114	9.10.2012	10	48	12,0	5,66	5,2	0,84	10	7,9	95,0	9,9	8	34	3	300	13	13	22		<1
114	9.10.2012	20	48	12,0	5,67	5,2	0,77	10	7,9	95,0	9,9	11	32	3	310	14	13	22		<1
114	9.10.2012	30	48	12,0	5,70	5,2	0,71	10	7,9	90,0	9,3	14	32	3	300	13	13	21		<1
114	9.10.2012	40	48	10,6	5,79	5,2	1,4	10	7,7	76,0	8,1	6	66	2	410	26	24	31		<1
114	9.10.2012	46	48	9,9	5,86	5,2	1,6	10	7,7	69,0	7,5	8	74	2	390	31	29	36		<1
114	9.10.2012	0-4	48			5,2													6,4	
114	22.10.2012	0	48	11,2		5,2														
114	22.10.2012	0-4	48			5,2													4,2	
114	26.11.2012	0	48	7,6	5,86	5,9	0,72	8	7,8	92,0	10,6	< 4	83	< 2	330	21	20	27		1
114	26.11.2012	5	48	7,7	5,91	5,9	0,73	8	7,8	90,0	10,3	< 4	85	< 2	320	22	21	28		<1
114	26.11.2012	10	48	7,9	5,97	5,9	0,76	8	7,8	88,0	10,1	< 4	87	< 2	330	23	23	30		<1
114	26.11.2012	20	48	8,0	6,02	5,9	0,76	5	7,7	85,0	9,7	< 4	92	< 2	330	27	26	32		<1
114	26.11.2012	30	48	7,7	6,04	5,9	1,1	5	7,8	76,0	8,7	< 4	92	< 2	340	26	25	32		1
114	26.11.2012	40	48	7,7	6,05	5,9	1,2	5	7,8	88,0	10,1	< 4	95	< 2	350	27	26	34		<1
114	26.11.2012	46	48	7,7	6,06	5,9	1,3	5	7,8	88,0	10,1	< 4	98	< 2	360	28	27	34		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
123	9.5.2012	0	27,0	6,2	5,52	3,8	1,3		8,4	121,0	14,4	< 4	< 4	< 2	370	3	< 3	24		<1
123	9.5.2012	13	27,0	5,4	5,53	3,8	1,1		8,3	117,0	14,3	< 4	< 4	< 2	330	3	< 3	19		<1
123	9.5.2012	26	27,0	4,7	5,59	3,8	1,5		8,2	107,0	13,2	< 4	< 4	< 2	340	5	4	25		<1
123	9.5.2012	0-4	27,0			3,8													12	
123	12.6.2012	0	27,0	10,6	5,52	3,8	1,0		8,2	102,0	10,9	< 4	< 4	< 2	340	4	3	20		<1
123	12.6.2012	13	27,0	9,5	5,53	3,8	0,97		8,2	102,0	11,2	< 4	< 4	< 2	330	5	4	19		1
123	12.6.2012	26	27,0	7,1	5,69	3,8	1,6		8,0	92,0	10,7	8	4	< 2	330	11	10	25		1
123	12.6.2012	0-4	27,0			3,8													4,3	
123	4.7.2012	0	27,0	13,7	5,53	2,8	1,5		8,1	104,0	10,4	< 4	< 4	< 2	250	3	3	18		1
123	4.7.2012	13	27,0	10,4	5,59	2,8	1,1		7,9	89,0	9,6	< 4	< 4	< 2	250	4	4	17		<1
123	4.7.2012	26	27,0	7,0	5,85	2,8	2,3		7,7	77,0	9,0	< 4	< 4	< 2	260	12	11	32		<1
123	4.7.2012	0-4	27,0			2,8													7,0	
123	15.8.2012	0	27,0	16,7	5,83	3,1	2,0		8,2	113,0	10,6	< 4	4	< 2	360	< 3	< 3	22		2
123	15.8.2012	13	27,0	16,2	5,81	3,1	1,4		8,2	112,0	10,6	< 4	< 4	< 2	380	< 3	< 3	19		<1
123	15.8.2012	26	27,0	9,6	5,78	3,1	1,9		7,6	67,0	7,4	14	6	< 2	360	16	15	30		<1
123	15.8.2012	0-4	27,0			3,1													8,3	
123	11.9.2012	0	27,0	12,6	5,76	4,9	0,85		7,8	82,0	8,4	10	24	< 2	310	11	11	22		5
123	11.9.2012	13	27,0	11,8	5,78	4,9	0,96		7,7	82,0	8,6	13	33	< 2	300	15	15	22		3
123	11.9.2012	26	27,0	8,3	5,96	4,9	1,7		7,5	64,0	7,2	11	62	< 2	310	25	25	30		4
123	11.9.2012	0-4	27,0			4,9													4,2	
123	9.10.2012	0	27,0	11,5	5,75	5,8	0,80		8,0	95,0	10,0	9	22	3	320	11	11	22		2
123	9.10.2012	13	27,0	11,6	5,75	5,8	0,74		8,0	96,0	10,1	8	23	3	370	11	11	22		1
123	9.10.2012	26	27,0	11,5	5,82	5,8	1,3		7,9	91,0	9,6	21	31	3	460	15	15	24		2
123	9.10.2012	0-4	27,0			5,8													5,6	
123	26.11.2012	0	27,0	7,1	6,14	5,1	1,2		7,8	85,0	9,9	< 4	98	< 2	340	24	24	31		<1
123	26.11.2012	13	27,0	7,2	6,15	5,1	1,3		7,8	91,0	10,6	< 4	98	< 2	340	25	24	31		<1
123	26.11.2012	26	27,0	7,6	6,27	5,1	1,4		7,8	80,0	9,2	< 4	98	< 2	330	28	26	33		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
125	26.3.2012	0	28,0	2,4	5,66	5,2	0,95		7,8	94,0	12,3	< 4	160	< 2	400	30	29	37		5
125	26.3.2012	5	28,0	2,4	5,67	5,2	0,89		7,7	92,0	12,1	< 4	160	2	410	31	29	39		9
125	26.3.2012	10	28,0	2,3	5,69	5,2	0,95		7,8	96,0	12,7	6	160	< 2	400	31	29	37		15
125	26.3.2012	20	28,0	2,5	5,81	5,2	0,79		7,8	93,0	12,2	10	150	< 2	410	30	28	37		26
125	26.3.2012	27	28,0	3,0	6,18	5,2	1,7		7,7	86,0	11,1	< 4	140	< 2	380	32	31	41		1
125	26.3.2012	0-4	28,0			5,2													1,6	
125	9.5.2012	0	28,0	5,6	5,44	2,7	2,1		8,3	118,0	14,3	< 4	< 4	< 2	420	3	< 3	32		5
125	9.5.2012	5	28,0	5,5	5,43	2,7	2,0		8,4	120,0	14,6	< 4	< 4	< 2	420	< 3	< 3	32		3
125	9.5.2012	10	28,0	5,5	5,45	2,7	1,7		8,3	122,0	14,8	< 4	< 4	< 2	370	< 3	< 3	25		<1
125	9.5.2012	20	28,0	4,7	5,54	2,7	1,3		8,3	116,0	14,4	8	< 4	< 2	350	5	4	24		<1
125	9.5.2012	27	28,0	4,0	5,62	2,7	2,0		8,0	102,0	12,9	< 4	< 4	< 2	370	9	7	34		<1
125	9.5.2012	0-4	28,0			2,7													22	
125	22.5.2012	0	28,0	9,0		3,3														
125	22.5.2012	0-4	28,0			3,3													5,7	
125	6.6.2012	0	28,0	11,2	5,43	2,7	1,6		8,2	92,0	9,7	< 4	< 4	< 2	320	< 3	< 3	25		1
125	6.6.2012	5	28,0	10,4	5,45	2,7	1,6		8,3	95,0	10,2	< 4	< 4	< 2	330	< 3	< 3	25		<1
125	6.6.2012	10	28,0	9,9	5,46	2,7	1,3		8,3	86,0	9,4	< 4	< 4	< 2	310	3	< 3	23		1
125	6.6.2012	20	28,0	9,2	5,47	2,7	1,3		8,3	101,0	11,2	< 4	< 4	< 2	310	4	4	22		<1
125	6.6.2012	27	28,0	8,9	5,49	2,7	2,2		8,2	98,0	11,0	< 4	< 4	< 2	300	5	5	23		2
125	6.6.2012	0-4	28,0			2,7													4,2	
125	19.6.2012	0	28,0	10,6		3,5														
125	19.6.2012	0-4	28,0			3,5													4,9	
125	4.7.2012	0	28,0	15,0	5,47	2,1	2,2		8,2	115,0	11,2	< 4	< 4	< 2	290	< 3	< 3	20		3
125	4.7.2012	5	28,0	13,7	5,48	2,1	1,6		8,3	111,0	11,1	< 4	< 4	< 2	270	< 3	< 3	16		1
125	4.7.2012	10	28,0	12,1	5,51	2,1	1,2		8,0	97,0	10,1	< 4	< 4	< 2	250	3	3	14		<1
125	4.7.2012	20	28,0	7,5	5,74	2,1	1,4		7,8	80,0	9,2	< 4	< 4	< 2	260	7	7	23		1
125	4.7.2012	27	28,0	6,5	5,86	2,1	2,4		7,7	79,0	9,3	< 4	< 4	< 2	260	10	10	30		<1

[illegible]

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenotto syvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
147	19.6.2012	0-4	27,0			4,7													3,0	
147	4.7.2012	0	27,0	14,7	5,53	4,0	0,95		8,1	99,0	9,7	< 4	< 4	< 2	240	3	< 3	12		<1
147	4.7.2012	5	27,0	12,7	5,54	4,0	1,1		8,2	105,0	10,8	< 4	< 4	< 2	270	3	3	16		1
147	4.7.2012	10	27,0	12,2	5,55	4,0	1,0		8,1	92,0	9,5	< 4	< 4	< 2	270	4	3	18		2
147	4.7.2012	20	27,0	8,2	5,76	4,0	1,3		7,8	84,0	9,5	< 4	< 4	< 2	250	8	7	22		<1
147	4.7.2012	26	27,0	7,6	5,81	4,0	1,8		7,8	79,0	9,1	< 4	< 4	< 2	280	10	9	31		<1
147	4.7.2012	0-4	27,0			4,0													4,6	
147	20.7.2012	0	27,0	12,3		4,4														
147	20.7.2012	0-4	27,0			4,4													2,7	
147	2.8.2012	0	27,0	14,0	5,66	3,5	1,4		8,0	111,0	11,0	7	< 4	< 2	320	5	< 3	23		3
147	2.8.2012	5	27,0	14,0	5,66	3,5	1,3		8,0	114,0	11,3	< 4	< 4	< 2	360	3	3	26		2
147	2.8.2012	10	27,0	11,2	5,61	3,5	0,69		7,9	89,0	9,4	< 4	< 4	< 2	300	4	4	17		<1
147	2.8.2012	20	27,0	8,1	5,76	3,5	1,6		7,6	69,0	7,8	< 4	< 4	< 2	310	6	5	20		2
147	2.8.2012	26	27,0	8,0	5,78	3,5	2,2		7,5	68,0	7,8	< 4	< 4	< 2	320	7	6	24		<1
147	2.8.2012	0-4	27,0			3,5													4,0	
147	21.8.2012	0-4	27,0			3,2													4,9	
147	21.8.2012	0	27,0	17,2		3,2														
147	4.9.2012	0	27,0	16,6	5,62	3,2	1,6		8,0	96,0	9,0	26	52	< 2	370	10	8	24		28
147	4.9.2012	5	27,0	16,6	5,61	3,2	1,7		8,0	96,0	9,0	23	49	< 2	370	8	8	24		23
147	4.9.2012	10	27,0	16,6	5,64	3,2	1,8		8,0	95,0	8,9	30	16	< 2	340	9	7	24		10
147	4.9.2012	20	27,0	15,7	5,72	3,2	1,8		7,9	88,0	8,4	23	9	< 2	310	10	8	23		4
147	4.9.2012	26	27,0	14,5	5,75	3,2	3,2		7,8	80,0	7,9	26	15	< 2	320	12	11	28		5
147	4.9.2012	0-4	27,0			3,2													3,2	
147	19.9.2012	0	27,0	11,2		4,3														
147	19.9.2012	0-4	27,0			4,3													3,5	
147	3.10.2012	0	27,0	12,2	5,71	3,9	0,87		8,0	94,0	9,7	6	17	3	330	8	8	23		<1
147	3.10.2012	5	27,0	12,2	5,68	3,9	1,0		7,9	97,0	10,0	8	17	3	350	11	9	24		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
147	3.10.2012	10	27,0	12,2	5,72	3,9	0,95		8,0	98,0	10,1	6	20	3	340	8	8	22		<1
147	3.10.2012	20	27,0	12,2	5,72	3,9	0,90		8,0	96,0	9,9	6	17	3	340	17	9	23		<1
147	3.10.2012	26	27,0	12,2	5,72	3,9	1,1		8,0	98,0	10,1	7	17	3	320	13	9	22		<1
147	3.10.2012	0-4	27,0			3,9													6,2	
147	22.10.2012	0	27,0	10,4		3,3														
147	22.10.2012	0-4	27,0			3,3													3,0	
147	26.11.2012	0	27,0	6,7	6,03	4,0	1,4		7,8	93,0	10,9	< 4	120	< 2	370	28	27	36		1
147	26.11.2012	5	27,0	6,8	6,04	4,0	1,3		7,8	92,0	10,8	< 4	120	< 2	360	28	27	35		4
147	26.11.2012	10	27,0	6,8	6,04	4,0	1,3		7,9	82,0	9,6	< 4	120	< 2	360	28	27	34		1
147	26.11.2012	20	27,0	7,1	6,11	4,0	1,2		7,8	92,0	10,7	< 4	110	< 2	360	26	26	33		1
147	26.11.2012	26	27,0	7,1	6,11	4,0	1,3		7,8	89,0	10,4	< 4	110	< 2	350	26	26	32		<1
148	26.3.2012	0	51,0	2,3	5,88	7,1	0,55		7,8	94,0	12,4	< 4	140	< 2	380	29	29	38		1
148	26.3.2012	25	51,0	2,5	6,01	7,1	0,60		7,8	89,0	11,6	< 4	140	< 2	370	30	30	36		10
148	26.3.2012	50	51,0	3,2	6,37	7,1	2,4		7,8	87,0	11,1	13	130	< 2	360	34	32	41		<1
148	26.3.2012	0-4	51,0			7,1													1,3	
148	9.5.2012	0	51,0	5,7	5,52	3,4	1,6		8,4	123,0	14,9	< 4	< 4	< 2	420	4	3	30		<1
148	9.5.2012	25	51,0	4,0	5,68	3,4	0,98		8,1	105,0	13,2	< 4	4	< 2	330	9	9	25		<1
148	9.5.2012	50	51,0	3,4	6,58	3,4	1,5		7,7	74,0	9,4	6	96	< 2	400	27	27	43		<1
148	9.5.2012	0-4	51,0			3,4													18	
148	12.6.2012	0	51,0	10,4	5,54	4,7	0,70		8,3	108,0	11,6	< 4	< 4	< 2	340	3	< 3	17		<1
148	12.6.2012	25	51,0	6,8	5,67	4,7	0,76		8,1	96,0	11,3	< 4	< 4	< 2	310	8	7	18		<1
148	12.6.2012	50	51,0	4,4	6,83	4,7	2,5		7,4	58,0	7,2	34	71	< 2	440	61	58	82		1
148	12.6.2012	0-4	51,0			4,7													5,7	
148	4.7.2012	0	51,0	14,3	5,55	4,0	1,0		8,3	111,0	11,0	< 4	< 4	< 2	260	< 3	< 3	18		<1
148	4.7.2012	25	51,0	6,6	5,81	4,0	0,73		7,9	81,0	9,6	< 4	< 4	< 2	240	9	9	22		<1
148	4.7.2012	50	51,0	4,8	6,61	4,0	1,7		7,6	63,0	7,7	17	48	2	310	36	33	49		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
148	4.7.2012	0-4	51,0			4,0													6,0	
148	31.7.2012	0	51,0	17,4	5,60	3,7	1,0		8,4	116,0	10,7	< 4	< 4	< 2	370	< 3	< 3	23		<1
148	31.7.2012	25	51,0	6,8	5,77	3,7	0,95		7,6	75,0	8,8	< 4	< 4	< 2	260	9	8	20		<1
148	31.7.2012	50	51,0	4,4	6,41	3,7	2,3		7,5	59,0	7,3	6	25	< 2	280	29	29	42		<1
148	31.7.2012	0-4	51,0			3,7													5,9	
148	11.9.2012	0	51,0	14,2	5,79	5,5	0,59		8,0	94,0	9,3	7	11	< 2	290	6	6	15		<1
148	11.9.2012	25	51,0	9,2	5,88	5,5	0,70		7,7	73,0	8,1	6	55	< 2	280	18	18	22		<1
148	11.9.2012	50	51,0	6,6	6,29	5,5	1,7		7,5	61,0	7,2	9	72	< 2	300	33	30	37		<1
148	11.9.2012	0-4	51,0			5,5													4,2	
148	9.10.2012	0	51,0	11,7	5,76	5,5	0,79		8,0	96,0	10,0	9	27	3	380	11	11	23		<1
148	9.10.2012	25	51,0	11,5	5,84	5,5	0,83		7,9	90,0	9,4	15	38	3	350	16	15	21		<1
148	9.10.2012	50	51,0	9,4	6,05	5,5	2,0		7,7	72,0	7,9	6	71	< 2	340	31	29	36		<1
148	9.10.2012	0-4	51,0			5,5													10,2	
148	26.11.2012	0	51,0	7,8	6,19	5,8	0,78		7,9	90,0	10,3	< 4	84	< 2	320	23	23	30		<1
148	26.11.2012	25	51,0	7,9	6,28	5,8	0,93		7,9	85,0	9,7	< 4	85	< 2	320	23	23	29		<1
148	26.11.2012	50	51,0	7,9	6,30	5,8	1,4		7,9	89,0	10,1	< 4	87	< 2	330	24	23	31		<1
149	26.3.2012	0	34,0	1,4	5,55	6,8	0,43		7,9	95,0	12,9	< 4	140	2	380	30	29	37		1
149	26.3.2012	15	34,0	1,8	5,67	6,8	0,47		7,8	96,0	12,8	< 4	140	< 2	390	30	30	34		3
149	26.3.2012	33	34,0	2,9	6,17	6,8	1,7		7,8	87,0	11,3	< 4	130	< 2	370	33	32	40		1
149	26.3.2012	0-4	34,0			6,8													1,9	
149	9.5.2012	0	34,0	5,5	5,47	2,0	2,4		8,4	118,0	14,3	< 4	< 4	< 2	540	3	< 3	47		2
149	9.5.2012	15	34,0	5,0	5,54	2,0	1,4		8,3	121,0	14,9	6	< 4	< 2	390	4	4	25		3
149	9.5.2012	33	34,0	3,5	5,85	2,0	1,9		7,9	101,0	12,9	7	33	< 2	410	17	14	37		2
149	9.5.2012	0-4	34,0			2,0													30	
149	12.6.2012	0	34,0	10,7	5,48	4,3	0,83		8,3	113,0	12,1	< 4	< 4	< 2	370	< 3	< 3	18		<1
149	12.6.2012	15	34,0	9,4	5,49	4,3	1,1		8,2	100,0	11,1	< 4	< 4	< 2	350	4	4	19		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenotto syvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
149	12.6.2012	33	34,0	5,4	5,97	4,3	1,9		7,7	76,0	9,2	4	4	< 2	330	18	15	33		<1
149	12.6.2012	0-4	34,0			4,3													5,3	
149	4.7.2012	0	34,0	14,4	5,50	3,8	0,97		8,3	115,0	11,3	< 4	< 4	< 2	260	< 3	< 3	14		<1
149	4.7.2012	15	34,0	10,7	5,56	3,8	0,78		8,1	93,0	10,0	6	< 4	< 2	240	3	3	15		<1
149	4.7.2012	33	34,0	5,3	6,11	3,8	2,0		7,7	75,0	9,1	7	< 4	< 2	260	17	17	37		<1
149	4.7.2012	0-4	34,0			3,8													8,1	
149	7.8.2012	0	34,0	15,0	5,80	3,6	0,73		8,1	102,0	9,9	4	< 4	< 2	300	8	< 3	17		1
149	7.8.2012	15	34,0	8,3	5,65	3,6	0,70		7,8	76,0	8,6	< 4	5	< 2	420	11	10	21		<1
149	7.8.2012	33	34,0	6,5	5,76	3,6	5,4		7,6	63,0	7,4	14	11	< 2	330	20	16	32		1
149	7.8.2012	0-4	34,0			3,6													3,2	
149	11.9.2012	0	34,0	14,3	5,76	5,2	0,58		8,0	83,0	8,2	8	11	< 2	290	6	6	16		<1
149	11.9.2012	15	34,0	13,4	5,76	5,2	0,58		7,9	87,0	8,8	7	16	< 2	290	8	8	17		1
149	11.9.2012	33	34,0	8,4	5,92	5,2	2,2		7,6	63,0	7,1	10	58	< 2	310	23	22	29		<1
149	11.9.2012	0-4	34,0			5,2													3,8	
149	9.10.2012	0	34,0	11,9	5,73	7	0,57		8,0	95,0	9,9	10	33	3	340	11	11	20		<1
149	9.10.2012	15	34,0	12,0	5,75	7	0,60		8,0	92,0	9,6	9	33	2	310	12	11	18		<1
149	9.10.2012	33	34,0	10,8	5,84	7	3,5		7,8	76,0	8,1	18	60	2	400	23	22	32		<1
149	9.10.2012	0-4	34,0			7													4,3	
149	26.11.2012	0	34,0	7,2	6,13	4,7	1,0		7,8	85,0	9,9	< 4	100	< 2	350	28	28	36		<1
149	26.11.2012	15	34,0	7,3	6,15	4,7	1,1		7,8	84,0	9,7	< 4	100	< 2	360	28	28	34		1
149	26.11.2012	33	34,0	7,3	6,14	4,7	1,2		7,8	88,0	10,2	< 4	100	< 2	370	29	28	34		<1
166	30.3.2012	0	48,0	1,6	5,26	6,2	0,51		7,9	95,0	12,8	< 4	140	3	410	30	28	38		<1
166	30.3.2012	25	48,0	2,3	5,79	6,2	0,61		7,9	93,0	12,3	< 4	140	< 2	390	30	29	37		<1
166	30.3.2012	47	48,0	2,8	6,17	6,2	1,5		7,8	85,0	11,0	< 4	130	< 2	380	32	31	42		<1
166	30.3.2012	0-4	48,0			6,2													2,6	
166	8.5.2012	0	48,0	5,5	5,37	2,9	1,9		8,4	123,0	15,0	< 4	< 4	< 2	450	4	3	38		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
166	8.5.2012	25	48,0	4,0	5,52	2,9	1,1		8,1	111,0	14,0	< 4	< 4	< 2	340	9	8	25		<1
166	8.5.2012	47	48,0	3,2	6,18	2,9	1,5		7,7	86,0	11,1	< 4	94	< 2	390	27	26	40		<1
166	8.5.2012	0-4	48,0			2,9													27,9	
166	11.6.2012	0	48,0	11,0	5,39	3,4	1,2		8,3	106,0	11,3	< 4	< 4	< 2	360	3	3	17		<1
166	11.6.2012	25	48,0	7,0	5,62	3,4	0,96		8,0	80,0	9,4	< 4	< 4	< 2	350	9	8	23		<1
166	11.6.2012	47	48,0	4,4	6,59	3,4	2,2		7,5	55,0	6,8	24	63	3	480	65	56	91		<1
166	11.6.2012	0-4	48,0			3,4													6,7	
166	3.7.2012	0	48,0	12,4	5,48	4,6	0,99		8,2	93,0	9,6	< 4	< 4	< 2	300	3	< 3	19		1
166	3.7.2012	25	48,0	6,9	5,78	4,6	0,74		7,8	61,0	7,2	< 4	< 4	< 2	310	8	7	22		<1
166	3.7.2012	47	48,0	5,0	6,31	4,6	2,3		7,5	83,0	10,2	< 4	< 4	< 2	350	50	47	77		<1
166	3.7.2012	0-4	48,0			4,6													4,3	
166	3.8.2012	0	48,0	14,0	5,57	3,7	1,1		8,0	102,0	10,1	< 4	< 4	< 2	350	5	4	20		1
166	3.8.2012	25	48,0	7,3	5,65	3,7	1,1		7,6	69,0	8,0	10	< 4	< 2	260	14	13	24		<1
166	3.8.2012	47	48,0	4,6	6,15	3,7	2,3		7,4	45,0	5,6	84	7	< 2	370	81	76	105		1
166	3.8.2012	0-4	48,0			3,7													3,6	
166	7.9.2012	0	48,0	14,4	5,66	3,2	1,6		7,9	86,0	8,5	24	14	< 2	320	12	11	25		<1
166	7.9.2012	25	48,0	8,6	5,91	3,2	1,4		7,6	59,0	6,6	14	52	< 2	280	28	27	37		2
166	7.9.2012	47	48,0	6,1	6,32	3,2	2,3		7,5	48,0	5,7	25	81	< 2	330	52	48	62		<1
166	7.9.2012	0-4	48,0			3,2													4,1	
166	9.10.2012	0	48,0	12,0	5,52	5,2	0,79		8,0	98,0	10,2	10	37	2	330	12	12	23		<1
166	9.10.2012	25	48,0	12,0	5,62	5,2	0,73		8,0	91,0	9,5	9	38	2	340	12	12	22		<1
166	9.10.2012	47	48,0	9,7	5,83	5,2	2,4		7,7	68,0	7,4	15	79	< 2	370	35	32	43		<1
166	9.10.2012	0-4	48,0			5,2													6,6	
166	26.11.2012	0	48,0	6,9	5,79	3,7	1,5		7,8	76,0	8,9	< 4	130	< 2	400	31	29	37		1
166	26.11.2012	25	48,0	7,2	5,90	3,7	1,3		7,8	79,0	9,2	< 4	120	< 2	390	31	29	36		<1
166	26.11.2012	47	48,0	7,4	6,03	3,7	2,0		7,8	82,0	9,5	< 4	110	< 2	370	31	30	40		<1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
168	26.3.2012	0	31,0	2,3	5,69	5,2	0,77		7,8	82,0	10,8	29	160	2	440	31	29	39		67
168	26.3.2012	15	31,0	2,2	5,73	5,2	0,65		7,8	91,0	12,0	12	150	2	410	30	29	39		30
168	26.3.2012	30	31,0	2,9	6,16	5,2	1,5		7,8	87,0	11,3	< 4	140	< 2	380	30	30	39		12
168	26.3.2012	0-4	31,0			5,2													1,7	
168	9.5.2012	0	31,0	5,4	5,47	2,6	2,2		8,4	125,0	15,2	< 4	< 4	< 2	550	3	< 3	46		2
168	9.5.2012	15	31,0	5,1	5,51	2,6	1,5		8,3	121,0	14,8	< 4	< 4	< 2	360	4	3	25		1
168	9.5.2012	30	31,0	3,9	5,69	2,6	2,1		8,0	105,0	13,3	6	6	< 2	350	11	10	34		<1
168	9.5.2012	0-4	31,0			2,6													29	
168	12.6.2012	0	31,0	10,9	5,47	4,2	0,87		8,3	112,0	11,9	< 4	< 4	< 2	330	< 3	< 3	17		<1
168	12.6.2012	15	31,0	9,4	5,48	4,2	0,96		8,2	91,0	10,1	4	< 4	< 2	340	4	4	18		1
168	12.6.2012	30	31,0	5,4	5,92	4,2	2,6		7,7	81,0	9,9	8	5	< 2	340	15	13	36		<1
168	12.6.2012	0-4	31,0			4,2													5,0	
168	4.7.2012	0	31,0	14,3	5,48	3,0	1,2		8,3	114,0	11,3	< 4	< 4	< 2	270	< 3	< 3	17		1
168	4.7.2012	15	31,0	10,4	5,58	3,0	1,0		7,9	89,0	9,6	< 4	< 4	< 2	250	4	3	16		<1
168	4.7.2012	30	31,0	5,8	6,05	3,0	2,4		7,7	73,0	8,8	< 4	< 4	< 2	280	15	15	41		<1
168	4.7.2012	0-4	31,0			3,0													7,3	
168	2.8.2012	0	31,0	14,8	5,62		0,88		8,1	102,0	10,0	< 4	< 4	< 2	320	4	< 3	17		<1
168	2.8.2012	15	31,0	7,8	5,61		0,70		7,7	81,0	9,3	< 4	< 4	< 2	290	8	7	19		1
168	2.8.2012	30	31,0	6,9	5,80		2,9		7,5	63,0	7,4	< 4	< 4	< 2	330	11	10	28		<1
168	2.8.2012	0-4	31,0																3,5	
168	11.9.2012	0	31,0	13,5	5,77	5,0	0,62		8,0	90,0	9,0	5	10	< 2	280	7	7	18		<1
168	11.9.2012	15	31,0	12,5	5,75	5,0	0,70		7,9	74,0	7,6	11	24	< 2	290	11	11	20		<1
168	11.9.2012	30	31,0	8,8	5,88	5,0	2,0		7,6	69,0	7,7	14	55	< 2	310	23	22	30		1
168	11.9.2012	0-4	31,0			5,0													4,8	
168	9.10.2012	0	31,0	11,8	5,68	5,9	0,84		7,9	95,0	9,9	11	41	5	360	13	12	23		16
168	9.10.2012	15	31,0	12,1	5,77	5,9	0,58		8,0	96,0	9,9	13	30	3	330	11	10	18		<1
168	9.10.2012	30	31,0	11,4	5,80	5,9	3,0		7,9	82,0	8,6	13	50	2	340	20	19	29		3

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
168	9.10.2012	0-4	31,0			5,9													6,3	
168	26.11.2012	0	31,0	7,1	6,12	4,0	1,3		7,9	78,0	9,1	< 4	110	< 2	360	29	28	36		1
168	26.11.2012	15	31,0	7,1	6,12	4,0	1,3		7,9	89,0	10,4	< 4	110	< 2	350	29	28	35		3
168	26.11.2012	30	31,0	7,1	6,13	4,0	1,5		7,9	90,0	10,5	< 4	110	< 2	360	28	28	34		3
181	12.3.2012	0	15,0	0,2	4,48	3,3	1,1		7,7	97,0	13,6	5	190	3	460	30	29	44		<1
181	12.3.2012	5	15,0	0,4	4,63	3,3	0,85		7,7	94,0	13,1	< 4	180	3	420	33	31	38		1
181	12.3.2012	14	15,0	0,8	4,93	3,3	0,89		7,7	90,0	12,4	5	180	< 2	400	34	33	42		<1
181	12.3.2012	0-4	15,0			3,3													3,4	
181	8.5.2012	0	15,0	6,4	5,18	1,9	2,9		8,5	126,0	15,0	< 4	< 4	< 2	400	3	< 3	27		<1
181	8.5.2012	5	15,0	6,0	5,21	1,9	2,7		8,5	122,0	14,7	< 4	< 4	< 2	390	3	< 3	29		<1
181	8.5.2012	14	15,0	5,6	5,25	1,9	2,9		8,4	119,0	14,5	< 4	< 4	< 2	380	< 3	< 3	28		<1
181	8.5.2012	0-4	15,0			1,9													27,3	
181	11.6.2012	0	15,0	11,4	5,34	2,9	1,5		8,2	105,0	11,1	< 4	< 4	< 2	350	4	4	17		1
181	11.6.2012	5	15,0	10,7	5,34	2,9	2,0		8,2	103,0	11,1	< 4	< 4	< 2	370	4	4	21		<1
181	11.6.2012	14	15,0	10,3	5,36	2,9	6,0		8,2	74,0	8,0	< 4	< 4	< 2	390	7	6	30		<1
181	11.6.2012	0-4	15,0			2,9													3,7	
181	3.7.2012	0	15,0	13,5	5,41	2,4	3,0		8,1	60,0	6,0	< 4	< 4	< 2	330	3	3	31		<1
181	3.7.2012	5	15,0	13,4	5,40	2,4	3,3		8,1	93,0	9,4	< 4	< 4	< 2	340	4	3	33		<1
181	3.7.2012	14	15,0	12,9	5,43	2,4	3,5		8,1	92,0	9,4	< 4	< 4	< 2	320	5	4	26		1
181	3.7.2012	0-4	15,0			2,4													9,3	
181	17.8.2012	0	15,0	18,0	5,62	2,6	3,2		8,4	120,0	11,0	< 4	< 4	< 2	420	< 3	< 3	26		<1
181	17.8.2012	5	15,0	16,9	5,56	2,6	1,6		8,3	117,0	10,9	< 4	< 4	< 2	370	< 3	< 3	21		<1
181	17.8.2012	14	15,0	15,9	5,57	2,6	1,9		8,0	102,0	9,7	< 4	< 4	< 2	320	6	5	21		<1
181	17.8.2012	0-4	15,0			2,6													7,4	
181	3.9.2012	0	15,0	16,8	5,32	2,0	3,6		8,1	96,0	9,0	14	< 4	< 2	360	7	6	28		5
181	3.9.2012	5	15,0	16,8	5,31	2,0	3,5		8,1	100,0	9,4	13	< 4	< 2	380	8	6	31		1

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenottosyvyys, m	Kokonaissyvyys, m	Veden lämpötila, °C	Saliniteetti, o/oo	Näkösyvyys, m	Sameus, FNU	Väriluku, mg Pt/l	pH	Hapen kyllästysaste, %	Happi, mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P (suod), µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	a-klorofylli, µg/l	Escherichia coli, mpn/100 ml
181	3.9.2012	14	15,0	16,7	5,31	2,0	3,5		8,1	98,0	9,2	13	< 4	< 2	350	9	6	27		2
181	3.9.2012	0-4	15,0			2,0													6,3	
181	4.10.2012	0	15,0	12,4	5,38	4,0	1,1		7,9	96,0	9,9	11	37	2	350	14	13	26		<1
181	4.10.2012	5	15,0	12,4	5,38	4,0	1,1		7,9	94,0	9,7	18	37	2	360	15	15	27		<1
181	4.10.2012	14	15,0	12,4	5,38	4,0	1,4		7,9	93,0	9,6	19	37	2	360	14	14	26		<1
181	4.10.2012	0-4	15,0			4,0													2,7	
181	19.11.2012	0	15,0	6,7	5,46	2,8	2,7		7,8	87,0	10,2	17	120	< 2	460	28	26	37		<1
181	19.11.2012	5	15,0	6,7	5,46	2,8	2,6		7,8	91,0	10,7	16	120	< 2	450	27	26	37		3
181	19.11.2012	14	15,0	7,0	5,63	2,8	2,5		7,7	85,0	9,9	13	120	< 2	450	29	27	38		1

Liite 2. Tilastollisten analyysien tulostaulukot. Mallilla on pyritty testaamaan vaikuttaako jätevesien johtaminen mitattujen parametrien arvoihin jätevesien vaikutuksen alla olevilla alueilla.

Jätevesien vaikutus veden pintalämpötilaan

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

159.5881 166.9026 -75.79403

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 4.6221 0.7806221

Fixed effects: temp ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 10.23000 1.6419093 39 6.230551 0.0000

waste -0.08875 0.2253462 39 -0.393838 0.6958

Correlation:

(Intr)

waste -0.069

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-1.90275314 -0.52110193 -0.06048656 0.37968518 3.14667817

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutus pintaveden suolaisuuteen

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

-35.78216 -28.46759 21.89108

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 0.1583036 0.1160107

Fixed effects: sal ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 5.59750 0.06077233 39 92.10606 0.0000

waste 0.04625 0.03348942 39 1.38103 0.1751

Correlation:

(Intr)

waste -0.276

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-3.1284339 -0.4811544 -0.1438595 0.5577370 2.4090573

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutus pintaveden sameuteen

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

53.74847 61.06304 -22.87424

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 0.3455262 0.3165111

Fixed effects: turb ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 1.0487500 0.13819437 39 7.588949 0.0000

waste 0.3108333 0.09136888 39 3.401961 0.0016

Correlation:

(Intr)

waste -0.331

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-2.2464306 -0.4400794 -0.1395572 0.4795387 2.6671209

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutus pintaveden kokonaistyyppipitoisuuksiin

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

476.874 484.1886 -234.437

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 47.73743 29.83823

Fixed effects: ntot ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 355.6563 17.943090 39 19.821349 0.0000

waste 3.3358 8.613555 39 0.387277 0.7007

Correlation:

(Intr)

waste -0.24

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-1.5718195 -0.5690538 -0.1182651 0.4298711 2.9838945

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutus pintaveden kokonaisfosforipitoisuuksiin

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

277.9392 285.2538 -134.9696

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 7.359152 3.266456

Fixed effects: ptot ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 26.029167 2.6859287 39 9.690937 0.000

waste 0.572917 0.9429446 39 0.607583 0.547

Correlation:

(Intr)

waste -0.176

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-1.62963914 -0.70522320 -0.09040237 0.64417082 1.79869386

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutus pintaveden liukoisen typen pitoisuuksiin

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

446.2594 453.574 -219.1297

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 61.89912 19.31501

Fixed effects: din ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 40.23500 22.236954 39 1.809376 0.0781

waste 13.13583 5.575764 39 2.355880 0.0236

Correlation:

(Intr)

waste -0.125

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-1.24518414 -0.48358818 -0.08925273 0.25671957 4.32532102

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutus pintaveden liukoisen fosforin pitoisuuksiin

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

237.4176 244.7321 -114.7088

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 10.91419 1.814745

Fixed effects: dip ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 10.202083 3.876490 39 2.6317836 0.0121

waste 0.252083 0.523872 39 0.4811928 0.6331

Correlation:

(Intr)

waste -0.068

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-2.64740729 -0.33531668 -0.06234898 0.37788201 2.38862441

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutukset pintaveden *E. coli* –bakteerien pitoisuuksiin

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

536.0667 543.3813 -264.0334

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 14.47741 68.99204

Fixed effects: ecoli ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 0.270833 14.98428 39 0.0180745 0.9857

waste 25.500000 19.91629 39 1.2803592 0.2080

Correlation:

(Intr)

waste -0.665

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-0.50929215 -0.31295440 -0.05105514 0.03305520 6.49151543

Number of Observations: 48

Number of Groups: 8

Jätevesien vaikutukset pintaveden a-klorofyllin pitoisuuksiin

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: NULL

AIC BIC logLik

224.2707 231.0262 -108.1353

Random effects:

Formula: ~1 | month

(Intercept) Residual

StdDev: 5.639463 2.599045

Fixed effects: chl_a ~ waste

Value Std.Error DF t-value p-value

(Intercept) 7.652381 2.2056818 34 3.469395 0.0014

waste -2.085714 0.8020827 34 -2.600373 0.0137

Correlation:

(Intr)

waste -0.182

Standardized Within-Group Residuals:

Min Q1 Med Q3 Max

-2.609812327 -0.358923604 -0.009230379 0.249709879 3.090083443

Number of Observations: 42

Number of Groups: 7

Liite 3. Pohjaeläinseurannan tulokset havaintopaikoittain vuonna 2012 lahtialueilta ulkosaaristoon (lajisto, tiheys, biomassa, sekä yksilömäärien ja biomassojen suhteelliset osuudet). Nimistö Kontula ym. (2012) seuraten. Likaantumista/orgaanista kuormitusta ilmentävät pohjaeläimet on merkitty punaisella, likaantumista/orgaanista kuormitusta karttavat, eli puhtaampia oloja ilmentävät, vihreällä (Leppäkoski 1975, ks. taulukko 6.2).

Lahtialueet

Vanhankaupunginselkä 4, 10.10.2012, 5 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
<i>Marenzelleria</i> spp.	3	26	0,51	0,2948	2,80
<i>Oligochaeta</i>	5	2884	56,16	0,8367	7,94
<i>Gammarus</i> spp.	1	7	0,13	0,0158	0,15
<i>Monoporeia affinis</i>	1	13	0,26	0,0031	0,03
<i>Corophium</i> spp. (sensu lato)	1	7	0,13	0,0008	0,01
Ostracoda	5	1116	21,72		
Chironomidae	5	931	18,12	9,2277	87,56
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2	26	0,51	0,0160	0,15
<i>Bithynia tentaculata</i>	1	7	0,13	0,0033	0,03
Gastropoda	1	7	0,13	0,0017	0,02
<i>Macoma balthica</i>	5	112	2,18	0,1391	1,32
Yhteensä		5136		10,5390	

Nematoda läsnä yhdessä nostossa.

Espoonlahti 118, 13.9.2012, 5 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
<i>Manayunkia aestuarina</i>	1	7	0,48	0,0045	0,08
<i>Oligochaeta</i>	5	627	45,24	0,2846	4,82
Ostracoda	5	284	20,48		
Nematomorpha	1	13	0,95	0,3159	5,35
Chironomidae	5	389	28,10	4,5859	77,73
Insecta (larvae)	2	26	1,90	0,6782	11,50
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	26	1,90	0,0210	0,36
Gastropoda	1	7	0,48	0,0042	0,07
<i>Macoma balthica</i>	1	7	0,48	0,0057	0,10
Yhteensä		1386		5,9000	

Nematoda läsnä kahdessa nostossa, *Einhornia crustulenta* kolmessa nostossa.

Björkfjärden 189, 13.9.2012, 5 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
<i>Cyanophthalma obscura</i>	1	7	0,12	0,0075	0,07
<i>Hediste diversicolor</i>	1	7	0,12	0,0021	0,02
<i>Manayunkia aestuarina</i>	3	92	1,64	0,0055	0,05
<i>Marenzelleria</i> spp.	2	13	0,23	0,0548	0,49
<i>Oligochaeta</i>	5	2211	39,36	0,5182	4,66
Ostracoda	5	1347	23,97		
Chironomidae	5	389	6,93	2,4611	22,12
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	4	73	1,29	0,0811	0,73
Gastropoda	4	40	0,70	0,0191	0,17
<i>Macoma balthica</i>	5	1439	25,61	7,9746	71,69
Yhteensä		5618		11,1240	

Nematoda läsnä neljässä nostossa, *Einhornia crustulenta* yhdessä nostossa.

Sisäsaaristo

Ryssjeholmsfjärden 1171, 10.10.2012, 5 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
 <i>Cyanophthalma obscura</i>	5	132	5,84	0,3330	5,39
<i>Marenzelleria</i> spp.	1	7	0,29	0,0557	0,90
 <i>Oligochaeta</i>	5	865	38,26	0,3898	6,31
<i>Ostracoda</i>	5	713	31,54		
 <i>Chironomidae</i>	5	152	6,72	4,7708	77,24
<i>Insecta</i> (larvae)	1	7	0,29	0,0151	0,24
 <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	5	139	6,13	0,3805	6,16
<i>Gastropoda</i>	1	7	0,29	0,0041	0,07
 <i>Macoma balthica</i>	5	238	10,51	0,2275	3,68
Yhteensä		2260		6,1765	

Väli- ja ulkosaaristo

Stora Mickelskären 123, 26.11.2012, 3 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
 <i>Halicryptus spinulosus</i>	2	15	0,90	0,0587	0,14
<i>Marenzelleria</i> spp.	3	636	38,27	2,8584	6,75
 <i>Oligochaeta</i>	3	165	9,93	0,0091	0,02
 <i>Saduria entomon</i>	3	21	1,26	15,6109	36,88
<i>Gammarus</i> spp.	1	3	0,18	0,0001	0,00
 <i>Monoporeia affinis</i>	3	24	1,44	0,1800	0,43
<i>Ostracoda</i>	3	27	1,62		
<i>Gastropoda</i>	1	6	0,36	0,0007	0,00
<i>Mytilus edulis/ M. trossulus</i>	3	15	0,90	0,0257	0,06
 <i>Macoma balthica</i>	3	750	45,13	23,5816	55,72
Yhteensä		1662		42,3252	

Nematoda läsnä kahdessa nostossa, *Einhornia crustulenta* kolmessa nostossa.

Musta Hevonen 181, 17.10.2012, 3 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
<i>Polychaeta</i>	1	3	0,10	0,0061	0,12
 <i>Manayunkia aestuarina</i>	1	3	0,10	0,0001	0,00
<i>Marenzelleria</i> spp.	2	6	0,19	0,0070	0,14
 <i>Oligochaeta</i>	3	714	23,09	0,1175	2,33
<i>Neomysis integer</i>	1	3	0,10	0,0002	0,00
<i>Ostracoda</i>	3	1455	47,05		
 <i>Chironomidae</i>	3	63	0,97	0,2455	19,22
 <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	12	0,39	0,0173	0,34
<i>Gastropoda</i>	1	9	0,29	0,0250	0,49
 <i>Macoma balthica</i>	2	825	26,68	3,9004	77,34
Yhteensä		3093		5,0430	

Nematoda läsnä yhdessä nostossa, *Einhornia crustulenta* yhdessä nostossa.

Pentarn 166, 23.10.2012, 3 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
Polychaeta	1	3	3,33	0,0000	0,00
Marenzelleria spp.	1	6	6,67	0,0060	0,04
Oligochaeta	3	33	36,67	0,0018	0,01
Mysidae	1	3	3,33	0,0000	0,00
Neomysis integer	1	3	3,33	0,0181	0,13
Saduria entomon	2	9	10,00	12,8466	90,62
Gammarus spp.	1	3	3,33	0,0088	0,06
Ostracoda	3	27	30,00		
Macoma balthica	1	3	3,33	1,2952	9,14
Yhteensä		90		14,1765	

Itäinen ulkosaaristo 1142, 23.10.2012, 3 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
Halicryptus spinulosus	3	168	3,39	2,4789	2,19
Polychaeta	1	6	0,12	0,0047	0,00
Marenzelleria spp.	3	708	14,28	1,6091	1,42
Oligochaeta	3	882	17,79	0,1920	0,17
Neomysis integer	1	3	0,06	0,0000	0,00
Saduria entomon	1	21	0,42	29,5680	26,10
Jaera albifrons –ryhmä	3	21	0,42	0,0095	0,01
Gammarus spp.	2	12	0,24	0,0095	0,01
Monoporeia affinis	3	156	3,15	0,8866	0,78
Ostracoda	3	1650	33,28		
Potamopyrgus antipodarum	2	6	0,12	0,0053	0,00
Bithynia tentaculata	1	3	0,06	0,0003	0,00
Gastropoda	1	0	0,00	0,0008	0,00
Macoma balthica	3	1323	26,68	78,5208	69,31
Yhteensä		4959		113,2855	

Nematoda läsnä yhdessä nostossa, *Einhornia crustulenta* kahdessa nostossa.

Katajaluoto 125P, 29.10.2012, 3 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
Halicryptus spinulosus	3	99	2,90	6,4940	3,70
Marenzelleria spp.	3	570	16,70	1,8368	1,05
Oligochaeta	3	321	9,40	0,0707	0,04
Tunnistamaton mato	1	6	0,18	0,0038	0,00
Neomysis integer	1	9	0,26	0,0271	0,02
Saduria entomon	2	21	0,62	33,9254	19,35
Gammarus spp.	1	48	1,41	0,0591	0,03
Monoporeia affinis	2	9	0,26	0,0971	0,06
Corophium volutator	3	18	0,53	0,0089	0,01
Ostracoda	3	1017	29,79		
Potamopyrgus antipodarum	3	129	3,78	0,2230	0,13
Gastropoda	3	18	0,53	0,0217	0,01
Mytilus edulis/ M. trossulus	1	15	0,44	0,0145	0,01
Macoma balthica	3	1134	33,22	132,5058	75,59
Yhteensä		3414		175,2879	

Nematoda läsnä yhdessä nostossa, *Einhornia crustulenta* kolmessa nostossa.

Katajaluoto 1259, 29.10.2012, 3 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
 <i>Halicryptus spinulosus</i>	3	93	1,39	10,4171	4,86
 <i>Hediste diversicolor</i>	2	6	0,09	0,0085	0,00
<i>Marenzelleria</i> spp.	3	3054	45,68	10,8629	5,06
 <i>Oligochaeta</i>	3	132	1,97	0,0379	0,02
 <i>Saduria entomon</i>	2	12	0,18	3,6381	1,70
<i>Gammarus</i> spp.	1	3	0,04	0,0007	0,00
 <i>Monoporeia affinis</i>	3	54	0,81	0,2954	0,14
 <i>Corophium volutator</i>	1	3	0,04	0,0080	0,00
Ostracoda	3	780	11,67		
 Chironomidae	1	3	0,04	0,0029	0,00
 <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1	3	0,04	0,0038	0,00
Gastropoda	1	3	0,04	0,0005	0,00
 <i>Macoma balthica</i>	3	2541	38,00	189,1936	88,21
Yhteensä		6687		214,4694	

Nematoda läsnä yhdessä nostossa, *Einhornia crustulenta* kolmessa nostossa.

Knaperskär 147P, 27.11.2012, 3 nostoa

	Esiintyi x:ssä nostossa	Yks/m ²	%	g/m ²	%
 <i>Halicryptus spinulosus</i>	3	33	2,74	0,0031	0,01
<i>Marenzelleria</i> spp.	3	246	20,40	1,9247	3,83
 <i>Oligochaeta</i>	3	489	40,55	0,0136	0,03
 <i>Saduria entomon</i>	3	18	1,49	13,2682	26,37
 <i>Monoporeia affinis</i>	2	6	0,50	0,0412	0,08
 <i>Corophium volutator</i>	2	6	0,50	0,0034	0,01
Ostracoda	3	18	1,49		
 Chironomidae	2	6	0,50	0,0095	0,02
 <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1	3	0,25	0,0009	0,00
Gastropoda	1	3	0,25	0,0000	0,00
 <i>Macoma balthica</i>	3	378	31,35	35,0461	69,66
Yhteensä		1206		50,3107	

Nematoda läsnä kolmessa nostossa, *Einhornia crustulenta* kahdessa nostossa.

Vesikasvillisuus Espoon ulkosaariston – Helsingin itäisen ulkosaariston alueella kesällä 2012

Jouni Leinikki ja Juha Syväranta



MARINE BIOLOGICAL AND LIMNOLOGICAL CONSULTANTS

Veneentekijäntie 4

FI-00210 Helsinki, Finland

Tel. +358 (0)45 679 0300

OTSIKKO: Vesikasvillisuus Espoon ulkosaariston – Helsingin itäisen ulkosaariston alueella kesällä 2012

PÄIVÄMÄÄRÄ: 20.11.2012

TEKIJÄ(T): Jouni Leinikki ja Juha Syväranta

JULKAISU: Alleco raportti n:o 8/2012

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

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

Sisällys

Tiivistelmä	4
Johdanto.....	5
Aineisto ja menetelmät.....	5
Näytepaikkojen avoimuus	7
Vesipuitedirektiivin mukaisen ekologisen tilan luokittelu	7
Päästölähteiden vaikutus ekologiseen tilaan	8
Tulokset.....	8
Näytepaikkojen lajisto.....	8
Näytepaikkojen avoimuus ja irtonaisen sedimentin runsaus.....	10
Tutkimuspaikkojen ekologinen tila	11
Tulosten tarkastelu	14
Kirjallisuus	15
Liitteet	17
Liite 1: Tutkimuspaikkojen kohdekortit	17
Liite 2. Tutkimuslinjoilta löytyneet kasvi- ja pohjaeläinlajit	25
Liite 3 Muutokset kasvilajien yleisyydessä	27
Liite 4 Tilastollisia analyysejä.....	28
Ekologinen laatusuhde EQR ja etäisyys kuormituslähteisiin	28
Sedimentin määrä.....	31

Tiivistelmä

Selvitimme vesikasvillisuuden tilaa Espoon ja Helsingin ulkosaaristossa kesällä 2012 sekä arvioimme sen muutosta verrattuna vuoteen 2007. Aineisto kerättiin linjasukellusmenetelmällä 14 paikasta noudattaen ympäristöhallinnon ohjeistusta. Tulosten perusteella rakkolevän tila on heikentynyt erityisesti uloimmassa saaristovyöhykkeessä. Levälajien määrä linjoilla oli lisääntynyt, etenkin tutkimusalueen itäosassa sekä kaikkein läntisimmillä linjoilla. Muutokset eivät korreloineet sukelluslinjojen etäisyyksiin Katajaluodon ja Viipurinkiven purkuputkien päistä, vaikka tarkasteltaessa tuloksia kartalla yhteys saattaa näkyä. Verrattaessa tuloksia muihin alueella tehtyihin tutkimuksiin voidaan kuitenkin päätellä, että rakkolevän tila huononee edelleen siirryttäessä kauemmas rannikosta. Tämän perusteella vedetään johtopäätös, että vesikasvillisuuden tilan heikkenemiseen saattaa vaikuttaa eniten Suomenlahden ulappa-alueelta tuleva kuormitus.

Johdanto

Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien vesistövaikutusten yhteistarkkailuohjelmassa toteutettiin vuonna 2012 litoraalikasvillisuuden tilan tutkimus 14 sukelluslinjalla, jotka oli edellisen kerran tutkittu vuonna 2007.

Vesikasvilajisto heijastaa muutoksia veden laadussa. Vuonna 2007 sukelluslinjoille laskettiin myös lajikohtaiset likaantuneisuusluokat (Ilmarinen ja Oulasvirta 2008). Ilkka Viitasalon (Viitasalo ym. 1990, Viitasalo ym. 1994, 2002) kehittämä likaantuneisuusluokittelu (s-indeksi) sisältää eri levälajeille arvot sen mukaan, ilmentävätkö ne hyvää vai heikkoa veden laatua. Ilmarinen ja Oulasvirta (2007) arvioivat tämän luokittelutavan kuitenkin epäluotettavaksi kuvaamaan rehevöitymistä, sillä eri ympäristötekijöiden vaikutukset vaihtelevat ja ovat huonosti tunnettuja useimpien levälajien osalta.

Ekologinen laatusuhde (EQR) perustuu EU:n vesipuitedirektiivin (EU 2000) toimeenpanoa pohtineen työryhmän esityksen mukaisesti yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alarajaan (SYKE/RKTL 2008). Yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen määritelmänä on, että rakkolevän peittävyys olisi vähintään 30 % pohjasta. Vuonna 2005 Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien vesistövaikutusten yhteistarkkailuohjelman puitteissa toteutetussa litoraalikasvillisuuden tilan tutkimuksessa käytettiin EQR:n laskemiseen alinta rakkoleväyksilöä, minkä vuoksi kyseiset tulokset eivät ole vertailukelpoisia sukelluslinjoilta myöhemmin laskettujen EQR-arvojen kanssa.

Ilmarinen ja Oulasvirta (2008) laskivat kullekin sukelluslinjalle tehollisen pyyhkäisymatkan eli fetch-arvon vuoden 2007 tutkimusten yhteydessä käyttäen Håkansonin (1981) esittämää laskutapaa. Tämä arvo ei muutu vuosien välillä, ellei havaintopisteen ympäristön rantaviivassa tapahdu muutoksia. Ympäristöministeriö on julkaissut myös avoimuutta kuvaavan aineiston, joka sisältää SWM-indeksin (Isaeus ja Rygg 2005) laskettuna 25 x 25 metrin ruuduittain koko Suomen merialueelle.

Tässä tutkimuksessa selvitimme kasvillisuuden tilaa keräämällä kenttäaineiston samoilla menetelmillä kuin vuoden 2007 tutkimuksissa. Tämän lisäksi selvitimme kunkin näytepaikan avoimuuden, rakkolevän alimman kasvusyvyyden ja siitä lasketun ekologisen laatusuhteen (EQR) verrattuna vuosien 2005 ja 2007 tuloksiin sekä irtonaisen sedimentin runsauden.

Helsingin kaupungin ympäristökeskus tilasi tutkimuksen Alleco Oy:ltä. Kenttätöön toteuttivat tutkimussukeltajat FM Juha Syväranta, Jaakko Leppänen, FM Nina Teider ja FM Jouni Leinikki.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin linjasukellusmenetelmällä noudattaen soveltuvien osien Suomen ympäristökeskuksen makrofyyttiseurannan ohjeita (Ruuskanen 2009). Ohjeen mukaisesti tärkeimpänä indikaattorilajina käytettiin rakkolevää.

Sukeltajat merkitsivät tutkittavan linjan maastoon linjaköydellä, joka laskettiin linjan alkupisteestä ennalta määritettyyn suuntaan. Kunkin linjan pituus oli 100 metriä, mikä poikkesi SYKE:n ohjeen mukaisesta 50 metristä. Poikkeuksella haluttiin varmistaa vertailukelpoisuus valtakunnallisessa VELMU-hankkeessa kerättävään aineistoon.

Sukeltajat kirjasivat syvyysmetreittäin tai enintään kymmenen metrin välein eri kasvilajien peittävyudet, keskimääräiset pituudet, etäisyyden linjaköydellä, pohjan laadun sekä rakkolevän epifyyttisten levien

peittävyden. Lajinmäärittäystä 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 optimisyvytydellä. Yhtenäinen rakkolevävyöhyke määriteltiin vyöhykkeenosaksi, jolla rakkolevän peittävyys oli vähintään 30 %.

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

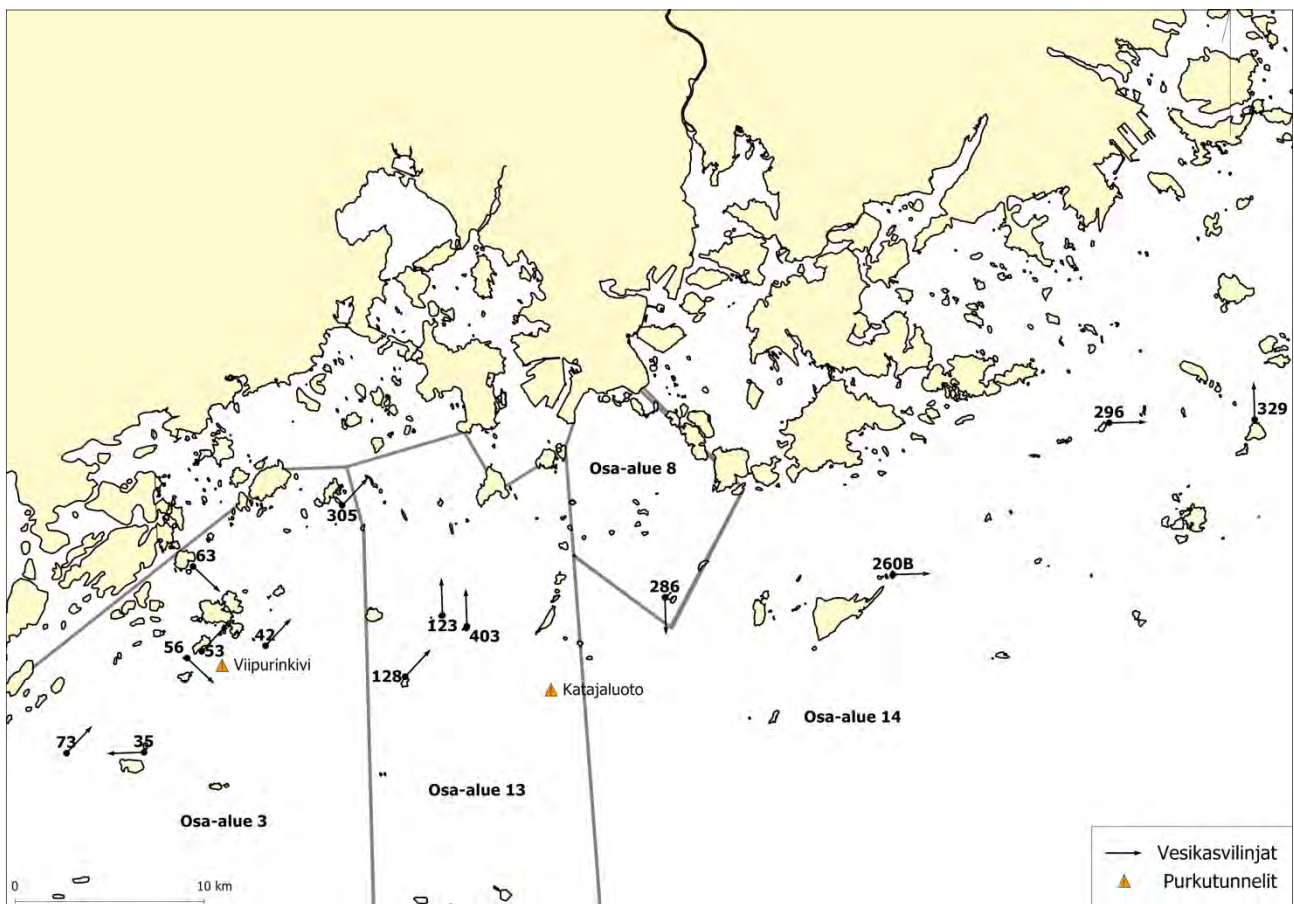
Taulukko 1. Sedimentin runsausasteikko

Runsau	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

Helsingin ja Espoon ulkosaaristossa sijaitsevat tutkimuskohteet (kuva 1, taulukko 2) tutkittiin elokuun puolivälissä 2012. Kohde 260B Peninkarit Isosaaren koillispuolella sijaitsee suoja-alueella, jossa sukeltaminen on luvanvaraista. Alleco Oy:n lupanumero oli 59/7/2012/SLMEPA. Tutkimuskohteiden tarkemmat tiedot on esitetty kohdekortteina liitteessä 1.

Taulukko 2. Vesikasvitutkimuksen näytepisteet

Koodi	Näytepaikka	Osa-alue	Tutkimuspäivämäärä
260B	Peninkarit Isosaari	3	16.8.2012
296	Märaskrin Vuosaari	3	16.8.2012
329	Hanskinen NW-luoto	3	16.8.2012
286	Harmajanourit N	3	17.8.2012
123	Louekarinpaadet	3	13.8.2012
128	Koirasaari N	3	13.8.2012
403	Louekari	3	13.8.2012
42	Notgrundet	13	21.8.2012
53	Gåsgrundet S-kivi	13	21.8.2012
56	Bullan Knaperskär	13	21.8.2012
35	Södra Kytökäringen	8	21.8.2012
73	Rödgrundet Espoo	14	17.8.2012
63	Bodökobben NE	14	15.8.2012
305	Vattukobben	14	15.8.2012



Kuva 1. Tutkimusalue ja kasvillisuuslinjojen sijainnit ja suunnat. Kasvillisuuslinjojen nimet on esitetty taulukossa 2. Pohjakartta © Liikennevirasto 2012

Näytepaikkojen avoimuus

Näytepaikkojen tehollinen pyyhkäisymatka eli fetch-arvo laskettiin vuoden 2007 tutkimusten yhteydessä käyttäen Håkansonin (1981) esittämää laskutapaa (Ilmarinen ja Oulasvirta 2007). Koska luku perustuu vain rantaviivaan, ei näytepisteiden arvoissa ole tapahtunut muutoksia. Määritimme paikkatietojärjestelmän avulla pisteille myös SWM-indeksin, joka kuvailee avoimuutta 25 metrin tarkkuudella ottaen pyyhkäisymatkan lisäksi huomioon vallitsevat tuulet ja aaltojen taipumisen saarten ja luotojen taakse (Isaeus ja Rygg 2005).

Vesipuitedirektiivin mukaisen ekologisen tilan luokittelu

Havaintopaikkojen ekologinen tila määriteltiin ekologisen laatusuhteen (EQR) avulla. Ekologinen laatusuhde EQR perustuu Suomenlahdella yhtenäisen rakkolevävyöhykkeen alarajaan ja vertailuarvoon, jonka katsotaan vastaavan luonnon häiriintymätöntä tilaa (SYKE/RKTL 2008). Rakkolevävyöhykkeen alarajojen vertailuarvoina käytettiin vuonna 2007 määritettyjä arvoja (Ilmarinen ja Oulasvirta 2008). Yhtenäinen rakkolevävyöhyke määritettiin siten, että rakkolevän peittävyys 8 m^2 havaintoalalla oli vähintään 30 %.

Rakkolevävyöhykkeen alarajan vertailuarvot ja sukelluslinjojen ekologisen tilan luokittelu huonosta erinomaiseen perustuu vuoden 2007 raportissa esitettyyn taulukkoon 4 (Ilmarinen ja Oulasvirta 2008).

Päästölähteiden vaikutus ekologiseen tilaan

Laskimme kullekin näytepisteelle etäisyydet Katajaluodon ja Viipurinkiven viemärien loppupäistä sekä Vantaajoen suulta. Tutkimme etäisyyksien vaikutusta linjojen EQR-arvoon käyttäen R-ohjelmiston (versio 2.15.1) usean selittäjän regressiomallia (engl. *multiple linear regression*).

Tulokset

Näytepaikkojen lajisto

Sukelluslinjoilla havaittiin kaikkiaan 24 kasvi- ja 9 pohjaeläinlajia (liite 2). Yleisimmät levälajit olivat rakkolevä (*Fucus vesiculosus*) sekä yksivuotiset, opportunistiset helmipihtilevä (*Ceramium tenuicorne*), pilvi- tai lettiruskolevä (*Pilayella littoralis*, *Ectocarpus siliculosus*), viherahdinparta (*Cladophora glomerata*) ja suolilevä (*Ulva sp.*). Pilvi- ja lettiruskoleviä ei tässä selvityksessä eroteltu toisistaan kentällä, sillä ne esiintyvät usein sekakasvustoina ja ovat hyvin samannäköisiä.

Lajeista eniten olivat yleistyneet suolilevä (*Ulva sp.*) ja laikkupunalevä (*Hildenbrandia rubra*) (kuva 2). Rakkoleväntupsu (*Elachista fucicola*) oli puolestaan eniten harvinaistunut. Vuonna 2012 löytyi kuusi lajia, joita ei havaittu vuonna 2007: purppuraluulevä, ruusulevä, huiskupunalevä, laikkuruskolevä, huopasuti ja Spirulina-sinilevä.

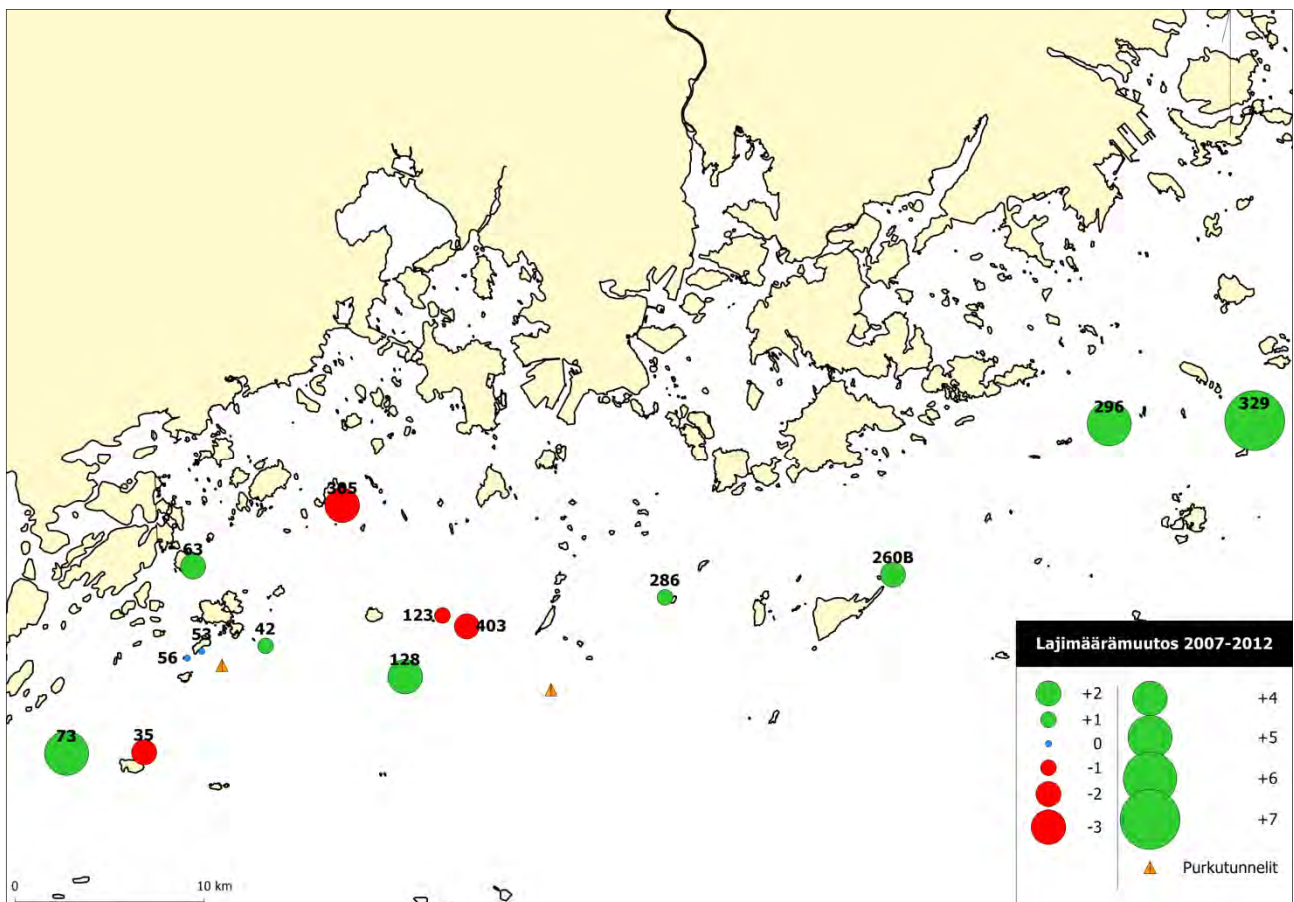
Eniten levälajeja löytyi linjalta 329 Hanskinen, 18 kpl (taulukko 3). Runsaslajisia olivat myös linjat 73 Rödgrundet, 15 lajia ja 128 Koirasaari, 15 lajia. Lajeja havaittiin hieman enemmän verrattuna vuoden 2007 tuloksiin (taulukko 3). Lajimäärät tuntuivat kasvaneen tutkimusalueen länsilaidalla ja vähentyneen alueen itäosassa. (kuva 3). Asetettaessa tutkimuspaikat järjestykseen lajimäärien perusteella, ovat suurimmat muutokset kuitenkin alueen itä- ja länsireunoilla olevilla linjoilla 35 Södra Kytökäringen (-10 sijaa) ja 296 Märaskrin (+10 sijaa). Levälinjojen alkuperäinen aineisto on toimitettu sähköisessä muodossa Helsingin kaupungin ympäristökeskukselle.

Taulukko 3. Lajimäärien muutokset.

Lajimäärät	2007	2012	2007 sija	2012 sija	Sijamuutos	Lajimäärämuutos
73 Rödgrundet	10	15	7	2	5	5
35 Södra Kytökäringen	11	9	4	14	-10	-2
53 Gåsgrundet S-kivi	10	10	7	11	-4	0
56 Bullan Knaperskär	10	10	7	11	-4	0
63 Bodökobben	9	11	12	6	6	2
42 Notgrundet	10	11	7	6	1	1
305 Vattukobben	14	11	1	6	-5	-3
128 Koirasaari	11	15	4	2	1	4
123 Louekaripaadet	13	12	2	4	-2	-1
403 Louekari	12	10	3	11	-8	-2
286 Harmajanourit	10	11	7	6	1	1
260b Peninkarit	9	11	12	6	6	2
296 Märaskrin	7	12	14	4	10	5
329 Hanskinen	11	18	4	1	3	7



Kuva 2: Muutokset kasvilajien yleisyydessä tutkimusalueella vuosina 2007–2012. Lajien suomenkieliset nimet on esitetty liitteessä 2.



Kuva 3. Lajimäärien muutokset pisteittäin

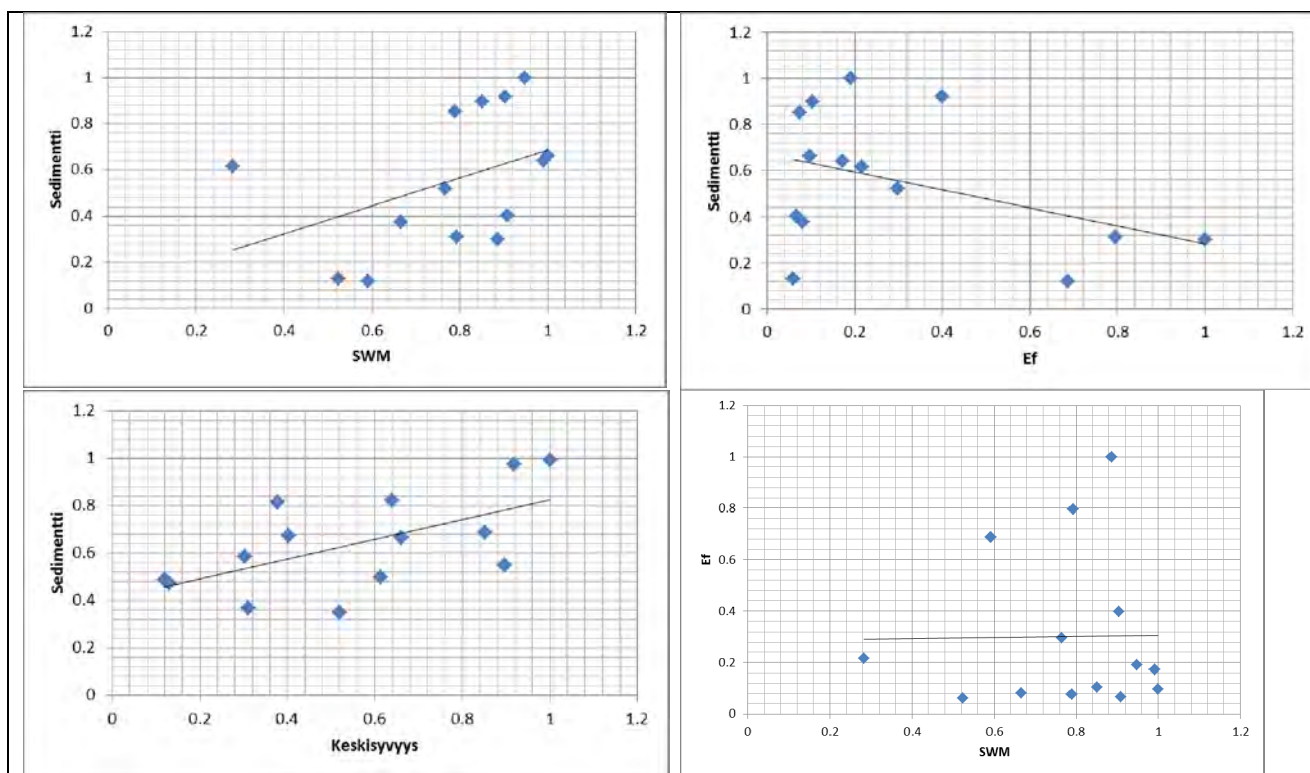
Näytepaikkojen avoimuus ja irtonaisen sedimentin runsaus

Irtonaisen sedimentin runsaus vaihteli nollan ja kolmen välillä (taulukko 4). Eniten Sedimenttiä esiintyi Harmajanourien (286) ja Rödgrundetin (73) linjoilla.

Taulukko 4. Näytepaikkojen avoimuus Lf- ja SWM arvoin ilmaistuna, keskimääräinen sedimentin määrä ja syvyys

N:o	Tutkimuspaikka	SWM	Lf (km)	Sedimentti	Syvyys
73	Rödgrundet Espoo	212153	28	1.8	6.5
35	Södra Kytökäringen	200000	7.3	1.7	3.7
56	Bullan Knaperskär	186267	55.9	0.6	2.5
53	Gåsgrundet S-kivi	208000	70.2	0.6	3.9
63	Bodökobben NE	66495	15.2	1.2	3.3
42	Notgrundet	232824	12.1	1.2	5.5
305	Vattukobben	123000	4.2	0.3	3.2
128	Koirasaari N	234825	6.8	1.3	4.4
123	Louekarinpaadet	213310	4.7	0.8	4.5
403	Louekari	156472	5.7	0.7	5.5
286	Harmajanourit N	222618	13.4	1.9	6.7
260B	Peninkarit Isosaari	139108	48.2	0.2	3.3
296	Märaskrin Vuosaari	179904	20.9	1.0	2.3
329	Hanskinen NW-luoto	185528	5.3	1.6	4.6

Vertasimme myös eri linjojen keskimääräisiä sedimentin määriä avoimuusindekseihin. Tuloksen mukaan tehollinen pyyhkäisymatka (Lf) korreloi negatiivisesti ($r=-0.3870$; $p=0.136$) ja SWM-indeksi positiivisesti ($r=0.60479$; $p=0.149$) sedimentin määrän kanssa. Avoimuutta kuvaavat indeksit eivät korreloineet keskenään ($r=0.009815$; $p=0.960$). Sedimentin määrä kasvoi myös linjojen keskimääräisen syvyyden myötä ($r=0.84930$; $p=0.0243$ *) (kuva 4). Yksityiskohtaiset tiedot tilastollisesta testauksesta on esitetty liitteen 4 lopussa. Sää elokuussa oli 17.8. lukuun ottamatta melko tuulista kaikkina sukelluspäivinä, joten tarkasteluhetken sään vaikutus tuloksiin lienee olematon.



Kuva 4. Avoimuutta kuvaavien Lf ja SWM indeksien ja sukelluslinjan keskimääräisen syvyyden suhde irtonaisen sedimentin määrään tutkimuslinjoilla sekä Lf ja SWM –tunnuslukujen keskinäinen suhde. Arvot on normalisoitu 0 ja 1 välille.

Tutkimuspaikkojen ekologinen tila

Ekologinen laatusuhde on laskenut kautta koko tutkimusalueen (taulukko 5). Muutos kertoo indikaattorilajina käytetyn rakkolevän tilanteen heikentyneen Helsingin ja Espoon edustalla. Pisteessä 296 Märskrin ei havaittu yhtenäistä rakkolevävyöhykettä vuonna 2007, minkä vuoksi sinne ei laskettu EQR-arvoa.

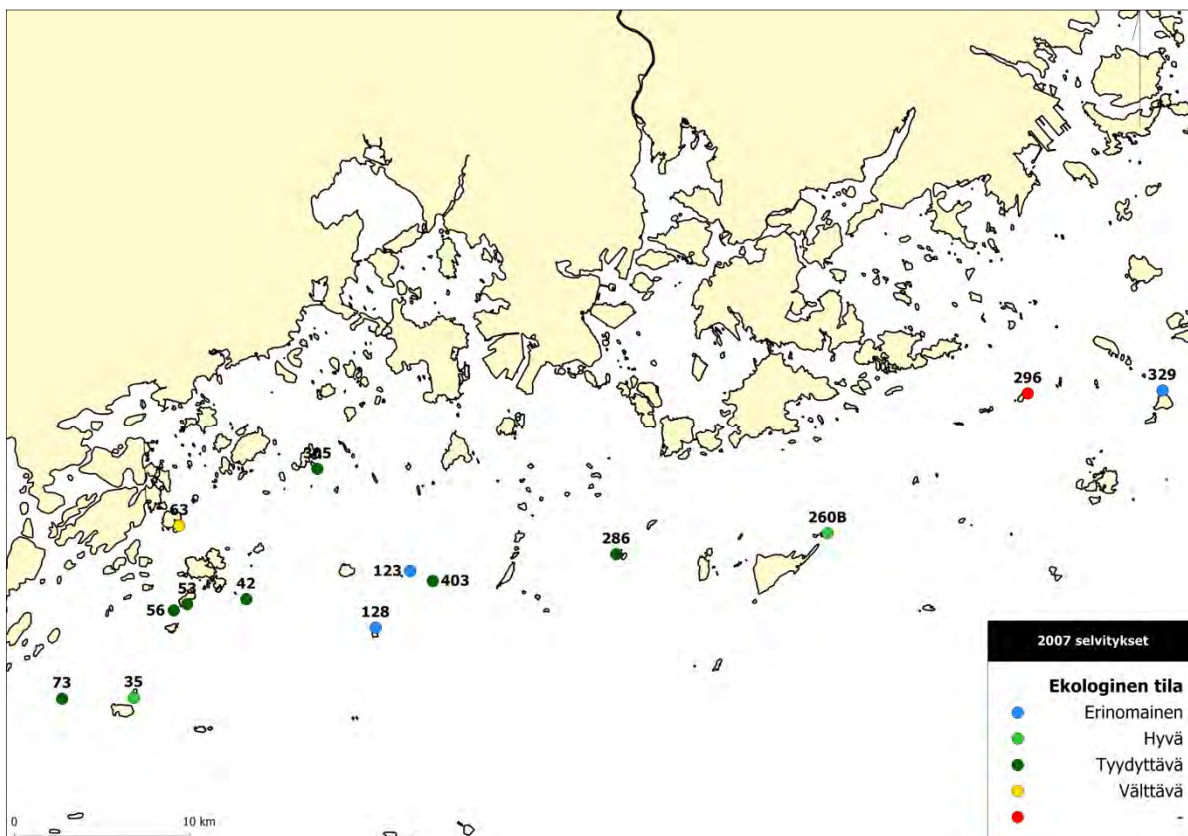
Taulukko 5. Rakkolevän alin kasvusyvyyys ja siitä laskettu ekologinen laatusuhde (EQR) verrattuna vuoden 2007 tuloksiin

N:o	Tutkimuspaikka	EQR 2007		EQR 2012		EQRmuutos	Luokkamuutos
73	Rödgrundet Espoo	0,5	Tyydyttävä	0,3	Välttävä	– 0,2	– 1
35	Södra Kytökäringen	0,7	Hyvä	0,4	Tyydyttävä	– 0,3	– 1
56	Bullan Knaperskär	0,3	Tyydyttävä	0	Huono	– 0,3	– 2
53	Gåsgrundet S-kivi	0,5	Tyydyttävä	0	Huono	– 0,5	– 2
63	Bodökobben NE	0,2	Välttävä	0,1	Välttävä	– 0,1	0
42	Notgrundet	0,3	Tyydyttävä	0	Huono	– 0,3	– 2
305	Vattukobben	0,5	Tyydyttävä	0,4	Tyydyttävä	– 0,1	0
128	Koirasaari N	1,0	Erinomainen	0,8	Hyvä	– 0,2	– 1
123	Louekarinpaadet	1,0	Erinomainen	0	Huono	– 1	– 4
403	Louekari	0,6	Tyydyttävä	0	Huono	– 0,6	– 2
286	Harmajanourit N	0,6	Tyydyttävä	0	Huono	– 0,6	– 2
260B	Peninkarit Isosaari	0,7	Hyvä	0,3	Välttävä	– 0,4	– 2
296	Märaskrin Vuosaari	–	Ei laskettu	0,2	Välttävä	–	–
329	Hanskinen NW-luoto	1,2	Erinomainen	0,8	Hyvä	– 0,4	– 1

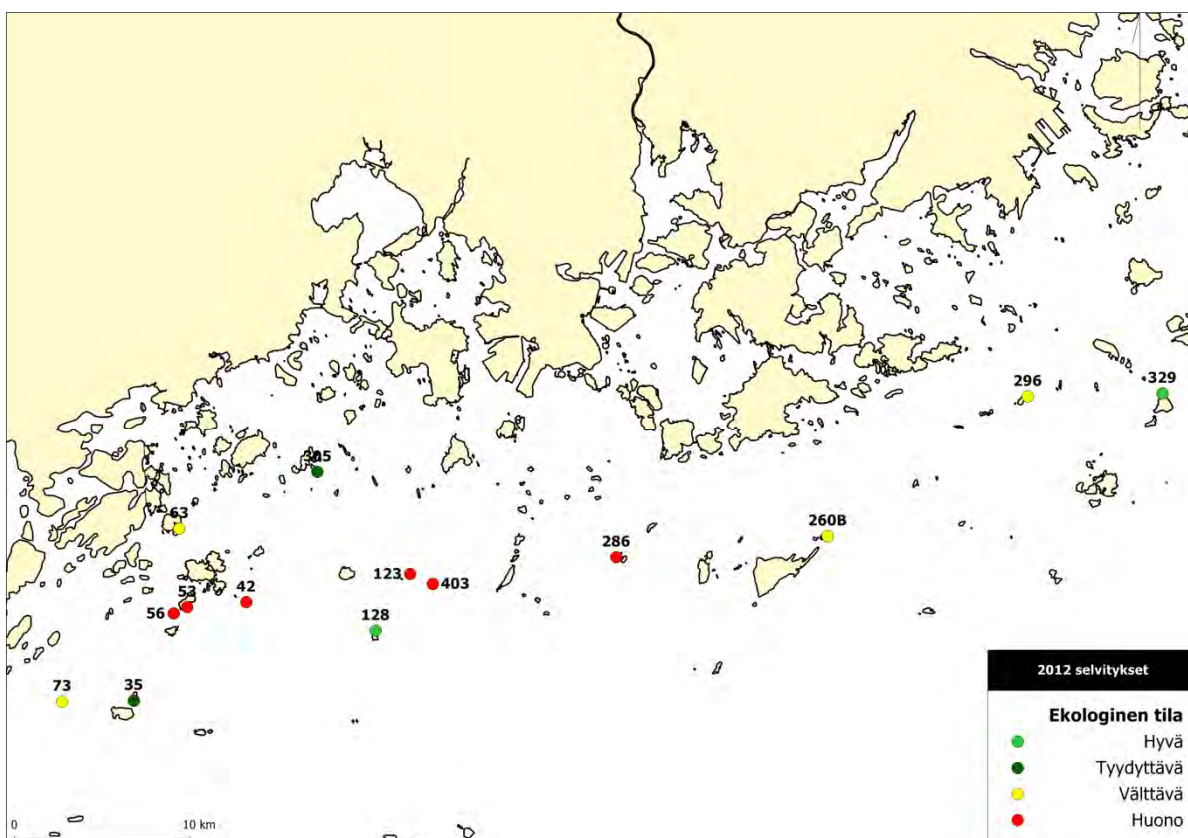
Kuvissa 5 ja 6 esitetään ekologiset laatusuhteet (EQR) nyt tutkituilla sukelluslinjoilla vuosina 2007 ja 2012. Vuonna 2012 huonoon luokkaan kuuluvat pisteet muodostavat alueen keskelle vyöhykkeen, joka ulottuu Helsingin Harmajanoureilta Gåsgrundetiin Espoossa. Ne sijaitsevat suunnilleen samalla etäisyydellä rannikosta kuin jätevesien purkutunneleiden päät Katajaluodon ja Gåsgrundetin ulkopuolella.

Laskimme jokaiselle linjalle myös etäisyydet purkuputkista. Ekologisen laatusuhteen ja etäisyyden Viipurinkivestä välillä oli tilastollinen yhteys ($p < 0,05$), mutta ei Katajaluodosta tai Vantaanjoesta mitatun etäisyyden (liite 4). Suuremmalla otoksella kartasta hahmotettava yhteys olisi saattanut näkyä myös Katajaluodon osalta.

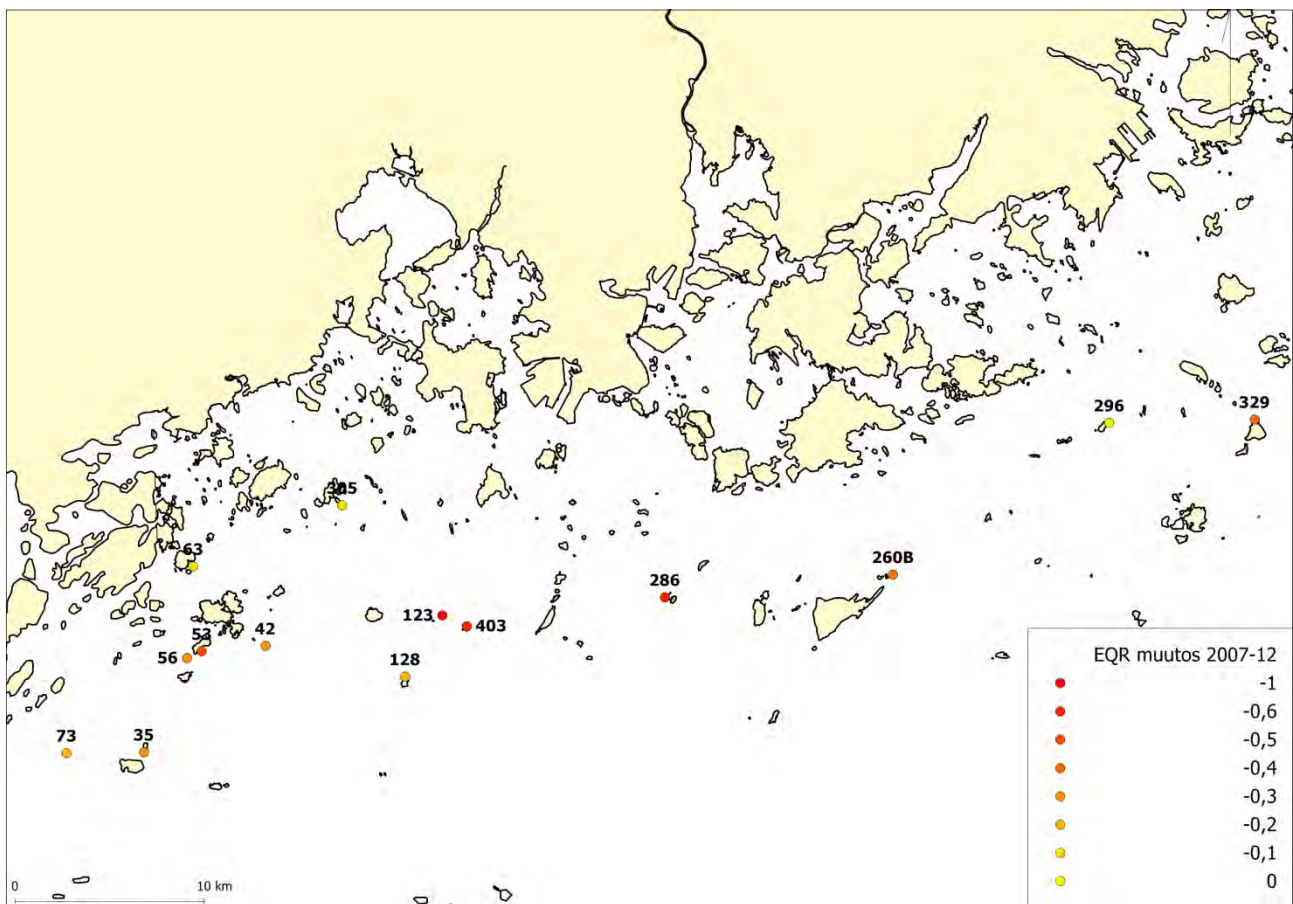
Kuvassa 7 on esitetty EQR:n muutos vuodesta 2007 vuoteen 2012. Tilanne on heikentynyt kaikissa pisteissä, mutta voimakkainta muutos on ollut tutkimusalueen keskiosassa.



Kuva 5. Sukelluslinjojen ekologinen laatusuhde (EQR) vuonna 2007. Pohjakartta © Liikennevirasto 2012



Kuva 6. Sukelluslinjojen ekologinen laatusuhde (EQR) vuonna 2012. Pohjakartta © Liikennevirasto 2012



Kuva 7. Sukelluslinjojen ekologisen laatusuhteen (EQR) muutos vuosina 2007–12. Pohjakartta © Liikennevirasto 2012

Tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin meriympäristön tilaa kahden muuttujan, levälajiston ja ekologisen laatusuhteen avulla. Lajimäärä on kasvanut, mutta rakkoleväkasvustot ovat heikentyneet, minkä seurauksena ekologinen laatusuhde (EQR) on heikentynyt. Heikentyminen on lievempää alueen laitaosissa. Myös lajimäärien kasvaminen sukelluslinjoilla painottuu alueen itäisimpiin ja läntisimpiin linjoihin. Ilmarisen ja Oulasvirran (2008) mukaan myös rakkoleväntupsun (*Elachista fucicola*) väheneminen ja suolilevän (*Ulva sp.*) lisääntyminen viittaavat rehevöitymiseen. Tulosten perusteella merialueen tila Espoon ja Helsingin ulkosaaristoissa on heikentynyt vuoden 2007 jälkeen.

Muutosta vuoteen 2005 on vaikeaa arvioida, sillä tällöin ekologinen laatusuhde määritettiin eri muuttujalla kuin vuosina 2007 ja 2012. Ilmarisen ja Oulasvirran (2008) mukaan alueen ekologinen tila oli kuitenkin parantunut vuosien 2005 ja 2007 välillä. Kannattaa huomata, että vuonna 2005 tutkittiin Seurasaaresta Katajaluotoon ulottuva pohjois-eteläsuuntainen alue, joka poikkesi vuosina 2007 ja 2012 tutkitusta.

Helsingin edustalla tutkittiin samoilla menetelmillä kesällä 2012 myös uuden läjitysalueen ympäristövaikutusarvioon liittyen 11 sukelluslinjalla, jotka sijoituivat pääasiassa ulommas kuin tässä selvityksessä tutkitut kohteet (Leinikki ym. 2012). Lähes kaikkien linjojen ekologinen laatusuhde oli huono, sillä niillä ei esiintynyt lainkaan yhtenäistä rakkolevävyöhykettä. Vain Viinakuvulla sijaitsevan linjan tila oli tyydyttävä.

Tämän tutkimuksen ja Helsingin sataman läjitysalueselvityksen (Leinikki ym. 2012) perusteella näyttää siltä, että rakkolevän esiintyminen huononee rannikolta poispäin siirryttäessä. Lajin esiintymistä rajoittaa valon määrän ohella myös aallokon ja ahtojäiden vaikutus, minkä vuoksi sitä ei yleensä esiinny kaikkein avoimimmilla rannoilla: aallokko ja jäät pyyhkivät levät pois rannan matalasta osasta ja valon puute estää kasvun syvemmällä. Vuonna 2000 Helsingin edustan uloimmilla luodoilla Gråskärsbådanilla tehdyissä selvityksissä (Oulasvirta ja Leinikki 2000) rakkolevää kuitenkin havaittiin kaikilla kahdeksalla linjalla ja laji muodosti yhtenäisen vyöhykkeen kolmella linjalla 5 metrin syvyyteen asti. Yhtenäisen vyöhykkeen tuolloista määritelmää ei tosin ole tiedossa, mutta tulosten perusteella rakkolevä näyttää taantuneen vuoden 2000 jälkeen uloimmassa saaristovyöhykkeessä Helsingin edustalla.

Tutkittujen levälinjojen ekologisen laatusuhteen ja niiden etäisyyden Katajaluodon purkutunnelien suulta välillä ei tulosten perusteella ole yhteyttä. Viipurinkiveltä mitatun etäisyyden logaritmin ja EQR:n välillä on tilastollisesti merkitsevä yhteys. Linjojen lukumäärä on kuitenkin melko pieni eikä tilastollisia analyyseja voida pitää täysin luotettavina. Rakkolevän tilan heikkeneminen siirryttäessä rannikolta ulospäin viittaa ulapalta tulevaan vaikutukseen.

Tutkittujen sukelluslinjojen avoimuus määritettiin tässä tutkimuksessa kahdella menetelmällä, tehollinen pyyhkäisymatka (Lf) ja SWM, jotka eivät juuri korreloineet keskenään. Tunnusluvut antoivat keskenään lähes päinvastaiset tulokset suhteessa irtonaisen sedimentin määrään, joka korreloi positiivisesti parhaiten kunkin sukelluslinjan keskimääräisen syvyyden kanssa.

Sedimentin määrään vaikuttavat sedimentaation määrä ja toisaalta poishuuhtoutuminen. Sedimentaatioon vaikuttavat esimerkiksi kasviplanktonin tuotanto, jokien tuoman irtoaineksen määrä, ruoppaus- tai läjitystoiminta. Poishuuhtoutumiseen puolestaan vaikuttavaa lähinnä aallokko, jonka vaikutus on lyhyellä aikavälillä riippuvaista tuulista ja pitkällä aikavälillä avoimuudesta. Poishuuhtoutumiseen ja sedimentaatioon vaikuttaa myös tarkasteltavan näytealan syvyys: rannan syvempiin osiin aallokko vaikuttaa matalia osia heikommin, minkä lisäksi matalalta huuhtoutuva aines päättyy enimmäkseen saman rannan syvempiin osiin.

Kirjallisuus

EU 2000: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY.

– <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:fi:PDF>

Håkanson 1981: A manual of lake morphometry. – Springer-Verlag. Berlin. 78 s.

Ilmarinen ja Oulasvirta 2007: 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. ja 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., Leppänen, J. ja Syväranta, J. 2012: Lisäselvityksiä Helsingin sataman meriläjitysalueiden ympäristövaikutusten arviointiin. Vesikasvillisuus ja pohjaeläimet. – Alleco Oy Raportti 5/2012. Alleco Oy. 14 s. + liitteet.

Oulasvirta, P. ja Leinikki, J. 2000: Ohjelma Gråskärsbådanin luodokon ja sitä ympäröivän matalikon kartoitus- ja rauhoitussuunnitelmasta. – Alleco Ky. 22 s. + liitteet.

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>

Ruuskanen, A. 2009. Makrofyttiseurannan ohjeet. [Ari Ruuskasen 2.3.2009 laatima menetelmäohje ympäristöhallinnon hankkeelle ”Itämeren rantavyöhykkeen seuranta” ympäristöhallinnon Intranetissä. Hankkeen vastuuhenkilö Jouko Rissanen, SYKE.]

Viitasalo, I. 1990: Rantavyöhykkeen uposversoisen vesikasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1988. – vertailu vuosiin 1979 ja 1984. – Tutkimustoimiston tiedonantoja 18: 1–33 + liitteet.

Viitasalo, I., Laine, A. Martin, G. ja Ryhänen, P. 1994: Rantavyöhykkeen uposversoisen vesikasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1993. – Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Moniste. 15.6.1994: 1–40 + liitteet.

Viitasalo, I., Hyytiäinen, U-M., Pekuri, S., Saarnio, S-P., ja Toppinen, H. 2002: Rantavyöhykkeen uposkasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuosina 1998–99. – Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2002. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. 48 s. + liitteet.

Liitteet

Liite 1: Tutkimuspaikkojen kohdekortit

Koeala numero	73
Paikan nimi	Rödgrundet Espoo
Osa-alue	14
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	17.8.2012
Linjan pituus	
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	
linjan alempi syvyys (korjattu)	
Sedimentin määrä	
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K46 S53 P0
Ekspositio (Lf) km	28
Ekspositio (SWM)	212153
WGS 84 leveys	60.0683 / 60°4.098
WGS84 pituus	24.6864 / 24°41.184
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	0 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	1.2
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1.4
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1.8
Rakkolevävyöhykkeen alar.	1.9
Alin rakkolevä	2.5
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.27
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.36
Ekologinen laatu / vyöhyke	Välttävä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	35
Paikan nimi	Södra Kytökäringen
Osa-alue	8
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	21.8.2012
Linjan pituus	85
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	-0.3
linjan alempi syvyys (korjattu)	5.2
Sedimentin määrä	0 - 3
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K54 S45 P0
Ekspositio (Lf) km	7.3
Ekspositio (SWM)	200000
WGS 84 leveys	60.0685 / 60°4.11
WGS84 pituus	24.7232 / 24°43.392
Suunta, astetta	270
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	10 - 30 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	0.4
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0.7
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1.4
Rakkolevävyöhykkeen alar.	1.5
Alin rakkolevä	5.5
Kasvillisuuden alaraja	6
Vertailuarvo m	4
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.38
EQR /alin rakkoleväyksilö	1.38
Ekologinen laatu / vyöhyke	Tyydyttävä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Erinomainen

Koeala numero	56
Paikan nimi	Bullan Knaperskär
Osa-alue	13
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	21.8.2012
Linjan pituus	89
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.4
linjan alempi syvyys (korjattu)	4
Sedimentin määrä	0 - 1
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K50 S50 P0
Ekspositio (Lf) km	55.9
Ekspositio (SWM)	186267
WGS 84 leveys	60.0908 / 60°5.448
WGS84 pituus	24.7437 / 24°44.622
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	5 - 10 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	1.3
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alar.	
Alin rakkolevä	3.5
Kasvillisuuden alaraja	4.1
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	-
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.50
Ekologinen laatu / vyöhyke	Huono
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	53
Paikan nimi	Gåsgrundet S-kivi
Osa-alue	13
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	21.8.2012
Linjan pituus	93
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	-0.1
linjan alempi syvyys (korjattu)	5.8
Sedimentin määrä	0 - 2
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K41 S25 P33
Ekspositio (Lf) km	70.2
Ekspositio (SWM)	208000
WGS 84 leveys	60.0924 / 60°5.544
WGS84 pituus	24.7507 / 24°45.042
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	10 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	1.8
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alar.	
Alin rakkolevä	2.9
Kasvillisuuden alaraja	5.9
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	-
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.41
Ekologinen laatu / vyöhyke	Huono
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	63
Paikan nimi	Bodökobben NE
Osa-alue	14
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	15.8.2012
Linjan pituus	95
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.5
linjan alempi syvyys (korjattu)	7.5
Sedimentin määrä	0 - 2
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K27 S72 P0
Ekspositio (Lf) km	15.2
Ekspositio (SWM)	66495
WGS 84 leveys	60.1125 / 60°6.75
WGS84 pituus	24.7466 / 24°44.796
Suunta, astetta	135
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	15 - 20 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	0.5
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0.5
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	0.5
Rakkolevävyöhykkeen alar.	1
Alin rakkolevä	3.7
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.14
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.53
Ekologinen laatu / vyöhyke	Välttävä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	42
Paikan nimi	Notgrundet
Osa-alue	13
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	21.8.2012
Linjan pituus	94
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	
linjan alempi syvyys (korjattu)	
Sedimentin määrä	0 - 3
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K53 S46 P0
Ekspositio (Lf) km	12.1
Ekspositio (SWM)	232824
WGS 84 leveys	60.0937 / 60°5.622
WGS84 pituus	24.7809 / 24°46.854
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	20 - 50 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	1.8
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2
Rakkolevävyöhykkeen alar.	
Alin rakkolevä	3.8
Kasvillisuuden alaraja	11
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	-
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.54
Ekologinen laatu / vyöhyke	Huono
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	305
Paikan nimi	Vattukobben
Osa-alue	14
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	15.8.2012
Linjan pituus	92
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.5
linjan alempi syvyys (korjattu)	5.2
Sedimentin määrä	0 - 1
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K41 S50 P8
Ekspositio (Lf) km	4.2
Ekspositio (SWM)	123000
WGS 84 leveys	60.127 / 60°7.62
WGS84 pituus	24.8175 / 24°49.05
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	2 - 10 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	0.5
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0.8
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1.3
Rakkolevävyöhykkeen alar.	1.4
Alin rakkolevä	1.5
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	4
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.35
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.38
Ekologinen laatu / vyöhyke	Tyydyttävä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	128
Paikan nimi	Koirasaari N
Osa-alue	3
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	13.8.2012
Linjan pituus	97
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.5
linjan alempi syvyys (korjattu)	6.9
Sedimentin määrä	0 - 2
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K54 S45 P0
Ekspositio (Lf) km	6.8
Ekspositio (SWM)	234825
WGS 84 leveys	60.0864 / 60°5.184
WGS84 pituus	24.8473 / 24°50.838
Suunta, astetta	45
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	10 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	0.6
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1.8
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2.1
Rakkolevävyöhykkeen alar.	3.2
Alin rakkolevä	4.1
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	4
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.80
EQR /alin rakkoleväyksilö	1.03
Ekologinen laatu / vyöhyke	Hyvä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Erinomainen

Koeala numero	123
Paikan nimi	Louekarinpaadet
Osa-alue	3
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	13.8.2012
Linjan pituus	38
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.5
linjan alempi syvyys (korjattu)	8.5
Sedimentin määrä	0 - 2
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K66 S33 P0
Ekspositio (Lf) km	4.7
Ekspositio (SWM)	213310
WGS 84 leveys	60.1009 / 60°6.054
WGS84 pituus	24.8651 / 24°51.906
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	50 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	1.5
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alar.	
Alin rakkolevä	2.5
Kasvillisuuden alaraja	8.5
Vertailuarvo m	4
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	-
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.63
Ekologinen laatu / vyöhyke	Huono
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	403
Paikan nimi	Louekari
Osa-alue	3
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	13.8.2012
Linjan pituus	28
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.5
linjan alempi syvyys (korjattu)	10.0
Sedimentin määrä	0 - 2
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K90 S9 P0
Ekspositio (Lf) km	5.7
Ekspositio (SWM)	156472
WGS 84 leveys	60.0984 / 60°5.904
WGS84 pituus	24.8767 / 24°52.602
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	0 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alar.	
Alin rakkolevä	1
Kasvillisuuden alaraja	10
Vertailuarvo m	4
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	-
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.25
Ekologinen laatu / vyöhyke	Huono
Ekologinen laatu / alin yksilö	Välttävä

Koeala numero	286
Paikan nimi	Harmajanourit N
Osa-alue	3
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	17.8.2012
Linjan pituus	
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	
linjan alempi syvyys (korjattu)	
Sedimentin määrä	
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K50 S50 P0
Ekspositio (Lf) km	13.4
Ekspositio (SWM)	222618
WGS 84 leveys	60.1052 / 60°6.312
WGS84 pituus	24.9708 / 24°58.248
Suunta, astetta	180
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	0 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	0.5
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	
Rakkolevävyöhykkeen alar.	
Alin rakkolevä	2.6
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	-
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.37
Ekologinen laatu / vyöhyke	Huono
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	260B
Paikan nimi	Peninkarit Isosaari
Osa-alue	3
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	16.8.2012
Linjan pituus	98
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.5
linjan alempi syvyys (korjattu)	7.2
Sedimentin määrä	0 - 1
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K92 S7 P0
Ekspositio (Lf) km	48.2
Ekspositio (SWM)	139108
WGS 84 leveys	60.1106 / 60°6.636
WGS84 pituus	25.0793 / 25°4.758
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	20 - 45 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	0.5
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	1.5
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1.5
Rakkolevävyöhykkeen alar.	1.8
Alin rakkolevä	4.8
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.26
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.69
Ekologinen laatu / vyöhyke	Välttävä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Hyvä

Koeala numero	296
Paikan nimi	Märaskrin Vuosaari
Osa-alue	3
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	16.8.2012
Linjan pituus	
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	
linjan alempi syvyys (korjattu)	
Sedimentin määrä	
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K100 S0 P0
Ekspositio (Lf) km	20.9
Ekspositio (SWM)	179904
WGS 84 leveys	60.1465 / 60°8.79
WGS84 pituus	25.182 / 25°10.92
Suunta, astetta	90
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	5 - 23 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	0.7
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	0.9
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	1.4
Rakkolevävyöhykkeen alar.	1.6
Alin rakkolevä	3.7
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	7
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.23
EQR /alin rakkoleväyksilö	0.53
Ekologinen laatu / vyöhyke	Välttävä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Tyydyttävä

Koeala numero	329
Paikan nimi	Hanskinen NW-luoto
Osa-alue	3
Näytteenottovuosi	2012
Näytepäivä	16.8.2012
Linjan pituus	100
Linjan ylempi syvyys (korjattu)	0.5
linjan alempi syvyys (korjattu)	6.9
Sedimentin määrä	0 - 3
Pohjatyypin (K=kova; S=seka; P=pehmeä pohja)	K64 S7 P28
Ekspositio (Lf) km	5.3
Ekspositio (SWM)	185528
WGS 84 leveys	60.1473 / 60°8.838
WGS84 pituus	25.2511 / 25°15.066
Suunta, astetta	0
RAKKOLEVÄ	
Epifyyttien piettävyys	5 - 30 %
Vyöhykkeiden syvyydet:	
Ylin rakkolevä	1.5
Rakkolevävyöhykkeen yläraja	2.1
Rakkolevävyöhykkeen optimisyvyys	2.3
Rakkolevävyöhykkeen alar.	3.1
Alin rakkolevä	6.6
Kasvillisuuden alaraja	
Vertailuarvo m	4
EQR /yhten. rakkolevävyöhyke	0.78
EQR /alin rakkoleväyksilö	1.65
Ekologinen laatu / vyöhyke	Hyvä
Ekologinen laatu / alin yksilö	Erinomainen

Liite 2. Tutkimuslinjoilta löytyneet kasvi- ja pohjaeläinlajit

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Yleisyys	73 Rödgrundet	35 Södra Kytökärningen	56 Bullan Knaperskär	53 Gåsgrundet S-kivi	63 Bodökobben	42 Notgrundet	305 Vattugobben	128 Koirasaari	123 Louekarin paadet	403 Louekari	286 Harmajanourit	260b Peninkarit	296 Mätraskrin	329 Hanskinen
Sinilevät	Cyanophyta															
	<i>Spirulina sp.</i>	7	x			x		x			x	x	x	x		
Punalevät	Rhodophyta															
Helmipihtilevä	<i>Ceramium tenuicorne</i>	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Haarukkalevä	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	12	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Purppuraluulevä	<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	1														x
Mustaluulevä	<i>Polysiphonia fucoides</i>	10	x				x	x	x	x	x	x	x	x		x
Röyhelöpunalevä	<i>Phyllophora pseudoceranoides</i> / <i>Coccotylus truncatus</i>	2								x						x
Ruusulevä	<i>Aglaothamnion roseum</i>	2					x									x
Huiskupunalevä	<i>Rhodomela confervoides</i>	1	x													
Laikkupunalevä	<i>Hildenbrandia rubrum</i>	11	x	x	x	x		x		x	x	x	x		x	x
Ruskolevät	Phaeophyta															
Ruskokivitupsu	<i>Spachelaria arctica</i>	10	x				x	x	x	x	x	x	x	x		x
Rakkolevä	<i>Fucus vesiculosus</i>	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rakkoleväntupsu	<i>Elachista fucicola</i>	6	x	x	x					x					x	x
Laikkuruskolevä	<i>Pseudolithoderma</i>	3				x		x		x						
Pilvi- tai lettiruskolevä	<i>Pilayella littoralis</i> / <i>Ectocarpus siliculosus</i>	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Jouhilevä	<i>Chorda filum</i>	7	x	x	x		x		x						x	x
Punoslevä	<i>Eudesme virescens</i>	6	x							x	x		x		x	x
Leveäpartalevä	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	4								x				x	x	x
Viherlevät	Chlorophyta															
Viherahdinparta	<i>Cladophora glomerata</i>	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Meriahdinparta	<i>Cladophora rupestris</i>	8	x		x	x			x	x				x	x	x
Suolilevä	<i>Ulva sp.</i>	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Huopasuti	<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	1									x					
Putkilokasvit	Tracheophyta															
Merihaura	<i>Zannichellia palustris</i>	1														x
Hapsivita	<i>Potamogeton pectinatus</i>	4		x	x		x		x							
Eläimet	Animalia															
Leväruپی	<i>Electra crustulenta</i>	12	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sinisimpukka	<i>Mytilus trossulus</i>	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Itämerensimpukka	<i>Macoma baltica</i>	2				x		x								

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Yleisyys	73 Rödgrundet	35 Södra Kytökäringen	56 Bullan Knaperskär	53 Gåsgrundet S-kivi	63 Bodökobben	42 Notgrundet	305 Vattugobben	128 Koirasaari	123 Louekarin paadet	403 Louekari	286 Harmajanourit	260b Peninkarit	296 Märskrin	329 Hanskinen
Merirokko	<i>Balanus improvisus</i>	14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Idänsydänsimpukka	<i>Cerastoderma glaucum</i>	6				x	x		x		x	x				x
Vaeltajasimpukka	<i>Dreissena polymorpha</i>	1					x									
Murtovesipolyyyppi	<i>Laomedea loveni</i>	6	x						x		x	x	x	x		
Kaspianpolyyyppi	<i>Cordylophora caspia</i>	3						x					x			x
Murtovesisieni	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	1														x
Lajia/linja			19	11	12	15	16	16	16	18	17	15	16	15	15	24

Liite 3 Muutokset kasvilajien yleisyydessä

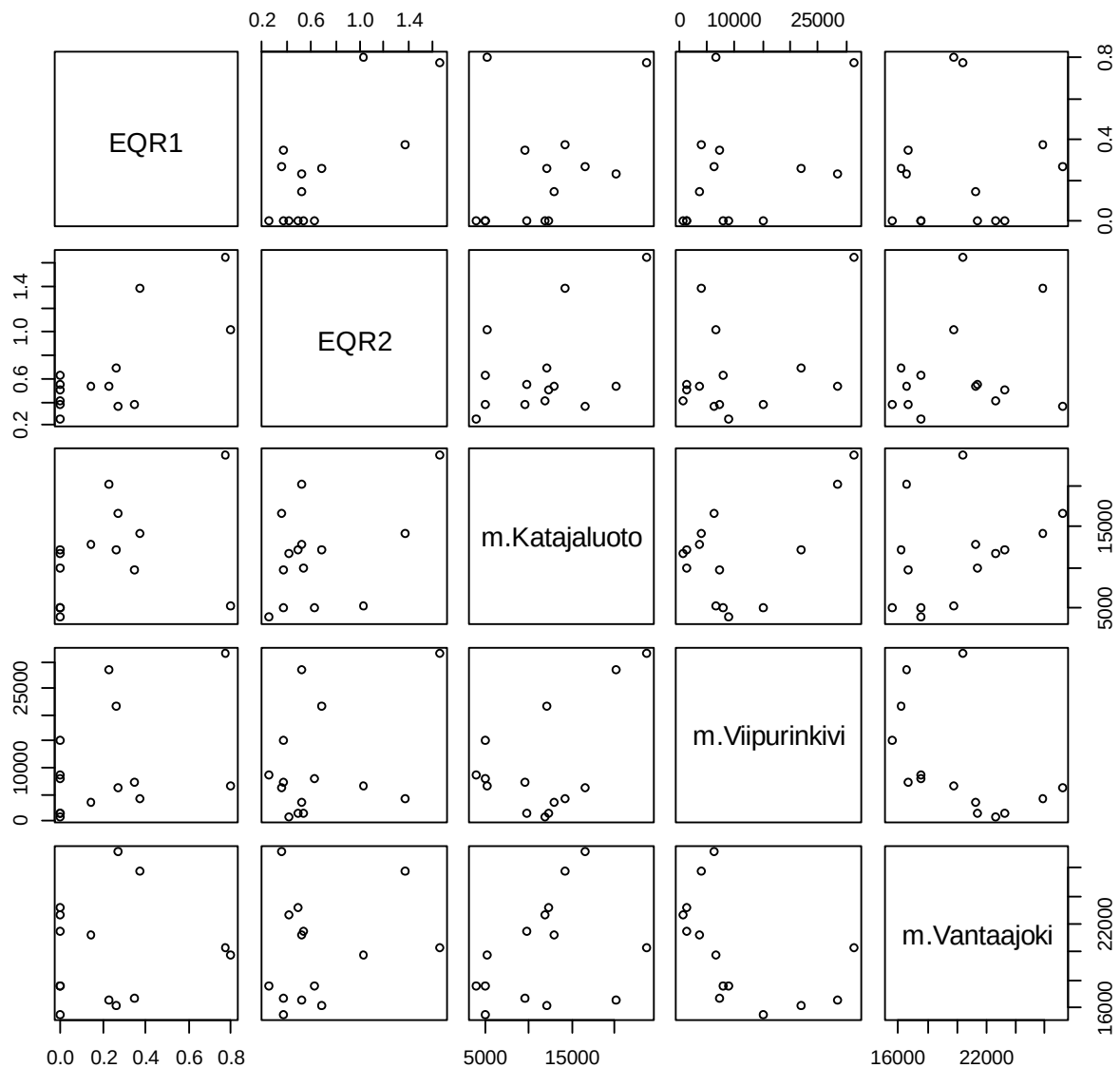
Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Yleisyys 2007	Yleisyys 2012	Muutos
Sinilevät	Cyanophyta			
	<i>Spirulina sp.</i>	0	7	7
Punalevät	Rhodophyta			
Helmipihtilevä	<i>Ceramium tenuicorne</i>	13	14	1
Haarukkalevä	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	13	12	-1
Purppuraluulevä	<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	0	1	1
Mustaluulevä	<i>Polysiphonia fucoides</i>	9	10	1
Röyhelöpunalevä	<i>Phyllophora pseudoceranoides</i> / <i>Coccotylus truncatus</i>	3	2	-1
Ruusulevä	<i>Aglaothamnion roseum</i>	1	2	1
Huiskupunalevä	<i>Rhodomela confervoides</i>	0	1	1
Laikkupunalevä	<i>Hildenbrandia rubrum</i>	4	11	7
Ruskolevät	Phaeophyta			
Ruskokivitupsu	<i>Spachelaria arctica</i>	10	10	0
Rakkolevä	<i>Fucus vesiculosus</i>	14	14	0
Rakkoleväntupsu	<i>Elachista fucicola</i>	14	6	-8
Laikkuruskolevä	<i>Pseudolithoderma</i>	0	3	3
Pilvi- tai lettiruskolveä	<i>Pilayella littoralis</i> / <i>Ectocarpus siliculosus</i>	13	14	1
Jouhilevä	<i>Chorda filum</i>	3	7	4
Punoslevä	<i>Eudesme virescens</i>	2	6	4
Leveäpartalevä	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	9	4	-5
Viherlevät	Chlorophyta			
Viherahdinparta	<i>Cladophora glomerata</i>	14	14	0
Meriahdinparta	<i>Cladophora rupestris</i>	12	8	-4
Suolilevä	<i>Ulva sp.</i>	5	14	9
Huopasuti	<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	0	1	1
Putkilokasvit	Tracheophyta			
Merihaura	<i>Zannichellia palustris</i>	3	1	-2
Hapsivita	<i>Potamogeton pectinatus</i>	2	4	2

Liite 4 Tilastollisia analyysejä

Ekologinen laatusuhde EQR ja etäisyys kuormituslähteisiin

Testasimme R-ohjelmiston versiolla 2.15.1 ekologista laatusuhdetta näytealojen mahdollisista rehevöittävän kuormituksen lähteistä mitattuihin etäisyyksiin: Katajaluodon ja Viipurinkiven jätevesien purkuputkien päät sekä Vantaajokisuu. Muuttujista EQR1 on ekologinen laatusuhde laskettuna yhtenäisen rakkoelvyöhykkeen alarajan mukaan. EQR2 on ekologinen laatusuhde määriteltynä alimman rakkolevyöhyksen mukaan.

Muuttujien vertailua



Muuttujien riippuvuuksien tutkimiseksi teimme muuttujista yleistetyn lineaarisen mallin (GLM):


```

Call:
glm(formula = EQR1 ~ m.Viipurinkivi + m.Katajaluoto + m.Vantaaajoki,
     family = "gaussian")

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.21981 -0.14341 -0.10442  0.06122  0.58396

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -8.295e-01  7.368e-01  -1.126   0.287
m.Viipurinkivi  2.477e-05  1.654e-05   1.498   0.165
m.Katajaluoto  -1.455e-05  2.605e-05  -0.559   0.589
m.Vantaaajoki   4.816e-05  4.087e-05   1.178   0.266

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.06797439)

Null deviance: 0.98477  on 13  degrees of freedom
Residual deviance: 0.67974  on 10  degrees of freedom
AIC: 7.3789

Number of Fisher Scoring iterations: 2

```

Mallin perusteella etäisyys Viipurinkivestä oli merkitsevämpi kuin Katajaluodosta. Etäisyys Vantaanjoesta kuvaa samalla etäisyyttä rannikosta. Käytettäessä muuttujien logaritmeja erot merkitsevyyksissä olivat selvimät:

```

Call:
lm(formula = EQR1 ~ log(m.Viipurinkivi) + log(m.Katajaluoto) +
    log(m.Vantaaajoki))

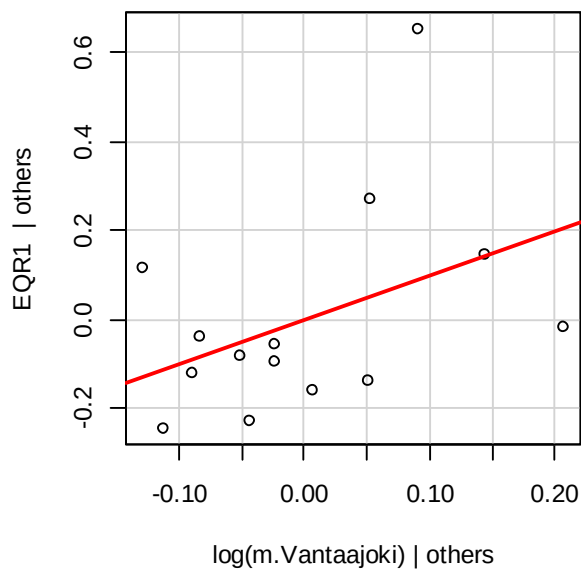
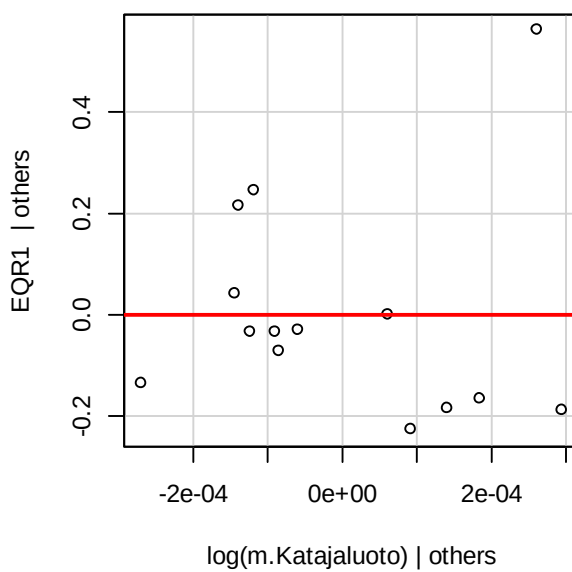
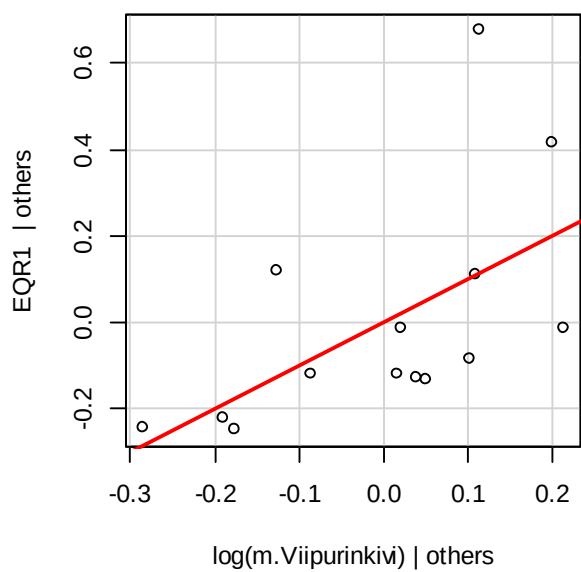
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.22676 -0.15730 -0.03364  0.03134  0.56175

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -9.9836775  5.6728569  -1.760   0.1089
log(m.Viipurinkivi)  0.1922089  0.0861480   2.231   0.0497 *
log(m.Katajaluoto)  -0.0003806  0.1503536  -0.003   0.9980
log(m.Vantaaajoki)   0.8622838  0.5898577   1.462   0.1745
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2445 on 10 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.3931,    Adjusted R-squared: 0.211
F-statistic: 2.159 on 3 and 10 DF,  p-value: 0.1562

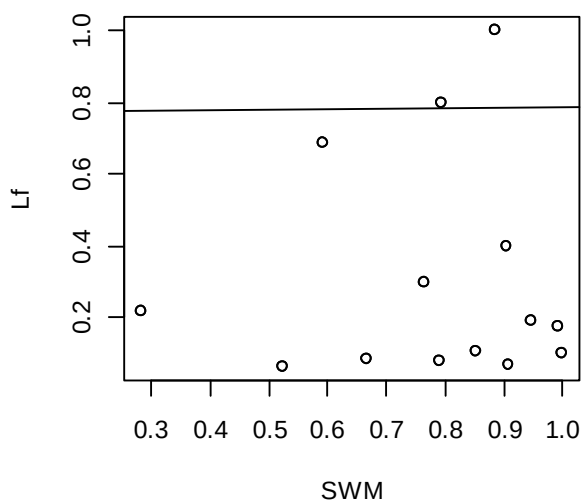
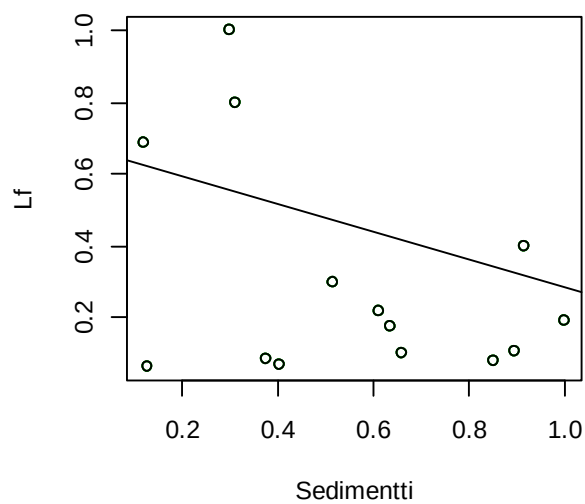
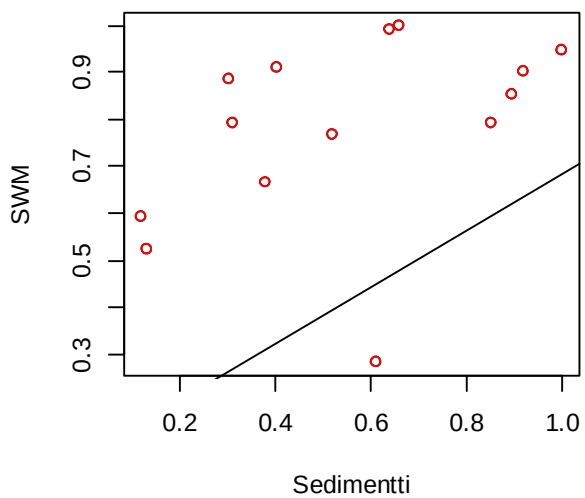
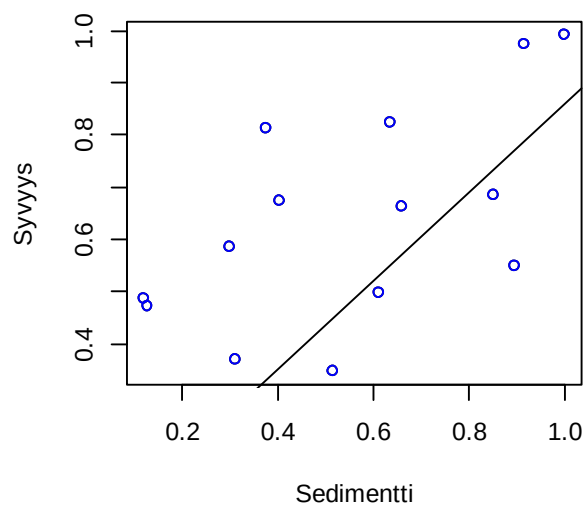
```

Leverage Plots



Etäisyys Viipurinkiveltä ja Vantaanjoelta näyttäisi vaikuttavan, Katajaluodosta ei.

Sedimentin määrä



```

Call:
lm(formula = Sedimentti ~ Syvyys)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.32534 -0.19910  0.03324  0.17064  0.41904

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.01102    0.22013   0.050   0.9609
Syvyys       0.84930    0.32973   2.576   0.0243 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2434 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.356,    Adjusted R-squared:  0.3024
F-statistic: 6.634 on 1 and 12 DF,  p-value: 0.02429

```

Sedimentti ja syvyys

```

Call:
lm(formula = Sedimentti ~ SWM)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.3202 -0.2446 -0.0348  0.2916  0.3599

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.08164    0.30360   0.269   0.793
SWM          0.60479    0.37818   1.599   0.136

Residual standard error: 0.2754 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1757,    Adjusted R-squared:  0.107
F-statistic: 2.558 on 1 and 12 DF,  p-value: 0.1358

```

Sedimentti ja SWM

```

Call:
lm(formula = Sedimentti ~ Ef)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.51721 -0.19327  0.02305  0.16703  0.40388

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.6700     0.1061   6.312 3.88e-05 ***
Ef           -0.3870     0.2508  -1.543   0.149
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2771 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1656,    Adjusted R-squared: 0.09601
F-statistic: 2.381 on 1 and 12 DF,  p-value: 0.1488

```

Sedimentti ja Effective fetch (Lf)

```

Call:
lm(formula = SWM ~ Ef)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.49483 -0.08592  0.04413  0.12980  0.22318

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.775874     0.080521   9.636 5.34e-07 ***
Ef           0.009815     0.190287   0.052   0.96
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2102 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.0002216,    Adjusted R-squared: -0.08309
F-statistic: 0.00266 on 1 and 12 DF,  p-value: 0.9597

```

SWM ja Effective fetch (Lf)

GLM-mallit Sedimentti~(Syvyys/Lf/SWM) (n=14):

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Syvyys	0.84930	0.32973	2.576	0.0243	*
Lf	-0.3870	0.2508	-1.543	0.149	
SWM	0.60479	0.37818	1.599	0.136	

KUVAILULEHTI / PRESENTATIONSBLAD / DOCUMENTATION PAGE

Julkaisija Utgivare Publisher	Helsingin kaupungin ympäristökeskus Helsingfors stads miljöcentral City of Helsinki Environment Centre	Julkaisuaika/Utgivningstid/ Publication time Huhtikuu 2013 / April 2013
Tekijä(t)/Författare/Author(s)	Emil Vahtera, Heidi Hällfors, Jyrki Muurinen, Jari-Pekka Pääkkönen ja Marjut Räsänen	
Julkaisun nimi Publikationens titel Title of publication	Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2012. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Havsområdets tillstånd inom Helsingfors och Esbo år 2012. Den ålagda övervakningen av avloppsvattens inverkningar. The state of the sea area outside Helsinki and Espoo in 2012. Mandatory monitoring of sewage water impacts.	
Sarja Serie Series	Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja Helsingfors stads miljöcentrals publikationer Publications by City of Helsinki Environment Centre	Numero/Nummer/No. 8/2013
ISSN 1235-9718	ISBN 978-952-272-465-6	ISBN (PDF) 978-952-272-466-3
Kieli Språk Language	Koko teos / Hela verket / The work in full Yhteenveto/Sammandrag/Summary Taulukot/Tabeller/Tables Kuvatekstit/Bildtexter/Captions	fin fin, sve fin fin
Asiasanat Nyckelord Keywords	Vesistötutkimus, veden laatu, jätevedet, Suomenlahti, Helsinki, Espoo Vattenforskning, vattenkvalitet, avloppsvatten, Finska viken, Helsingfors, Esbo Water research, quality of water, sewage water, Gulf of Finland, Helsinki, Espoo	
Lisätietoja Närmare upplysningar Further information	Jari-Pekka Pääkkönen Puh./tel. (09) 310 31536 Sähköposti/e-post/e-mail: jari-pekka.paakkonen@hel.fi	
Tilaukset Beställningar Distribution	Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Asiakaspalvelu PL 500, 00099 Helsingin kaupunki Helsingfors stads miljöcentral, Kundtjänst PB 500, 00099 Helsingfors stad City of Helsinki Environment Centre, Customer Service P.O. Box 500, FIN-00099 CITY OF HELSINKI Puh./tel. +358-9-310 1635 Sähköposti/e-post/e-mail: ymk@hel.fi	

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2012

1. Iivonen, V. Ravintoloiden pizzatäytteiden mikrobiologinen laatu Helsingissä 2010
2. Yrjölä, T., Viinanen, J. Keinoja ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi Helsingin kaupungissa
3. Salla, A., Nurmi, P., Riipinen, M. Lumen läjityksen ympäristövaikutukset Helsingissä
4. Muurinen, J., Pääkkönen, J.-P., Räsänen, M., Vahtera, E., Turja, R., Lehtonen, K. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2007–2011. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu.
5. Savola, K. Helsingin metsien kääpäselvitys 2011
6. Miettinen, O. Orvakkalajistoselvitys Veräjämäen, Patolan ja Talin alueilla 2011
7. Karreinen, A. Grillikioskit ja niissä myytävien elintarvikkeiden mikrobiologinen laatu Helsingissä 2011
8. Määttä, A., Pynnönen, T., Parviainen, S., Kokkonen, J., Korhonen, J., Kontkanen, O., Jääoja, J., Hänninen, O., Keskinen, A., Huhtinen, T., Lahti, T., Kilpi, L., Viinikainen, M. Helsingin kaupungin meluselvitys 2012
9. Määttä, A., Pynnönen, T., Parviainen, S., Kokkonen, J., Korhonen, J., Kontkanen, O., Jääoja, J., Hänninen, O., Keskinen, A., Huhtinen, T., Lahti, T., Kilpi, L., Viinikainen, M. Helsingfors stads bullerutredning 2012
10. Yrjölä, R., Kontiokorpi, J., Luostarinen, M., Santaharju, J., Sarvanne, H., Tanskanen, A., Vickholm, J. Vuosaaren satamahankkeen linnustoseuranta 2011. Vuoden 2011 tulokset ja vuosien 2001–2011 seurannan yhteenveto.
11. Nyyssönen, M. Tapahtumien ympäristöasiat – tarvekartoitus
12. Haahla, A., Heinonen-Guzejev, M. Melun terveysvaikutukset ja ympäristömelun häiritsevyys
13. Wahlman, S. Yleisten uimarantojen hygieniä, uimavesiluokitus ja kuluttajaturvallisuus Helsingissä vuonna 2012
14. Pakkala, E. Hallinnolliset pakkokeinot Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa 2009–2011
15. Huuska, P., Miinalainen, M. (toim.). Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 2012

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2013

1. Hämäläinen, A. Jäähdytettyjen ruokien hygieeninen laatu 2012
2. Öjst, H. Sushin mikrobiologinen laatu vuonna 2012
3. Saarijärvi, P., Riska, T., Mäkelä, H.-K., Laine, S. Voileipätäytteiden mikrobiologinen laatu Helsingissä 2011
4. Summanen, E. Ympäristönsuojelumääräysten noudattaminen rakennustyömailla Helsingin kaupungin alueella
5. Borgström, O. Myymälöiden palvelumyynnissä olevien sellaisenaan syötävien elintarvikkeiden mikrobiologinen laatu Helsingissä vuosina 2010 ja 2011
6. Kupiainen, K., Ritola, R. Nastarengas ja hengitettävä pöly. Katsaus tutkimuskirjallisuuteen.
7. Männikkö, J. - P., Salmi, J. Ympäristövyöhyke Helsingissä ja eräissä Euroopan kaupungeissa vuonna 2012
8. Vahtera, E., Hällfors, H., Muurinen J., Pääkkönen J-P, Räsänen, M. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2012. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu