



Helsingin kaupunki
Ympäristökeskus

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2012



Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2007–2011

Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu

Jyrki Muurinen, Jari-Pekka Pääkkönen, Marjut Räsänen,
Emil Vahtera, Raisa Turja ja Kari K. Lehtonen

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2012

Jyrki Muurinen, Jari-Pekka Pääkkönen, Marjut Räsänen, Emil Vahtera,
Raisa Turja ja Kari K. Lehtonen

Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2007–2011

Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 2012

Kannen kuva: Ramsinsalmi / Päivi Munne

ISSN 1235-9718

ISBN 978-952-272-217-1

ISBN (PDF) 978-952-272-218-8

Painopaikka: Kopio Niini Oy
Helsinki 2012

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
Sammanfattning	4
1 Johdanto.....	6
2 Tarkkailualue ja sääolot.....	7
2.1 Tarkkailualue.....	7
2.2 Havaintopaikat ja menetelmät.....	9
2.3 Sääolot.....	10
2.4 Jääpeite.....	12
3 Merialueen kuormitus	14
3.1 Yleistä	14
3.2 Helsingin jätevedenpuhdistamo, Viikinmäki.....	15
3.2.1 Puhdistusvaatimukset.....	15
3.2.2 Kuormitus Viikinmäen jätevedenpuhdistamolta.....	15
3.3 Espoon jätevedenpuhdistamo, Suomenoja	18
3.3.1 Puhdistusvaatimukset.....	18
3.3.2 Kuormitus Suomenojan jätevedenpuhdistamolta	18
3.4 Vantaanjoen aiheuttama kuormitus	19
4 Merialueen kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen laatu	21
4.1 Johdanto	21
4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu	23
4.2.1 Veden laatu sisäsaaristossa 2011.....	23
4.2.2 Veden laatu ulkosaaristossa.....	36
4.2.3 Päähuomioita.....	51
4.2.4 Veden hygieeninen laatu	51
4.2.5 Jätevesien johtamisen vaikutus merialueen ravinnepitoisuuksiin vuodesta 1980 vuoteen 2011	53
4.2.5.1 Kokonaistyyppi.....	54
4.2.5.2 Liukoinen typpi	55
4.2.5.3 Kokonaisfosfori.....	56
4.2.5.4 Liukoinen fosfori	57
4.2.5.5 Päähuomioita	57
5 Kasviplankton	59
5.1 A-klorofylli ja biomassa sekä lajisto	59
5.1.1 Aineisto ja menetelmät	59
5.1.2 Tulokset havaintopaikoittain	62
5.2 Perustuotantokyky	73
5.2.1 Aineisto ja menetelmät	73
5.2.2 Tulokset	74
5.3 Tulosten tarkastelua.....	76
5.3.1 Pitkän aikavälin muutokset leväbiomassassa ja perustuotannossa.....	76
5.3.2 Pitkän aikavälin muutokset leväyhteisön koostumuksessa.....	78
5.3.3 Klorofylli-a:n suhde ravinteisiin ja levien ravinne-rajoittuneisuudesta	80
5.4 Päähuomioita	83
6 Pohjaeläimet.....	85
6.1 Johdanto	85
6.2 Aineisto ja menetelmät.....	85
6.4 Tulokset.....	88
6.4.1 Lahtialueet	88
6.4.2 Sisäsaaristo	92
6.4.3 Ulkosaaristo	95
6.4 Tulosten tarkastelua.....	100
7 Viikin jätevesipuhdistamon päästöjen biologiset vaikutukset Helsingin edustan meriympäristössä	118

Liite 1. Fysikaalis-kemialliset analyysitulokset vuonna 2012

Liite 2. Kaksisuuntaisten varianssianalyysien tulosluskat

Tiivistelmä

Helsingin ja Espoon sekä eräiden Keski-Uudenmaan kuntien jätevedet käsiteltiin vuosina 2007–2011 Helsingin Viikinmäen ja Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamoissa. Viikinmäen puhdistamoilta puhdistetut jätevedet johdettiin tunnelissa Katajaluodon eteläpuolelle ja Suomenojan puhdistamolta Gåsgrundetin itäpuolelle. Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamoiden yhteenlaskettu jätevesivirtaama oli vuosina 2007–2011 välillä 125–150 milj. m³ vuodessa. Suomenojan purkutunnelin kautta johdettiin myös Fortum Oy:n Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvesiä 6,5–13,9 milj. m³ vuodessa.

Puhdistamoiden jätevesivirtaama oli vuonna 2011 yhteensä noin 139,7 milj.m³, mikä oli 11,3 % suurempi virtaama kuin edellisenä vuonna. Suomenojan puhdistamon purkutunneliin johdettiin myös Fortum Oy:n Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvesiä yhteensä 13,9 milj. m³ (ed. vuonna 11,6 milj. m³).

Vuonna 2011 Viikinmäen jätevedenpuhdistamon fosfori- ja typpipäästöt Suomenlahteen olivat 20 100 kg (- 30,9 % vähemmän kuin vuonna 2010) ja 472 900 kg (-25,4 %). Suomenojan jätevedenpuhdistamon fosforin kuormitus mereen oli 11 100 kg (+1,8 % enemmän kuin vuonna 2010) ja typen 570 900 kg (+9,8 %).

Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla tapahtui vuosina 2007–2011 vain vuonna 2010 lupaehtojen ylityksiä poikkeuksellisen suurista vesimääristä aiheutuneiden laitosohitusten takia. Ensimmäisellä vuosineljänneksellä ylittivät BHK_{7attu}:n ja kokonaisfosforin pitoisuudet ja toisella laskentajaksolla myös reduktioprosentit. Jäteveden kokonaisvirtaama oli toisella vuosineljänneksellä edellisvuotta suurempi johtuen runsaista sateista ja lumen sulamisesta. Mereen johdetun kuormituksen määrä oli kahdella ensimmäisellä vuosineljänneksellä edellistä vuotta selvästi suurempi. Suomenojan puhdistamolla ei tapahtunut lupaehtojen ylityksiä tarkkailukauden aikana.

Jätevesikuormituksen aloittaminen Katajaluodolla näkyy selvästi alueen liukoisen typen keskimääräisissä pitoisuuksissa vuosina 1988–1997. Tehostetun jäteveden puhdistuksen myötä liukoisen typen pitoisuudet Katajaluodolla ovat laskeneet huomattavasti, eivätkä enää merkitsevästi eroa kontrollialueen arvoista. Liukoisen typen pitoisuudet ovat Katajaluodolla myös merkitsevästi pienemmät kuin aikaisimmalla ajanjaksolla 1980–1987, jolloin jätevesiä ei vielä johdettu merelle. Länsi-Tontun liukoisen typen pitoisuuden kehitys on samansuuntainen. Tämä kertoo kokonaisuudessaan Suomenlahden rannikon tilan paranemisesta, joka johtunee osittain myös tehostetusta jätevesien käsittelystä.

Liukoisen fosforin pitoisuudet olivat suurimmillaan vuosina 1998–2004, eikä fosforin ulkoisilla päästöillä ole merkitsevää vaikutusta tähän vaihteluun. Tulosten perusteella vaikuttaa siltä että viimeisimmän seitsemän vuoden jakson aikana Helsingin edustan merialueen tila on kohentunut fosforiravinteiden määrän suhteen, eikä pitoisuudet enää merkitsevästi eroa vuosista 1980–1987.

Vanhankaupunginselkä ja Laajalahti ovat tarkkailualueen rehevöityneimpiä alueita Helsingissä ja Espoonlahti Espoossa. Lahtien rehevöitynyttä tilaa ylläpitävät sedimentin sisäinen kuormitus ja jokien sekä purojen kautta lahtiin tuleva valuma-alueiden kuormitus. Lahtialueella tarkkailujakson 2007–2011 vuonna 2011 esiintyi runsaimmin levää ja levätuotanto oli suurinta.

Ulkosaariston alueella levä määrissä ei ole vuosijaksolla 2007–2011 havaittavissa selvää suuntausta. Vuosi 2007 oli tarkkailujakson rehevin vuosi. Katajaluodon ja Knaperskärin alueet ovat rehevöityneempiä kuin Länsi-Tontun alue, mutta tilanne on ollut samansuuntainen jo ennen jätevesien johtamista Katajaluodon ja Länsi-Tontun alueille. Perustuotantokyky on kuitenkin lisääntynyt Katajaluodolla Länsi-Tontun aluetta nopeammin. Tämän eron voidaan katsoa ainakin osittain johtuvan puhdistettujen jätevesien paikallisesti rehevöittävästä vaikutuksesta, vaikka ilmiötä ei voida tilastollisesti aineistosta erottaa.

Pääasiallisista leväryhmistä syanobakteerit ja viherlevät ovat lisääntyneet ja piilevien määrä on laskenut sekä purku- että kontrollialueilla. Panssarisiimalevien määrä on kasvanut purkualueen lähistöllä ja ollut muuttumaton, mutta hyvin vaihteleva kontrollialueella.

Puhdistettujen jätevesien vaikutus ei nykytilanteessa, kun jätevedet johdetaan ulkosaaristoon, kohdistu suoraan Helsingin ja Espoon lahtialueiden ja sisäsaariston tilaan, eikä siten myöskään pohjaeläimistöön. Vuosikymmenien takainen voimakas kuormitus voi kuitenkin heijastua tietyillä suljetuilla alueilla, esimerkiksi Laajalahdella ja Seurasaarenselällä sisäiseen kuormitukseen ja sitä kautta happiongelmien sekä pohjaeläinten määriin ja lajistorakenteeseen.

Viimeisen viiden vuoden aikana Helsingin ja Espoon ulkosaariston happitilanne oli pääsääntöisesti hyvä. Poikkeuksena itäiset Pentarnin ja Mustan Hevosen havaintopaikat, jossa pohjaeläinten määrät ovat happiongelmien takia vähentyneet olemattomiksi. Pohjaeläinmäärät lisääntyivät vuodesta 2007 lähtien amerikanmonisukamatojen lisääntyessä. Amerikanmonisukamadot saavuttivat alueen suurimman tiheyden Stora Mickelskärenillä vuonna 2009, jolloin yksilölukumäärä kohosi jopa yli 6 000 yksilöä/m²:ssa. Amerikanmonisukamatojen määrän vähentyessä myös yksilölukumäärät kääntyivät laskuun.

Pohjaeläinten määrissä ja lajistosuhteissa tapahtuneet vaihtelut Helsingin ja Espoon ulkosaaristossa kuvastavat Suomenlahden tilannetta myös laajemmin. Vuosien väliseen vaihteluun vaikuttaa suuresti pohjan happitilanne. Alueen pohjaeläinten määräsuhteet voivat muuttua myös vieraslajin asettuessa menestyksellisesti alueelle, niin kuin viimeisen viiden vuoden aikana Helsingin ja Espoon edustalla on tapahtunut. Puhdistettujen jätevesien johtaminen Katajaluodolle ja Knaperskärille näyttäisi paikallisesti vaikuttavan myös pohjaeläinten lajistokoostumukseen suosien likaantumista paremmin sietäviä lajeja.

Sammanfattning

Helsingfors, Esbo och några andra kommuners avfallsvatten hanterades åren 2007–2011 på Viksbackens reningsverk (Helsingfors) och Finnå reningsverk (Esbo). De renade avfallsvattnen leds från Viksbacka genom en tunnel som mynnar söder om Enskär och från Finnå reningsverk genom en tunnel som mynnar öster om Gåsgrundet. Reningsverkens gemensamma avloppsvattenflöde var åren 2007–2011 sammanlagt cirka 125–150 milj. m³ per år. Via Finnå reningsverks utloppstunnel leddes även Fortum Ab:s Finnå kraftverks kylvatten till havet. Kylvattnen omfattar ca. 6,5–13,9 milj. m³ per år.

Reningsverkens avloppsvattenflöde var år 2011 sammanlagt cirka 139,7 milj.m³, vilket var 11,3 % mera än året innan. Till Finnå reningsverks utloppstunnel leddes också kylvattnet från Fortum Ab:s kraftverk i Finnå sammanlagt 13,9 milj. m³ (året innan 11,6 milj. m³).

År 2011 var fosfor- och kväveutsläppen från Viksbacka avloppsvattensreningsverk till Finska viken 20 100 kg (-30,9 % mindre än 2010) och 472 900 kg (-25,4 %). Finnå avloppsvattensreningsverk belastade havet med 11 000 kg fosfor (+1,8 %) och 570 900 kg kväve (+9,8 %).

Under åren 2007–2011 skedde endast ett fall där man överskred reningseffektivitetskraven uppställda i tillstånden beroende på förbiledning av avfallsvatten i reningsverken p.g.a. stora vatten mängder. Under första kvartilen överskreds BSK7ATU och totalfosfor halterna och under andra kvartalen även reduktionsprocenten. Totalflödet av renade avloppsvatten var under andra kvartilen högre än året innan beroende på stor mängd regn och smältande snö. Mängden renat avfallsvatten som leddes till havet under de två första års kvartilerna var betydligt större än året innan. Finnå reningsverk uppfyllde alla krav under perioden 2007–2011.

Efter att de renade avfallsvattnen började ledas till Enskär höjdes det lösta kvävetshalter i ytvattnen märkvärt under åren 1988-1997. Efter att man tog i bruk en effektivare reningsmetod har det lösta kvävetshalter sjunkit igen betydligt och de skiljer sig inte mer från det omgivande havets halter. Det lösta kvävetshalter i ytvattnet vid Enskär är också betydligt mindre än på den tidigaste tidsperioden i analysen (1980–1987), då renade avfallsvatten inte ännu leddes till området. Kontrollområdet påvisar likande trender i halter av löst kväve, men skillnaderna mellan åren är inte lika stor. Detta berättar om ett förbättrat tillstånd av det kustnära havet i Finska viken, som delvis torde bero också på en effektivisering av behandlingen av avfallsvatten.

Halterna av löst fosfor var som störs åren 1998–2004, och kända fosforkällor på land har ingen tydlig anknytning till variationen. På basen av resultaten ser det ut som om havsområdet utanför Helsingfors har under de sju senaste åren nått ett bättre tillstånd med syftet på fosfathalter. Halterna skiljer sig inte mera märkvärt från halterna under åren 1980–1987.

Gammelstadsfjärden och Bredviken i Helsingfors, samt Esbofjärden i Esbo är de mest eutrofierade vikarna i området. Det eutrofierade tillståndet uppehålls av intern fosforbelastning samt belastning via åar och bäckar som rinner ut i vikarna. Under perioden 2007-2011 förekom det mest alger under år 2011, algproduktionen var då också störst.

I yttre skärgården hittas ingen skönjbar trend i algmängderna under perioden 2007–2011. Året 2007 var periodens algrikaste år. Områdena kring Enskär och Knaperskär är mer eutrofierade än kontrollområdet Väster-Tokan, men situationen har varit liknande redan innan de renade avfallsvattnen har börjat ledas till området. Primärproduktionen har dock ökat fortare vid Enskär än vid Väster-Tokan. Denna skillnad kan delvis attribueras till den lokalt eutrofierande effekten av de renade avfallsvattnen, även om man inte kan skönja skillnaden statistiskt. Av de huvudsakliga alggrupperna har cyanobakterierna och grönalgerna ökat sin biomassa, och kiselalgerna har minskat, både vid kontroll- och utloppsområdena. Dinoflagellaternas mängd har ökat vid utloppsområdena och varit oförändrad men mycket varierande vid kontrollområdet.

I nuläget påverkar de renade avfallsvattnen inte direkt innervikarna och inre skärgården i Helsingfors eller Esbo och således inte heller bottenfaunan i dessa områden. Den tidigare kraftiga belastningen som skett i årtal kan dock ännu avspglas på vissa områden med dåligt vattenutbyte, som t.ex. i Bredviken och Fölisöfjärden som intern belastning och därmed också syrefattighet nära botten och förändringar i mängden bottenfauna och dess artsammansättning.

Under de fem senaste åren var syresituationen överlag bra i Helsingfors och Esbo yttre skärgård. Som undantag kan nämnas Pentarns och Svarta Hästens provställen i östra skärgården där mängden bottenfauna har minskat till obefintlig p.g.a. syrebrist. Mängden bottenfauna ökade från år 2007 framåt p.g.a. ökningen av antalet Nordamerikanska havsborstmaskar. Havsborstmaskarna uppnådde högsta förekomsttätheten år 2009 vid Stora Mickelskären, då individtätheten uppnådde mer än 6000 individer/m². När de Nordamerikanska havsborstmaskarnas antal minskade, minskade också totala antalet individer.

Förändringarna i mängden bottenfauna och dess art sammansättning speglar också Finska vikens tillstånd mera allmänt. Förändringar mellan år påverkas kraftigt av syreförhållanden på botten. Främmande arter som etablerar sig i området kan också effektivt förändra samhällena, vilket också skett under de fem senaste åren i Helsingfors och Esbo havsområden. De renade avfallsvattnen, som leds till Enskär och Knaperskär, verkar ha en effekt lokalt, så att bottenfaunan i området består till större del av arter som tolererar näringsbelastning bättre.

1 Johdanto

Tässä selvityksessä esitetään yhteenveto Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien vesistövaikutusten tarkkailusta vuonna 2011. Selvityksessä verrataan merialueen tilaa myös aikaisempien vuosien tutkimustuloksiin.

Viikinmäen puhdistamon jätevesien laskulupa ja muut ympäristövaatimukset vuonna 2011 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 jätevesien purkulupa ja muut ympäristövaatimukset perustuivat vuonna 2011 seuraaviin päätöksiin:

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

Vuonna 2011 noudatettiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen suorittamassa jätevesien vaikutuksen seurannassa tarkkailuohjelmaa, jonka käyttöönotosta on sovittu Uudenmaan 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-sivuilla 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

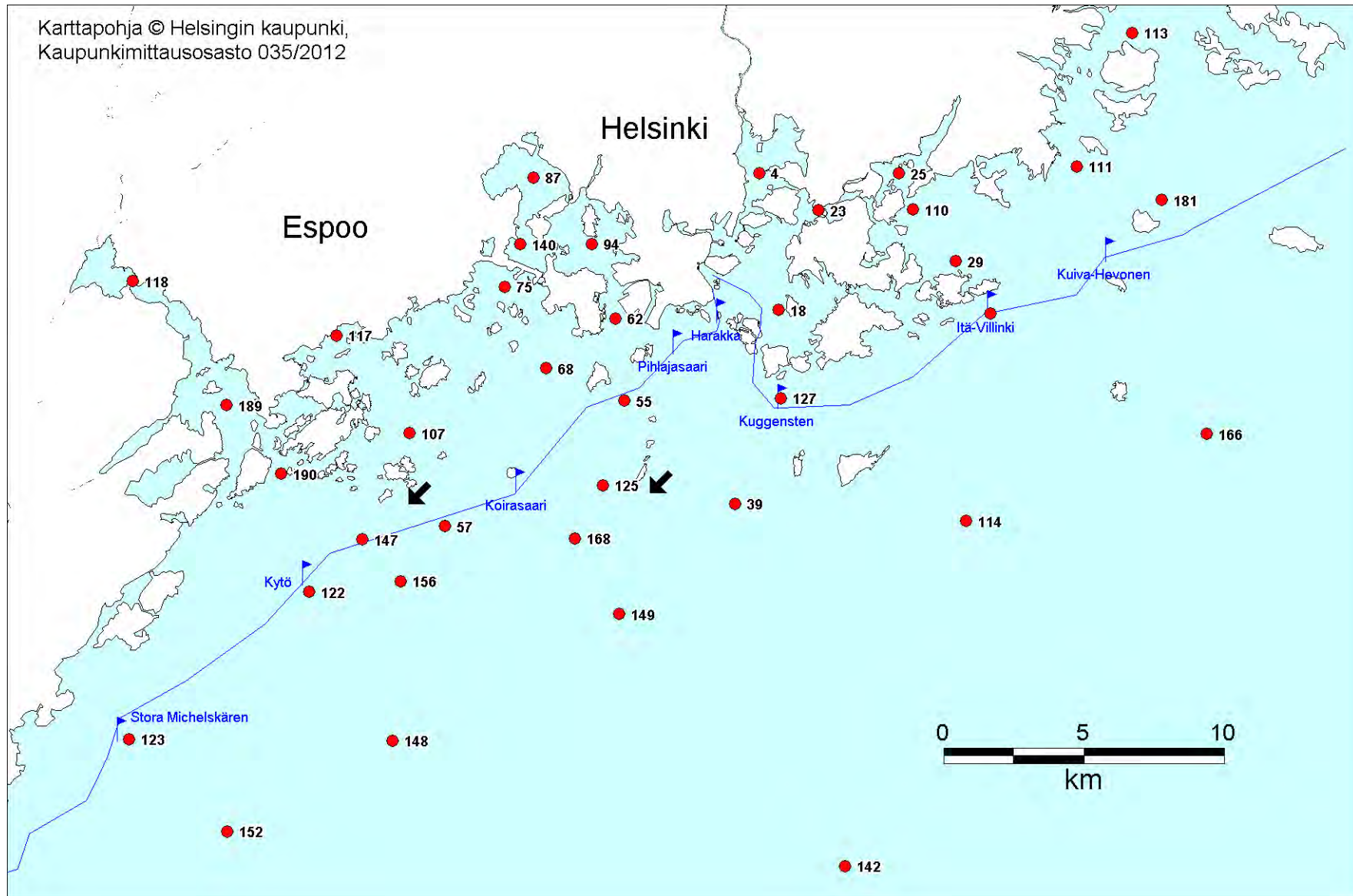
2.1 Tarkkailualue

Tarkkailualue käsitti 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 mantereen sisään ulottuvaa lahtea (Espoonlahti, Laajalahti, Vanhankaupunginlahti ja 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 harvaha, minkä vuoksi veden vaihtuvuus saaristossa on hyvä. Aluetta luonnehtivat kaakosta luoteeseen suuntautuvat syvänteet, joiden kautta vettä Suomenlahden syvemmiltä alueilta siirtyy kumpuamisilmiön seurauksena sisemmäksi saaristoon.

Alueen vesi on murtovettä ja varsinkin Vantaanjoen vaikutusalueella on yleensä voimakas suolaisuuskerrostuneisuus eli -gradientti. Pysyvää halokliinia eli suolaisuuden harppauskerrosta ei alueella ole esiintynyt 1980-luvun alun jälkeen. Kesäaikana muodostuu lyhytaikaisesti termokliini eli lämpötilan harppauskerros, joka ulkosaaristossa yleensä sijaitsee noin 10 m:n syvyydessä. Varsinkin Espoonlahden - Suvisaariston alueella, mutta myös joillakin muilla kynnyksellisillä alueilla, kehittyy etenkin tavallista lämpimämpinä kesinä vahvistuneen termokliinin ja makean jokiveden aikaansaaman suolaisuuskerrostuneisuuden aiheuttamana tilanne, joka voi johtaa lahtialueiden erillisten syvänteiden hapettomuuteen.

Tarkkailuaikana alueella oli kaksi asumajätevesien purkupaikkaa. Helsingin Viikinmäen puhdistamolta jätevedet johdettiin kalliotunnelissa avomeren reunaan Katajaluodon eteläpuolelle noin 7 km:n etäisyydelle rannikosta. Espoon jätevedet johdettiin niin ikään kalliotunnelissa Suomenojan puhdistamolta noin 7 km:n päähän ulkosaaristoon Gåsgrundetin itäpuolelle. Purkukohtien etäisyys toisistaan itä-länsisuunnassa on noin 8 km.



Kuva 2.1. Tarkkailualue, havaintopaikat (punaiset pallot, siniset viirit) ja puhdistettujen jätevesien purkukohdat (mustat nuolet).

2.2 Havaintopaikat ja menetelmät

Havaintopaikat ja tutkimusmenetelmät eri parametrien osalta on selvitetty kyseisten tulosten käsittelyn yhteydessä. Veden laatuun liittyvien parametrien (fysikaaliset, kemialliset ja hygieeniset parametrit, kasvi- ja eläinplankton) havaintopaikat on esitetty myös kuvassa 2.1. Taulukosta 2.1 käyvät ilmi tarkkailun periaatteet eri vuosina sekä kunakin vuonna tarkkailussa mukana olleiden havaintopaikkojen lukumäärät erikseen Helsingin ja Espoon osalta.

Havaintopaikkojen lukumäärä on eri parametrien osalta vaihdellut vuosittain. Tarkemmin vuosittaiset tarkkailuohjelmat käyvät ilmi ao. parametrien tarkastelun kohdalla.

Taulukko 2.1. Havaintopaikkojen lukumäärä menetelmittäin vuosina 2007–2011. Mukaan on laskettu ympäristökeskuksen omien tutkimusten havaintopaikat.

		2007	2008	2009	2010	2011
Kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen tarkkailu, veden rehevöityminen						
Kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen laaja tarkkailu, 2–4 kertaa/vuosi	Helsinki	14			15	
	Espoo	8			9	
Veden rehevöityneisyys						
Kasviplankton, 2–4 viikon välein, kasvukausi	Helsinki	2	6	2	2	6
	Espoo	1	1	1	1	1
Kasviplanktonin perustuotantokyky, joka toinen viikko, kasvukausi	Helsinki		6			6
	Espoo		1			1
Vaikutukset eläinplanktoniin, pohjaeläimistöön ja pohjasedimenttiin						
Eläinplankton, joka toinen viikko, avovesikausi	Helsinki			4		
	Espoo					
Pohjaeläimistö, 1 kerta/vuosi (syksynäytteet)	Helsinki	6	6	20	6	6
	Espoo	6	6	9	6	6
Sedimentti, haitallisten aineiden pitoisuudet	Helsinki		6			
	Espoo		3			
Muut selvitykset						
Automaattiset mittaukset ja laivanäytteet (Algaline): lämpötila, saliniteetti, klorofylli, kasvinravinteet	Helsinki + Espoo	x	x	x	x	x

Tarkat käyntikerrat ja määritysten lukumäärät eri havaintopaikoilla kunakin vuonna käyvät ilmi ao. vuosien tarkkailuselostuksista.

2.3 Sääolot

Vuosien 2007–2011 sade- ja lämpötilaolot vaihtelivat melko paljon (kuvat 2.2 ja 2.3).

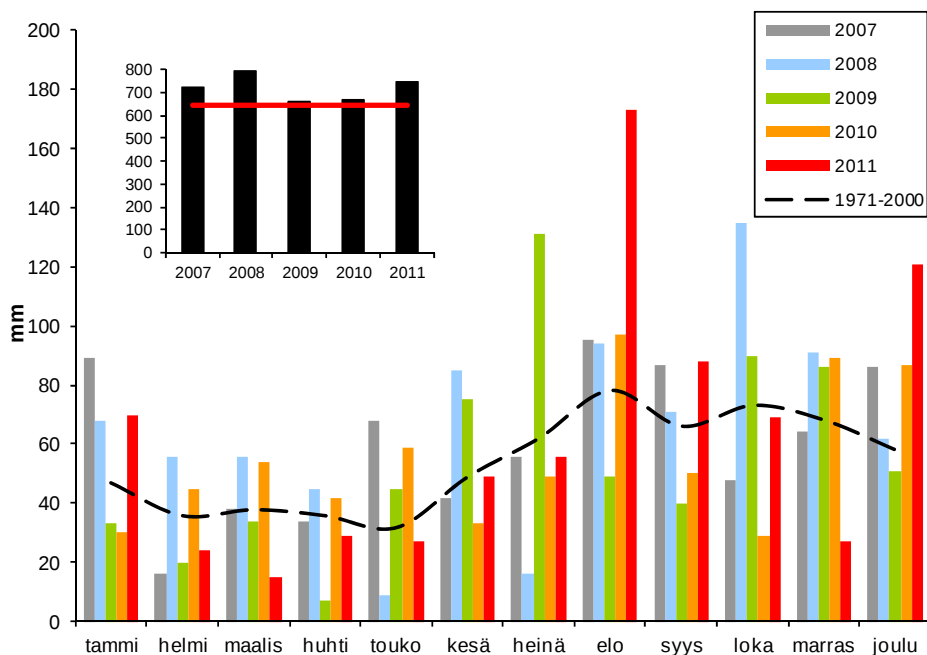
Kaikki jakson vuodet olivat pitkän ajan keskiarvoon verrattuna sateisempia, vuoden 2008 ollessa sateisin (23 % yli keskiarvon).

Tutkimusjakson vuosista 2010 oli keskimääräistä viileämpi, muut vuodet lämpimämpiä. Vuosi 2008, joka oli siis sateisin, oli myös lämpimin (36 % yli keskiarvon).

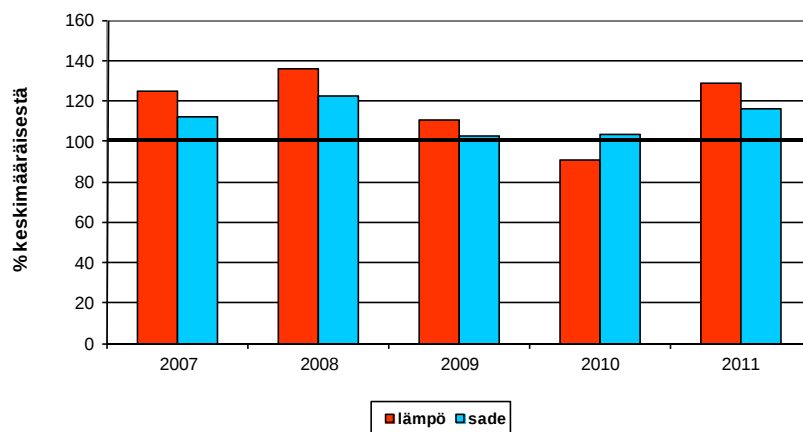
Kasvukauden aikaisen auringon maahan asti saapuneen säteilyn määrä ei vaihdellut merkittävästi eri vuosina (kuva 2.4).

Vuoden 2011 helmikuu oli poikkeuksellisen kylmä, mutta maaliskuusta aina vuoden loppuun kaikkien kuukausien keskilämpötilat olivat keskimääräistä korkeammat.

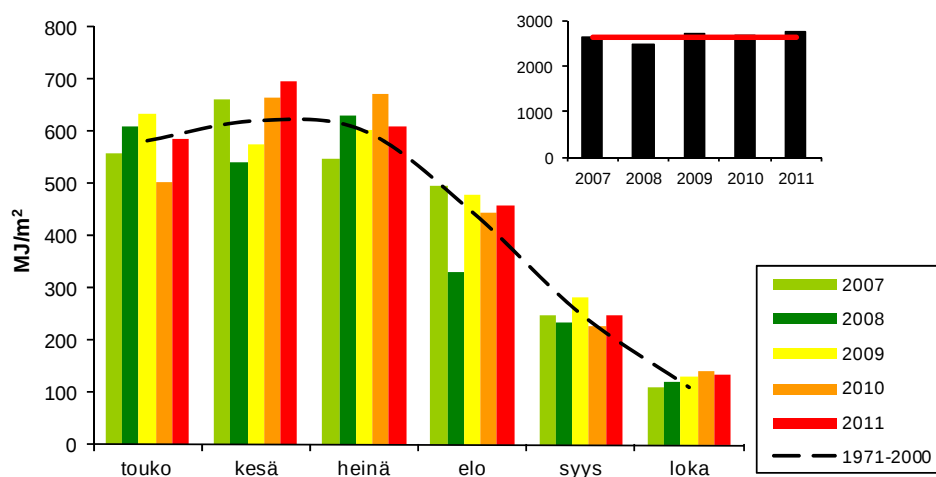
Muutenkin sateisen vuoden 2011 sateisimmat kuukaudet olivat elo- ja joulukuu (kuva 2.5).



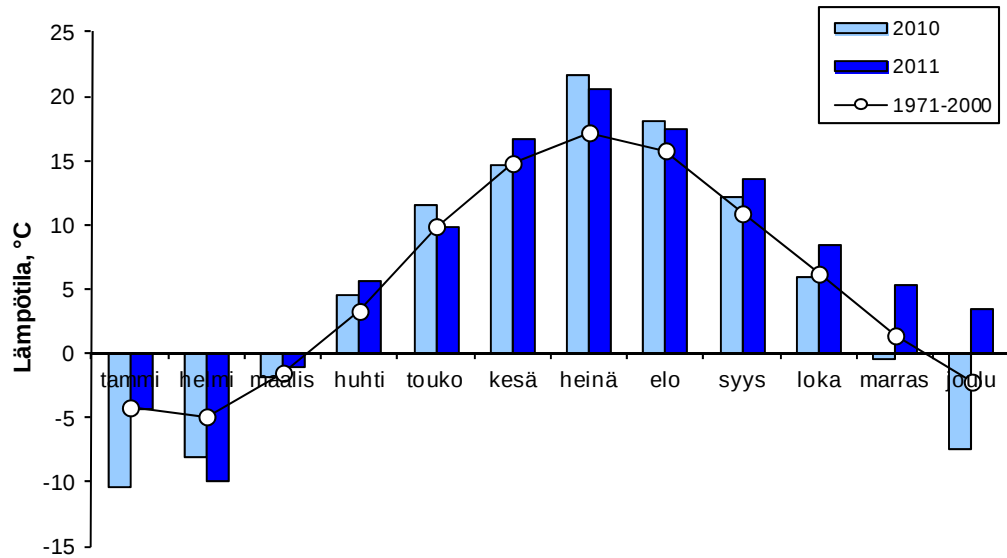
Kuva 2.2. Kuukauden sademäärä (mm) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2007–2011 sekä vuosina 1971–2000 (keskiarvo). Pikkukuvassa mustalla kokonaissadanta vuosittain, punainen viiva osoittaa keskimääräisen vuosisadannan.



Kuva 2.3. Vuotuinen keskilämpö ja sademäärä Kaisaniemessä prosentteina keskimääräisestä. 100 % = ka. 1971–2000 (lämpötila 5,6 °C, sadesumma 642 mm).



Kuva 2.4. Kuukauden globaalisäteily (MJ/m²) Helsinki-Vantaan lentoasemalla vuosina 2007–2011 sekä vuosina 1971–2000 (keskiarvo). Pikkukuvassa mustalla vuosittainen kokonaissäteily, punainen viiva osoittaa keskimääräisen vuosittaisen globaalisäteilyn toukokuusta lokakuuhun.



Kuva 2.5. Kuukauden keskilämpötila Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2010, 2011 ja 1971–2000 (keskiarvo).

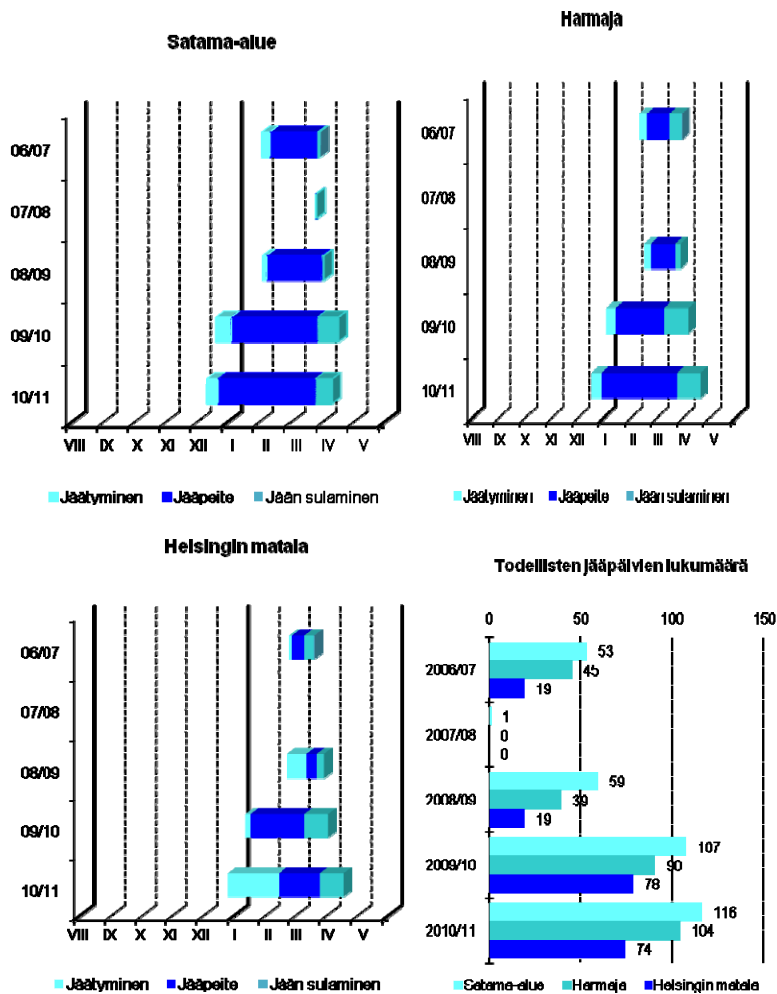
Kuvien lähteet: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2007–2012.

2.4 Jääpeite

Merialueen jääpeitteen kesto aika vaihtelee huomattavasti vuodesta toiseen (kuva 2.6). Jäätalvet 2006–07, 2007–08 ja 2008–09 olivat tavallista leudompia, talven 2007–08 oltua erittäin poikkeuksellinen: jäätä ei Helsingin edustan merialueelle muodostunut käytännössä ollenkaan. Talvet 2009–10 ja 2010–11 olivat puolestaan jääolosuhteiltaan lähellä pitkänajan vertailujaksoa ankaruudeltaan.

Sisäsaariston (kuvassa ”Satama-alue”) alueet jäätyivät vuodenvaihteen paikkeilla joka vuosi ja jäätä riitti kahdesta lähes neljään kuukauteen asti. Harmajan kohdalla, ulompana saaristossa jääpeitteen kesto aika oli yhdestä reiluun kolmeen kuukautta. Ulkomerellä Helsingin matalalla jääpäiviä oli 19–78. Nämä aikajaksot eivät siis toteutuneet poikkeustalvena 2007–08.

Kaikkina talvina jäät sulivat huhtikuun puoleenväliin mennessä.



		A	B	C	D	E
Satama	2006/07	31.1.07	8.2.07	25.3.07	27.3.07	53
	2007/08	22.3.08	22.3.08	23.3.08	23.3.08	1
	2008/09	1.2.09	5.2.09	29.3.09	31.3.09	59
	2009/10	18.12.09	2.1.10	25.3.10	14.4.10	107
	2010/11	9.12.10	20.12.10	23.3.11	8.4.11	116
Harmaja	2006/07	7.2.07	16.2.07	14.3.07	28.3.07	45
	2007/08					0
	2008/09	13.2.09	21.2.09	21.3.09	27.3.09	39
	2009/10	1.1.10	12.1.10	8.3.10	5.4.10	90
	2010/11	15.12.10	27.12.10	23.3.11	19.4.11	104
Helsingin matala	2006/07	21.2.07	24.2.07	8.3.07	17.3.07	19
	2007/08					0
	2008/09	19.2.09	10.3.09	20.3.09	27.3.09	19
	2009/10	9.1.10	14.1.10	8.3.10	31.3.10	78
	2010/11	23.12.10	11.2.11	23.3.11	15.4.11	74

A = ensimmäinen jäätyminen
B = pysyvän jääpeitteen muodostuminen
C = pysyvän jääpeitteen loppuminen
D = jään lopullinen katoaminen
E = todellisten jääpäivien lukumäärä

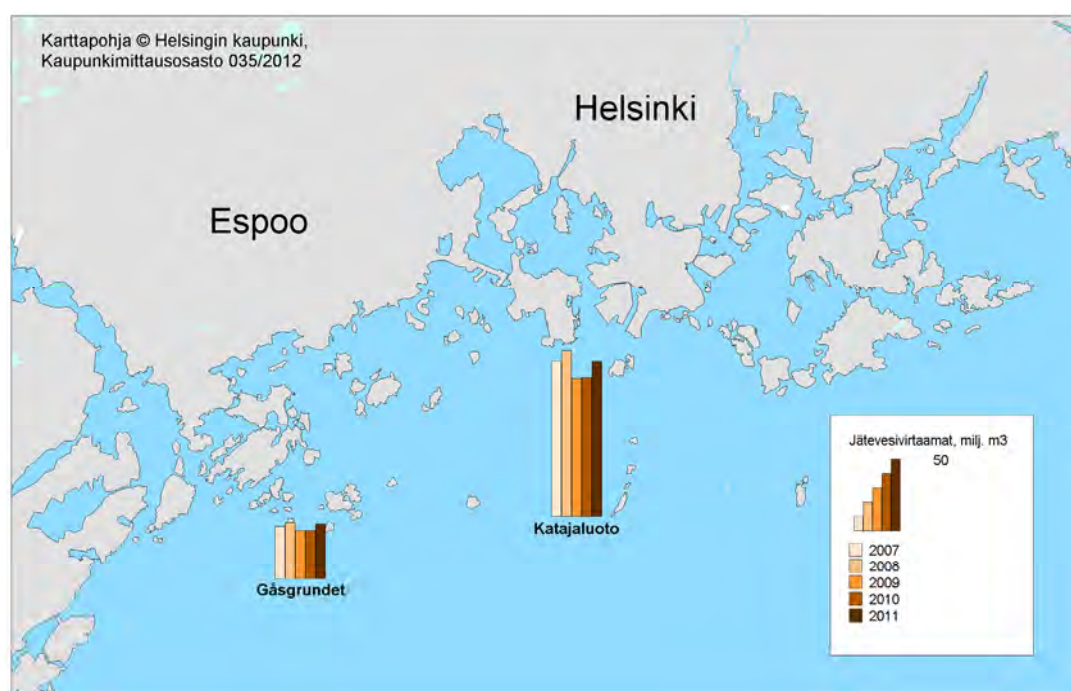
Kuva 2.6. Jäätyminen ja jään sulaminen Helsingin ja Espoon edustalla vuosina 2007–2011. Lähde: Ilmatieteen laitoksen Merentutkimusyksikkö.

3 Merialueen kuormitus

3.1 Yleistä

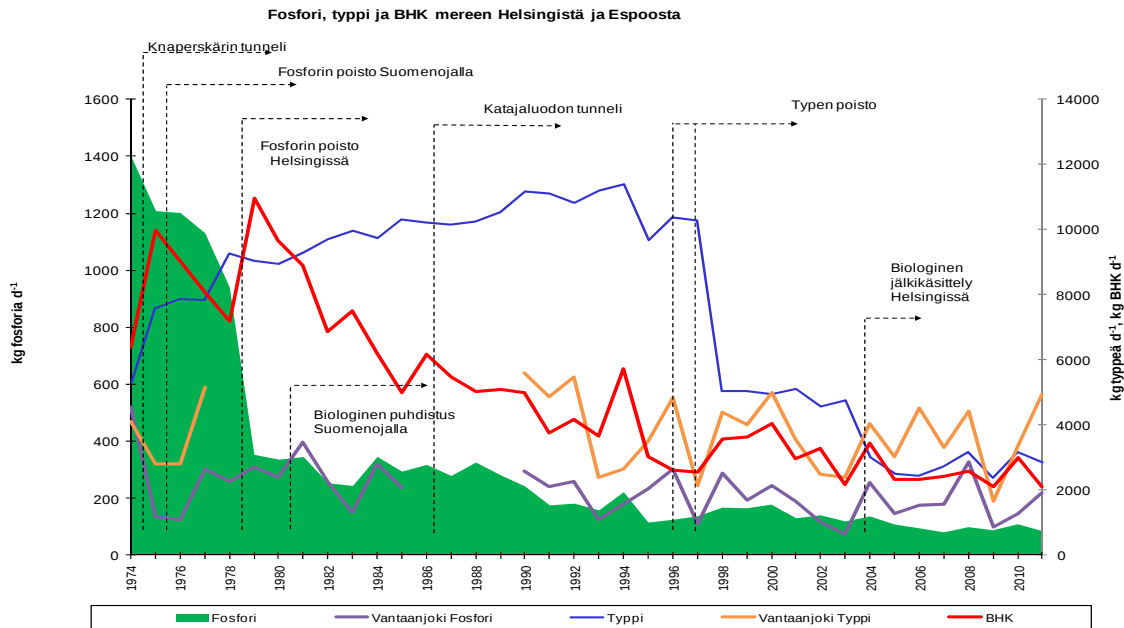
Helsingin ja Espoon kaupunkien sekä eräiden Keski-Uudenmaan kuntien jätevedet käsiteltiin vuosina 2007–2011 Helsingin Viikinmäen ja Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamoissa. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo otettiin käyttöön keväällä 1994, jolloin lopetettiin viimeiset käytössä olleet vanhat puhdistamot Kyläsaarella, Viikissä ja Vuosaarella. Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamoiden puhdistusprosessit perustuvat aktiivilietemenetelmään ja ne sisältävät kolme vaihetta: mekaaninen, biologinen ja kemiallinen puhdistus. Typenpoistoa on tehostettu biologisella suodattimella, joka perustuu denitrifikaatiobakteerien toimintaan.

Jätevedet johdettiin puhdistamoilta kalliotunneleissa saariston ulkoreunaan Katajaluodon ja Gåsgrundetin itäpuolelle ulkopuolelle. Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamoiden jätevesivirtaama oli vuosina 2007–2011 yhteensä noin 125–150 milj. m³ vuodessa (kuva 3.1). Helsingin ja Espoon jätevedenpuhdistuksen ja kuormituksen kehitystä 1970-luvun puolivälistä alkaen on esitetty kuvassa 3.2.



Purkupaikka	2007	2008	2009	2010	2011
Katajaluoto	103,5	110,3	92,4	92,8	103,2
Gåsgrundet	35,1	38,1	32,3	32,7	36,5

Kuva 3.1. Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien purkupaikat ja jätevesien kokonaisvirtaamat vuosina 2007–2011, milj. m³.



Kuva 3.2. Helsingin ja Espoon jätevedenpuhdistuksen ja kuormituksen kehitys 1970-luvun puolivälistä alkaen.

3.2 Helsingin jätevedenpuhdistamo, Viikinmäki

3.2.1 Puhdistusvaatimukset

Viikinmäen jätevedenpuhdistamon jätevesien purkulupa ja muut ympäristövaatimukset perustuivat vuosina 2007–2011 seuraaviin päätöksiin:

- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto nro 56/2004/1 (18.10.2004)
- Vaasan hallinto-oikeus nro 06/0137/3 (22.5.2006)
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto nro 21/2006/1 (13.10.2006)

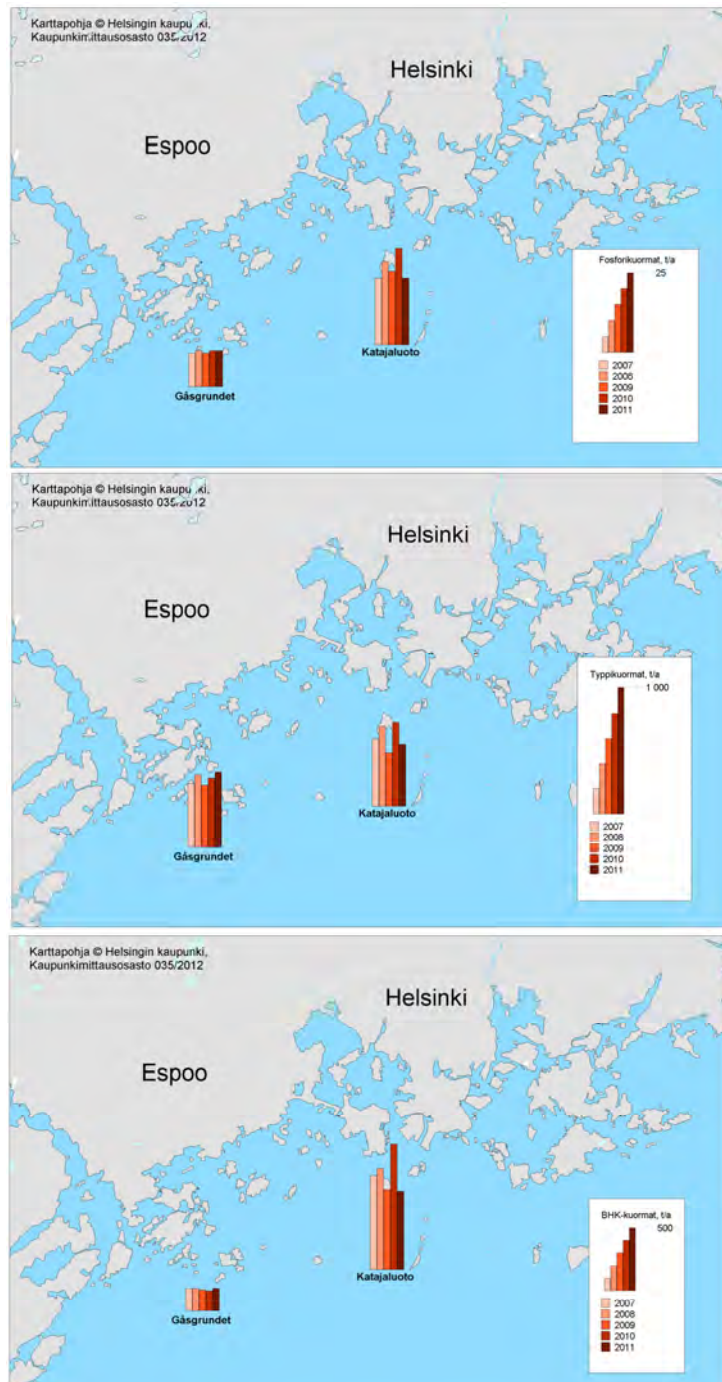
Yllä olevien päätösten mukaan mereen johdettavan jäteveden BHK_{7-ATU}-arvon on oltava enintään 10 mg O₂/l ja kokonaisfosforipitoisuuden enintään 0,3 mg P/l. COD_{Cr}-arvon on oltava enintään 75 mg/l ja kiintoaineen määrän enintään 15 mg/l. BHK_{7-ATU}-puhdistustehon on oltava vähintään 95 %, fosforin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

3.2.2 Kuormitus Viikinmäen jätevedenpuhdistamolta

Viikinmäen kalliopuhdistamossa käsitellään paitsi Helsingin myös Vantaan keski- ja itäosien, Keravan, Tuusulan, Järvenpään ja Sipoon, eli yhteensä noin 800 000 asukkaan sekä alueen teollisuuden jätevedet. Puhdistamon kokonaisvirtaama vuorokaudessa on noin 270 000 kuutiometriä, ja jätevettä puhdistetaan vuodessa keskimäärin 100 miljoonaa kuutiometriä. Puhdistamolle tulevasta jätevedestä noin 85 prosenttia on yhdyskuntajätevesiä ja 15 prosenttia teollisuusjätevesiä.

Lupaehtojen ylityksiä Viikinmäellä tapahtui viiden vuoden aikana vain vuoden 2010 keväällä poikkeuksellisen runsaiden talvi- ja kevättulvien aikaan (taulukko 3.1).

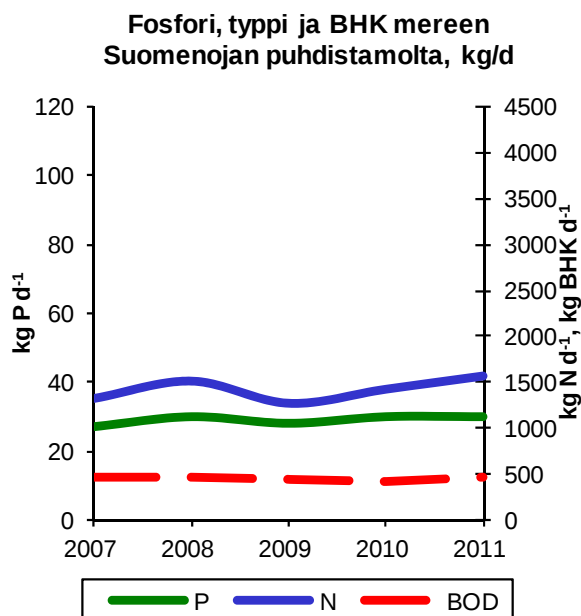
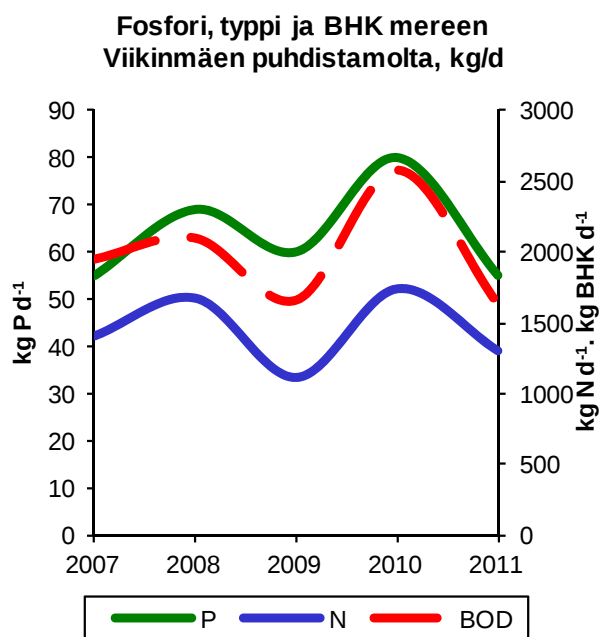
Kuvissa 3.3. ja 3.4. on esitetty vuosittaiset ja päivittäiset ravinne- ja BHK-kuormitukset puhdistamoilta mereen.



Kuva 3.3. Fosfori-, typpi- ja BHK-kuormitus Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoilta vuosina 2007–2011.

Taulukko 3.1. Jätevedenpuhdistamoiden aiheuttama kuormitus merialueelle.

	Fosfori, t/a		Typpi, t/a		BHK, t/a	
	Viikinmäki	Suomenoja	Viikinmäki	Suomenoja	Viikinmäki	Suomenoja
2007	20	10	512	485	710	465
2008	25	11	610	552	764	478
2009	22	10	404	467	604	438
2010	29	11	634	520	939	420
2011	20	11	473	571	594	465



Kuva 3.4. Keskimääräiset päivittäiset fosfori-, typpi- ja BHK-kuormat Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoilta (kg/d).

3.3 Espoon jätevedenpuhdistamo, Suomenoja

3.3.1 Puhdistusvaatimukset

Suomenojan jätevedenpuhdistamon jätevesien purkulupa ja muut ympäristövaatimukset perustuivat vuosina 2007–2011 seuraaviin päätöksiin:

31.7.2007 asti

- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto nro 17/2001/1 (24.4.2001)
- Vaasan hallinto-oikeus nro 02/0041/3 (18.2.2002)
- Uudenmaan ympäristökeskus Dnro 0195Y0241-12 (2.10.2006)
- Uudenmaan ympäristökeskus No YS 369 (1.6.1999)

1.8.2008 alkaen

- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto nro 26/2007/1 (27.6.2007)
- Uudenmaan ympäristökeskus Dnro 0195Y0241-12 (2.10.2006)

1.1.2010 alkaen

- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto nro 26/2007/1 (27.6.2007)
- Uudenmaan ympäristökeskus Dnro 0195Y0241-121 (9.12.2009)

Yllä olevien päätösten mukaan vuonna 2011 mereen johdettavan jäteveden BHK_{7-ATU}-arvon oli oltava enintään 10 mg O₂/l ja kokonaisfosforipitoisuuden enintään 0,4 mg P/l. COD_{Cr}-arvon on oltava enintään 75 mg/l ja kiintoaineen määrän enintään 15 mg/l. BHK_{7-ATU}-puhdistustehon on oltava vähintään 95 %, fosforin puhdistustehon vähintään 93 % ja COD_{Cr}-puhdistustehon vähintään 85 %. Arvot lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina mahdolliset ohjauksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien. Puhdistustehon typen suhteen tulee olla vähintään 70 % vuosikeskiarvona mahdolliset ohjauksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien.

3.3.2 Kuormitus Suomenojan jätevedenpuhdistamolta

Suomenojan puhdistamolla käsitellään yhteensä yli 310 000 asukkaan jätevedet Espoosta, Kauniaisista, Vantaan länsiosista sekä Kirkkonummelta. Jätevettä puhdistetaan yhteensä noin 35 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ja keskimääräinen vuorokausivirtaama on noin 100 000 kuutiometriä. Teollisuusjätevesien osuus puhdistamolle tulevista vesistä on noin kahdeksan prosenttia kokonaismäärästä.

Lisäksi Suomenojan purkutunnelin kautta johdettiin Fortum Oy:n Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvesiä vuosittain 6,5–13,9 milj. m³.

Lupaehtojen ylityksiä ei tarkkailukauden aikana Suomenojalla tapahtunut.

Taulukko 3.2. Lupaehdot ja toteutuneet puhdistustulokset Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamoilla 2007–2011. Lupaehtojen ylitykset on merkitty tummennettuina.

Viikinmäen puhdistamo				Suomenojan puhdistamo	
	Lupaehto	Toteutunut ¹⁾		Lupaehto	Toteutunut ¹⁾
2007	BHK ₇	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	6/8/6/8=7 97/97/98/96=97 %	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 90 % ³⁾	6/5/4/4=5 mg/l 96/98/98/97=97 %
	fosfori	Pit. ≤ 0,5 mg/l Puhd.teho ≥ 92 %	0,2/0,2/0,2/0,2=0,2 mg/l 96/98/98/96=97 %	Pit. ≤ 0,5 mg/l ⁴⁾ Puhd.teho ≥ 90 % ⁵⁾	0,3/0,3/0,3/0,3=0,3 mg/l 96/97/96/96=96 %
	typpi	Puhd.teho > 70 %	84/90/92/86=88 %	Puhd.teho > 70 % ⁶⁾	72/78/79/73=75 %
	COD _{Cr}	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 80 %	47/45/47/44=46 mg/l 92/90/91/88=91 %	Pit. ≤ 75 mg/l ⁷⁾ Puhd.teho ≥ 80 % ⁷⁾	41/36/34/37=37 mg/l 90/94/93/91=92 %
	kiintoaine	Pit. ≤ 15 mg/l	6/6/3/4=5 mg/l	Pit. ≤ 15 mg/l ⁷⁾	8/6/4/5=6 mg/l
2008	BHK ₇	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	9/8/4/7=7 mg/l 97/97/98/96=97 %	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	6/5/3/4=5 mg/l 97/98/99/97=98 %
	fosfori	Pit. ≤ 0,5 mg/l ²⁾ Puhd.teho ≥ 92 %	0,3/0,2/0,2/0,2=0,2 mg/l 94/97/97/97=96 %	Pit. ≤ 0,4 mg/l Puhd.teho ≥ 93 %	0,3/0,3/0,3/0,3=0,3 mg/l 95/97/97/95=96 %
	typpi	Puhd.teho > 70 %	78/90/93/86=87 %	Puhd.teho ≥ 70 %	70/80/80/68=74 %
	COD _{Cr}	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 80 %	47/45/47/44=46 mg/l 92/90/91/88=91 %	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 85 %	40/38/37/39=39 mg/l 91/92/93/89=91 %
	kiintoaine	Pit. ≤ 15 mg/l	6/6/3/4=5 mg/l	Pit. ≤ 15 mg/l	9/6/4/6=6 mg/l
2009	BHK ₇	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	6/7/5/8=7 mg/l 98/97/98/96=97 %	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	5/6/4/5=5 mg/l 98/97/98/98=98 %
	fosfori	Pit. ≤ 0,3 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	0,2/0,3/0,3/0,2=0,2 mg/l 98/96/97/96=97 %	Pit. ≤ 0,4 mg/l Puhd.teho ≥ 93 %	0,3/0,3/0,3/0,3=0,3 mg/l 97/96/97/95=96 %
	typpi	Puhd.teho > 70 %	89/89/94/90=91 %	Puhd.teho ≥ 70 %	78/76/82/73=77 %
	COD _{Cr}	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 80 %	47/45/47/44=46 mg/l 92/90/91/88=91 %	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 85 %	46/49/40/43=45 mg/l 92/91/92/91=92 %
	kiintoaine	Pit. ≤ 15 mg/l	6/6/3/4=5 mg/l	Pit. ≤ 15 mg/l	5/9/4/6=6 mg/l
2010	BHK ₇	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	11/17/4/5=9 mg/l 96/90/98/98=96 %	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	6/5/3/4=5 mg/l 98/97/99/98=98 %
	fosfori	Pit. ≤ 0,3 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	0,3/0,5/0,2/0,3=0,3 mg/l 96/92/98/97=96 %	Pit. ≤ 0,4 mg/l Puhd.teho ≥ 93 %	0,3/0,3/0,3/0,4=0,3 mg/l 96/95/96/97=96 %
	typpi	Puhd.teho > 70 %	81/80/92/91=86 %	Puhd.teho ≥ 70 %	74/68/80/78=75 %
	COD _{Cr}	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 80 %	53/40/42/44=45 91/90/93/93=92	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 85 %	50/50/46/44=48 mg/l 91/88/92/93=91 %
	kiintoaine	Pit. ≤ 15 mg/l	10/12/5/7=8	Pit. ≤ 15 mg/l	7/6/3/4=5 mg/l
2011	BHK ₇	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	6/7/5/6=6 mg/l 98/97/98/97=98 %	Pit. ≤ 10 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	6/5/4/4=5 mg/l 98/97/98/97=98 %
	fosfori	Pit. ≤ 0,3 mg/l Puhd.teho ≥ 95 %	0,2/0,2/0,2/0,2=0,2 mg/l 97/96/97/97=97 %	Pit. ≤ 0,4 mg/l Puhd.teho ≥ 93 %	0,3/0,3/0,3/0,3=0,3 mg/l 97/96/96/95=96 %
	typpi	Puhd.teho > 70 %	90/85/94/91=90 %	Puhd.teho ≥ 70 %	76/72/79/70=74 %
	COD _{Cr}	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 80 %	48/39/37/34=40 93/92/93/92=92	Pit. ≤ 75 mg/l Puhd.teho ≥ 85 %	43/41/40/42=41 % 93/92/92/89=91 %
	kiintoaine	Pit. ≤ 15 mg/l	8/8/4/6=7	Pit. ≤ 15 mg/l	6/5/4/7=6 mg/l

- 1) 1. vuosineljännes/2. vuosineljännes/3. vuosineljännes/4. vuosineljännes = vuoden keskiarvo
- 2) 1.7.2008 alkaen fosforia korkeintaan 0,3 mg/l, puhdistustehon oltava ≥ 95 %
- 3) 1.8.2007 alkaen vähintään 95 %
- 4) 1.8.2007 alkaen enintään 0,4 mg/l
- 5) 1.8.2007 alkaen vähintään 93 %
- 6) 1.8.2007 asti oli tavoite
- 7) alkaen 1.8.2007

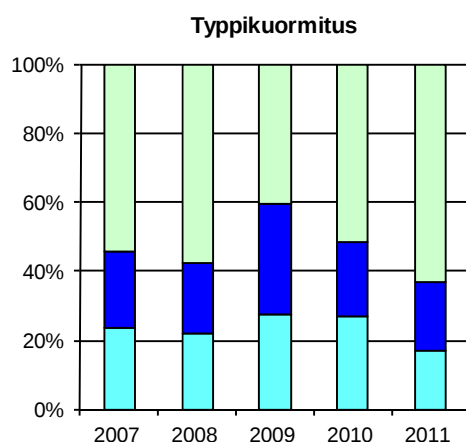
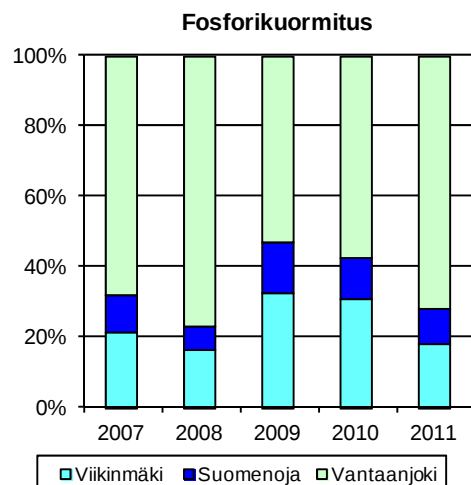
3.4 Vantaanjoen aiheuttama kuormitus

Vantaanjoki laskee Helsingin Vanhankaupunginselälle. Joen vesi on sameaa ja runsasravinteista johtuen valuma-alueen savisuudesta ja maatalousvaltaisuudesta. Joki kuljettaa pääosan ravinnekuormastaan suurten virtaamien aikaan, useimmiten keväällä lumen sulamisen yhteydessä. Eri vuosien sademäärien vaihtelu sekä sateiden ajoittuminen paljaan maan tai kasvipeitteisen maan ajoille vaikuttavat joen tuomiin ravinnemääriin (taulukko 3.2).

Koko viisivuotisjakso 2007–2011 oli keskimääräistä sateisempi. Verrattuna vuosiin 2002–2007, kuljetti Vantaanjoki tutkimusaikana mereen 26 % enemmän fosforia ja 7 % enemmän typpeä. Viikinmäen ja Suomenojan sekä Vantaanjoen yhteenlasketusta merialueen kuormituksesta Vantaanjoen osuus oli noin kaksi kolmannesta fosforin ja vajaa puolet typen kokonaismäärästä (kuva 3.5).

Taulukko 3.3. Vantaanjoen mereen tuomat fosfori- ja typpimäärät (t/a).Lähde: Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry.

	Fosfori	Typpi
2007	65	1200
2008	120	1600
2009	36	600
2010	54	1230
2011	80	1800



Kuva 3.5. Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoiden sekä Vantaanjoen mereen tuoman fosfori- ja typpikuormituksen osuudet vuosina 2007–2011.

4 Merialueen kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen laatu

4.1 Johdanto

Meriveden kemiallisen, fysikaalisen ja hygieenisen laadun seuranta on osa Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusten tarkkailua. Tämän raportin tarkoituksena on selvittää merialueen tilaa vuonna 2011 sekä tarkastella pitkän aikavälin muutoksia meren tilassa, pääosin jaksolla 2007–2011. Merialueen tilan muutosten tulkitsemiseksi tuloksia tarkastellaan kuitenkin myös pidemmällä ajanjaksolla, vertaillen neljää eri ajanjaksoa (1980–1987, 1988–1997, 1998–2004, 2005–2011).

Aineisto on ryhmitelty jätevesien puhdistuksessa tapahtuneiden pääasiallisten muutosten mukaan, koskien lähinnä Viikinmäen puhdistamoa. Katajaluodon tunneli rakennettiin vuonna 1986, tehostettu typen poisto aloitettiin 1997 ja biologinen jälkikäsittely 2004. Täten jaottelu kuvaa jaksoja joidenka aikana kuormitus on ollut hyvinkin erilaista. Vuosien 1980–1987 tuloksia voidaan pitää taustatasona. Tämä taustataso myös muuttuu ajan myötä, minkä takia pitkän ajan vertailuun sisällytetään myös Länsi-Tontun näytepiste jossa Katajaluodolle johdettavat jätevedet eivät oletettavasti vaikuta. Täten voidaan myös seurata ravinteiden taustatasojen muutosta tarkastellulla ajanjaksolla. Ravinteiden pitkäaikaismuutosten vaikutusta kasviplanktonin määrään tarkastellaan kappaleessa 5.

Raportissa selvitetään jätevesien kuormituksen vaikutusta merialueen ravinnepitoisuuksiin, sekä ravinnepitoisuuksien vaihtelun mahdollista vaikutusta kasviplankton tuotantoon ja biomassaan, niiltä osin kun aineisto sen sallii. Vaikutusten selvittämiseksi vuoden 2011 havaintoja verrataan pitkän ajan keskiarvoihin (1987–2010).

Tämän lisäksi vertaillaan jätevesien purkuputkien vaikutusalueella sijaitsevien havaintopaikkojen (Knaperskär ja Katajaluoto) tuloksia vertailualueen (Länsi-Tonttu) vedenlaatuun. Meriveden fysikaalista, kemiallista ja hygieenistä laatua seurattiin tarkkailuohjelman mukaisesti 14 intensiivihavaintopaikalta (taulukko 4.1) noin kuukauden välein maaliskuulta marraskuulle. Vuonna 2011 suoritettiin myös joka kolmas vuosi toteutettava veden rehevöityneisyyden määrävuositarkkailu seitsemältä näytepisteeltä (taulukko 4.1). Vesinäytteet otettiin Ruttner-putkinoutimella (tilavuus 2,8 l) ja valutettiin suoraan näytepulloihin. Lämpötila mitattiin noutimen sisällä olevalla lämpömittarilla ja näkösyvyys noutimen valkoista kansilevyä käyttäen. Kaikki vesinäytteet analysoitiin MetropoliLab:ssa (taulukko 4.2).

Taulukko 4.1. Vuoden 2010 fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen tarkkailun perusseurannan intensiivihavaintopaikkojen nimet, tunnistenumerot, syvyydet, sijaintikoordinaatit ja näytteenottosyvyydet. Tähdellä merkityt havaintopaikat kuuluvat rehevöitymisen määrävuositarkkailuun.

Havaintopaikka	Numero	Syvyys (m)	Koordinaatit (WGS-84)		Näytesyvyydet (m)
			lat	lon	
<u>Sisäsaaristo</u>					
Vanhankaupunginselkä	4*	2,5	60° 11.752'	24° 59.625'	0, 2
Vartiokylänlahti	25*	5	60° 11.576	25° 5.291	0-4
Melkin selkä	68	17	60° 8.056'	24° 51.297'	0, 5, 10, 16
Laajalahti	87*	3,5	60° 11.555	24° 50.904	0-2
Skatanselkä	111*	13	60° 11.579	25° 11.833	0-4
Ryssjeholmsfjärden	117	3,5	60° 8.734'	24° 43.236'	0, 3
<u>Ulkosaaristo</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
Länsi-Tonttu	114*	47	60° 4.996'	25° 7.389'	0, 5, 10, 20, 30, 40, 46
Stora Mickelskären	123	27	60° 1.003'	24° 35.096'	0, 13, 26
Katajaluoto	125*	28	60° 5.791'	24° 53.428'	0, 5, 10, 20, 27
Knaperskär	147*	27	60° 4.803'	24° 44.131'	0, 5, 10, 20, 26
Berggrund	148	51	60° 0.925'	24° 45.206'	0, 25, 50
Gråskärsbådan	149	32	60° 3.305'	24° 53.975'	0, 15, 31
Pentarn	166	48	60° 6.586'	25° 16.733'	0, 25, 47
Koiraluoto	168	31	60° 4.776'	24° 52.323'	0, 15, 30
Musta Hevonen	181	14	60° 11.098'	25° 15.156'	0, 5, 13

Seurannassa hyödynnettiin myös Alg@line-projektin (Rantajärvi 2003) tuloksia. Projektissa mukana oleville laivoille on asennettu jatkuvatoimiset läpivirtauslaitteistot, joista saadaan mittaustuloksia ja automaattisesti otettuja vesinäytteitä. Helsingin kaupungin hoitaman M/S Brahen vesinäytteistä MetropoliLab määrittä klorofylli- α :n, sameuden ja ravinnepitoisuudet.

Raportin tulokset on tallennettu Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristönsuojelu- ja tutkimusyksikön tietokantaan ja toimitettu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ylläpitämään PIVET-tietokantaan. Alg@line-projektin tulokset on tallennettu SYKE:n Merikeskuksen tietokantaan. Havaintopaikkojen kaikki tulokset on esitetty liitteessä 1.

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

Määrittäminen	Menetelmä	Määrittämiss raja	Mittausepävarmuus
Näkösyvyys	Valkolevynä Ruttner-noutimen kansi		
Lämpötila	Ruttner-noutimen lämpömittari (ja laivoilla Aanderaa-lämpötilasensori)		
Suolaisuus*	johtokyky mittaus (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 -tyypin pitoisuus*	SFS 3032, autom./kumottu	4 µg/l	15 %
NO ₂ -tyypin pitoisuus*	SFS 3029, autom	2 µg/l	15 %
NO ₃ -tyypin pitoisuus*	SFS-EN ISO 13395 FIA	4 µg/l	15 %
tyypin kokonaispitoisuus*	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	15 %
PO ₄ -fosforin pitoisuus*	SFS 3025	5 µg/l	15 %
PO ₄ - fosforin pitoisuus (liukoinen)		5 µg/l	15 %
fosforin kokonaispitoisuus*		5 µg/l	15 %
<i>Escherichia coli</i> *	Colilert Quanti-Tray (pikatesti)	< 1	

4.2 Tulokset ja tulosten tarkastelu

4.2.1 Veden laatu sisäsaaristossa 2011

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). 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.

Matalilla havaintopaikoilla (Vanhankaupunginlahti ja Ryssjeholmsfjärden) on tuloksissa käytetty koko vesirungon keskiarvoa, koska näillä havaintopaikoilla vesipatsas sekoittuu käytännössä pohjaan saakka. Muilla havaintopaikoilla on käytetty sekoittuvan pintakerroksen havaintoja. Sekoittuvan pintakerroksen paksuus on arvioitu silmämääräisesti veden laskennallisen tiheyden pystysuuntaisesta jakaumasta arvioimalla syvyys, jossa keskimääräinen tiheyden muutos on suurin. Sekoittuvaksi pintakerrokseksi kutsutaan tätä ylempää vesikerrosta.

Tarkastelua varten määritetty sekoittuvan pintakerroksen paksuus ei kaikilla havaintopaikoilla välttämättä vastaa todellista sekoittuvaa pintakerrosta, mikä johtuu näytesyvyyksien riittämättömästä määrästä. Havainnot sijoittuvat kuitenkin aina pintakerrokseen eikä harppauskerroksessa mahdollisesti olleita havaintoja ole sisällytetty tarkasteltuihin keskiarvoihin, jotta välttyttäisiin syvän veden ominaisuuksien aiheuttamasta vääristymästä. Koko vesipatsaan mittaustuloksia on kuitenkin käytetty taustatietona tulkittaessa pintakerroksen havaintoja. Suurimmalla osalla havaintopaikoista sekoittuva pintakerros ulottuu noin 15 m:n syvyyteen. Berggrundin havaintopaikalla on käytetty ainoastaan pintaveden (0 m) havaintoja,

koska seuraava näytesyvyys kyseisellä havaintopaikalla on 25 m:n syvyydellä ja sijaitsee siis tiheyden harppauskerroksessa tai syvemmällä.

Lämpötila

Keväällä veden lämpötila oli sisäsaaristossa tavanomainen, lämmeten kuitenkin nopeasti kesää kohden. Kesä-elokuussa veden lämpötila oli poikkeuksellisen korkea, ollen jopa noin viisi astetta pitkän ajan keskiarvoa lämpimämpää Vanhankaupunginselällä (kuva 4.1). Kokonaisuudessaan sisäsaariston pintavesien lämpötilan kehitys oli vuoden 2010 kaltainen (Räsänen ym. 2011), jolloin kesänajan lämpötilat olivat pitkän ajan keskiarvoa huomattavasti korkeammat. Syksyllä vedet viilenivät tavanomaisesti, ollen kuitenkin taas poikkeuksellisen lämpimiä marraskuussa.

Vanhankaupunginselällä ja Ryssjeholmsfjärdenillä koko vesipatsas lämpeni yhtenäisesti ja lämpötilat olivat hyvin samankaltaiset läpi vuoden. Melkin selällä pinta-vesi lämpeni pohjaveden (16 m) tapaan kesäkuun puoleen väliin saakka, jonka jälkeen selkeä lämpötilan harppauskerros muodostui. Lämpötilaero oli elokuussa jopa 10 °C, eristäen pohjan veden tehokkaasti pintavedestä. Vesi sekoittui taas syyskuun puolellesavälissä. Lämpötilakerrostuneisuus oli kesällä 2011 vuotta 2010 selkeästi voimakkaampaa.

Saliniteetti

Rannikonläheisillä havaintopaikoilla veden suolapitoisuuteen vaikuttavat sadannan ja mantereelta tulevan valunnan määrä ja erityisesti Vanhankaupunginselällä Vantaanjoen virtaama. Vantaanjoen kevään virtaamahuippu ajoittui huhtikuun toiselle viikolle, ajoittuen hieman pitkän ajan keskiarvoa aikaisempaan ajankohtaan. Huhtikuun lopulla Vanhankaupunginselällä saliniteetti olikin lähellä nollaa ja voidaan olettaa että suurin osa vedestä Vanhankaupunginlahdella oli makeaa jokivettä (kuva 4.2).

Tämän jälkeen joen virtaama laski nopeasti ollen hyvin pientä aina elokuun loppuun saakka. Osittain tästä johtuen, Vanhankaupunginselällä saliniteetti nousi nopeasti toukokuusta heinäkuulle, ollen tällä jaksolla huomattavasti keskiarvoa korkeampi. Mereisellä vedellä oli suuri vaikutus alueella kesäkuukausien ajan. Elokuusta joulukuulle saliniteetti oli pitkänajan keskiarvojen tasolla, lokakuuta lukuun ottamatta, jolloin suuret Vantaanjoen virtaamat aiheuttivat lahdella poikkeuksellisen vähäsuolaiset olot. Täten saliniteetin vaihtelu oli vuonna 2011 Vanhankaupunginlahdella poikkeuksellisen suurta.

Melkin selällä ja Ryssjeholmsfjärdenillä saliniteetti oli miltei koko vuoden ajan poikkeuksellisen korkeaa (kuva 4.2), vuoden 2010 tapaan, ja mereisellä vedellä oli ilmeisen suurin vaikutus alueiden tilaan. Vanhankaupunginlahti ja Ryssjeholmsfjärdenin asemilla saliniteetissä ei ollut eroja pinnan ja pohjan välillä, kun taas Melkin selällä oli selkeästi suolaisempaa pohjavettä kesäkuusta eteenpäin, vahvistaen lämpötilaeron aiheuttamaa kerrostuneisuutta ennestään. Saliniteetti oli sisäsaaristossa poikkeuksellisen korkea vuonna 2011, johtuen suuresta mereisemmän veden vaikutuksesta alueella.

Sameus

Veden sameuden vaihtelu on yleensä suurta rannikonläheisillä havaintopaikoilla. Sameuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa maalta tuleva valunta, tuulen aiheuttama sedimentin resuspensio ja planktonlevien määrä. Levien määrä aiheuttaa samennusta varsinkin kauempana rannikosta olevilla asemilla, kun taas lähempänä rannikkoa esim. savisamennus rajoittaa levien kasvua vähentäen niille saatavilla olevan valon määrää. Etenkin Vanhankaupunginselän havaintopaikalla Vantaanjoen virtaaman mukanaan tuoman aineksen vaikutus sameuteen on suuri.

Vaikka valunta oli suurta huhtikuussa, ei vesi samentunut huomattavasti Vanhankaupunginlahdella (kuva 4.3). Tämä todennäköisesti johtikin poikkeuksellisen korkeaan klorofylli a:n pitoisuuteen toukokuussa (merkittävä poikkeama pitkän ajan keskiarvosta), koska levillä oli keskimääräistä enemmän valoa käytettävää. Veden sameus oli koko kasvukauden ajan poikkeuksellisen matala Vanhankaupunginselällä, ilmentäen suolaisuuden tapaan, mereisemmän veden vaikutusta alueella.

Melkin selällä sameus oli pitkän ajan keskiarvon tasolla koko vuoden, marraskuuta lukuun ottamatta, jolloin vesi oli kirkkaampaa. Sameuden suhteellinen vaihtelu kuukaudesta toiseen oli tyypillisesti suurinta Vanhankaupunginselällä, mutta ollen myös suurta Ryssjeholmsfjärdenillä. Sameus oli poikkeuksellisen alhainen Ryssjeholmsfjärdenillä vuoden alussa ja lopussa, ja suuri kesä-elokuussa. Kesä-elokuussa klorofylli-a:n pitoisuudet olivat myös keskiarvoa suuremmat, joten levien määrä, tuulen aiheuttaman resuspension ohella ovat mahdollisia syitä suurelle sameudelle.

Pohjanläheinen happi

Vanhankaupunginlahdella pohjanläheinen happipitoisuus oli huhtikuuta ja heinäkuun poikkeuksellisen lämpimän veden aikaa lukuun ottamatta lähellä pitkän ajan keskiarvoa (kuva 4.4). Kesällä happipitoisuus oli keskimääräistä alhaisempi, mutta silti selvästi yleisesti käytettyä hypoksian eli vähähappisuuden raja-arvoa ($2,86 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$) korkeampi. Melkin selällä happipitoisuus noudatti pääosin keskimääräistä vaihteluväliä, lukuun ottamatta kesä-heinäkuun lämpimän ja suolaisemman veden aikaista jokseenkin alhaisempaa pitoisuutta, joka kuitenkin oli vähähappisuuden raja-arvoa korkeampi. Ryssjeholmsfjärdenillä happipitoisuus oli poikkeuksellisen korkea huhtikuussa, laskien keskiarvoa alhaisemmaksi kesäkuukausiin ajaksi, ollen kuitenkin vähähappisuuden rajan yläpuolella.

Kokonaistyyppi

Kokonaistyyppipitoisuudet olivat keskimäärin pitkän ajan keskiarvon tasolla tai pienemmät sisäsaaristossa (kuva 4.5), lukuun ottamatta Vanhankaupunginselän syksyn ja talven ja Ryssjeholmsfjärdenin elokuun kahta hieman korkeampaa havaintoa. Vuoden 2010 tapaan, Vanhankaupunginlahden matalammat kokonaistyyppipitoisuudet johtunevat alhaisesta jokivirtaamasta ja mereisemmän veden vaikutuksesta. Pitoisuudet ovat kuitenkin huomattaen korkeat suhteessa muuhun merialueeseen (huomaa y-akselin mittakaava).

Liukoinen typpi

Kasvukauden aikana kasviplankton tuotanto kuluttaa vedestä liukoisen typen lähes kokonaan lukuun ottamatta alueita, joilla maalta tuleva valunta ja virtavedet tuovat sitä mereen. Yleensä liukoisen typen pitoisuus on matalimmillaan kesä-heinäkuussa, jolloin se on Vanhankaupunginselällä noin $300\text{--}400\ \mu\text{g l}^{-1}$ ja Melkin selän sekä Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikoilla noin $10\text{--}15\ \mu\text{g l}^{-1}$. Rehevilla sisäsaariston havaintopaikoilla pitkän ajan keskiarvot eivät kuitenkaan alita liukoisen typen analyttistä määritysrajaa ($4\ \mu\text{g l}^{-1}$).

Vuonna 2011 useilla sisäsaariston mittauspisteillä liukoisen typen pitoisuudet laskivat alle määritysrajan toukokuussa ja/tai kesäkuussa. Raportissa esitettävistä pisteistä raja alittui kaikilla pisteillä (kuva 4.6), Vanhankaupunginselällä kesäkuussa ja kahdella muulla asemalla touko- ja kesäkuussa. Tämä ilmentää mereisemmän veden vaikutusta, joka tyypillisesti on ravinneköyhempää ja jossa levä tuotanto on typpirajoittunutta. Levä tuotannon ravinne rajoittuneisuuden arvioiminen ilman spesifisiä koejärjestelyitä on rannikkoalueella kuitenkin hankalaa veden sameuden ja täten potentiaalisen valo-rajoittuneisuuden takia.

Kokonaisfosfori

Sisäsaaristossa Vanhankaupunginlahti ja muut asemat poikkesivat toisistaan vuoden 2011 kokonaisfosforin pitoisuuksien ja pitkän ajan keskiarvon kehityksen suhteen (kuva 4.7). Vanhankaupunginselällä kokonaisfosforipitoisuudet olivat huomattavasti alhaisemmat kuin edeltävinä vuosina, kun taas Melkin selällä pitoisuudet olivat pitkän ajan keskiarvon yläpuolella poiketen huomattavasti keväällä, kesäkuussa ja loppusyksyllä. Ryssjeholmsfjärdenillä havaittiin selkeästi korkeampia pitoisuuksia heinä- elokuussa. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat varsinkin vanhankaupunginselällä kytköksissä jokivalumaan, joka oli kesällä pientä, näkyen esimerkiksi myös saliniteetissa.

Etäämpänä rannikosta kokonaisfosforipitoisuudet kuvaavat osittain kokonaisleväbiomassan vaihtelua, joka näkyy kasvukauden kokonaisfosforin ja klorofylli-a:n merkitsevässä regressiossa. Kokonaisfosforin keskiarvoa suuremmat pitoisuudet kesä-elokuussa Melkin selällä ja Ryssjeholmsfjärdenillä selittynevät leväbiomassaan sitoutuneella fosforilla. Korkeat fosforipitoisuudet saattavat johtua myös mereisemmän veden vaikutuksesta. Suomenlahdella, Helsingin edustan alueella on havaittavissa selkeä ja merkitsevä positiivinen suolaisuuden ja kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin suhde, jossa fosforimäärät kasvavat saliniteetin myötä.

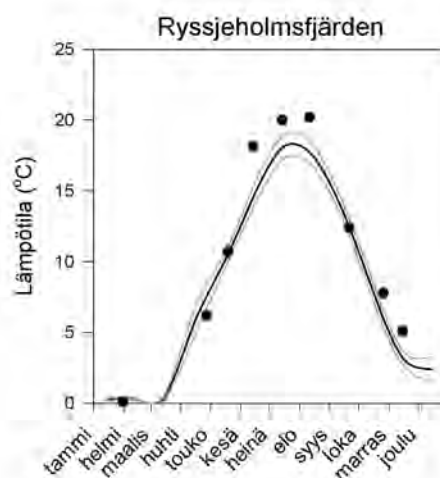
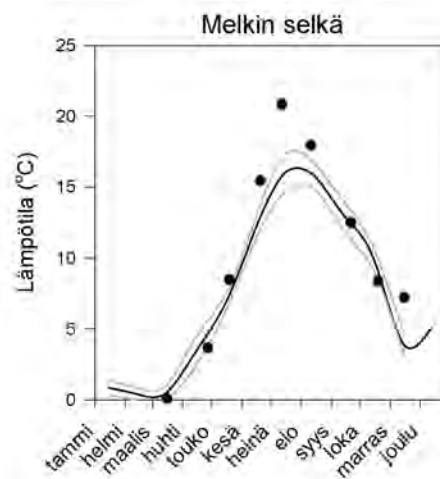
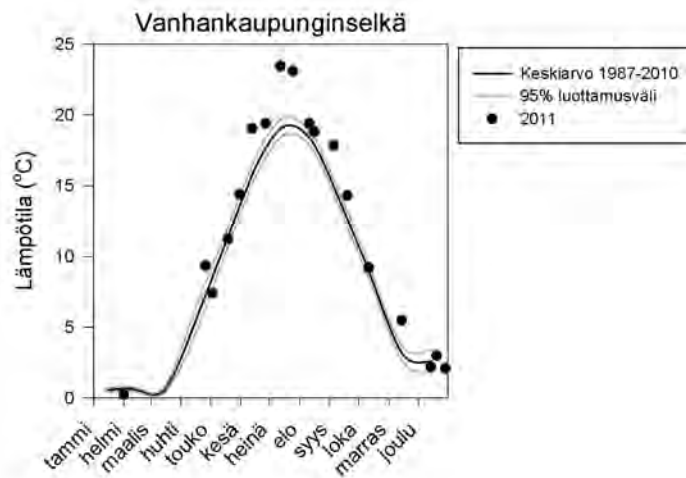
Liukoinen fosfori

Sekä suodatetuista että suodattamattomista näytteistä analysoituja liukoisen fosforin pitoisuuksia on verrattu suodattamattoman liukoisen fosforin pitkän ajan keskiarvoon (kuva 4.8) sillä liukoisen fosforin määrää myös suodatetuista näytteistä on analysoitu vasta vuodesta 2008. Suodatetusta näytteestä mitattu liukoinen fosfori kuvaa paremmin kasviplanktonin käytettävissä olevan fosforin määrää.

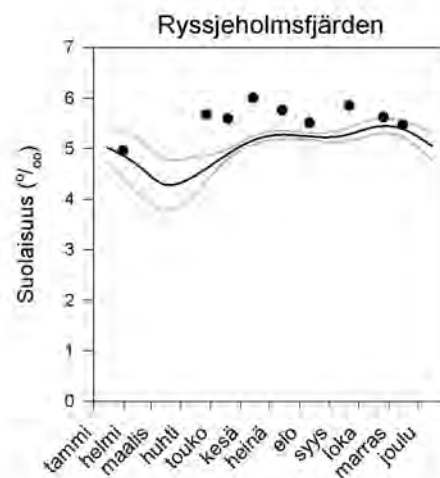
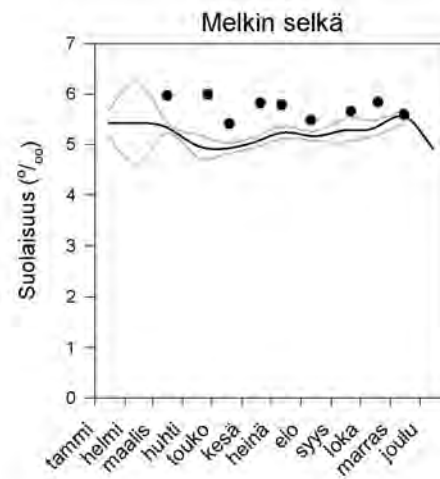
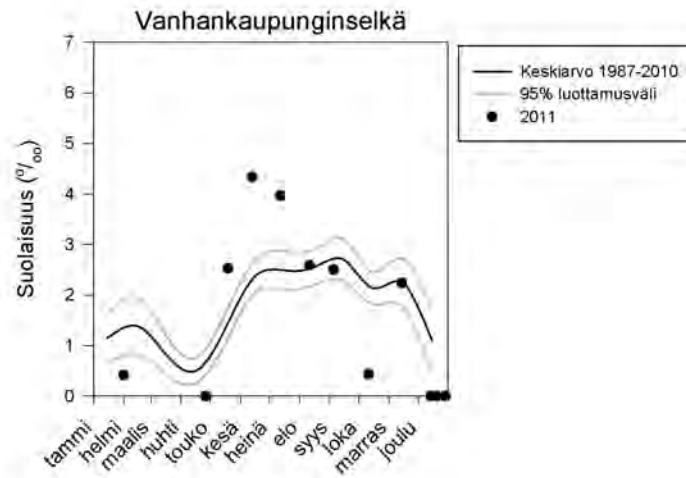
Kesäaikaan sisäsaaristossa liukoisen fosforin pitoisuudet ovat pieniä (alle analyttisen määritysrajan $5\ \mu\text{g l}^{-1}$), sillä suurin osan talven aikana veteen kerääntyneestä liukoisesta fosforista sitoutuu kevätkukinnassa leviin ja lopulta vajoaa poh-

jaan kukinnan hiipuessä. Jokivirtaaman vaikutuksille alttiilla sisäsaariston alueilla suuri osa ravinteista saapuu valuman mukana partikkeleihin sitoutuneena, varsinkin fosfori, eikä ole leville käyttökelpoisessa muodossa. Tällaisilla alueilla suodatettu liukoinen fosfori eroaa enemmän suodattamattomasta verrattuna alueisiin, joilla valuman vaikutus ravinnemääriin on suhteellisesti pienempi (Munne ja Pellikka 2007).

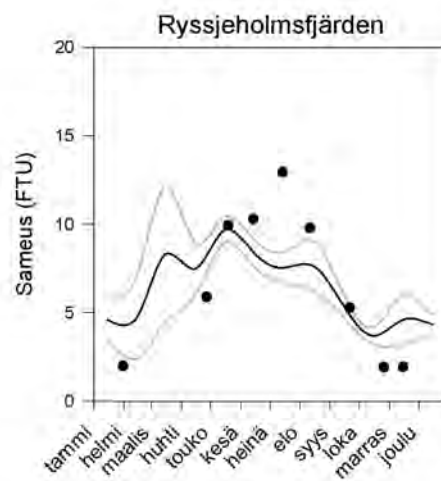
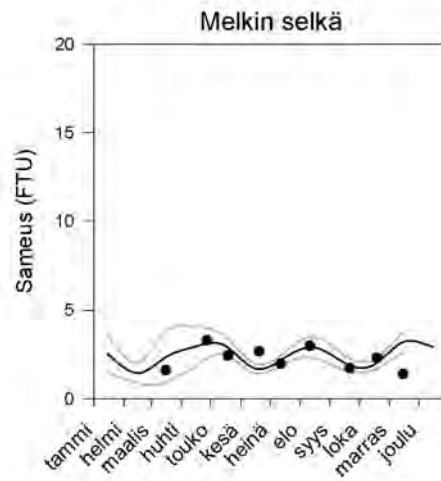
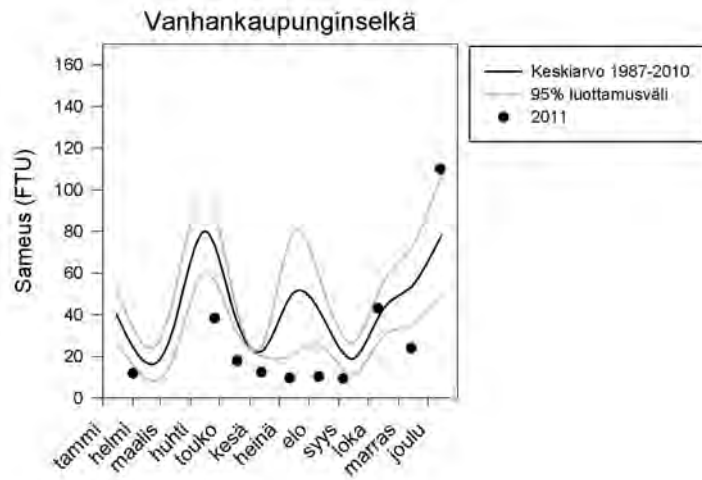
Vuonna 2011 suurin osa mittauksista oli suodatetuista näytteistä. Suodatetun liukoisen fosforin määrä oli edellisvuoden tasoihin verrattavilla tasoilla sisäsaaristossa, lukuun ottamatta Melkin selän loppukesän ja syksyn korkeita pitoisuuksia ja Ryssjeholmsfjärdenin elokuun korkeaa pitoisuutta. Kahdella jälkimmäisellä näytepisteellä kohonneet liunneen fosforin määrät saattavat johtua levätuotannon typpirajoittuneisuudesta, jolloin vapaata liukoista fosforia on kertynyt vesipatsaaseen. Toisaalta Ryssjeholmsfjärdenillä samaan aikaan kokonaisfosforin pitoisuudet kasvoivat ja suolaisuus laski hieman, viitaten ennemmin muualta tulleisiin ravinteisiin. Klorofyllin pitoisuudet kasvoivat myös elokuussa. Melkin selän syksyn korkeat pitoisuudet johtuvat fosforin remineralisaatiosta kasvukauden loputtua.



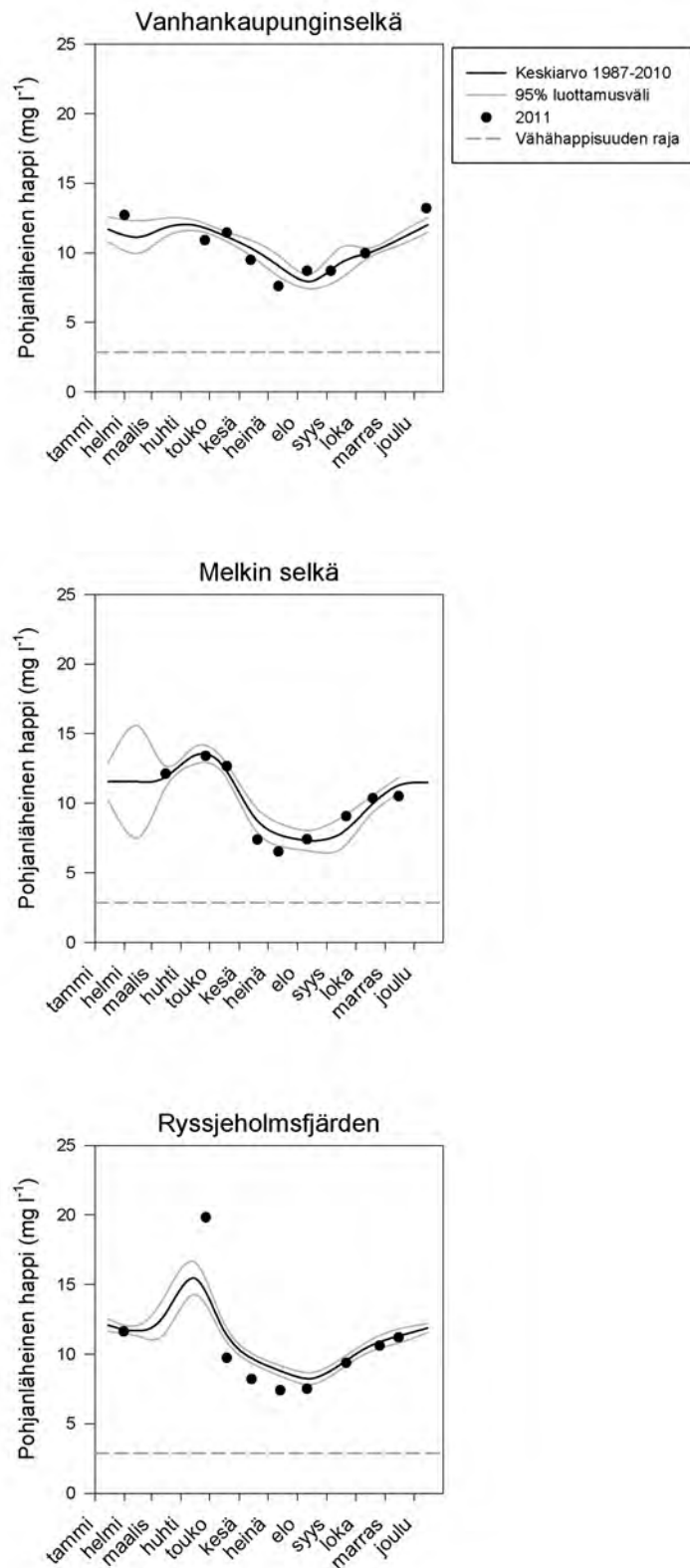
Kuva 4.1. Sisäsaariston havaintopaikkojen koko vesirungon (Vanhankaupunginselkä ja Ryssjeholmsfjärden) tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) lämpötilan pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



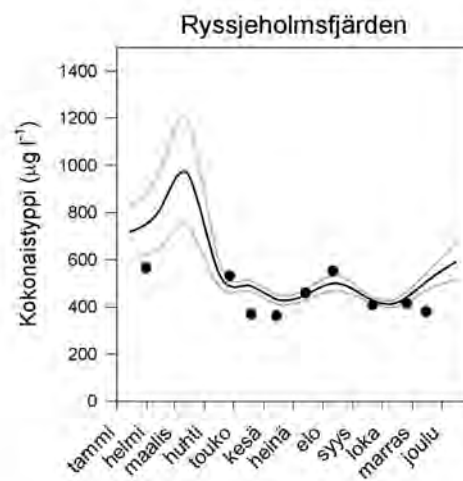
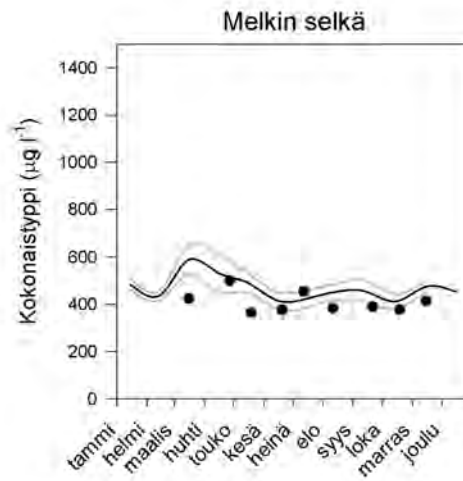
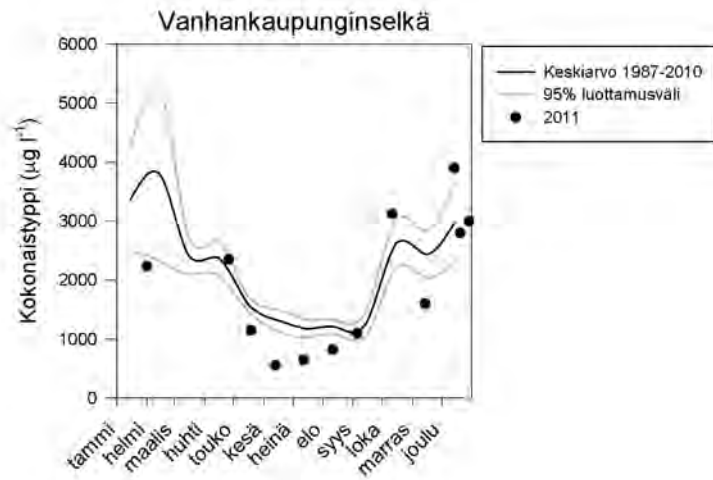
Kuva 4.2. Sisäsaariston havaintopaikkojen koko vesirungon (Vanhankaupunginselkä ja Ryssjeholmsfjärden) tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) saliniteetin pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



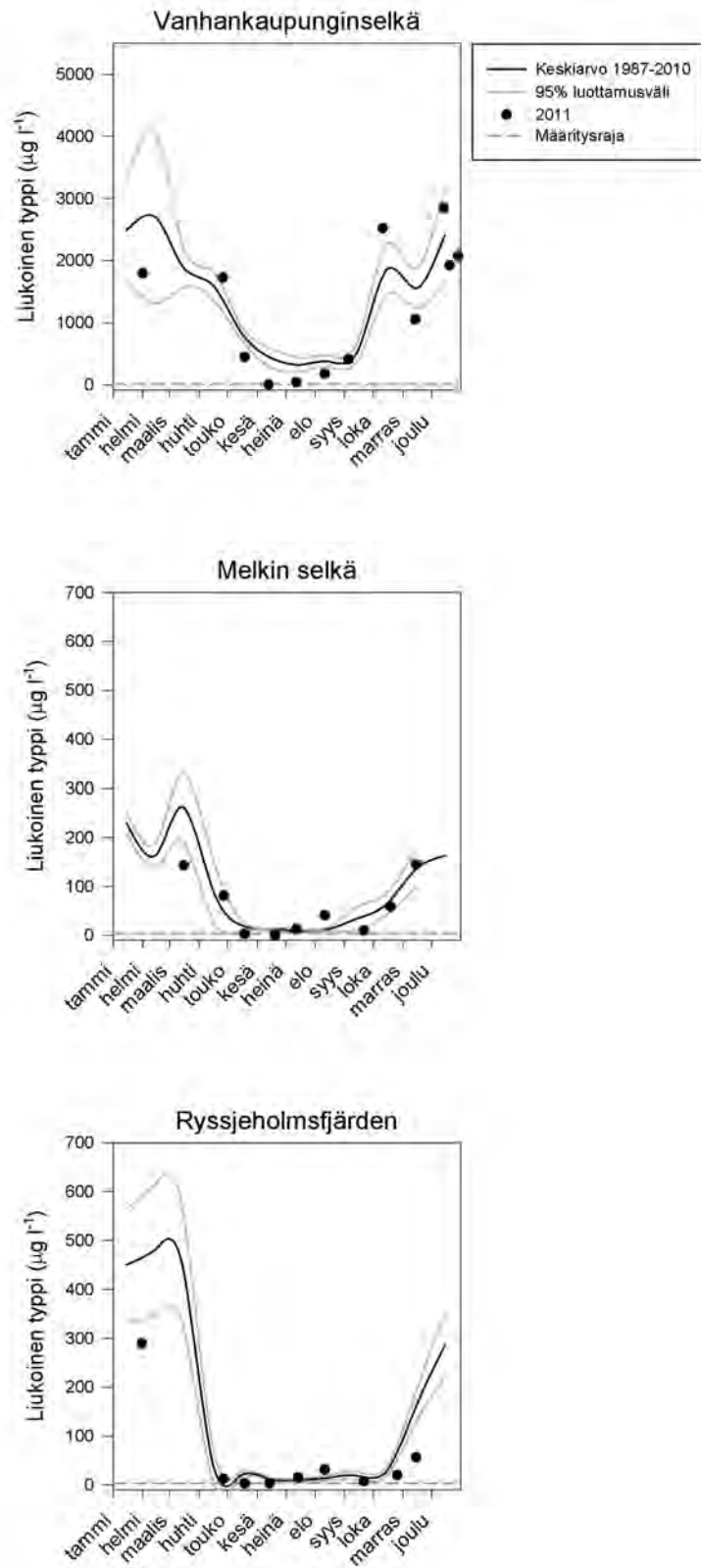
Kuva 4.3. Sisäsaariston havaintopaikkojen koko vesirungon (Vanhankaupunginselkä ja Ryssjeholmsfjärden) tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) sameuden pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



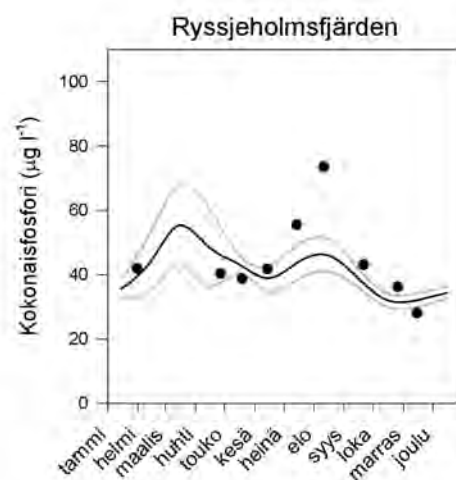
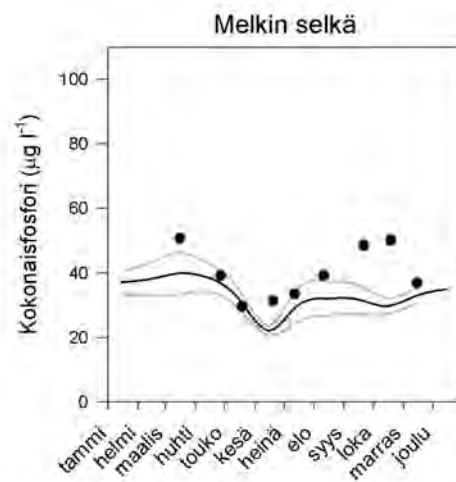
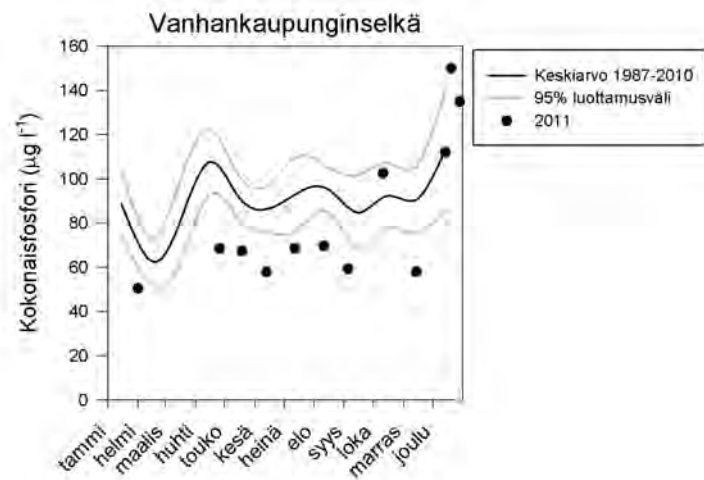
Kuva 4.4. Sisäsaariston havaintopaikkojen pohjan läheisen veden (Vanhankaupunginselkä >2 m, Melkin selkä >16 m ja Ryssjeholmsfjärden >3 m) happipitoisuuden pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



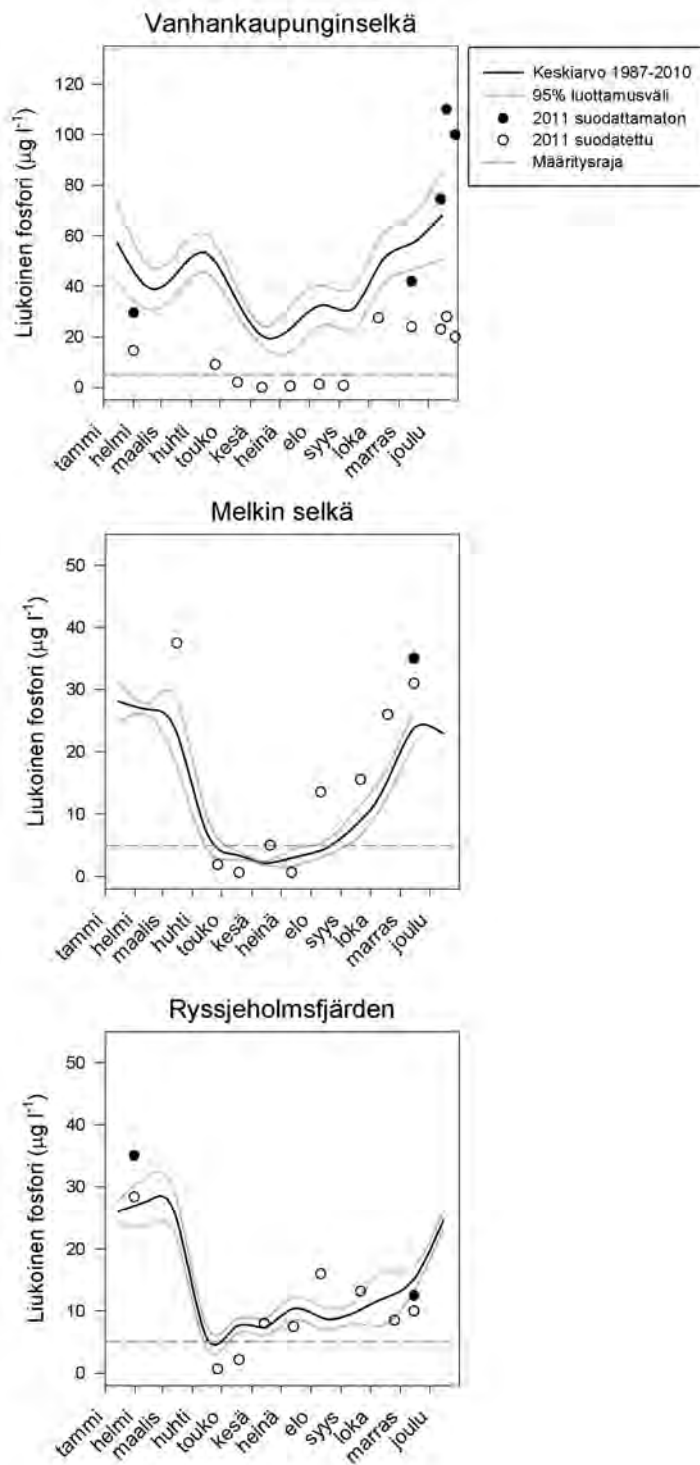
Kuva 4.5. Sisäsaariston havaintopaikkojen koko vesirungon (Vanhankaupunginselkä ja Ryssjeholmsfjärden) tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) kokonaistyyppien pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



Kuva 4.6. Sisäsaariston havaintopaikkojen koko vesirungon (Vanhankaupunginselkä ja Ryssjeholmsfjärden) tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) liukoisen typen pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



Kuva 4.7. Sisäsaariston havaintopaikkojen koko vesirungon (Vanhankaupunginselkä ja Ryssjeholmsfjärden) tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) kokonaisfosforin pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



Kuva 4.8. Sisäsaariston havaintopaikkojen koko vesirungon (Vanhankaupunginselkä ja Ryssjeholmsfjärden) tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) liukoisen fosforin pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.

4.2.2 Veden laatu ulkosaaristossa

Ulkosaariston havaintopaikkoja yhdistää sijoittuminen suolaisuuden ja ravinnepitoisuuksien siirtymävyöhykkeelle, jolla saaristo on hajanaista. Ulkosaaristossa virtauksiin vaikuttavien pohjan topografian ja syvyysvaihtelun vuoksi aluetta ei kuitenkaan voida pitää täysin yhtenäisenä. Havaintopaikkojen syvyydet vaihtelevat 14 ja 50 metrin välillä, mikä on otettava huomioon tuloksia tulkitessa. Jätevesien vaikutusten arvioimiseksi on käytetty sekoittuvan pintakerroksen mittaustuloksia, paitsi pohjan läheisen happipitoisuuden tuloksissa. Sekoittuvan pintakerroksen paksuus on arvioitu silmämääräisesti veden tiheyden pystysuuntaisesta jakaumasta veden tiheyden harppauskerroksen kesä-elokuun välisen ajan sijainnin perusteella. Yhdestätoista ulkosaariston havaintopaikasta kuusi on valittu tarkemmin tarkasteltavaksi (Katajaluoto, Flathällgrundet, Länsi-Tonttu, Knaperskär, Stora Mickelskären, Breggrund).

Katajaluodon havaintopaikka toimii pääasiallisena seurantapaikkana Helsingin seudun ympäristöpalvelujen (HSY) jätevesien vaikutusten selvittämiseksi, sillä se sijaitsee noin kaksi merimailia (3,7 km) länsi-luoteeseen Viikinmäen jätevedenpuhdistamon purkuputken päästä. Havaintopaikan syvyys on 28 metriä ja se sijaitsee etelää kohti viettävän syvänteeseen kohdalla. Havaintopaikalle voi ajoittain virrata syvännettä pitkin vettä Suomenlahden syvemmiltä alueilta, mikä vaikuttaa havaintopaikan veden laatuun. Purkuputkesta 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, jolloin suurin osa vedestä nousee purkuaukosta pintaan ja leviää pintavirtausten mukana. Tällöin tosin tuulella on suuri vaikutus vesien leviämiseen. Tulosten tulkinnassa on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–10 metriä.

Flathällgrundetin havaintopaikka sijaitsee Harmajan saaren eteläpuolella noin kaksi merimailia HSY:n jätevesien purkuputkesta itään. Syvyys havaintopaikalla on 32 metriä ja Katajaluodon tavoin paikalla on kohti etelää syvenevä painauma. Havaintopaikan tuloksia käytetään tukena Katajaluodon tulosten tulkinnassa. Vertailussa käytetyt pitoisuudet ovat näytteistä 0–15 metrin syvyyksiltä.

Länsi-Tontun havaintopaikka sijaitsee myös Länsi-Toukkina tunnetun saaren eteläpuolella Isosaaresta itäkaakkoon. Havaintopaikan syvyys on 47 metriä ja se sijaitsee kiilamaisessa syvänteessä, joka levenee ja syvenee etelää kohti. Koska Länsi-Tontun läheisyydessä ei ole kuormituslähteitä, kuvaavat sen tulokset Helsingin jätevesien vaikutusten ulkopuolelle jäävää rannikonläheistä merialuetta. Tulosten tarkastelussa on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–10 m.

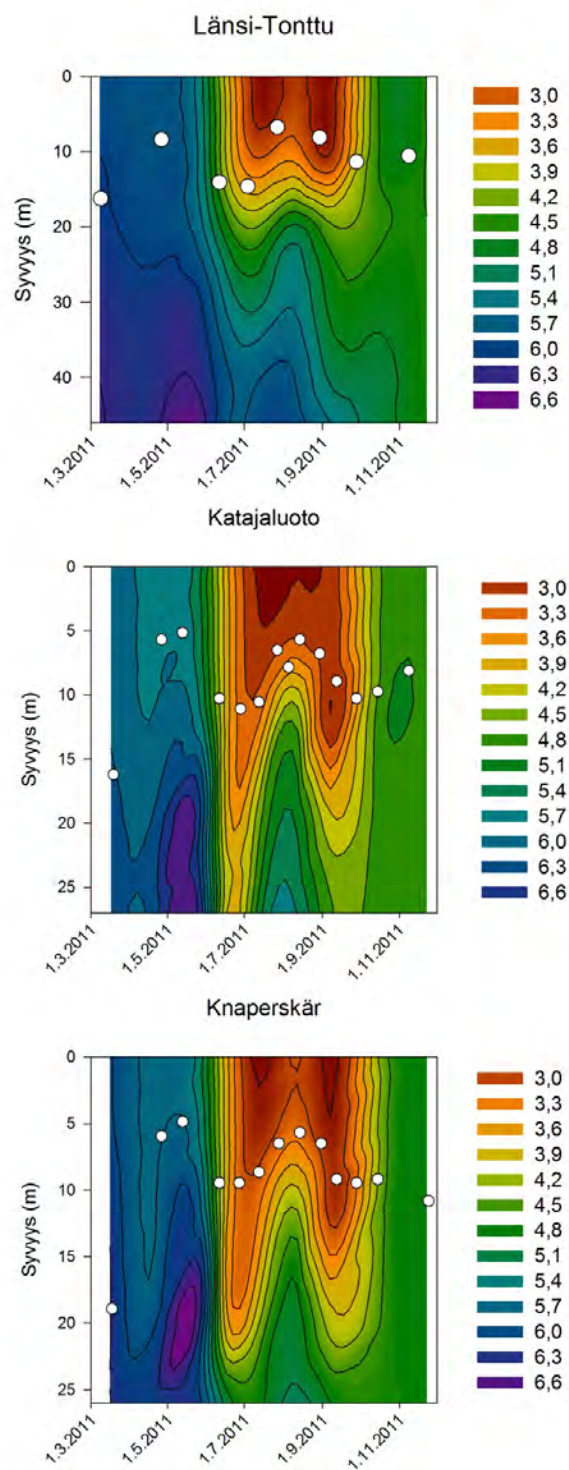
Knaperskärin havaintopaikka Espoossa sijaitsee Knapperskärin saaren eteläpuolella noin merimailin (1,85 km) lounaaseen HSY:n Suomenojan jätevesipuhdistamon purkutunnelin suuaukosta. Havaintopaikka on 27 m syvä ja sijaitsee kaakkoon viettävän syvänteeseen kohdalla. Knaperskärin havaintopaikka toimii pääasiallisena seurantapaikkana HSY:n Espoon jätevesien vaikutusten selvittämiseksi. Tulosten tarkastelussa on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–10 metriä.

Läntisellä merialueella on tarkasteltu tarkemmin myös Stora Mickelskärenin ja Berggrundin havaintopaikkojen tuloksia. Havaintopaikat sijaitsevat alueilla, joille jätevesien vaikutusten ei oleteta huomattavissa määrin ulottuvan. Stora Mickelskärenin tulosten tarkastelussa on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–13 metriä. Berggrundin (kokonais-syvyys 51 m) havaintopaikalta on käytetty ainoastaan

pintaveden (0 m) näytteitä, sillä seuraava näytesyvyys (25 m) sijaitsee sekoittuvan pintakerroksen alapuolella.

Veden kerrostuneisuus kehittyi vuonna 2011 samankaltaisesti Länsi-Tontun, Katajaluodon ja Knaperskärin asemilla, vaikka purkualueiden ja kontrollialueen välillä onkin huomattavat syvyyserot (kuva 4.9). Vesi kerrostui kesäkuun puolenvälin jälkeen ja se oli voimakkainta elokuussa. Kerrostuneisuus rupesi heikkenemään syyskuussa mutta täyskierto tapahtui vasta lokakuun puolessa välissä, jonka jälkeen veden pystysuuntaisessa jakaumassa ei havaita enää tiheyseroja. Laskennallisen eufottisen kerroksen (veden syvyys jossa fotosynteettisesti aktiivisen säteilyn määrä laskee alle 1 % pinnan arvosta, Kratzer ym. 2003 mukaan) keskimääräinen paksuus oli Länsi-Tontulla 11 m ja purkualueiden läheisillä asemilla 9 m.

Eufottinen kerros on luonnollisesti syvimmillään vuoden alkupuolella jolloin vedessä keijuvan aineksen määrä on pienimmillään, mutta vesi samenee kevätkuukinnan johdosta jolloin kerroksen syvyys pienenee. Kesäkuussa leväbiomassassa on pientä ja valo tunkeutuu syvälle, syanobakteerien taas lisääntyessä loppukesästä valon tunkeutuminen vesipatsaaseen heikkenee. Varsinkin loppukesästä, jolloin vesi on kerrostunutta, on eufottisen kerroksen syvyyden ja sekoittuvan kerroksen syvyyden suhde tärkeä tekijä joka saattaa rajoittaa levien kasvua. Mikäli sekoittuva kerros on eufottista kerrosta syvempi rajoittaa valo levien kasvua. Lievää valorajoittuneisuutta saattaa olla havaittavissa, varsinkin Länsi-Tontun näytepisteellä, heinä-elokuussa. Katajaluodon ja Knaperskärin asemilla mahdollinen valorajoittuneisuus keskittyy kesä- ja heinäkuun vaihteeseen, ennen kuin vesi on kunnolla kerrostunut.



Kuva 4.9. Veden pystysuuntainen laskennallisen tiheyden jakauma ($\text{kg m}^{-3} \cdot 1000$) näytteenottokauden aikana vuonna 2011 Länsi-Tontun, Katajaluodon ja Knaperskärin näyteasemilla. Valkoiset pisteet ilmaisevat laskennallisen eufottisen kerroksen syvyyden.

Lämpötila

Sekoittuvan pintakerroksen lämpötila kehittyi ulkosaaristossa samaan tapaan kuin sisäsaaristossa. Huhti-toukokuussa lämpötilat olivat hieman pitkän ajan keskiarvoja matalampia, mutta lämpötilat nousivat nopeasti tämän jälkeen. Kesäkuun loppupuolella Katajaluodolla ja Knaperskärillä lämpötilat olivat jo keskimääräistä korkeampia, ja sen jälkeen pysyivät vielä elokuun alkupuolelle huomattavasti pitkän ajan keskiarvon yläpuolella (kuva 4.10). Katajaluodon ja Knaperskärin havaintopaikoilla jopa 6 °C pitkän ajan keskiarvoja korkeampina, samoin kuin vuonna 2010.

Heinäkuulta joulukuulle kuukauden keskilämpötila Etelä-Suomessa oli poikkeuksellisen korkea, mikä näkyi selvästi myös pintavesien lämpötilassa, eteenkin kesällä ja loppuvuodesta marraskuussa jolloin pintavesien lämpötila ulkosaaristossa oli huomattavasti normaalia korkeampi. Pintaveden lämpötila kehittyi kaikilla asemilla samankaltaisesti, näytteenottofrekvenssistä johtuen Stora-Mickelskärin asemalla ei havaita korkeita kesän arvoja. Myös elokuun alussa havaittu veden hetkellinen viilentyminen on saattanut johtua läntisen Suomenlahden tiheyden harppauskerroksen heilahteluista joka on tuonut viileämpää vettä lähemmäs pintaa. Heilahtelu on ilmeisesti esiintynyt voimakkaampana lännessä kuin idässä.

Saliniteetti

Meriveden suolaisuus vaihtelee ulkosaaristossa vuodenaikojen mukaan. Talvikaudella vesi on suolaisimmillaan ja keväisin vesi on talveen nähden makeampaa rannikolta tulevan sulamiskauden valunnan takia. Loppukesästä suolaisuus yleensä vähitellen nousee vähitellen ja syksyllä rannikon jokivirtaamien ja valunnan kasvaessa jälleen laskee. Varsinaisen Itämeren pohjoisosien ja Suomenlahden suolapitoisuus on ollut viime vuosina laskussa (Suikkanen ym. 2007).

Vuonna 2011 maaliskuulta elokuun loppuun asti pintavedet olivat poikkeuksellisen suolaisia (kuva 4.11). Sama kehitys toistui kaikilla asemilla. Korkean saliniteetin syy on todennäköisesti varsinaiselta Itämereltä Suomenlahdelle työntynyt vesi, ja suhteellisen pieni kevään jokivaluma.

Sameus

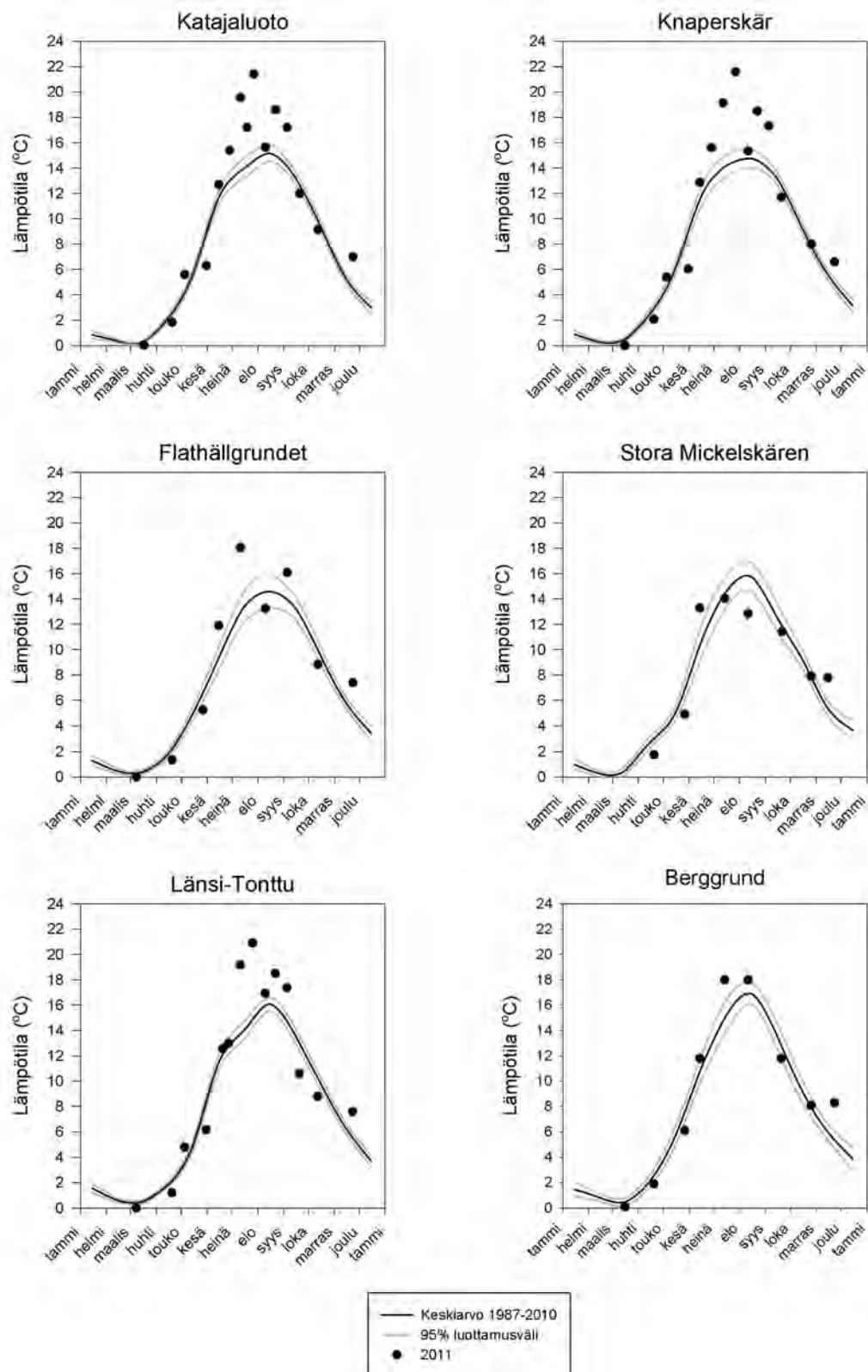
Sameus oli vuoden 2010 tapaan pääosin pitkän ajan keskiarvon tasolla tai sitä matalampi ulkosaaristossa (kuva 4.12), lukuun ottamatta Flathällgrundetilla mitattua poikkeuksellisen suurta huhtikuun arvoa, joka saattaa johtua kevätkukinnan levämääristä, tämä ei kuitenkaan näy klorofylli-a:n pitoisuudessa, joten syy sameudelle saattaa myös olla jokin muu tekijä. Loppukesästä korkeammat veden sameusarvot johtuvat syanobakteerien lisääntymisestä vesipatsaassa, jolloin klorofylli-a:n pitoisuudet olivat myös koholla.

Pohjanläheinen happi

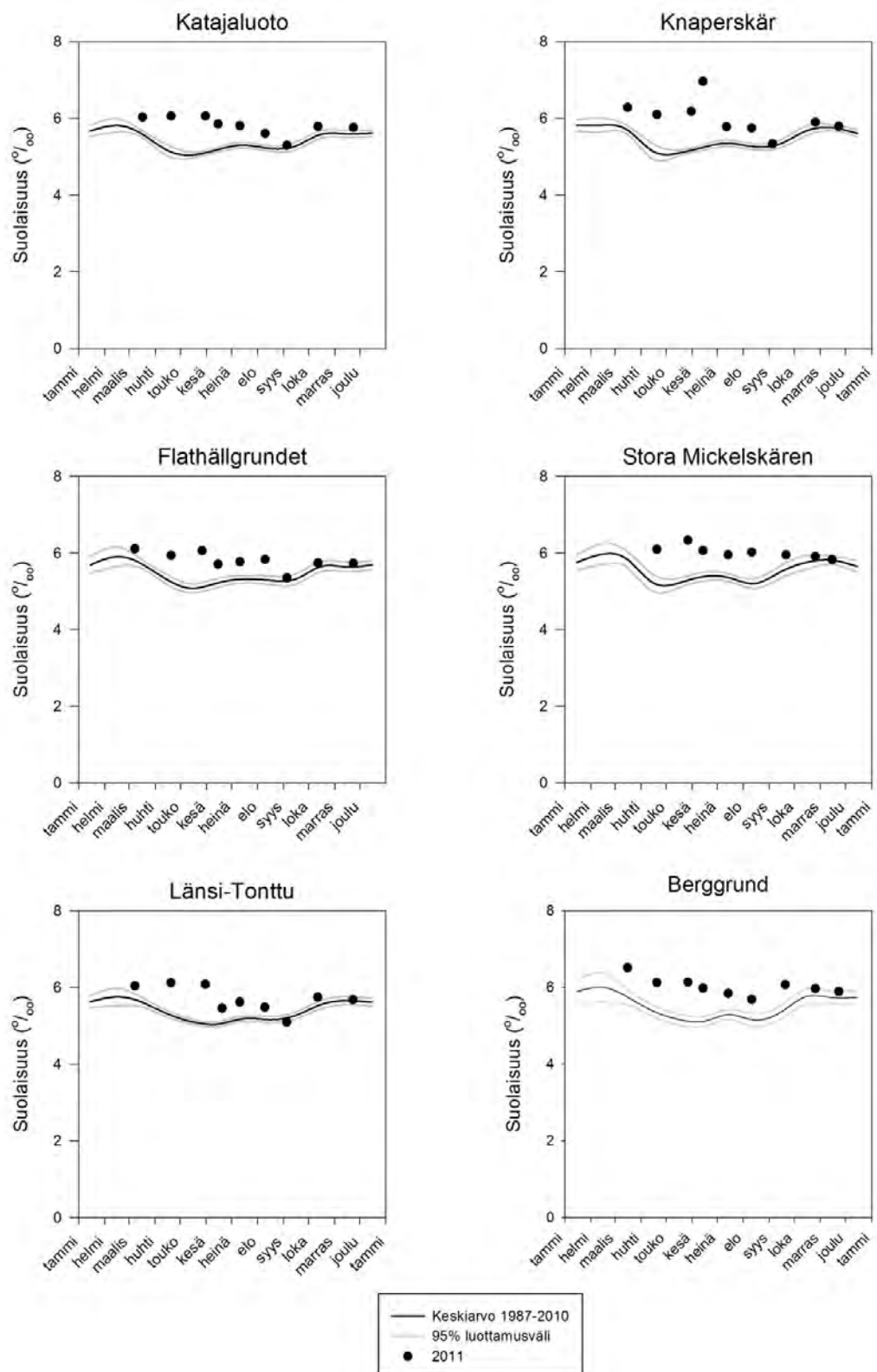
Pohjanläheinen happitilanne oli kaikilla asemilla hyvä ja se seurasi pitkän ajan keskiarvoa, ollen jopa hieman korkeampi ajoittain (kuva 4.13). Tämä johtunee veden suhteellisen aktiivisesta pystysuuntaisesta sekoittumisesta, vesimassat olivat voimakkaammin kerrostuneita elokuussa ja syyskuun alussa (kuva 4.9). Myös veden lateraalinen vaihtuvuus on saattanut olla aktiivisempaa ja alueelle

tullut vesi on ilmeisesti ollut suhteellisen hyvin hapettunutta, vaikka happitilanteen on todettu olevan huono varsinaisen Itämeren ja Suomenlahden syvänteissä edeltävänä talvena (SYKE Merikeskus). On todennäköistä että Helsingin ja Espoon edustan syvimille alueille työntynyt vesi on peräisin juuri Suomenlahden syvempien alueiden suolaisuuden harppauskerroksen yläpuolelta, jossa suolaisuus on noin 6,5–7 PSU:ta, joka myös vastaa esimerkiksi Länsi-Tontun 47 m:n syvyydessä havaittavaa suolaisuutta.

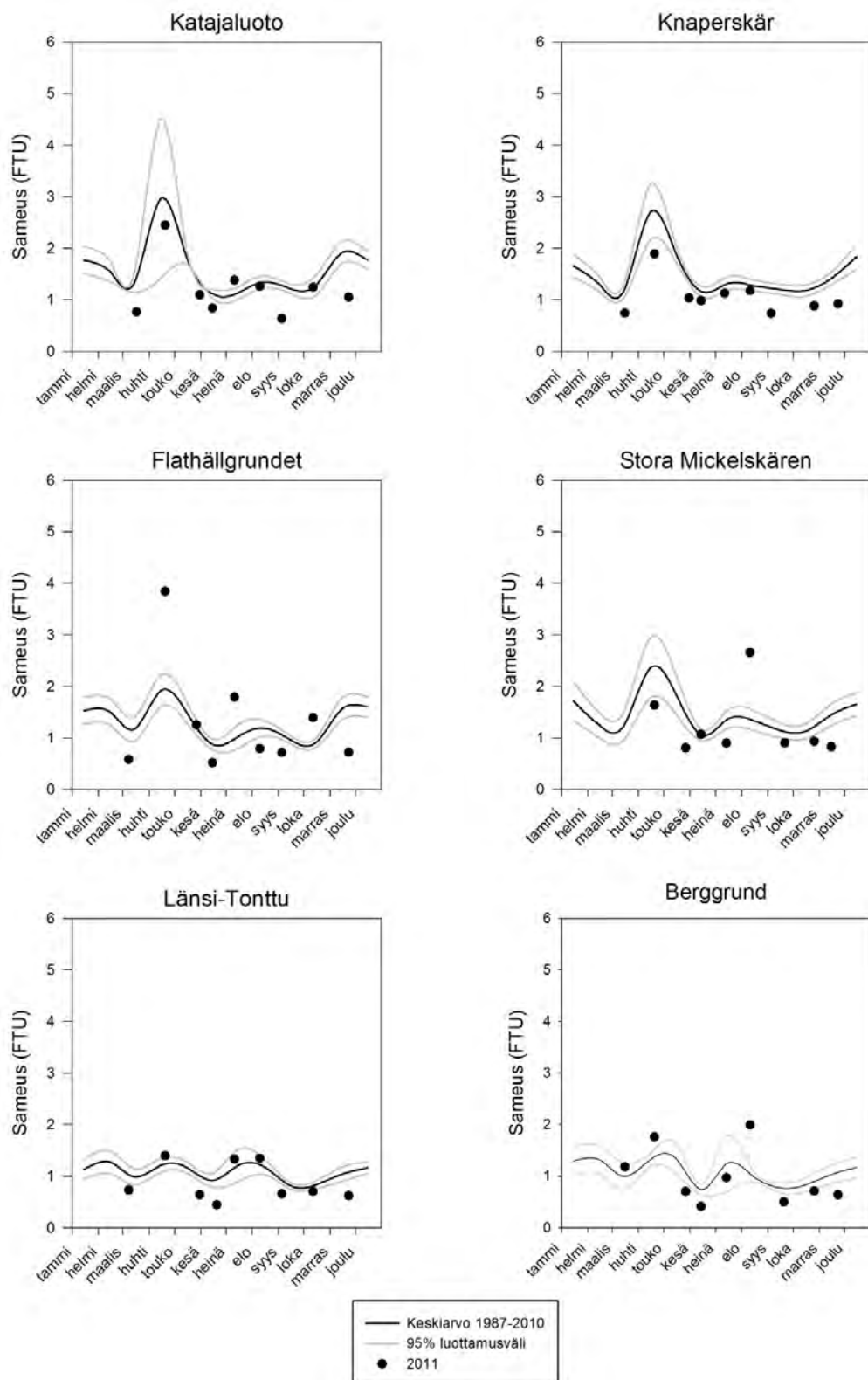
Tämä vesi on Suomenlahdella vielä hapettunutta, hapettomuutta esiintyy vesissä jonka suolaisuus ylittää noin 8 PSU:ta ja pääosin yli 60 m:n syvyydessä, lukuun ottamatta itäistä Suomenlahtea. Alimmat havaitut happipitoisuudet ylittivät selvästi vähähappisuuden rajan, ja olivat vuoden 2010 pitoisuuksia korkeammat. Pohjanläheisen veden happipitoisuudet laskevat veden kerrostuttua, koska biologiset prosessit kuluttavat happea eikä sitä pääse alusveteen lisää ennen kuin vesi jälleen sekoittuu syksyllä. Kerrostuneisuuden murtuessa loppukesällä vesi pääsee jälleen sekoittumaan pystysuuntaisesti ja syvempiin vesikerroksiin saapuu hapekkaampaa vettä.



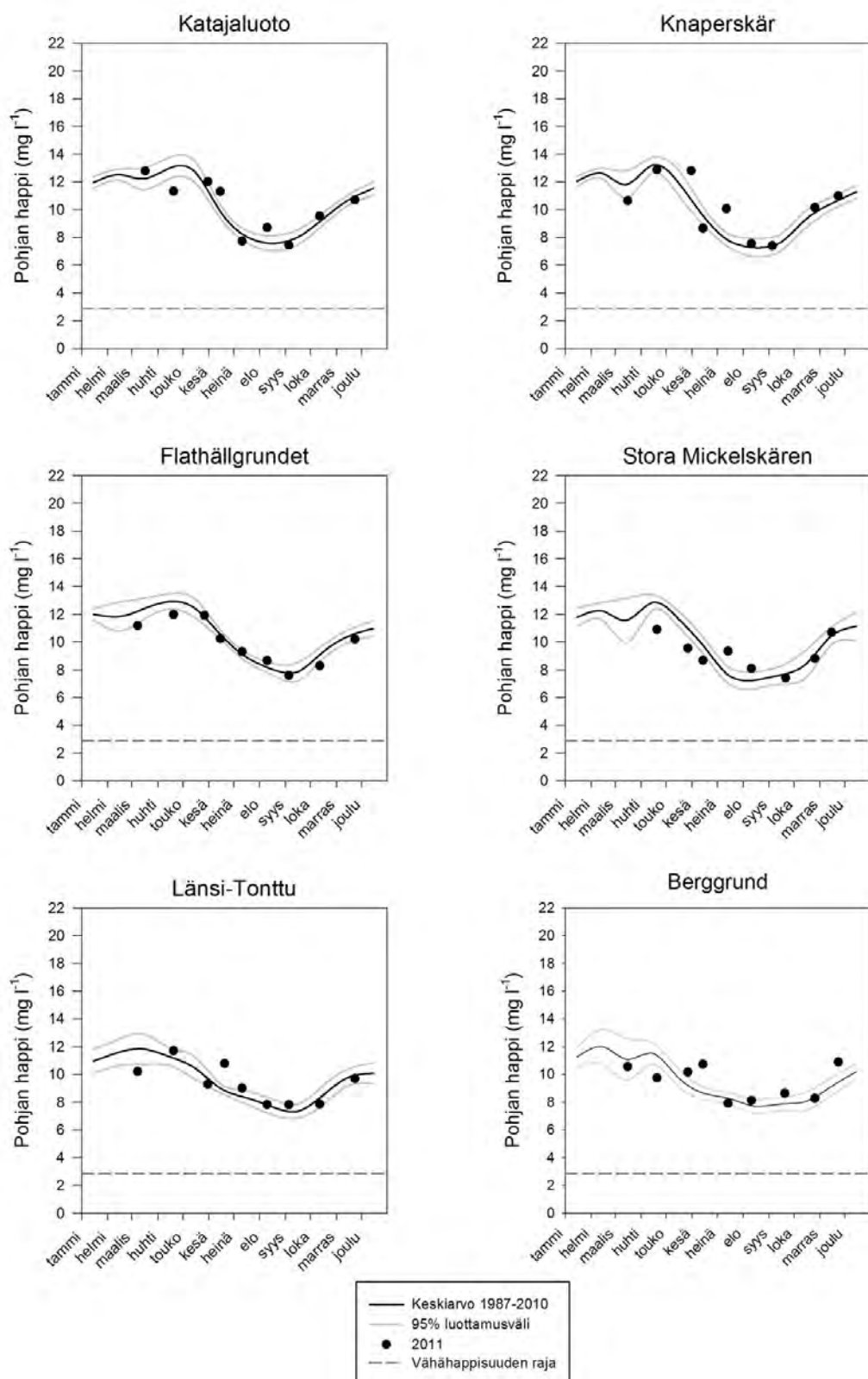
Kuva 4.10. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen lämpötilan pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



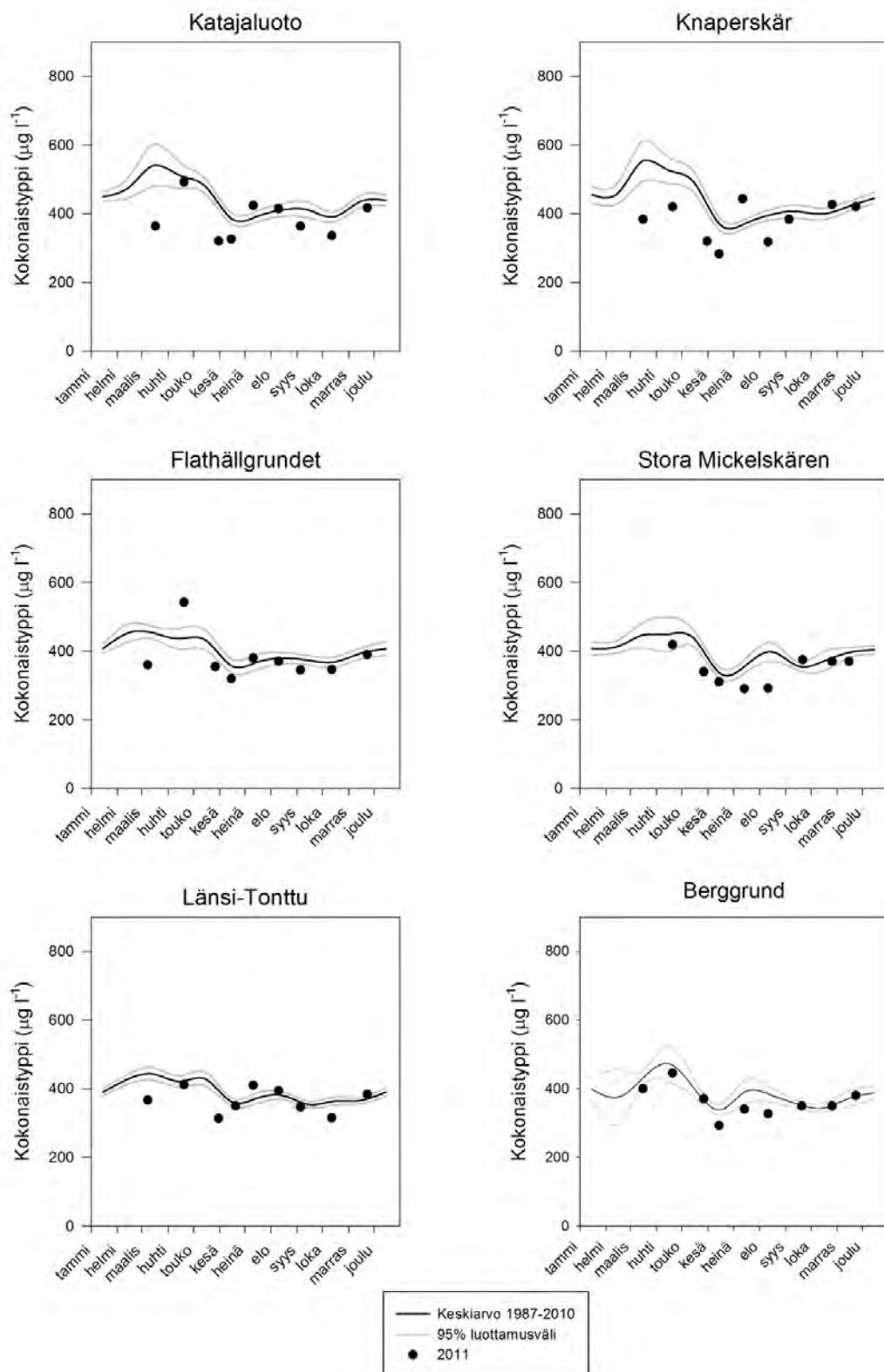
Kuva 4.11. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen suolaisuuden pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



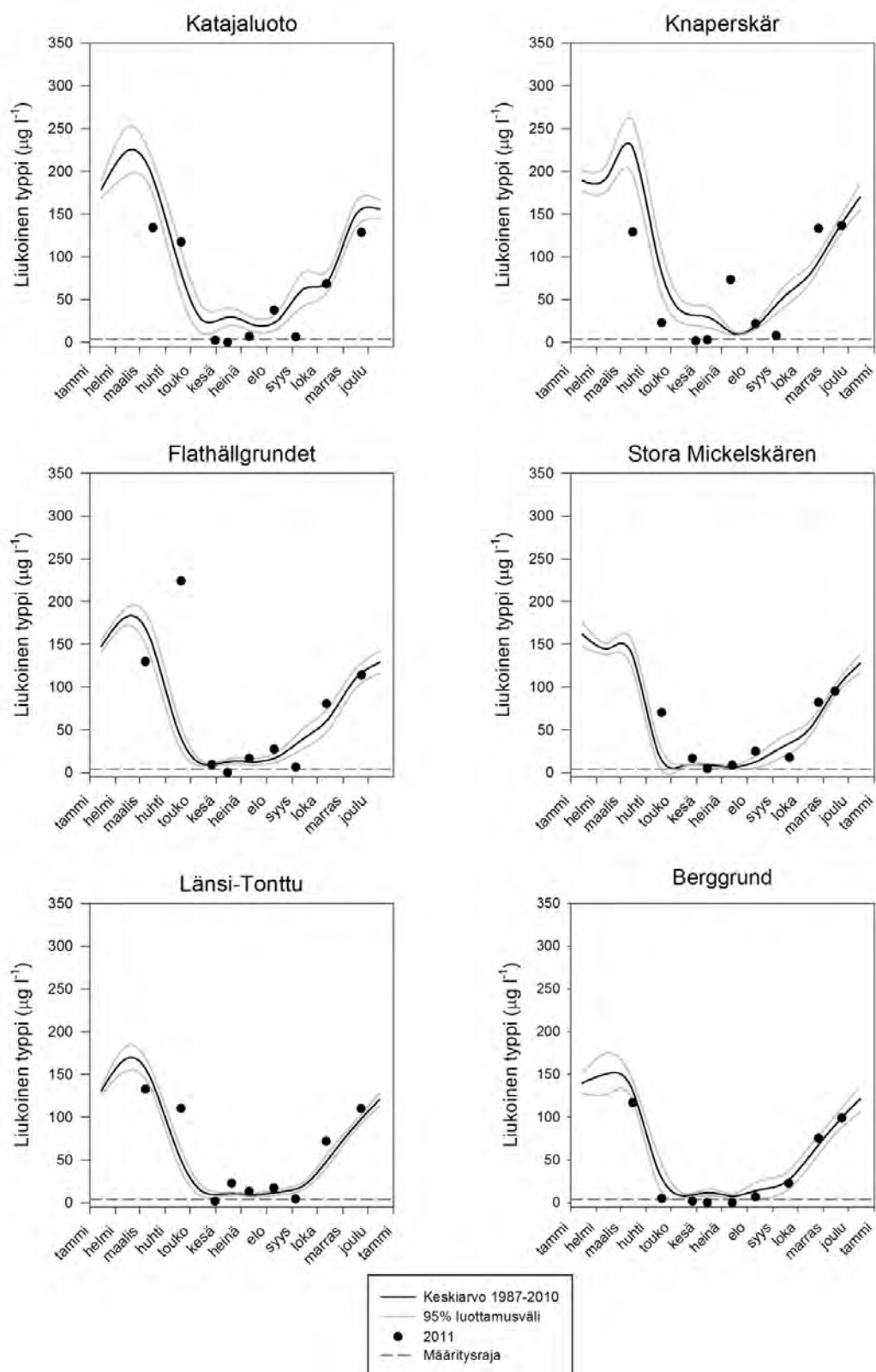
Kuva 4.12. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen sameuden pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



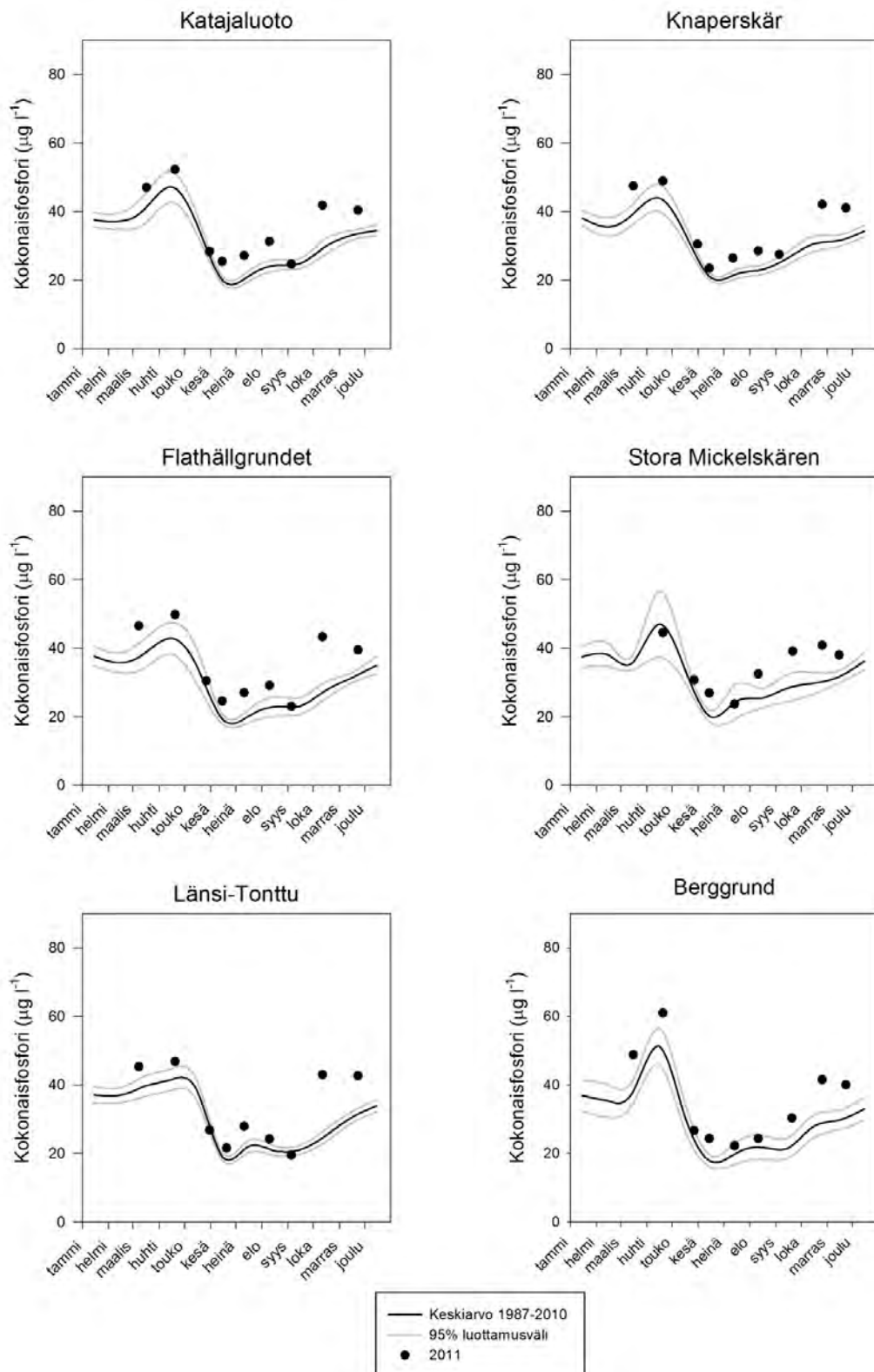
Kuva 4.13. Ulkosaariston havaintopaikkojen pohjanläheisen veden happipitoisuuden pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



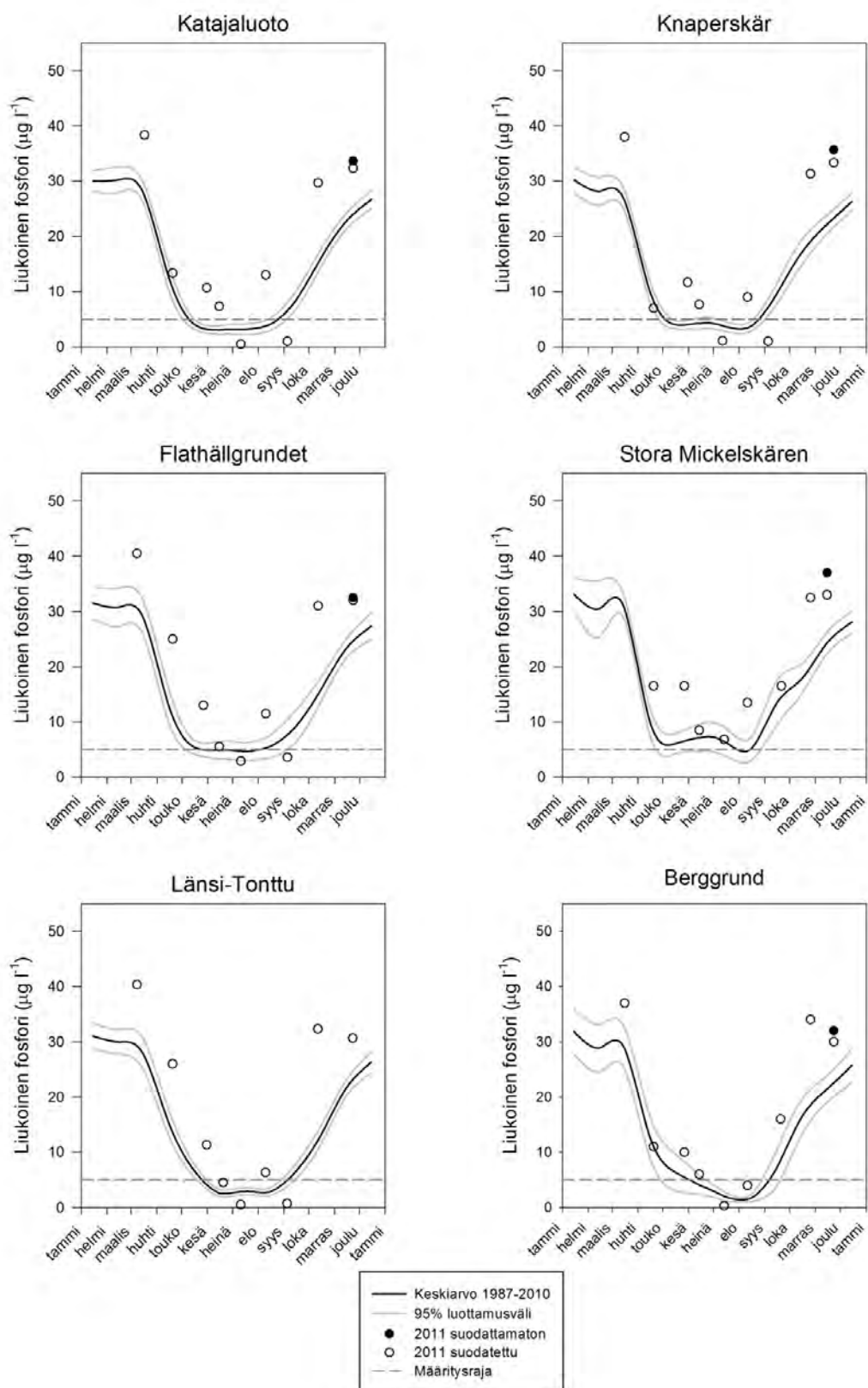
Kuva 4.14. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen kokonaistyy-
pen pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusväli ja vuoden 2011 havainnot.



Kuva 4.15. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen liukoisen typen pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusväli ja vuoden 2011 havainnot.



Kuva 4.16. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen kokonaisfosforin pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.



Kuva 4.17. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen liukoisen fosforin pitkän ajan keskiarvot, 95 % luottamusvälit ja vuoden 2011 havainnot.

Jätevesien vaikutusten tilastollinen testaaminen

Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutus ulkosaaristossa määräytyy pääasiassa jätevesien aiheuttaman ravinnekuormituksen perusteella. Ravinnemäärien erojen tilastollisessa tarkastelussa Katajaluodon ja Knaperskärin havaintopaikat edustavat jätevesikuormituksen alaisia paikkoja ja Länsi-Tontun havaintopaikka on kontrolli. Länsi-Tontun vertailualue kuvastaa rannikonläheisen merialueen luonnollisempaa tilaa, johon vaikuttavat erityisesti muu maalta tuleva kuormitus ja ulkomeren tila yleisesti. Vertailussa on käytetty parittaista t-testiä. Aineiston varianssien yhtäsuuruus on testattu F-testillä ja Flignerin testillä. Jos parametristen testien ehdot eivät ole täyttyneet, on käytetty Wilcoxonin ei-parametristä testiä. Tilastolliset testit on tehty R tilasto-ohjelmalla (www.r-project.org) pitkän ajan keskiarvoille (1987–2010) ja vuoden 2011 havainnoille. Vuoden 2011 aineiston vertailussa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja yhdellekään testatulle muuttujalle purkuputkien läheisyydessä sijaitsevien pisteiden ja kontrollipisteen välillä.

Kokonaistyyppi

Kokonaistypen pitoisuudet olivat pitkän ajan keskiarvon tasolla tai sitä matalammat (kuva 4.14), erityisesti Katajaluodon ja Knaperskärin mittausasemilla. Flatthällgrundetilla havaittiin korkeampi kokonaistyyppi pitoisuus huhtikuussa, jolloin myös sameus oli poikkeuksellisen korkea. Knaperskäriellä havaittiin kohonnut kokonaistypen pitoisuus heinäkuussa.

Kokonaistypen pitoisuuden pitkän ajan keskiarvot ovat tilastollisesti merkitsevästi suurempia purkuputkien läheisyydessä Länsi-Tontun havaintopaikkaan verrattuna (taulukko 4.3). Purkuputkien läheisyydessä kokonaistypen pitoisuus oli keskimäärin $50 \mu\text{g l}^{-1}$ suurempi kuin Länsi-Tontun vertailualueella. Vuonna 2011 Katajaluodon keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli $18 \mu\text{g l}^{-1}$ suurempi ja Knaperskärin keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli $11 \mu\text{g l}^{-1}$ suurempi kuin Länsi-Tontun vastaava arvo. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ja saattavat johtua sattumanvaraisesta vaihtelusta aineistossa.

Liukoinen tyyppi

Liukoisen typen pitoisuuksien vuodenaikainen vaihtelu ulkosaaristossa on suurta. Talvella liukoisen typen määrät ovat tyypillisesti yli $100 \mu\text{g l}^{-1}$ ja kesäaikana pitoisuudet laskevat lähelle analyttistä määrittärajaa ($4 \mu\text{g l}^{-1}$) kasviplankton tuotannon kuluttaessa liukoisen typen tuottavasta kerroksesta lähes loppuun. Jätevesien purkuputkien läheisyydessä sijaitsevilla Katajaluodon ja Knaperskärin havaintopaikoilla typen pitkän ajan keskiarvot ovat noin $34 \mu\text{g l}^{-1}$ suuremmat kuin vertailualueena toimivalla Länsi-Tontulla. Erot ovat tilastollisesti merkitseviä (taulukko 4.3).

Liukoisen typen pitoisuudet maaliskuussa olivat monin paikoin pitkän ajan keskiarvoa matalammat (kuva 4.15), jonka voi tulkita hillinneen kevätukinnan laajuutta joka on pääosin typen rajoittamaa. Pitoisuuksien ei kuitenkaan todettu laskevan odotetusti Katajaluodon, Flatthällgrundetin, Länsi-Tontun eikä Stora Mickelskärenin asemilla, vaan ne olivat huhtikuussa jopa huomattavasti pitkän ajan keskiarvon yläpuolella. Toukokuulle tultaessa liukoinen tyyppi oli tosin jo ehtynyt pintakerroksesta kaikilla havaintoasemilla. Lopun vuotta liukoisen typen pitoisuudet olivat pitkän ajan keskiarvon tasolla tai sen alapuolella, lukuun ottamatta Knaperskärin korkeaa pitoisuutta heinäkuussa, joka on ilmeisesti johtunut

puhdistettujen jätevesien purkamisesta Suomenojan puhdistamolta. Samoissa vesinäytteissä havaittiin merialueelle huomattavan korkeita *Eschericia coli* -bakteerin pitoisuuksia. Verrattaessa purkualueiden ja Länsi-tontun liukoisen tyypin pitoisuuksia vuodelle 2011 oli Katajaluodon näytepisteellä keskimäärin $2 \mu\text{g l}^{-1}$ korkeammat pitoisuudet verrattuna Länsi-Tontun pitoisuuksiin. Vastaava ero Knaperskärin ja Länsi-Tontun välillä oli $5 \mu\text{g l}^{-1}$. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kokonaisfosfori

Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat monilla havaintopaikoilla keskimääräistä suuremmat miltei koko vuoden ajan (kuva 4.16). Toukokuun aikana pitoisuudet laskivat pintavedessä kevätkukinnan vajotessa pohjalle, vieden mukanaan osan ravinteista. Pitoisuudet jäivät kuitenkin suuremmiksi kesäkuukausien ajaksi suurimmalla osalla näytepisteitä. Kohonneet kokonaisfosforin pitoisuudet pintavedessä saattavat kuvastaa veden tehokkaampaa pystysuuntaista sekoittumista, jolloin fosfaattifosforia sekoittuu pintaveteen ja se sitoutuu leväbiomassaan, tai normaalia pienempää kevätkukintaa, jolloin ravinteita jää pintakerrokseen enemmän.

Jätevesien purkualueiden ja Länsi-Tontun vertailualueen havaintopaikkojen pitkän ajan keskiarvojen vertailu osoittaa, että Katajaluodolla kokonaisfosforipitoisuus on tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin Länsi-Tontulla (taulukko 4.4), eron ollessa $1,8 \mu\text{g l}^{-1}$. Knaperskärin havaintopaikalla kokonaisfosforipitoisuus on noin $1,1 \mu\text{g l}^{-1}$ suurempi kuin Länsi-Tontulla, mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Vuoden 2011 tuloksissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja purkualueiden ja kontrollialueen välillä, vaikkakin pitoisuudet olivat purkualueilla hie-man kontrollialuetta korkeammat (Katajaluoto: $2 \mu\text{g l}^{-1}$, Knaperskär: $2 \mu\text{g l}^{-1}$).

Kokonaisfosforin pitoisuuksissa havaitut erot eivät ole yhtä silmään pistäviä kuin kokonaistypen kohdalla, mikä johtuu paitsi siitä, että fosforia on vedessä vähän suhteessa typpeen (keskimääräinen N:P-suhde on noin 12:1, kesäkuukausina jopa 18:1), ja myös siitä että puhdistetussa jätevedessä on selvästi vähemmän fosforia kuin typpeä. Myös Itämerellä vallitseva voimakas sisäinen fosforikuormitus vaikeuttaa tulosten tulkintaa, sillä ulkosaaristossa kokonaisfosforin pitoisuudet ovat koholla tiheyden harppauskerroksen alapuolella matalimmillakin havaintopaikoilla. Keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuuden erotus pintakerroksen ja syvän veden välillä on noin $20 \mu\text{g l}^{-1}$. Pintakerroksessa havaitut kohonneet fosforipitoisuudet johtuvat monesti syvän veden sekoittumisesta pintaveteen esimerkiksi kumpuamisen seurauksena tai tuulen aiheuttaman sekoittumisen myötä.

Liukoinen fosfori

Liukoisen fosforin pitoisuudet ovat tyypillisesti huipussaan talvella ennen kevät-kukinnan alkua ja kevätmaksimin jälkeen toukokuulta elokuun lopulle pitoisuudet ovat yleensä alle analyttisen määrittäysrajan ($5 \mu\text{g l}^{-1}$). Vuonna 2011 liukoisen fosforin pitoisuudet olivat pintavedessä huomattavasti pitkän ajan keskiarvoa suuremmat (kuva 4.17), johtuen taas todennäköisesti tehokkaasta veden pystysuuntaisesta sekoittumisesta. Pitoisuudet laskivat kesällä ajoittain määrittäysrajan alapuolelle kaikilla paitsi Stora Mickelskärin näytepisteellä.

Liukoisen fosforin pitoisuuksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja Länsi-Tontun vertailualueen ja purkuputkien läheisyydessä sijaitsevien havaintopaikkojen välillä (taulukot 4.3 ja 4.4). Vertailussa käytettiin suodattamattomista näytteistä tehtyjä analyyskejä. Erojen puuttuminen kuvaa fosforin tyypillistä dynamiikkaa

Itämerellä jossa sisäiset lähteet saattavat olla hyvinkin suuria ja jätevesien mukana mereen johdettavan fosfaatin määrät hukkuvat taustavaihteluun.

Taulukko 4.3. Parittaisten t-testien tulokset purkualueiden (Katajaluoto ja Knaperskär) ja vertailualueen (Länsi-Tonttu) pitkän ajan keskiarvojen vertailussa. Taulukossa on ilmoitettu testisuure (t-arvo), testin vapausasteet (df) ja testin merkitsevyystaso (p-arvo). Merkitsevyystason ollessa <0,05 voidaan 95 %:n varmuudella todeta, että mitattujen muuttujien keskiarvot eroavat toisistaan purku- ja vertailualueilla. Ei-merkitsevät erot (-).

		Katajaluoto			Knaperskär		
	Muuttuja	t-arvo	df	p-arvo	t-arvo	df	p-arvo
Länsi-tonttu	Kokonaistyyppi	7,156	11	<0,05	*	*	*
	Liukoinen typpi	6,740	11	<0,05	5,208	11	<0,05
	Kokonaisfosfori	2,565	11	<0,05	-	-	-
	Liukoinen fosfori	-	-	-	-	-	-

*) Knaperskärin ja Länsi-Tontun välisen t-testin p-arvo oli <0,05, mutta varianssit erosivat toisistaan siten, että t-testin oletukset eivät täyttyneet. Aineistolle tehdyssä Wilcoxonin rankisummatestissä $p = <0,05$, joten havaintopaikkojen pitkän ajan keskiarvoissa on tilastollisesti merkitsevä ero kokonaistypen pitoisuuksien osalta.

Taulukko 4.4. Parittaisten t-testien tulokset purkualueiden (Katajaluoto ja Knaperskär) ja vertailualueen (Länsi-Tonttu) vuoden 2010 tulosten vertailussa. Taulukossa on ilmoitettu testisuure (t-arvo), testin vapausasteet (df) ja testin merkitsevyystaso (p-arvo). Merkitsevyystason ollessa <0,05 voidaan 95 % varmuudella todeta, että mitattujen muuttujien keskiarvot eroavat toisistaan purku- ja vertailualueilla. Ei-merkitsevät erot on merkitty viivalla (-).

		Katajaluoto			Knaperskär		
	Muuttuja	t-arvo	df	p-arvo	t-arvo	df	p-arvo
Länsi-tonttu	Kokonaistyyppi	-	-	-	-	-	-
	Liukoinen typpi	-	-	-	-	-	-
	Kokonaisfosfori	-	-	-	-	-	-
	Liukoinen fosfori	-	-	-	-	-	-

4.2.3 Päähuomioita

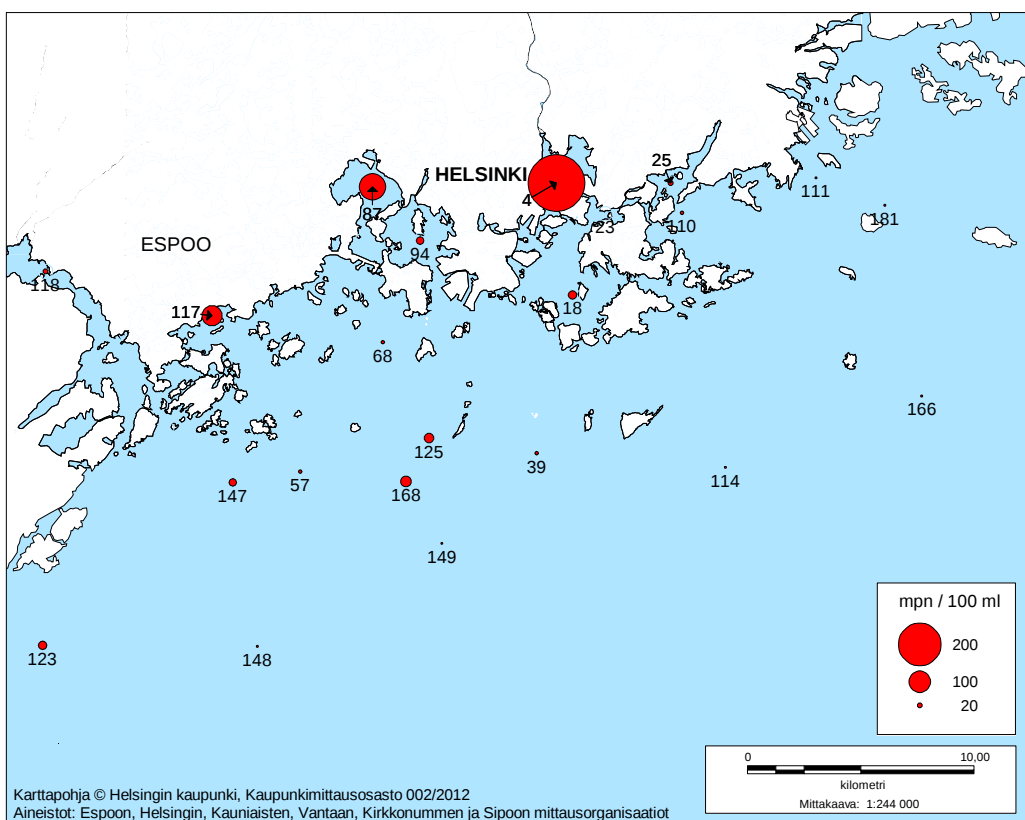
Vuonna 2011 pintavedet olivat poikkeuksellisen suolaisia sisä- ja ulkosaaristossa, mikä tarkoittaa että maalta tulevan valuman pienempää vaikutusta merialueella. Mereinen pintavesi on ravinneköyhempää, mikä näkyi myös ravinnepitoisuuksissa, varsinkin typen suhteen. Pintavedet lämpenivät vuoden 2010 tapaan taas huomattavan lämpimiksi ja olivat poikkeuksellisen lämpimiä myös marraskuussa. Veden kerrostuminen oli kuitenkin suhteellisesti myöhässä, mahdollisesti pintaveden korkeasta saliniteetista johtuen. Tämä johti todennäköisesti joillakin asemilla havaittuihin korkeisiin liukoisien typen pitoisuuksiin huhti-toukokuussa koska vesi pääsi sekoittumaan tehokkaasti pohjaan saakka. Typpiravinteet käytettiin loppuun vasta veden kerrostuttua kesäkuussa. Knaperskärillä havaittiin heinäkuussa puhdistettujen jätevesien aiheuttama typpiravinteiden voimakas lisääntyminen.

4.2.4 Veden hygieeninen laatu

Rannikonläheisen merialueen veden hygieeninen laatu vaihtelee sekä ajallisesti että alueellisesti. *Escherichia coli* -bakteerien analyyseissä havaittava kolonioiden

todennäköisin määrä (mpn 100 ml⁻¹) on yleensä suurin keväisin ja syksyisin, jolloin myös maalta tulevan valuman määrä on suurin. Bakteerimäärät ovat suurempia rannikon lähellä ja alueilla jossa veden vaihtuvuus on heikkoa. *E. coli* -bakteerit ovat ulosteperäisiä eivätkä jakaannu merivedessä. Näin ollen ne kuvaavat hyvin jätevesien tai eläinten ulosteiden likaamaa maalta tulemaa valumaa merialueella.

E. coli -bakteerien vuotuiset keskiarvot vuonna 2011 olivat Helsingin ja Espoon merialueilla lähellä merialueen taustapitoisuuksia (0–5 mpn 100 ml⁻¹). Suurimmat bakteerimäärät tavattiin Vanhankaupunginselällä, Laajalahdella ja Ryssjeholmsfjärdenillä (kuva 4.18). Myös Katajaluodolla, Koiraluodolla, Knaperskärillä ja Stora-Mickelsärillä havaittiin kohonneita bakteeripitoisuuksia. Vanhankaupunginlahden maksimi havainto tehtiin keväällä, mutta korkeita yli 1000 mpn 100 ml⁻¹ havaintoja tehtiin myös joulukuussa, ohijuoksutusten yhteydessä.



Kuva 4.18. Veden hygieeninen laatu Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 2011. Pintaveden (0 m) maksimipitoisuudet (*Escherichia coli*, mpn 100 ml⁻¹).

4.2.5 Jätevesien johtamisen vaikutus merialueen ravinnepitoisuuksiin vuodesta 1980 vuoteen 2011

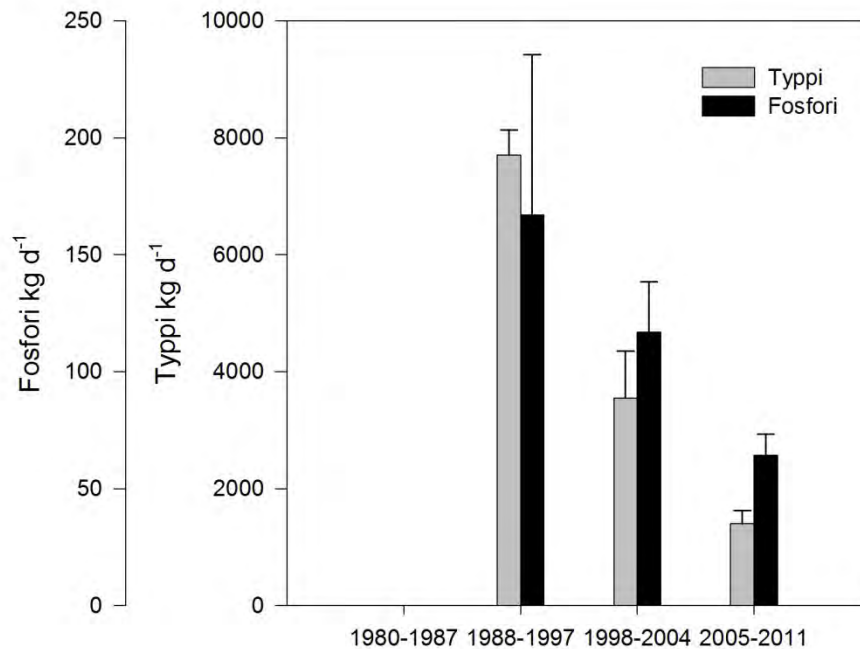
Seuraavassa tarkastellaan ravinnekuormien ja ravinnepitoisuuksien vaihtelua neljänä eri ajanjaksona (1980–1987, 1988–1997, 1998–2004, 2005–2011). Ajanjaksot ovat valittu niin että ne kuvastavat aikaa ennen Viikinmäen jätevedenpuhdistamon vesien johtamista Katajaluodolle ja sen jälkeen Viikinmäen puhdistamon pääasialliset puhdistustehoa parantavat toimenpiteet huomioon ottaen. Tarkastelussa ei erikseen esitetä Suomenojan puhdistamon eikä Knaperskärin tuloksia. Puhdistettujen jätevesien vaikutukset ovat samankaltaisia molemmilla purkualueilla. Kuormituksen vaikutusta arvioidaan vertailemalla Katajaluodon havaintoaseman kokonais- ja liukoisten ravinteiden pintaveden vuosikeskiarvoja Länsi-Tontun vastaaviin arvoihin, olettaen, että Länsi-Tontun arvot kuvastavat vallitsevaa ravinteiden taustatasoa. Mahdollinen mitatuissa suureissa esiintyvä ero Katajaluodon ja Länsi-Tontun välillä jaksolla 1980–1987 kuvastaa alueiden luonnollista eroa koska tänä ajanjaksona ei Katajaluodolle johdettu jätevesiä. Pohdimme myös syitä mahdollisille muutoksille. Arvioimme leväbiomassan muutosten suhdetta ravinnekuormiin kappaleessa 5. Analyysit ovat tehty kaksisuuntaisina varianssianalyysinä, vertaillen näytteenottopaikkojen ja vuosien vaikutusta ravinnepitoisuuksiin ottaen huomioon mahdolliset vuosien ja näytteenottopaikkojen yhteisvaikutukset. Mikäli varianssianalyysissä on todettu merkitseviä eroja, on aineisto edelleen testattu vertailemalla ajanjakson faktorien tasoja pareittain Holm-Sidak-metodilla, jotta pystytään erottamaan toisistaan eroavat ajanjaksot. Näitä tuloksia on tämän jälkeen pohdittu pitäen mielessä ravinnekuormituksessa tapahtuneet muutokset. Tilastollisten testien tulokset esitetään liitteessä 2.

Jätevesiä on johdettu Helsingin ja Espoon edustan merialueelle vuodesta 1974, jolloin Knaperskärin tunneli otettiin käyttöön Suomenojan puhdistamon jätevesien merelle johtamiseksi. Katajaluodon tunneli, jonka kautta merelle johdetaan Viikinmäen puhdistamon jätevedet, otettiin käyttöön vuonna 1986. Viikinmäen puhdistamossa on tämän jälkeen useaan otteeseen parannettu jätevesien puhdistusta, vuonna 1996 otettiin käyttöön tehostettu typen poisto ja vuonna 2004 biologinen jälkikäsittely.

Jätevesien määrä vaihtelee suuresti lyhyemmällä ajanjaksolla, ollen vuosien välillä jokseenkin tasaisempaa. 2000-luvulla keskimääräinen päivittäinen tulovirtaama Viikinmäen puhdistamolle on ollut noin 250 000–300 000 m³ d⁻¹, keskihajonnan vaihdellessa noin 50 000–100 000 m³ d⁻¹ välillä. Tulevaan jätevesimäärään vaikuttaa suuresti sadanta, toisaalta jätevesien määrä ei merkitsevästi vaikuta ravinnekuormiin kun tarkastellaan jaksoa 2004–2011. Typen ja fosforin kuormien määrät kasvavat kasvavan tulevan jätevesimäärän kanssa, kuitenkin hyvin maltillisesti. Jokainen 10 000 m³ d⁻¹ lisä jätevesivirtaamassa lisää päivittäistä keskimääräistä typpikuormaa noin 65 kg N d⁻¹ (n. 3 % päivittäisestä kuormasta), fosforikuormalle suhde on vielä pienempi 10 000 m³ d⁻¹ kasvava jätevesivirtaama kasvattaa fosforikuormaa ainoastaan 1 kg P d⁻¹ (n. 1.2 % päivittäisestä kuormasta), kun vastaavat keskimääräiset päivittäiset kuormat ovat typelle ja fosforille noin 2200 kg N d⁻¹ ja 80 kg P d⁻¹. Täten tulevan jäteveden määrän havaitut vaihtelut eivät merkitsevästi vaikuta ravinnekuormiin merialueella, jolloin voimme myös analysoida ravinnekuormaa ottamatta huomioon jätevesien virtaamien vaihteluita, jotka johtuvat pääosin sadannan määrästä.

Katajaluodolle johdettavien ravinteiden määrät ovat laskeneet huomattavasti vuosien saatossa (kuva 4.19). Jätevesiä ruvettiin johtamaan alueelle vuonna 1986, jonka jälkeen suurempia muutoksia puhdistusprosessiin ei tehty ennen vuotta 1997. Tällä ajanjaksolla keskimääräinen päivittäinen typpikuorma Kataja-

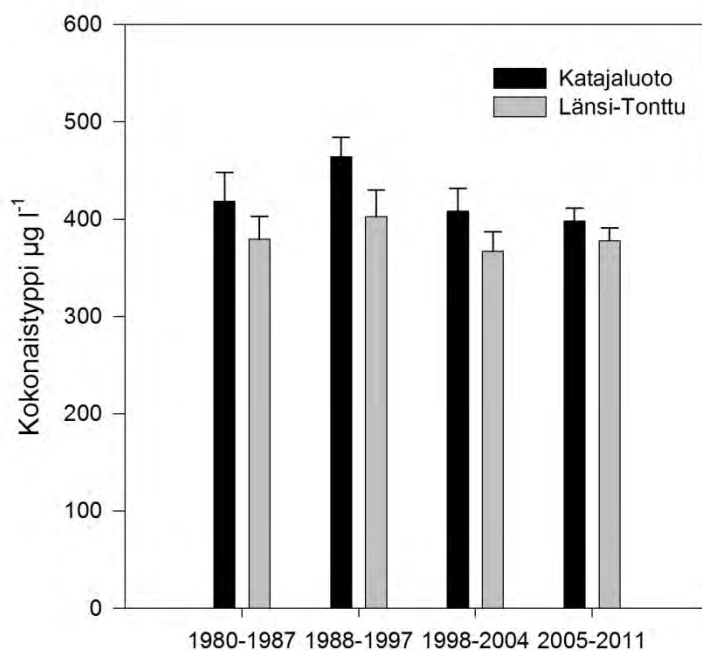
luodolle oli 7700 kg N d⁻¹ ja fosforikuorma 167 kg P d⁻¹. 1997 otettiin käyttöön tehostettu typen poisto, joka puolitti typpikuorman noin 3500 kg N d⁻¹ jaksolle 1998–2004. Vuoden 2004 jälkeen käyttöön otettu biologinen jälkikäsittely on entisestään puolittanut typen keskimääräisen päivittäisen kuorman, joka on jaksolle 2004–2011 noin 1400 kg N d⁻¹. Vaikka fosforin poistoa ei spesifisesti ole kohennettu, on fosforin kuorma myös pienentynyt huomattavasti (kuva 4.19).



Kuva 4.19. Katajaluodolle johdettujen jätevesien typpi ja fosfori keskiarvokuormitus, sekä keskihajonta. Vuosina 1980–1987 jätevesiä ei johdettu Katajaluodolle.

4.2.5.1 Kokonaistyyppi

Kokonaistypen pitoisuudet ovat olleet Katajaluodolla korkeammat kuin Länsi-Tontulla kaikkina ajanjaksoina (kuva 4.20). Tätä kuvastaa myös tilastollisesti merkitsevä ero näytteenottopisteiden välillä. Myös vuosien välillä on voimakas tilastollinen ero kokonaistypen pitoisuuksissa, joka johtuu pääosin vuosien 1988–1997 korkeammista arvoista, verrattuna muihin vuosiin. Vuoden ja näytteenotto-paikan välillä ei varianssianalyysissä huomattu olevan yhteisvaikutusta, eli näytteenottopisteiden väliset erot eivät ole riippuvaisia näytteenottovuosista. Katajaluodon näytteenottoasema on kokonaistypen määrän suhteen mitattuna rehevämpi asema kuin Länsi-Tontun asema. Jätevesien johtaminen Katajaluodolle on näkynyt kokonaistypen pitoisuuksissa varsinkin jätevesien johtamisen alkuvuosina 1988–1997, mutta tämä efekti ei ole tilastollisesti merkitsevä (ei merkitsevä tilastollisen mallin yhteisvaikutus).

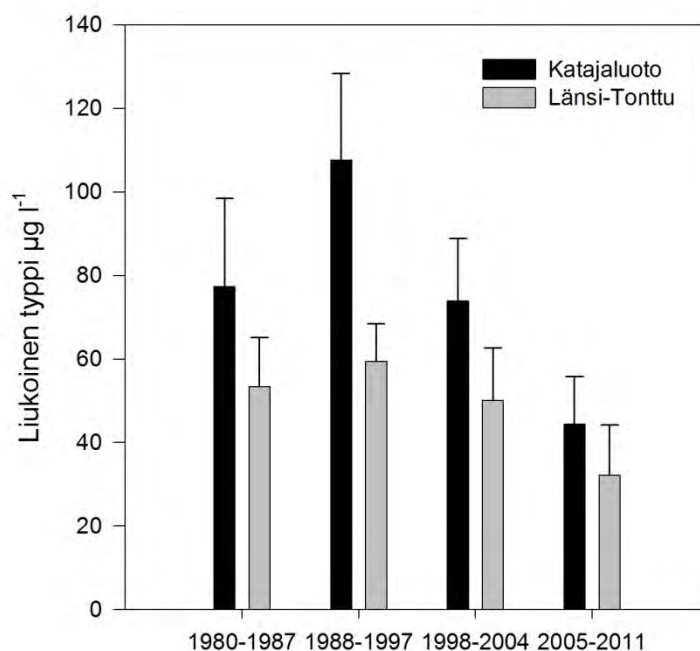


Kuva 4.20. Kokonaistypen pitoisuuksien keskiarvot ja niiden keskihajonta Katajaluodon ja Länsi-Tontun mittausasemilla.

4.2.5.2 Liukoinen tyyppi

Liukoisien tyyppien pitoisuus on ollut Katajaluodolla suurempi kuin Länsi-tontulla koko vertailtavan ajanjakson keston. Jätevesien merelle johtamisen jälkeen pysytään kuitenkin toteamaan selkeää kasvua liukoisien tyyppien määrässä Katajaluodolla (kuva 4.21). Tilastollisissa analyyseissä käy ilmi että aineistossa on selkeä vuosien ja näytteenottopisteiden välillä oleva yhteisvaikutus, joka tarkoittaa että näytteenottopisteiden väliset erot ovat riippuvaisia siitä mitä ajanjaksoa tarkastellaan. Tällöin mallin päävaikutusten tulkinta vaikeutuu, mutta se myös toisaalta kuvastaa sitä että jätevesien johtamisen aloitus Katajaluodolle merkitsevästi kasvatti liukoisien tyyppien määrää tällä merialueella, ja että liukoisien tyyppien määrä Katajaluodolla on sittemmin taas lähestynyt kontrollialueen tasoja.

Erojen tasoittuminen huomataan vertailtaessa näytteenottopisteiden välisiä eroja ajanjaksokohtaisesti, jolloin 2005–2011 on ainoa ajanjakso jolloin merkitsevää eroa liukoisien tyyppien määrässä ei havaita Katajaluodon ja Länsi-Tontun välillä. Jätevesien johtaminen merialueelle on täten johtanut merkitsevään liukoisien tyyppien määrän lisääntymiseen Katajaluodon läheisyydessä, etenkin vuosina 1988–1997, tehostetun puhdistuksen myötä merkitsevää eroa vuosikeskiarvoissa ei kuitenkaan enää havaita vuosina 2005–2011.

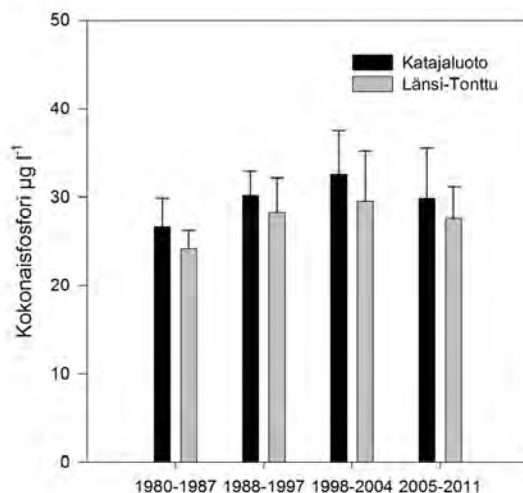


Kuva 4.21. Liukoisen typen pitoisuuksien keskiarvot ja niiden keskihajonta Katajaluodon ja Länsi-Tontun mittausasemilla.

4.2.5.3 Kokonaisfosfori

Kokonaisfosforin pitoisuudet eivät eroa merkitsevästi Katajaluodon ja Länsi-Tontun välillä tarkasteluilla ajanjaksoilla. Vuosien välillä havaitaan kuitenkin eroja, vuosien 1998–2004 pitoisuuksien ollen molemmilla asemilla merkitsevästi muita vuosia suurempia (kuva 4.22).

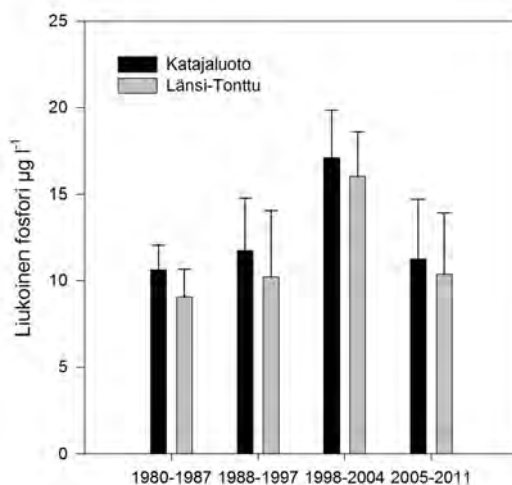
Kokonaisfosforin ja kokonaistypen hyvin erilainen kehittyminen kuvastaa mielenkiintoisesti Itämeren rehevöitymisen dynamiikkaa jossa voimakkaalla ulkoisella kuormituksella vesistö on ajettu hyvin rehevään tilaan joka on johtanut voimakkaaseen ja mittavaan fosforin sisäiseen kuormitukseen. Ulkoisen typpikuorman vähentyessä vastaavaa laskua kokonaistypen määrässä ei kuitenkaan ole havaittu, ja kokonaisfosforin määrä vesipatsaassa on kokonaisuudessaan jopa kasvanut. Jätevesien johtaminen merialueelle ei ole merkitsevästi vaikuttanut kokonaisfosforin määriin, vaan fosforin dynamiikkaa säätelee Itämeren mittakaavassa toimivat prosessit, jotka ovat kuitenkin epäsuorasti kytköksissä yhteiskunnan aiheuttamiin ravinnekuormiin.



Kuva 4.22. Kokonaisfosforin pitoisuuksien keskiarvot ja niiden keskihajonta Katajaluodon ja Länsi-Tontun mittausasemilla.

4.2.5.4 Liukoinen fosfori

Liukoisen fosforin pitoisuudet eivät eroa merkitsevästi Katajaluodon ja Länsi-tontun välillä tarkasteluilla ajanjaksoilla. Vuosien välillä havaitaan kuitenkin eroja, vuosien 1998–2004 pitoisuuksien ollen molemmilla asemilla merkitsevästi muita vuosia suurempia (kuva 4.23). Liukoisen fosforin suhteen tilanne on kokonaisfosforia korostuneempi, mutta samat taustatekijät vaikuttavat liukoisen fosforin pitkän ajan vaihteluihin.



Kuva 4.23. Liukoisen fosforin pitoisuuksien keskiarvot ja niiden keskihajonta Katajaluodon ja Länsi-Tontun mittausasemilla.

4.2.5.5 Päähuomioita

Jätevesikuormituksen aloittaminen Katajaluodolla näkyy selvästi alueen liukoisen typen keskimääräisissä pitoisuuksissa vuosina 1988–1997. Tehostetun jäteveden

puhdistuksen myötä liukoisen typen pituudet Katajaluodolla ovat laskeneet huomattavasti, eivätkä enää merkitsevästi eroa kontrollialueen arvoista. Liukoisen typen pitoisuudet ovat Katajaluodolla myös merkitsevästi pienemmät kuin aikaisimmalla ajanjaksolla 1980–1987, jolloin jätevesiä ei vielä johdettu merelle. Länsi-Tontun liukoisen typen pitoisuuden kehitys on samansuuntainen, mutta ero ei ole merkitsevä. Tämä kertoo kokonaisuudessaan Suomenlahden rannikon tilan paranemisesta, joka johtunee osittain myös tehostetusta jätevesien käsittelystä.

Typpiravinteiden rehevöittävällä vaikutuksella on Itämeressä tosin kauaskantoiset seuraukset. Tämä johtuu pääosin meren voimakkaasta pystysuuntaisesta kerrostuneisuudesta ja tyyppä sitovien syanobakteerien läsnäolosta systeemissä. Tyyppilissä kiihdyttää ei-tyyppä sitovien levien tuotantoa, joka kasvattaa hapen kulumista syvänteissä, joka vapauttaa fosforia pohjien sedimenteistä. Tämä taas johtaa tyyppä sitovien syanobakteerien lisääntymiseen joka johtaa suurempaan kokonaistyyppikuormaan ja typen rajoittamien levien tuotannon kiihtymiseen.

Liukoisen fosforin pitoisuudet olivat suurimmillaan vuosina 1998–2004, eikä fosforin ulkoisilla päästöillä ole merkitsevää vaikutusta tähän vaihteluun. Tulosten perusteella vaikuttaa siltä että viimeisimmän seitsemän vuoden jakson aikana Helsingin edustan merialueen tila on kohentunut fosforiravinteiden määrän suhteen, eivätkä pitoisuudet enää merkitsevästi eroa vuosista 1980–1987. Muutokset fosforiravinteissa saattavat kuitenkin vaihdella muista syistä johtuen. Esimerkiksi Itämeren pääaltaan kerrostuneisuus ja syvän veden stagnaatio vaikuttaa voimakkaasti fosforiravinteiden vapautumiseen pohjan sedimenteistä. Viimeisin pitkä stagnaatiojakso kesti vuodesta 1995 vuoteen 2003, ajoittuen juuri sille ajanjaksolle jolla mitattiin korkeimmat liukoisen fosforin pitoisuudet. Täten vaikuttaa siltä että fosforin pitoisuuksiin vaikuttavat voimakkaammin koko Itämeren laajuiset ilmiöt ja pohjan läheisen veden liikkeet syvänteiden ja rannikon välillä sekä näiden vesien sekoittuminen pintakerrokseen.

Kirjallisuus:

Munne, P. ja Pellikka, K. (2007). Suodattamattoman ja suodatetun fosfaattifosforin vertailu. Teoksessa Autio, L., Munne, P., Muurinen, J., Pellikka, K., Pääkkönen, J.-P. ja Räsänen, M. (toim.): Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2002–2006. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15, 40–42.

Rantajärvi, E. (toim.) 2003. Alg@line in 2003: 10 years of innovative plankton monitoring and research and operational information service in the Baltic Sea. Meri 48:55.

Räsänen, M., Karvinen, V., Muurinen, J., Sopanen, S. ja Pääkkönen, J.-P. (2011): Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2010. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6.

Suikkanen, S., Laamanen, M. ja Huttunen, M. 2007: Long-term changes in summer phytoplankton communities of the open northern Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 71(3-4):580–592.

5 Kasviplankton

Rehevyyss seuranta on sisältynyt Helsingin ja Espoon merialueiden tarkkailuun 1960-luvun puolivälistä lähtien. Helsingin ja Espoon edustan rehevyyden kehitystä on seurattu veden a-klorofyllipitoisuuden, kasviplanktonin biomassan ja lajiston ja sekä perustuotannon avulla. 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). Tässä raportissa keskitytään viisivuotiskauteen 2007–2011. Samalla kun tarkastellaan kasviplankton- ja perustuotantokykytuloksia, yritetään myös arvioida, onko puhdistettujen jätevesien johtamisella Katajaluodolle ja Knaperskäriin ollut vaikutusta tuloksiin.

5.1 A-klorofylli ja biomassa sekä lajisto

Kasviplankton reagoi herkästi ympäristössä tapahtuviin muutoksiin, sillä se on täysin riippuvainen ympäristön vedestä. Veden virtaukset, valaistusolosuhteet, lämpötila, veden kemialliset ominaisuudet ja vesialtaan koko, muoto ja syvyys määräävät kasviplanktonin esiintymisen, levätuotannon suuruuden ja lajistorkenteen. Kasviplankton toimii indikaattorina erilaisista olosuhteista vesistössä. Kvantitatiivinen lajiston määrittäminen ja biomassalaskenta on hidasta ja vaatii erityisasiantuntemusta. Siksi kasviplanktonin määrän selvittämiseen käytetään myös käänteistä, nopeampaa menetelmää, jossa mitataan veden a-klorofyllipitoisuus.

5.1.1 Aineisto ja menetelmät

Kvantitatiiviset kasviplankton- ja a-klorofyllinäytteet on otettu kahden viikon välein putkinoutimella kokoomanäytteenä koko kasvukauden ajan (huhti–lokakuu). Näytteet edustavat pintavettä eli ne on otettu 0–4 metrin vesikerroksesta. Osa lahtialueista on kuitenkin ollut tätä matalampia, jolloin kokoomanäyte edustaa koko vesipatsasta. Kartta havaintopaikoista on esitetty kuvassa 2.1.

Raportin aineistoon on sisällytetty myös Helsingin ja Espoon edustan Alg@line-projektin matkustajalaivojen jatkuvatoimisten ja automaattisten mittalaitteiden avulla otettuja näytteitä, jotka edustavat myös pintavettä. A- klorofylli ja kvantitatiivisten biomassanäytteiden havaintopaikat ja lukumäärät vuosina 2007–2011 on esitetty taulukoissa 5.1 ja 5.2.

Taulukko 5.1. Vuosien 2007–2011 a-klorofyllinäytteiden havaintopaikat ja lukumäärät.

Nro	Havaintopaikka	2007	2008	2009	2010	2011
HELSINKI						
Lahtialueet ja sisäsaaristo						
4	Vanhankaupunginselkä	7	14	8	8	13
18	Vasikkasaari	11		11	13	12
23	Tullisaarenselkä	2			3	
25	Vartiokylänlahti	12	14	11	11	13
29	Villasaarenselkä	3			3	
36	Itä-Villinki	3			3	
44	Husunkivi	2			3	
55	Koirakari	2			3	
62	Lauttasaarenselkä	2			3	
68	Melkin selkä	7	7	8	8	8
75	Westendinselkä	9			3	
87	Laajalahti	12	14	11	11	13
94	Porsas	12		11	12	13
110	Kallvikinselkä			11	11	9
111	Skatanselkä	12	14	11	11	13
189	Björköfjärden	3			3	
Ulkosaaristo						
39	Flatthällgrundet	7	7	8	8	8
114	Länsi-Tonttu	14	15	23	16	14
125	Katajaluoto	13	14	11	13	14
127	Kuggensten	3			3	1
140	Lehtisaarenselkä	3			3	
142	Kasuuni	1			1	
149	Gråskärsbodan	7	7	8	8	7
152	Juktisgrund	3			3	
168	Koiraluoto	7	7	8	8	7
SIPOO						
113	Granö				3	
166	Pentarn	7	7	8	8	8
181	Musta hevonen	7	7	8	8	7
190	Pentala	3			3	
ESPOO						
57	Kytön väylä	7	7	8	8	7
107	Bodönselkä	3			3	
117	Ryssjeholmsfjärden	7	7	8	8	7
118	Espoonlahti	3			3	3
147	Knaperskär	13	14	12	13	13
156	Knaperskär	3			3	
148	Berggrund	7	7	8	8	8
KIRKKONUMMI						
122	Kytö	2			3	
123	Stora Mickelskären	7	7	8	8	7
Jatkuvatoimisen seurannan näytteet						
34	Kuiva Hevonen	9	11	10	2	8
36	Itä- Villinki	9	11	10	2	8
127	Kuggensten	9	11	10	3	8
KB1	Harakka	8	11	14	4	
	Pihlajasaari	10	11	14	4	
KB3	Koirasaari	10	11	14	4	
122	Kytö	10	11	14	4	
123	Stora Mickelskären	10	11	14	4	
	Emäsalon kärki				3	
	Kihti				1	
	Porkkalanniemen kärki				4	
	Sipoon selkä				3	
	Talsbåda				3	

Taulukko 5.2. Vuosien 2007–2011 kvantitatiivisten kasviplanktonnäytteiden lukumäärät.

		Kasviplanktonbiomassanäytteet, lkm				
Nro	Havaintopaikka	2007	2008	2009	2010	2011
HELSINKI						
Lahtialueet ja sisäsaaristo						
4	Vanhankaupunginselkä		13			9
25	Vartiokylänlahti		12			10
87	Laajalahti		12			11
111	Skatanselkä		12			10
Ulkosaaristo						
114	Länsi-Tonttu	13	13	12	11	12
125	Katajaluoto	13	14	10	11	13
ESPOO						
147	Knaperskär	13	14	10	11	11

Kvantitatiivinen kasviplanktonlaskenta tehtiin Utermöhl-menetelmällä. Menetelmässä laskentakyvetin pohjan tietylle osalle laskeutuneet kasviplanktonlajit tunnistetaan ja niiden lukumäärät lasketaan. Koska laskeutettu vesimäärä ja eri lajien solutilavuudet tiedetään, voidaan kertoimen avulla laskea myös kokonaisbiomassa tiettyä vesimäärää kohti. Menetelmän kuvaus löytyy Tikkasen (1986) kasviplanktonoppaasta ja Suomen ympäristökeskuksen [www-sivuilta](http://www.sivuilta) löytyvästä kasviplanktonin tutkimusmenetelmäohjeesta (Järvinen ym. 2011).

Lasketut kasviplanktonlajimäärät syötettiin vuoteen 2003 asti DOS-pohjaiseen laskentaohjelmaan. Laskentaohjelmasta laskentatiedot siirrettiin MS Access 97 -tietokantaohjelmajärjestelmään, joka laski jokaiselle lajille annetun tilavuuden mukaan koko näytteen kasviplanktonbiomassan. Yksikkötilavuudet oli määritetty Helsingin ympäristökeskuksen vesistötutkimuksen edeltäjän toimesta. Vuosina 2004–2010 kasviplanktontulokset vietiin Windows-pohjaiseen PhytoWin-kasviplanktonlaskentaohjelmaan, jonka yhteydessä oli jatkuvasti päivitettävä lajisto- ja tilavuustietokanta.

Pohjana lajisto- ja tilavuustietokannalle on käytetty Itämeren ympärysmaihin levitettyä Helcomin tietokantaa. PhytoWin-ohjelmasta tiedot siirrettiin käsittelyä ja säilytystä varten Helsingin ympäristökeskuksen omaan Access-pohjaiseen tietokantasovellukseen. Vuonna 2011 otettiin käyttöön uusi ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteri, joka on osa ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmää (<http://www.p2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>). Täten Helsingin ympäristökeskuksen kvantitatiiviset kasviplanktonlaskentatulokset sijaitsevat kolmessa eri tietokannassa ja pohjautuvat eri tilavuustietokantoihin, mikä vaikeuttaa eri aikakauden tulosten keskinäistä vertailua.

Vuoteen 2002 saakka kvantitatiiviset kasviplanktonlaskentatulokset on raportoissa esitetty yleensä hiilibiomassana ($\mu\text{g C/l}$). Vuodesta 2003 lähtien kvantitatiiviset kasviplanktontulokset on esitetty ainoastaan märkäpainoina ($\mu\text{g/l}$ tai mg/m^3), joka on yleisesti käytössä myös muualla ympäristöhallinnossa.

Kasviplanktonin määrän mittaamiseen käytettiin myös käänteistä menetelmää. Menetelmässä vesinäyte suodatettiin ja suodattimelle jääneistä levistä uutettiin a-klorofylli etanoliin ja uutteen absorbanssi mitattiin. A-klorofylli määritettiin vuoteen 2008 saakka Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa, jonka jälkeen määrittäminen siirtyi MetropoliLab:iin. Määrittäminen tehtiin standardin SFS 5772 mukaan Hewlett Packard 8453E spektrofotometriä käyttäen.

Alkuperäisaineisto on nähtävissä Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristönsuojelu- ja tutkimusyksikössä. Uusimpia vuoden 2011 kvantitatiivisia kasviplanktonlaskentatuloksia säilytetään ympäristöhallinnon Hertta-kasviplanktonrekisterissä.

5.1.2 Tulokset havaintopaikoittain

Helsingin edusta, lahtialueet ja sisäsaaristo

Vanhankaupunginlahti (4) toimii eräänlaisena puskurialueena Vantaanjoen ja saaristoalueen välillä vähentäen varsinaiselle merialueelle kohdistuvaa kuormitusta. Vantaanjoen vaikutus kasviplanktonin biomassaan ja lajistoon on suuri. Varhaiskevällä Vantaanjoen tuomat makeat sulamisvedet samensivat Vanhankaupunginlahden veden ja kasviplanktonin määrä pysyi siksi suhteellisen pienenä.

Vasta myöhemmin keväällä vesi kirkastui, jolloin kasviplankton pääsi käyttämään runsaita ravinnemääriä hyödykseen ja kasviplanktonin määrä kasvoi. Biomassan ja a-klorofyllin määrä vaihtelivat Vanhankaupunginselällä myös myöhemmin kesällä täysin Vantaanjoen tuoman sameuden mukaan: jos sameutta oli runsaasti, biomassa pieni ja jos vesi kirkastui, biomassa suureni. Vantaanjoen tuoman makean veden vaikutus näkyi myös lajistossa. esim. pii- ja viherlevien runsaussuhteissa.

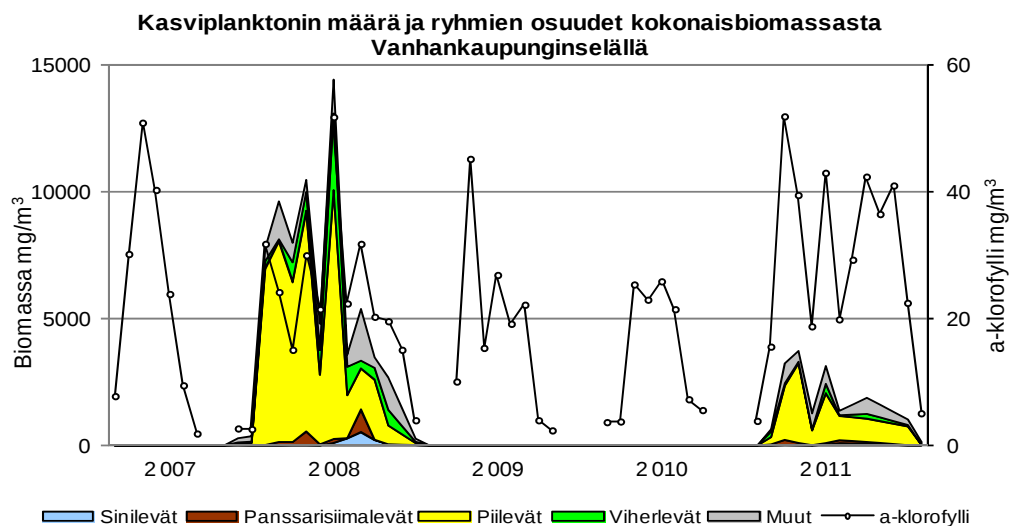
Tarkkailujaksolla 2007–2011 vain vuosina 2008 ja 2011 otettiin seurantaohjelman mukaisesti kvantitatiivisia biomassatuloksia (kuva 5.1). Vuonna 2011 käytettyjen yksilötilavuuksien muuttuminen edellisten vuosien tilavuuksiin verrattuna vaikeuttaa tulosten vertailua toisiinsa (taulukko 5.3).

Vanhankaupunginselän lajistossa runsaimpana lajiryhmänä olivat piilevät. Lajeista runsaimpia olivat varsinkin alkukesästä *Skeletonema subsalsum*, pienet kiekkomaiset piilevät ja pienet *Chaetoceros*-lajit. Myöhemmin kesällä runsastuivat ajoittain myös *Nitzschia*-lajit sekä *Diatoma tenuis*. Myös pienet *Pyramimonas*-viherlevät sekä *Plagioselmis*-nielulevät olivat ajoittain runsaita. Rihmamaisia, molekulaarista tyypeä sitomaan pystyviä, sinileviä esiintyi ajoittain, mutta niiden määrä pysyi vähäisenä. A-klorofylli tulosten pohjalta kauden 2007–2011 rehevin vuosi Vanhankaupunginselällä oli 2011 (taulukko 5.4).

Taulukko 5.3. Kasviplanktonin määrä Helsingin ja Espoon alueella 0–4 metrin näytteissä märkäpainona (mg/m³) ilmoitettuna. Yläosassa koko kasvukauden ja alaosassa heinä-syyskuun keskiarvot.

Nro	Havaintopaikka	2007	2008	2009	2010	2011
koko kasvukauden keskiarvo						
HELSINKI						
Lahtialueet ja sisäsaaristo						
4	Vanhankaupunginselkä		4754			2232
25	Vartiokylänlahti		2519			1893
87	Laajalahti		5720			1837
111	Skatanselkä		4580			1420
Ulkosaaristo						
114	Länsi-Tonttu	2334	2243	1884	2227	1810
125	Katajaluoto	4853	3484	2081	2057	2558
ESPOO						
147	Knaperskär	3363	3100	1686	1969	3525

Nro	Havaintopaikka	2007	2008	2009	2010	2011
heinä-syyskuu keskiarvo						
HELSINKI						
Lahtialueet ja sisäsaaristo						
4	Vanhankaupunginselkä		4909			2794
25	Vartiokylänlahti		1581			1440
87	Laajalahti		6240			1867
111	Skatanselkä		1797			1339
Ulkosaaristo						
114	Länsi-Tonttu	2641	1429	1773	1946	1544
125	Katajaluoto	8309	2179	1365	2044	1639
ESPOO						
147	Knaperskär	3911	2022	1609	1688	1573



Kuva 5.1. Vanhankaupunginselän kasviplanktonin määrä (a-klorofylli, mg/m³) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m³) vuosina 2007–2011. Kvantitatiivisia biomassanlaskentatuloksia on vain vuosilta 2008 ja 2011.

Taulukko 5.4 Kasviplanktonin määrän (a-klorofyllipitoisuus, mg/m³) koko kasvukauden keskiarvot (ensimmäinen sivu) ja heinä-syyskuun keskiarvot (toinen sivu) ajanjaksolla 2007–2011.

Nro	Havaintopaikka	2007	2008	2009	2010	2011
HELSINKI						
Lahtialueet ja sisäsaaristo						
4	Vanhankaupunginselkä	23,5	19,0	18,2	14,5	24,5
18	Vasikkasaari	10,9		8,5	8,6	8,5
23	Tullisaarenselkä	14,7			17,0	
25	Vartiokylälahti	11,9	9,5	8,2	16,1	18,4
29	Villasaarenselkä	6,9			10,6	
36	Itä-Villinki	4,7			8,6	
44	Husunkivi	5,0			9,6	
55	Koirakari	5,9			10,7	
62	Lauttasaarenselkä	9,5			13,3	
68	Melkin selkä	9,6	11,3	5,6	11,0	12,0
75	Westendinselkä	8,6			6,9	
87	Laajalahti	20,4	25,0	16,4	21,5	25,7
94	Porsas	11,0		7,5	13,9	16,5
110	Kallvikinselkä			5,5	11,8	16,85
111	Skatanselkä	9,7	11,6	5,5	7,4	12,1
189	Björköfjärden	12,8			12,4	
Ulkosaaristo						
39	Flatthällgrundet	9,2	7,8	5,7	7,2	6,8
114	Länsi-Tonttu	8,6	8,4	5,5	7,1	5,9
125	Katajaluoto	12,6	13,2	5,7	7,1	10,0
127	Kuggensten	5,6			7,5	6,3
140	Lehtisaarenselkä	14,4				
142	Kasuuni	7,7			2,6	
149	Gråskärsbodan	8,8	6,8	5,8	6,7	9,5
152	Juktisgrund	4,7			8,6	
168	Koiraluoto	8,5	8,7	6,0	7,5	10,5
SIPOO						
113	Granö				13,6	
166	Pentarn	11,4	8,6	6,2	8,4	8,8
181	Musta hevonen	9,0	8,1	6,2	7,7	8,9
190	Pentala	6,3			10,2	
ESPOO						
57	Kytön väylä	9,5	9,9	6,3	6,7	9,4
107	Bodönselkä	4,7			7,0	
117	Ryssjeholmsfjärden	9,9	8,3	6,2	12,4	15,0
118	Espoonlahti	17,6			25,1	15,0
147	Knaperskär	11,4	11,0	5,5	6,7	12,3
156	Knaperskär	4,5			8,7	
148	Berggrund	8,3	11,3	5,6	8,0	9,8
KIRKKONUMMI						
122	Kytö	4,0			8,3	
123	Stora Mickelskären	8,1	8,2	6,3	7,0	7,7
		kesä-elo ka.	kesä-elo ka.	kesä-elo ka.	kesä-elo ka.	kesä-elo ka.
Havaintopaikka						
LAIVANÄYTTEET (Kristina Brahe)						
34	Kuiva Hevonen	7,8	5,9	5,6	9,65	7,5
36	Itä- Villinki	6,9	7,6	5,5	11,2	8,5
127	Kuggensten	8,8	6,2	5,8	10,8	7,8
KB1	Harakka	6,9	7,5	5,3	8,9	
	Pihlajasaari	6,2	6,0	4,2	8,6	
KB3	Koirasaari	5,4	5,1	4,1	7,2	
122	Kytö	5,8	5,1	3,8	8,4	
123	Stora Mickelskären	5,0	5,1	4,4	6,4	
	Emäsalon kärki				11,0	
	Kihti				4,9	
	Porkkalanniemen kärki				8,5	
	Sipoon selkä				10,1	
	Talsbåda				5,3	

Nro	Havaintopaikka	2007	2008	2009	2010	2011
HELSINKI						
Lahtialueet ja sisäsa-						
risto						
4	Vanhankaupunginselkä	24,6	25,1	22,8	23,5	31,9
18	Vasikkasaari	6,8		7,1	8,2	9,6
23	Tullisaarenselkä	12,9			13,5	
25	Vartiokylänlahti	12,0	9,7	9,3	17,2	20,0
29	Villasaarenselkä	7,0			13,6	
36	Itä-Villinki	7,9			5,8	
44	Husunkivi	5,7			14,9	
55	Koirakari	7,3			7,8	
62	Lauttasaarenselkä	15,6			15,5	
68	Melkin selkä	10,8	8,9	6,2	13,8	13,9
75	Westendinselkä	14,9			3,0	
87	Laajalahti	17,4	26,6	20,3	32,3	35,6
94	Porsas	8,3		8,3	15,6	12,3
110	Kallvikinselkä			4,4	10,4	15,1
111	Skatanselkä	7,8	7,1	5,1	7,2	11,6
189	Björköfjärden	12,6			11,9	
Ulkosaaristo						
39	Flatthällgrundet	7,4	5,1	5,8	6,5	10,1
114	Länsi-Tonttu	9,9	7,0	5,2	6,7	7,4
125	Katajaluoto	14,1	10,2	5,2	7,7	9,1
127	Kuggensten	7,4			6,0	6,3
140	Lehtisaarenselkä	21,9				
142	Kasuuni	7,7			2,6	
149	Gråskärsbodan	7,1	7,1	5,4	5,8	8,3
152	Juktisgrund	5,6			6,0	
168	Koiraluoto	7,2	8,7	5,8	6,8	8,1
SIPOO						
113	Granö				11,8	
166	Pentarn	10,7	7,4	6,3	8,5	8,4
181	Musta hevonen	9,8	8,2	6,6	6,6	11,5
190	Pentala	6,4			10,6	
ESPOO						
57	Kytön väylä	10,2	7,6	7,9	5,3	9,5
107	Bodönselkä	5,6			8,8	
117	Ryssjeholmsfjärden	6,5	8,3	5,6	13,7	13,4
118	Espoonlahti	16,2			21,9	21,0
147	Knaperskär	13,7	9,7	5,6	6,8	11,4
156	Knaperskär	4,8			6,9	
148	Berggrund	7,1	8,0	6,7	6,5	7,8
KIRKKONUMMI						
122	Kytö	5,7			7,5	
123	Stora Mickelskären	8,9	7,6	9,0	8,1	10,5
		heinä-elo ka.	heinä-elo ka.	heinä-elo ka.	heinä-elo ka.	heinä-elo ka.
Havaintopaikka						
2007						
2008						
2009						
2010						
2011						
LAIVANÄYTTEET (Kristina Brahe)						
34	Kuiva Hevonen	10,0	6,5	6,6	9,65	10,3
36	Itä- Villinki	8,5	9,0	6,7	11,2	11,9
127	Kuggensten	11,0	7,5	6,8	10,8	10,5
KB1	Harakka	8,0	8,6	5,6	9,9	
	Pihlajasaari	6,9	6,9	4,7	10,0	
KB3	Koirasaari	6,2	6,0	4,6	8,7	
122	Kytö	6,4	6,0	4,1	9,8	
123	Stora Mickelskären	5,3	6,0	4,5	7,7	
Havaintopaikka						
2007						
2008						
2009						
2010						
2011						
LAIVANÄYTTEET (Kristina Brahe)						
	Emäsalon kärki				11,0	
	Kihti				4,9	

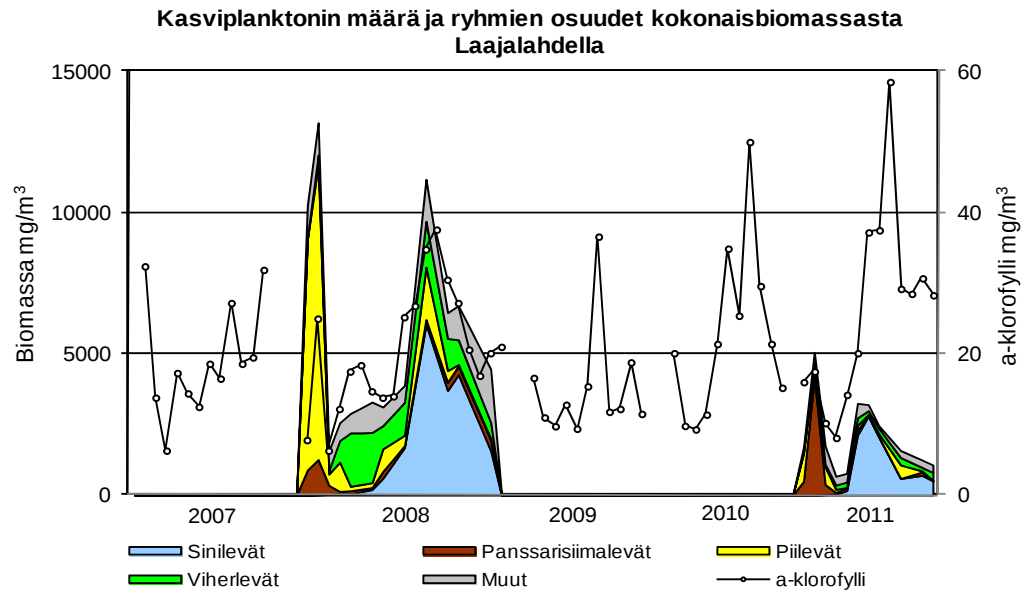
Havaintopaikka	2007	2008	2009	2010	2011
LAIVANÄYTTEET (Kristina Brahe)					
Porkkalanniemen kärki				10,6	
Sipoon selkä				10,1	
Talsbåda				6,6	

Kruunuvuorenselän Vasikkasaaren (18) havaintopiste on Vantaanjoen vaikutuksen ja ulkomeren virtausten välisellä vaihtumisalueella. Kevätkukinta oli alueella havaittavissa toukokuun puolivälissä ja kesäinen minimi kesäkuun puolivälissä. Vuosina 2007–2011 ei alueella havaittu erityisen suuria levämääriä. Kesäaikaisten a-klorofyllipitoisuuksien (heinä–syyskuun) keskiarvot vaihtelivat 6,8 ja 9,6 mg/m³ välillä.

Laajalahti (87) oli tarkkailun alkuvuosikymmeninä (1960–1970-luvuilla) hypereutrofinen Talin jätevedenpuhdistamon laskiessa sinne vetensä. Levien määrä vähentyi 1990-luvulla huomattavasti. 1990-luvun lopulta 2000-luvun puoliväliin Laajalahden kesäaikaisten a-klorofyllipitoisuudet olivat korkeampia kuin koko 1990-luvulla. Kuitenkin levämäärät jäivät kauas 1970-luvun hypereutrofiasta.

Syynä 2000-luvun levämäärien kasvuun voidaan pitää lahden sisäistä kuormitusta, joka lisää lahden rehevyyttä (Munne 2005). Vuosina 2007–2009 levämäärät (a-klorofyllipitoisuudet) hieman pienentyivät mutta ovat 2010 ja 2011 taas kasvaneet. Kasviplanktonin biomassassa kasvaa lähes joka kesä heinä-elokuussa silminnähtävän suureksi ja tällöin sinilevien osuus lajistossa on vallitseva. Laajalahdella sijaitsevalle Munkkiniemen uimarannalle ajautuu lähes vuosittain heinä-elokuussa ”sinilevälauttoja”, jotka haittaavat uimarannan virkistyskäyttöä.

Laajalahdelta on kvantitatiivisia biomassatuloksia tarkkailujaksolla 2007–2011 vuosilta 2008 ja 2011 (kuva 5.2). Kevätkukinta koostui 2008 valtaosin piileivistä. Runsaimpina olivat *Chaetoceros* -lajit. Vuonna 2011 taas kevätkukinnan lajisto koostui taas lähes täysin *Scrippsiella malmogiense/Wolozynskia halophila* -panssarisiimalevistä. Kesällä, varsinkin loppukesällä, suurimman osan biomassasta muodostivat molekylaarista tyyppiä sitomaan pystyvät sinilevälajit kuten *Aphanizomenon* ja *Anabaena*, mutta ajoittain myös hyvin pienisoluisia sinileväkolonioita (Chroococcales) oli runsaasti (mm. *Cyanonephron*- *Cyanodictyon*-, *Merismopedia*-, *Snowella*- ja *Woronichinia*-lajit). Myös viherlevälajisto oli lämpimän veden aikaan monipuolinen.

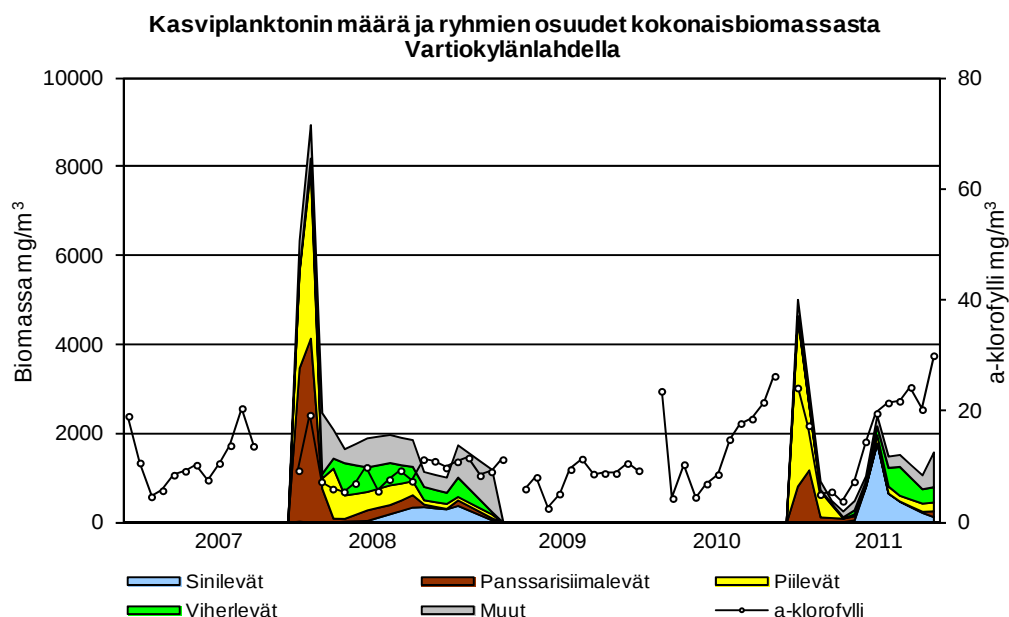


Kuva 5.2. Laajalahden kasviplanktonin määrä (α -klorofylli, mg/m^3) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m^3) vuosina 2007–2011. Kvantitatiivisia biomassanlaskentatuloksia on vain vuosilta 2008 ja 2011.

Seurasaarenselällä sijaitsevalla Porsaan (94) havaintopisteellä oli kesän kasviplanktonmäärissä havaittavissa sama suuntaus kuin Laajalahdella; jakson 2002–2006 kesät olivat keskimääräisesti rehevämpiä kuin 90-luvulla. Vuosina 2007–2009 levämäärät (α -klorofyllipitoisuudet) hieman pienentyivät edellisistä rehevistä vuosista, mutta olivat 2010 ja 2011 taas kasvussa.

Vartiokylänlahden (25) tila on ollut parempi kuin muiden Helsingin sisälahtien (Kajaste 2004), sillä sinne ei ole johdettu jätevedenpuhdistamojen puhdistettuja jätevesiä. Vuoteen 2001 saakka α -klorofylli sekä biomassapitoisuudet pienenevät. Tarkkailujaksolla 2002–2006 suunta muuttui ja α -klorofyllin keskiarvopitoisuudet olivat aikaisempia suurempia. Vuosina 2007, 2008 ja 2009 rehevyys pieneni, mutta suunta kääntyi nousevaksi taas 2010 ja 2011. Jakson 2007–2011 rehevin vuosi oli 2011 (taulukko 5.4).

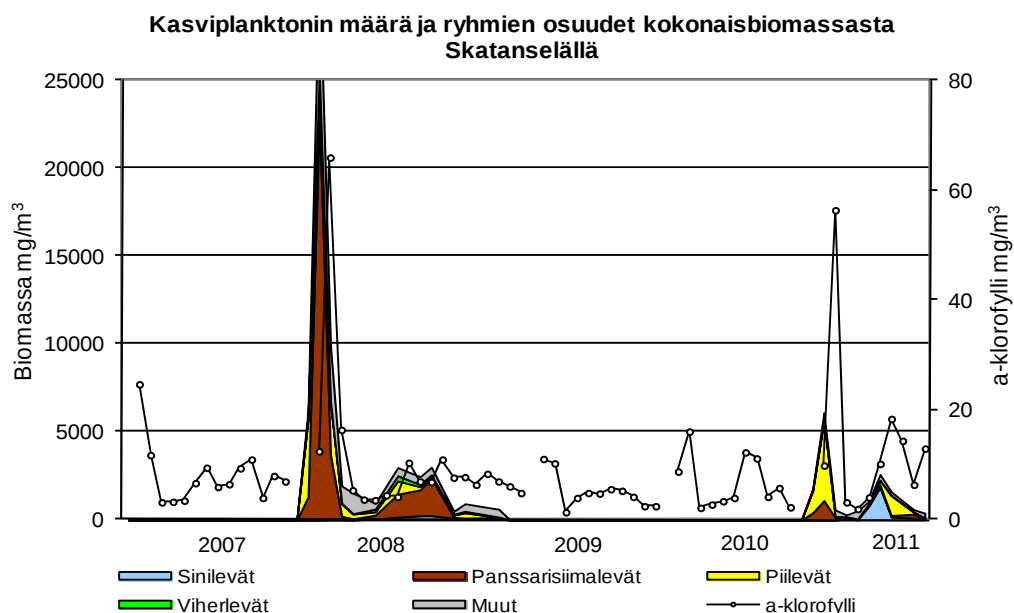
Tarkkailujakson 2007–2011 aikana Vartiokylänlahden kevätkukinnan lajisto koostui edellisistä vuosista poiketen valtaosin piilevistä (kuva 5.3). Piilevistä runsaimpia olivat *Chaetoceros*- ja *Thalassiosira* spp.-lajit sekä *Achnanthes taeniata*. Myös pienet kiekkomaiset piilevät sekä *Nitzschia longissima* olivat ajoittain runsaita. Panssarisiimalevät ovat mahdollisesti olleet runsaimmillaan jo aikaisemmin keväällä, kun näytteenotto ei ollut vielä käynnistynyt. Vesien lämmittyä heinä-elokuussa runsastuivat sinilevät, vaikkakaan sinilevien määrä ei kohonnut kovin suureksi. Runsaimpina lajeina aikaisempien vuosien tapaan esiintyivät *Aphanizomenon*-, *Anabaena*- sekä *Snowella* -lajit. Loppukesällä yleistyivät myös monilajinen viherlevien ryhmä ja *Eutreptiella*-sillemälevät.



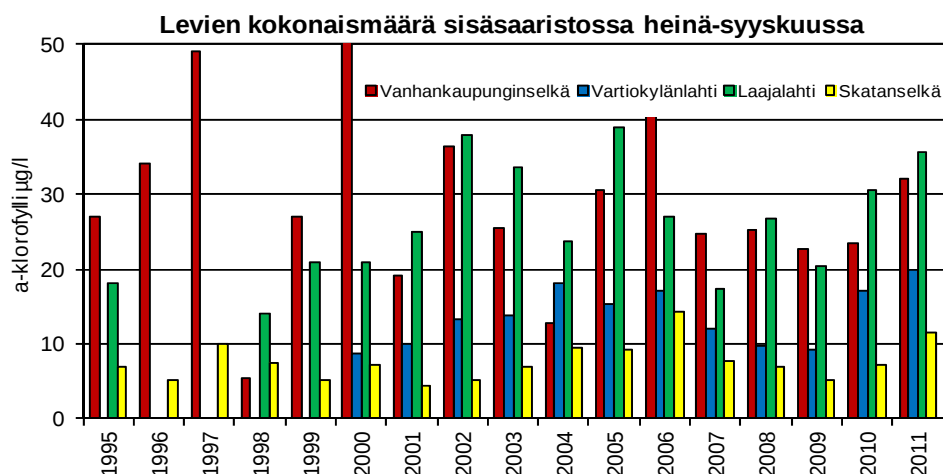
Kuva 5.3. Vartiokylänlahden kasviplanktonin määrä (a-klorofylli, mg/m^3) ja kasviplanktoniryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m^3) vuosina 2007–2011. Kvantitatiivisia biomassanlaskentatuloksia on vain vuosilta 2008 ja 2011.

Vuosaaren jätevedenpuhdistamo lopetti puhdistettujen jätevesien johtamisen Skatanselälle (111) jo vuonna 1994. Tarkkailujakso 1995–2001 oli ensimmäinen jakso, jolloin alueelle ei johdettu jätevesiä. Alueen rehevydessä ei tuona aikana tapahtunut havaittavia muutoksia. Ainoastaan vuosi 1997, joka muistetaan runsaana sinilevävuotena, oli hiukan muita vuosia rehevämpi. Tarkkailujaksolla 2002–2006 a-klorofyllin kesäaikaiset keskiarvot kohosivat Skatanselän alueella joka vuosi edellistä vuotta suuremmiksi. Vuonna 2006 Skatanselän heinäsyyskuun a-klorofyllin keskiarvo $14,3 \text{ mg}/\text{m}^3$ oli suurin alueella mitattu kesäaikainen keskiarvo. Vuoden 2006 huippuarvosta levämäärät ovat pienentyneet, joskin vuosina 2010 ja 2011 suuntaus kääntyi taas nousevaksi (taulukko 5.4).

Tarkkailujaksolla 2007–2011 Skatanselältä on lajistotietoja ainoastaan vuosilta 2008 ja 2011 (kuva 5.4). Skatanselän lajistorakenne muistuttaa selkeämmin avoimemman merialueen lajistoa kuin esimerkiksi Vartiokylänlahden lajistoa, sillä alue on melko avointa sisäsaaristoaluetta. Kevätkukinta oli vuonna 2008 hyvin voimakas, koostuen panssarisiimalevistä, lähinnä *Scrippsiella malmogien-se/Woloszynskia halophila* -lajista. Sinilevien määrä jäi viileästä kesästä 2008 johtuen pieneksi, mutta *Heterocapsa triquetra* -panssarisiimalevä taas puolestaan esiintyi kesän aikana runsaana. Vuonna 2011 kevätkukinnan lajistossa oli piileviä runsaammin kuin panssarisiimaleviä, runsaimpana *Achnanthes taeniata* -piilevä. Skatanselän lajistoon ei kuulu yhtä paljon viherleviä, pienisoluisia sinileväkoloniloita ja pieniä kiekkomaisia piileviä kuin mitä lahtialueiden lajistoon.



Kuva 5.4. Skatanselän kasviplanktonin määrä (a-klorofylli, mg/m^3) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m^3) vuosina 2007–2011. Kvantitatiivisia biomassanlaskentatuloksia on vain vuosilta 2008 ja 2011.



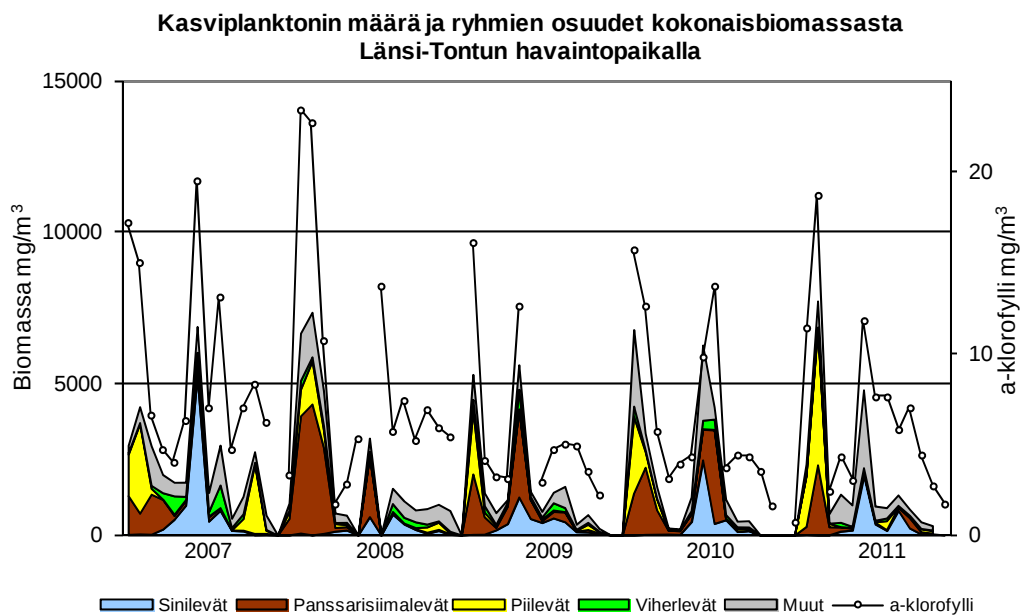
Kuva 5.5. Vanhankaupunginselän (4), Vartiokylänlahden (25), Laajalahden (87) ja Skatanselän (111) heinä-syyskuun a-klorofyllipitoisuuksien keskiarvot vuodesta 1995 vuosikohtaisina keskiarvotuloksina.

Vanhankaupunginselän ja Laajalahden 1970- ja 1980-lukujen levämäärät (a-klorofyllimäärät) olivat huomattavasti korkeampia kuin mitä 1990-luvulla. Levämäärät (a-klorofyllin keskiarvot) 1990-luvulta nykypäivään vaihtelivat eri vuosien välillä varsin paljon kaikilla lahtialueilla (kuva 5.5). Vuosittainen vaihtelu Vanhankaupunginselällä, Vartiokylänlahdella, Laajalahdella ja Skatanselällä noudattaa samaa trendiä, vaikka rehevyys on eri lahdilla hyvin eri tasoilla. Vuosi 2011 oli Helsingin lahtialueilla tarkkailujakson 2007–2011 rehevin vuosi.

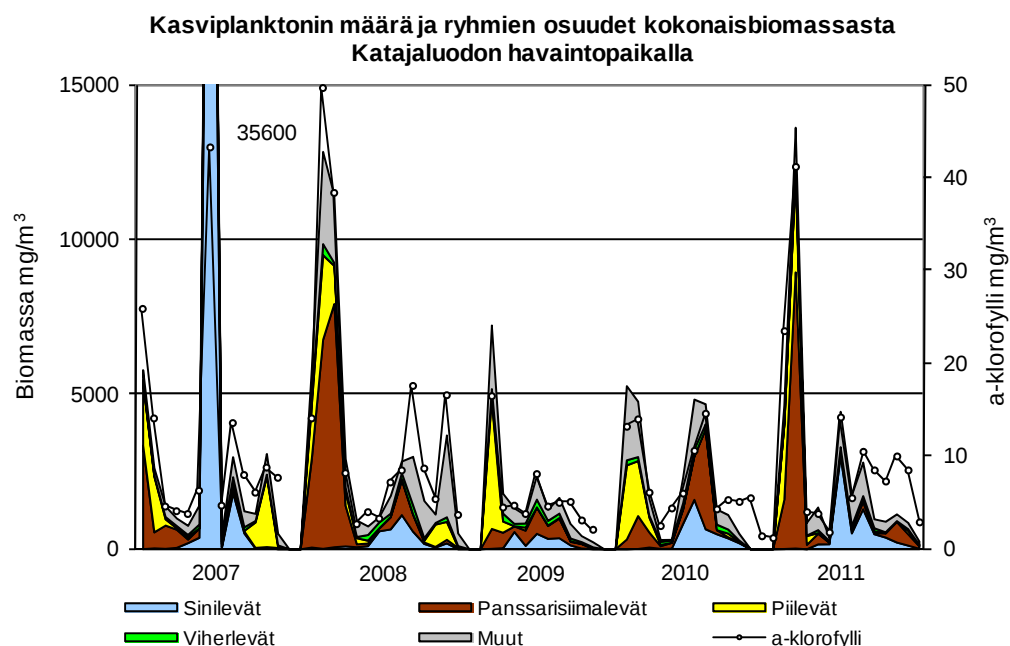
Helsingin edusta, ulkosaaristo

Helsingin puhdistettuja jätevesiä alettiin johtaa tunnelia pitkin Katajaluodolle vuonna 1986. Katajaluodon havaintopiste sijaitsee purkutunnelin lounaispuolella. Yleinen virtaussuunta Suomenlahden pohjoisrannalla on idästä länteen ja täten purkutunnelin puhdistettujen jätevesien ei oleteta ajautuvan suuremmissa määrin idemmässä sijaitsevalle Länsi-Tontun alueelle. Länsi-Tontun havaintopistettä käytetään vertailualueena Katajaluodon (Helsingissä) ja Knaperskärin (Espoossa) tuloksille.

Ulkosaariston lajistokehitys eteni tarkkailuvuosina totutun vuosisyklin mukaisesti. Länsi-Tontun (kuva 5.6) ja Katajaluodon (kuva 5.7) kevätkukinta ajoittui pääsääntöisesti huhtikuun loppupuolelle. Valtalajeina olivat panssarisiimalevä *Scrippsiella malmogiense/Woloszynskia halophila* sekä piilevät *Thalassiosira baltica*, *Skeletonema costatum*, *Achnanthes taeniata* ja *Chaetoceros* spp. Piilevien osuus vuosien 2007–2011 kevätkukinnoissa Helsingin edustalla oli edellisiä vuosia suurempi. Sinilevät runsastuivat ulkosaaristossa kesä-heinäkuussa. Aluksi levät olivat lähinnä viileämpää vettä suosivia *Aphanizomenon*-lajeja, mutta veden lämmetessä runsastuivat myös *Anabaena*- ja *Nodularia*-lajit. Ajoittain ulkosaaristossa liikkui virtausten mukana myös sinilevien pintalauttoja. Panssarisiimalevä *Heterocapsa triquetra* esiintyi heinä-elokuun aikana ajoittain runsaana.

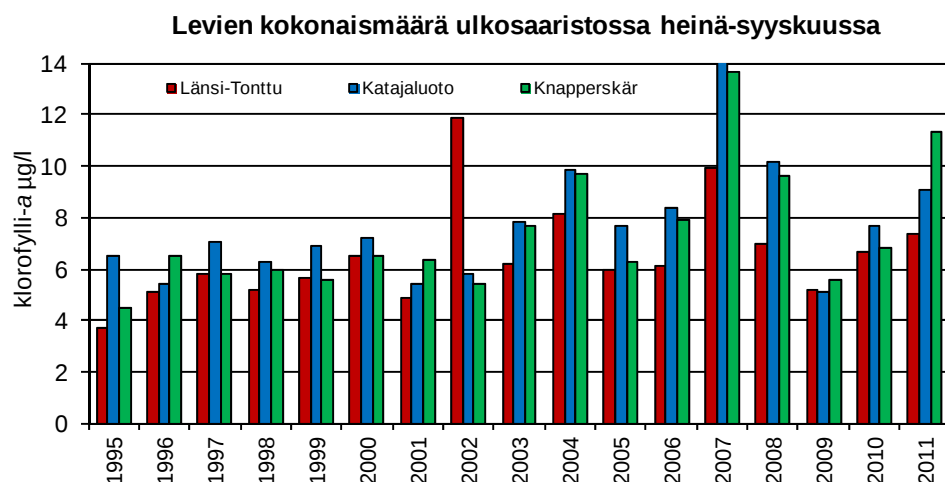


Kuva 5.6. Länsi-Tontun kasviplanktonin määrä (a-klorofylli, mg/m³) ja kasviplanktoniryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m³) vuosina 2007–2011.



Kuva 5.7. Katajaluodon kasviplanktonin määrä (a-klorofylli, mg/m^3) ja kasviplankton-ryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m^3) vuosina 2007–2011.

Vuodesta 1995 klorofylli-a:n määrät ovat olleet lievässä kasvussa, johtuen pääosin vuosien 2004, 2007, 2008 ja 2011 korkeista pitoisuuksista. Vuosijaksolla 2007–2011 ulkosaariston kokonaislevämäärissä (a-klorofylli) ei ole havaittavissa selvää suuntausta (taulukot 5.3 ja 5.4 sekä kuva 5.8). Vuonna 2007 levämäärät olivat suurimmat ja vuonna 2009 pienimmät. Katajaluodon ja Knaperskärin levämäärät ovat olleet miltei poikkeuksetta Länsi-Tontun vastaavia määriä korkeammat.



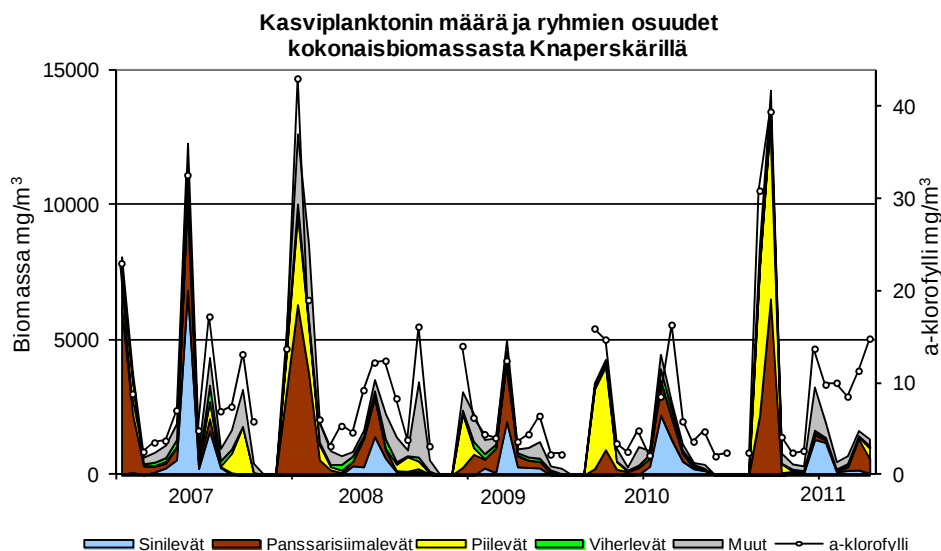
Kuva 5.8. Länsi-Tontun (114), Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) heinä-syyskuun a-klorofyllipitoisuuksien keskiarvot vuodesta 1995 lähtien.

Espoon edusta

Espoon merialueelta Knaperskäristä (147) on kattavia kasviplanktontuloksia vuosilta 2007–2011. Tuloksissa on sekä a-klorofylli- että biomassatuloksia (taulukot 5.3 ja 5.4). Kattavia a-klorofyllituloksia on myös Kytön väylältä (57), Ryssjeholmsfjärdeniltä (117) ja Berggrundilta (148). Lisäksi Bodönselältä (107) Espoonlahdelta (118) ja Knaperskäriltä (156) on muutamia a-klorofyllituloksia joiltakin vuosilta.

Suomenojan jätevedenpuhdistamon jätevesipurkutunneli laskee puhdistetut jätevetensä Gåsgrundetin saaren itäpuolelle, joka on lähellä Knaperskärin (147) havaintopaikkaa. Knaperskärin alue muistuttaa vuotuisen lajistossukcession osalta hyvin paljon Helsingin edustan ulkosaaristopisteitä (kuva 5.9). Kevätkukinta ajoittui myös Espoon edustalla pääsääntöisesti huhtikuun loppupuolelle. Valtalajeina olivat paitsi panssarisiimalevä *Scrippsiella malmogiense/Woloszynskia halophila*, myös runsastuvissa määrin piilevät *Thalassiosira baltica*, *Skeletonema costatum*, *Achnanthes taeniata* ja *Chaetoceros* spp. Piilevien osuus on vuosien 2007–2011 kevätkukinnoissa oli myös Espoon edustalla edellisiä vuosia suurempi. Sinilevät runsastuivat ulkosaaristossa kesä-heinäkuussa. Aluksi sinilevät olivat suurelta osin viileämpää vettä suosivia *Aphanizomenon*-lajeja, mutta veden lämmetessä runsastuivat myös *Anabaena*- ja *Nodularia*-lajit. Ajoittain Espoon ulkosaaristossa liikkui Helsingin edustan tapaan myös sinilevien pintalauttoja. Myös panssarisiimalevä *Heterocapsa triquetra* esiintyi heinä-elokuun aikana ajoittain runsaana.

Espoonlahdella ja Ryssjeholmsfjärdenillä ajanjakson 2007 ja 2011 rehevin vuosi oli 2010 (taulukko 5.4). Tällöin kesä oli lämmin ja lämpötila lahtialueilla kohosi ennätysmäisen korkeaksi. Ulompana Knaperskärillä ja Kytön väylällä kasvukausi 2007 oli ajanjakson rehevin, 2009 vähiten rehevin (kuva 5.8). Knaperskär oli Kattajaluodon tavoin rehevämpi kuin vertailualueena toimiva Länsi-Tonttu. Tämän ei voida kuitenkaan sanoa johtuvan yksinomaan jätevesien johtamisesta alueelle, sillä Knaperskärin alue on myös ollut Länsi-Tontun aluetta rehevämpi jo 70–80-luvuilla, jolloin jätevesiä ei alueille johdettu.



Kuva 5.9. Knaperskärin (147) kasviplanktonin määrä (a-klorofylli, mg/m³) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m³) vuosina 2007–2011.

5.2 Perustuotantokyky

Sekä kasviplanktonin perustuotanto- että perustuotantokykymittauksia käytetään avuksi arvioitaessa vesistön rehevöitymistä. Kasviplanktonin perustuotannolla tarkoitetaan veteen liunneen epäorgaanisen hiilen sitoutumista leväsoluihin orgaanisiksi hiiliyhdisteiksi fotosynteesin välityksellä. Veden perustuotantokykymitausten avulla arvioidaan hiilen yhteyttämisen tehokkuutta vakioituissa olosuhteissa laboratoriossa. Perustuotantokyvyn mittausta käytetään luonnonolosuhteissa mitatun perustuotannon (perustuotanto *'in situ'*) asemasta sen helppouden ja vähäisempien kustannusten vuoksi. Mittauksissa käytetään radiohiilimenetelmää, jossa vesinäytteeseen lisätään tunnettu määrä radioaktiivisella hiilen isotoopilla ^{14}C merkittyä bikarbonaattiliuosta ja näytteessä olevien leväsolujen annetaan kasvaa haluttu aika vakiovalaistuksessa ja -lämpötilassa. Menetelmä mittaa likimain hiilen nettoassimilaatiota. Tällöin oletetaan, että kun valaistus ja lämpötila on vakioitu, nettoassimilaation intensiteetti on riippuvainen tutkittavassa näytteessä olevien levien määrästä ja käytettävissä olevista ravinteista.

5.2.1 Aineisto ja menetelmät

Helsingin ja Espoon edustan merialueella kasviplanktonin perustuotantoa ja/tai perustuotantokykyä on mitattu 1960-luvun lopulta lähtien varsin kattavasti. Lahti-alueiden ja sisäsaariston perustuotanto/perustuotantokyky-mittauksia tehtiin 70-luvulta lähtien kaikilla tarkkailualueen lahdilla. Jätevesien johtaminen keskittyi tuolloin lahtialueille. Puhdistamojen keskittymisen ja jätevesien purkuputkien rakentamisen jälkeen tarkkailu painopistettä on siirretty ulkosaaristoon. Samalla havaintopaikkaverkosto myös perustuotannon osalta on supistunut. Ulkosaaristossa perustuotanto/perustuotantokykymittauksia tehtiin 70-luvulta lähtien vuosittain vuoteen 2005 saakka, jonka jälkeen mittauksia harvennettiin kolmen vuoden välein toistuviksi.

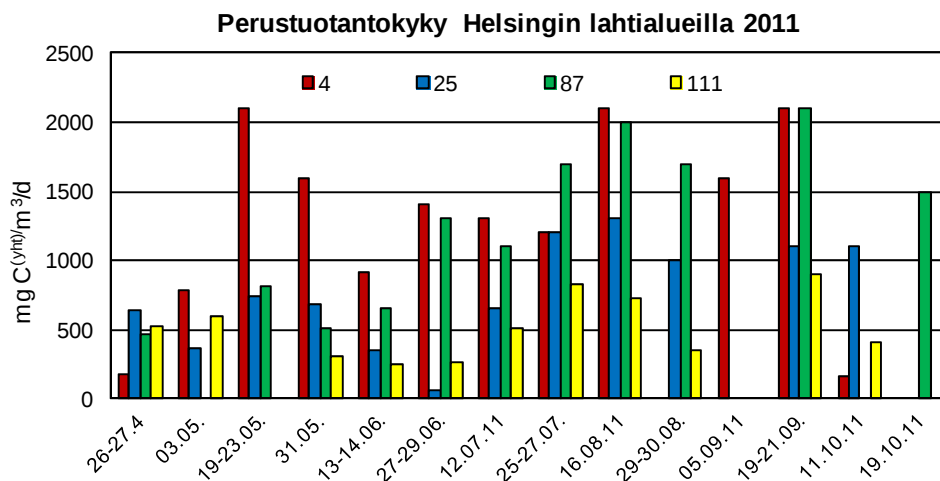
Viimeisten viiden vuoden aikana kasviplanktonin perustuotantokykynäytteitä otettiin vuosina 2008 ja 2011 yhteensä kolmelta lahdelta (Laajalahti 87, Vanhankaupunginselkä 4 ja Vartiokylänlahti 25) yhdeltä sisäsaariston havaintopaikalta (Skatanselkä 111) ja kolmelta ulkosaariston havaintopaikalta (Länsi-Tonttu 114, Katajaluodoto 125 ja Knaperskär 147). Näytteet otettiin avoveden aikaan (huhtilokakuu) noin kahden viikon välein. Näytteenotossa käytettiin LIMNOS-putkinoudinta (putki polykarbonaattia, teräspohjatulppa, pituus 2 m, tilavuus 0,65 l). Noutimella otettiin kokoomanäyte 0–2 ja 2–4 metrin vesipatsaasta. Poikkeuksena Vanhankaupunginselkä, josta näyte otettiin 0–2 metrin vesipatsaasta ja Laajalahti, josta näyte otettiin 0–3 metrin vesipatsaasta. Perustuotantokyvyn määrittystä varten kustakin näytteestä otettiin suppilon avulla kolme osanäytettä noin 100 ml lasipulloon (ns. happipullo). Kokoomanäytteestä määritettiin perustuotantokyvyn laskentaa varten myös epäorgaanisen hiilen pitoisuus (TIC).

Laboratoriossa yksi näytepullo kustakin sarjasta pimennettiin alumiinifoliolla ja näytepulloihin lisättiin merkkiainetta (1 ml natrium[^{14}C]bikarbonaattia, ominaisaktiivisuus noin 1 $\mu\text{Ci/ml}$). Merkkiaineen käyttöliuos valmistettiin Ympäristölaboratoriossa/Metropolilabissa laimentamalla käyttöaktiivisuuteen väkeväästä varastoliuoksesta ($\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$, Amersham Biosciences) ja säätämällä käyttöliuoksen bikarbonaattipitoisuus vastaamaan tutkimusalueen murtoveden epäorgaanisen hiilen pitoisuutta. Käytetyn erän aktiivisuus tarkistettiin vuosittain. Inkubointiaika laboratoriossa oli 24 tuntia, lämpötila 20 ± 2 °C, valaistus 5000 luksia. Inkubointiajan päätyttyä yhteyttäminen lopetettiin lisäämällä näytteisiin 1 ml neutraloitua forma-

liinia. Näytteet suodatettiin välittömästi kalvosuodattimelle (Sartoriuksen selluloosaanitraattisuodin, 0,45 µm). Suodattimien aktiivisuus mitattiin nestetuikemittauksella (LKB/Wallac 1215/16 Rackbeta, tuikelius LUMAGEL). Määrittelyssä ja tulosten laskennassa seurattiin standardimenetelmää (SFS 3049).

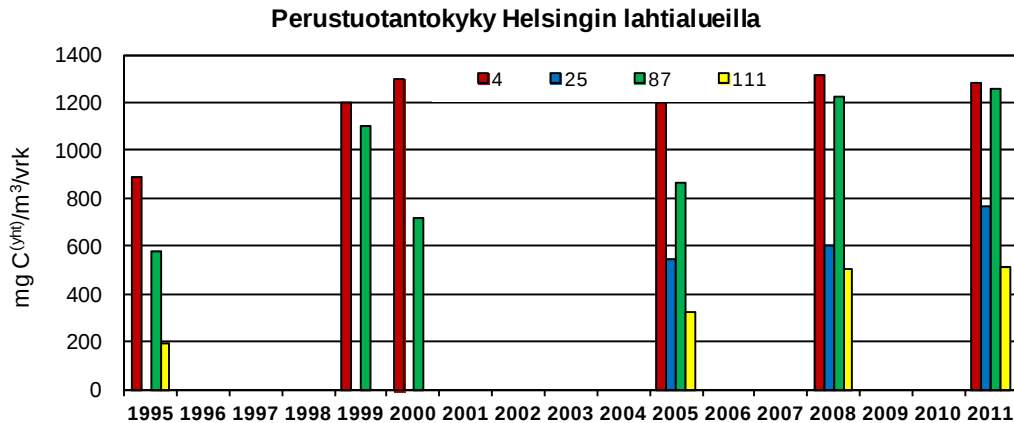
5.2.2 Tulokset

Perustuotantokykyä on mitattu Vanhankaupunginselällä (4), Laajalahdella (87), Vartiokylänlahdella (25) ja Skatanselällä (111) 1970-luvulta lähtien. Vanhoja perustuotantokykytuloksia selkeine kaaviokuvineen on esitelty esim. julkaisussa Helsingin ja Espoon merialueen velvoitetarkkailu vuosina 1987–1994 (Pesonen ym. 1995). Vanhankaupunginselän, Laajalahden, Vartiokylänlahden ja Skatanselän kasvukauden 2011 aikaiset perustuotantokykytulokset on esitetty kuvassa 5.10. Korkeimmat perustuotantokykytulokset mitattiin loppukesästä heinäsyyskuussa, jolloin sinilevien tuotanto oli voimakasta. Tällöin maksimiarvot olivat jopa 2100 mg C(yht)/m³/d. Perustuotantokykytulokset olivat Vanhankaupunginselällä korkeita myös toukokuussa kevätukinnan yhteydessä.



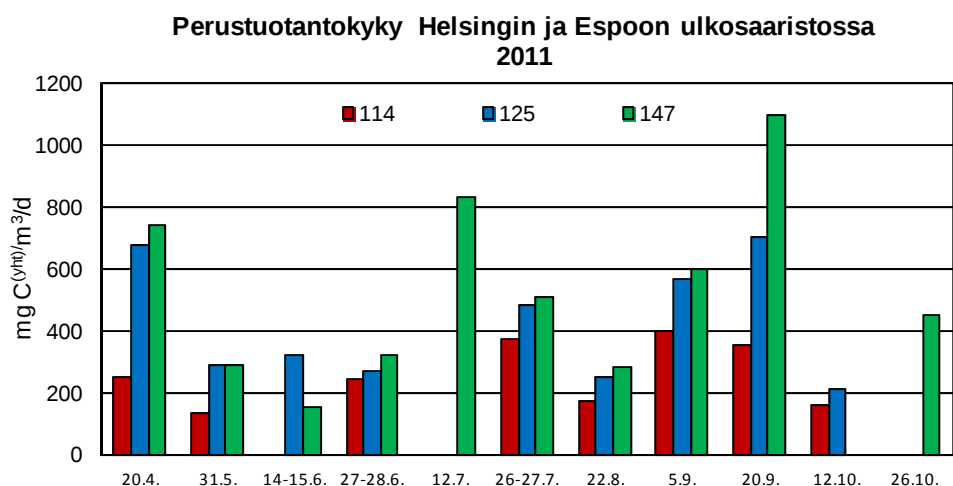
Kuva 5.10. Perustuotantokykytulokset Vanhankaupunginselällä (4), Vartiokylänlahdella (25), Laajalahdella (87) ja Skatanselällä (111) vuonna 2011.

Vanhankaupunginselkä on Laajalahden ohella ollut alueen rehevöitynein osa aivan tarkkailun alkua ajoista lähtien. Näiden alueiden rehevöityneisyys on vähentynyt, koska puhdistamot eivät enää johda jätevesiään suoraan lahtiin. Lahdet kuitenkin pysyvät melko rehevöityneinä sisäisen ravinnekuormituksen ja niihin laskevien jokien sekä purojen valuma-alueilta tulevan kuormituksen johdosta.



Kuva 5.11. Kasviplanktonin perustuotantokyky 1995–2011 kasvukausien keskiarvona ilmoitettuna ($\text{mg C(yht)/m}^3/\text{d}$) Vanhankaupunginselällä (4), Laajalahdella (87), Vartiokylänlahdella (25) ja Skatanselällä (111).

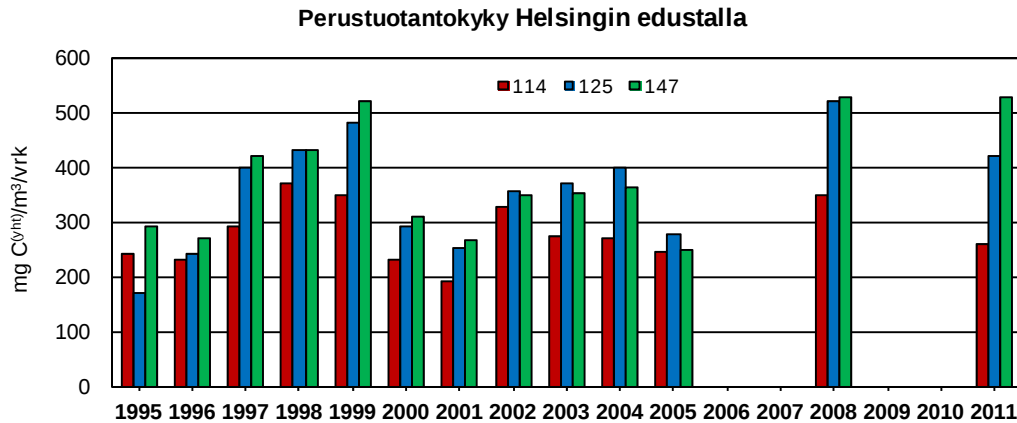
Perustuotantoa/perustuotantokykyä on mitattu Helsingissä Länsi-Tontulla (114) ja Katajaluodolla (125) sekä Espoossa Knaperskärillä (147) 70-luvulta lähtien. Vanhoja perustuotantokytuloksia näiltä havaintoalueilta on esitelty selkein kuvin esim. julkaisussa Helsingin ja Espoon merialueen velvoitetarkkailu vuosina 1987–1994 (Pesonen ym. 1995). Länsi-Tontun (114), Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) vuoden 2011 perustuotantokytulokset on esitetty kuvassa 5.12. Planktontuotannossa havaittiin kevätmaksimi huhtikuussa. Havaintopaikoilla oli veden lämmentyä havaittavissa useita tuotantohuippuja, mutta tuotantomaksimi saavutettiin vasta syyskuussa. Perustuotantokyky oli suurin Knaperskärissä syyskuussa, jolloin se kohosi jopa $1100 \text{ mg C(yht)/m}^3/\text{d}$:ssa. Ulkosaaristossa kevätkukinta on mitä todennäköisimmin ajoittunut ajalle ennen mittausten tekoa.



Kuva 5.12. Perustuotantokytulokset Länsi-Tontulla (114), Katajaluodolla (125) ja Knaperskärillä (147) vuonna 2011.

Helsingin ja Espoon ulkosaariston alueella tapahtui 1970-luvulla selvää rehevöitymistä. 1980-luvulla perustuotantokyky pysyi suhteellisen muuttumattomana sillä korkealla tasolla, minkä se saavutti 1970-luvun aikana. Vuoden 1994 jälkeen perustuotantokyvyn taso ulkosaaristossa alkoi uudelleen kasvaa ja arvot nousivat

tasaisesti vuoteen 1999 asti (Kuva 5.13). 2000-luvun alkupuolella perustuotantokyky jonkin verran väheni, mutta taas 2008 ja 2011 purkualueiden perustuotantokyky oli hyvin suurta.



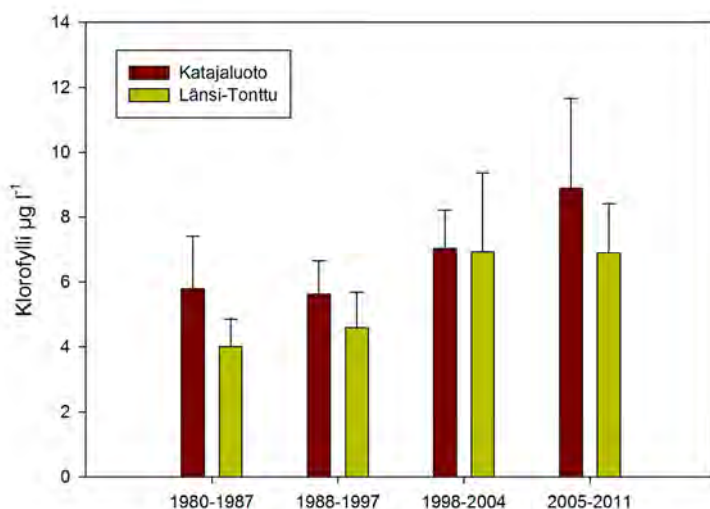
Kuva 5.13. Kasviplanktonin perustuotantokyky 1995–2011 kasvukausien keskiarvona ilmoitettuna ($\text{mg C(yht)/m}^3/\text{d}$) Länsi-Tontulla (114), Katajaluodolla (125) ja Knaperskärillä (147).

5.3 Tulosten tarkastelua

5.3.1 Pitkän aikavälin muutokset leväbiomassassa ja perustuotannossa

Mitattuna klorofylli-a:n määränä ja perustuotannon suuruutena Katajaluoto on Länsi-Tonttua rehevöityneempi alue. Alueiden ja ajanjakojen välisiä eroja on tarkasteltu samaan tapaan kuin pitkän ajan muutoksia ravinteiden pitoisuuksissa (kappale 4.2.5). Tilastollisten testien tulokset ovat esitetty liitteessä 2.

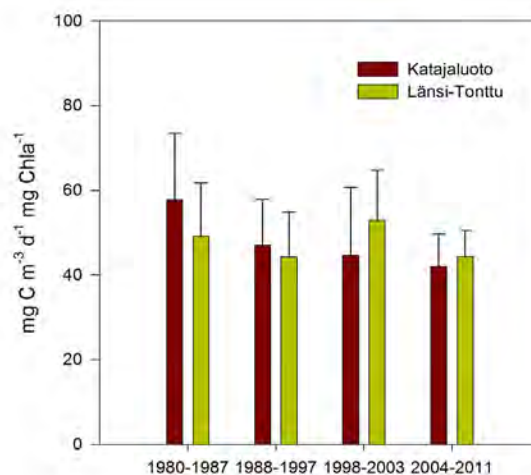
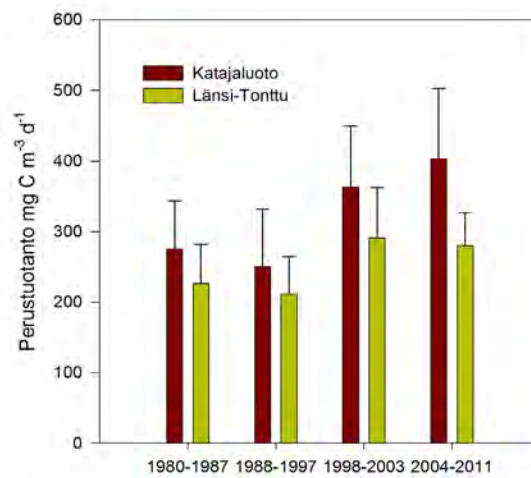
Alueiden klorofyllipitoisuuksissa on tilastollisesti merkitsevä ero, ja pitoisuuksissa ajan suhteen kasvavat trendit. Vuosien 2005–2011 jaksolla Katajaluodon ja Länsi-Tontun a-klorofyllipitoisuuksien vuosikeskiarvojen ero on samaa suuruusluokkaa ennen jätevesien laskemisen aloittamista ulkosaaristoon (1980–87) (kuva 5.14). Muutokset levien kokonaismäärässä eivät selity pelkästään jätevesien johtamisella ja siinä tapahtuneilla muutoksilla. Kesäajan levien määrään vaikuttaa jätevesien johtamista enemmän Suomenlahden yleinen rehevöityminen.



Kuva 5.14. Veden *a*-klorofyllipitoisuuden kesäaikainen keskiarvo (heinä-syyskuu) Katajaluodolla (125) ja Länsi-Tontulla (114) ennen jätevesien laskemista ulkosaaristoon (1980–87) sekä sen jälkeen (1988–97) ja typenpoiston alettua (1998–2004) sekä sen tehostuttua (2005–2011).

Sen jälkeen, kun jätevesiä on alettu johtaa Katajaluodolle, on perustuotantokyky kasvanut sekä purkualueella että vertailualueella (kuva 5.15). Alueiden välillä on tilastollisesti merkitsevä ero, mutta erot ovat kehittyneet samankaltaisesti 1980-luvulta vuoteen 2011, kasvaen Katajaluodolla hieman nopeammin ajanjaksolla 2004–2011. Tämä ero ei kuitenkaan ole merkitsevä, kun otetaan huomioon aineistossa esiintyvä suurehko vaihtelu. Kun perustuotantokyky suhteutetaan klorofyllin määrään, ei alueiden eikä ajanjaksojen välillä ole eroja.

Katajaluodon perustuotanto on siis suurempaa johtuen suuremmasta leväbiomassasta eikä siitä, että ravinteiden lisä kiihdyttäisi levien tuotantoa. Tästä johtuen purkualueen lähistöllä ei havaita jätevesien johtamisen aiheuttaneen perustuotannon merkitsevää kasvua, koska myös klorofyllipitoisuudet ovat jo aikaisemmin olleet korkeammat Katajaluodolla kuin Länsi-Tontulla. Katajaluodon alue on Länsi-Tontun aluetta luonnollisesti rehevöityneempi. Itämeren yleisen rehevöitymisen takia jätevesien vaikutusta ei pystytä eristämään tuloksista, vaikka tästä aineistossa onkin viitteitä. Yksi syy tähän saattaa olla Katajaluodon havaintoaseman liian etäinen sijainti purkuaukosta, sekä näytepisteen staattinen luonne. Jätevesien leviämisen kartoituksen yhteydessä havaittiin esimerkiksi nitraattitypen suhteen selkeät, mutta erittäin paikalliset, vaikutukset purkuaukon läheisyydessä (Lindfors ym. 2009). Jätevesien vaikutusten selvittämiseksi olisikin mielekkäämpää tarkkailla tämän nitraattilisän kohtaloa pintavedessä purkualueen lähistöllä ja miten tämä ravinnelisiä leviää sen jälkeen kun se on assimiloitu leväbiomassaan.



Kuva 5.15. Perustuotantokyvyn kasvukauden keskiarvot ($\text{mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$) Katajaluodolla (125) ja Länsi-Tontulla (114) ennen jätevesien laskemista ulkosaaristoon (1980–87) sekä sen jälkeen (1988–97) ja typenpoiston alettua (1998–2003) sekä sen tehostuttua (2004–11). Perustuotantokiky suhteutettuna klorofyllin määrään.

5.3.2 Pitkän aikavälin muutokset leväyhteisön koostumuksessa

Aineisto on seuraavassa tarkastelussa jaettu neljään pääasialliseen leväryhmään, syanobakteereihin, piileviin, panssarisiimaleviin ja viherleviin. Nämä ryhmät ovat toiminnallisesti erilaisia. Syanobakteerit esiintyvät pääosin lämpiminä vuodenaikoina, monet niistä kykenevät sitomaan ilmakehästä veteen liuennutta kaasumaista typpeä kasvunsa tarpeisiin, ollen täten riippumattomia veden liuen-

neesta epäorgaanisista typpiyhdisteistä. Sinilevät kuitenkin kasvavat usein hitaasti.

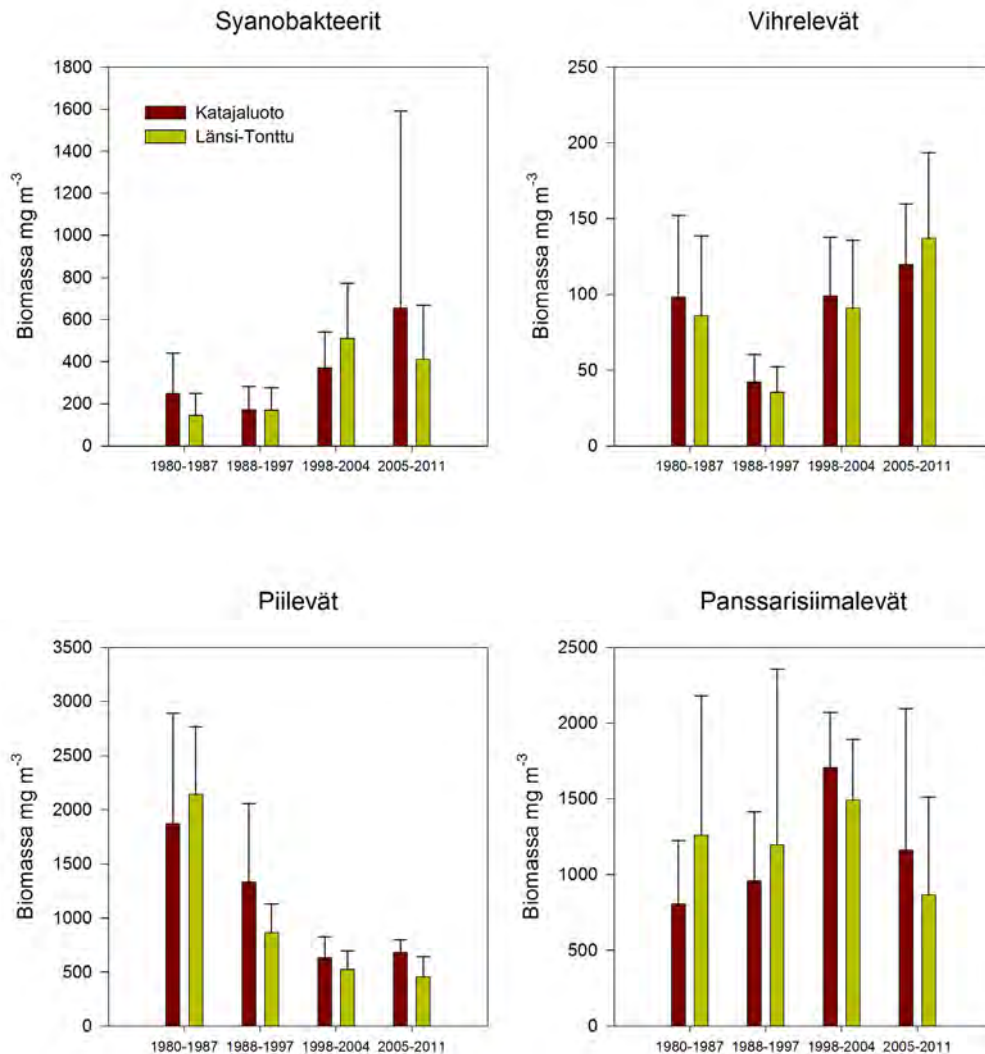
Piilevät ovat nopean kasvunopeuden omaava ryhmä joka pääosin esiintyy kevät-aikaan ja viileämmissä vesissä (poikkeuksiakin on). Piilevien tuotanto ja kasvu on Itämerellä kevät aikaan useimmiten typen rajoittamaa ja piilevät vaativat hyvin sekoittuvan vesipatsaan pystyäkseen kasvamaan tehokkaasti.

Panssarsiimalevät ovat erittäin monimuotoinen eliöryhmä, esiintyen niin kylmissä kuin lämpimissä oloissa. Ne pystyvät täydentämään ravinteiden tarvettaan syömällä esim. partikkeleita vedessä, jolloin ne myös ovat osittain riippumattomia veden liuenneista ravinnevarannoista. Panssarsiimalevät vaativat toisin usein kerrostuneen vesipatsaan kasvaakseen tehokkaasti. Viherlevät ovat yleisesti rehevöityneissä oloissa viihtyviä leviä.

Katajaluodon sekä Länsi-Tontun alueella piilevien määrä on vähentynyt samaan aikaan kun panssarsiimalevien ja syanobakteerien määrä on lisääntynyt vuodesta 1980 (kuva 5.16). Kehitystrendi on ollut samanlainen koko Suomenlahden alueella (esim. Wasmund ja Uhlig 2003, Suikkanen ym. 2007) ja saattaa johtua monimutkaisista systeemitasen muutoksista. Helsingin edustalla tämä kehitys on viime vuosina piilevien osalta pysähtynyt ja panssarsiimalevien osalta jopa kääntynyt laskuun.

Aineistossa esiintyvä vaihtelu on kuitenkin hyvin suurta, mikä vaikeuttaa sen tarkastelua. Katajaluodon asemalla on havaittavissa merkitsevä panssarsiimalevien biomassan kasvu vuodesta 1980, mutta sitä ei havaita Länsi-Tontulla. Vertailtaessa alueiden välisiä eroja koko aineistolla, ei alueiden välillä kuitenkaan havaita eroa panssarsiimalevien biomassoissa. Piilevien määrä on laskenut merkitsevästi, kun taas alueiden välillä ei havaita eroja piilevien määrissä. Syanobakteerien suhteen biomassan kasvu ajassa on merkitsevä, mutta alueiden välillä ei havaita eroa. Viherlevien määrä on kasvanut merkitsevästi, kuten on todettu myös muualla (Suikkanen ym. 2007), eikä alueiden välillä havaita eroa.

Leväyhteisön muutoksia ohjaavat laajemman mittakaavan prosessit, jotka ovat seurausta Itämeren ja sen valuma-alueen laajuisista muutoksista. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että jätevesien johtamisella ei olisi vaikutusta merialueeseen, vaan sitä että jätevesien vaikutusta ei pystytä luotettavasti eristämään käytettävissä olevasta levien biomassasta ja perustuotantoaineistosta, eikä havaitsemaan nykyisen kaltaisella näytteenotto-ohjelmalla.



Kuva 5.16. Neljän leväryhmän biomassan kuukausikeskiarvoista lasketut vuosikeskiarvot Katajaluodolla (125) ja Länsi-Tontulla (114). Ajanjaksoina käytetään aikaa ennen jätevesien laskemista ulkosaaristoon (1980–87) aikaa heti sen jälkeen (1988–97) aikaa typenpoiston alettua (1998–2004) sekä typenpoiston tehostuttua (2005–11).

5.3.3 Klorofylli-a:n suhde ravinteisiin ja levien ravinne-rajoittuneisuudesta

Klorofylli-a toimii suureena, joka kuvastaa leväbiomassan määrää vedessä. Klorofyllin määrään vedessä ja kasviplankton solun sisällä vaikuttavat monet tekijät. Tarkasteltaessa ravinteiden suhdetta leväbiomassan määrään pitkällä aikavälillä, tulee myös tiedostaa seuraavat seikat:

- I. levät sitovat ravinteita soluihinsa tietyissä suhteissa toisiinsa (joka vaihtelee myös suuresti levän fysiologisen tilan mukaan) täten ravinteiden saatavuus (typen ja fosforin suhde) vaikuttaa siihen miten paljon joko typpeä tai fosforia leväsolu voi sitoa itseensä
- II. Levien kyky sitoa fosforia yli hetkellisten tarpeen on suurempi kuin niiden kyky sitoa typpeä yli hetkellisen tarpeen
- III. Eri leväryhmät käyttävät ja tarvitsevat pääravinteita hyvinkin eri suhteissa, esimerkiksi typpeä sitovat syanobakteerit ovat täysin liuennees-

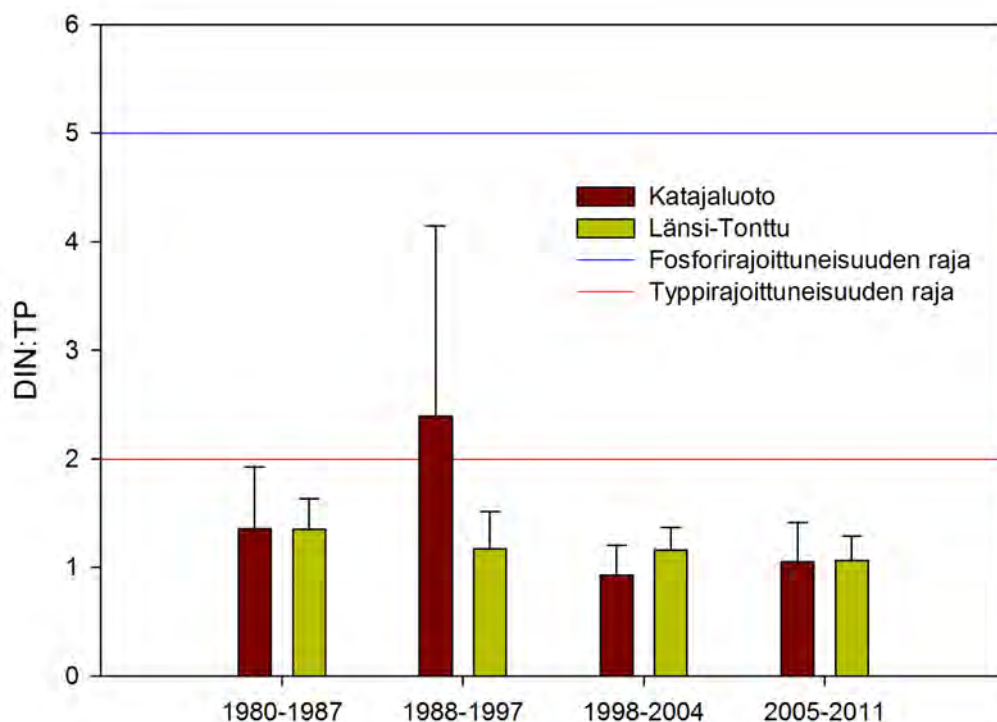
- ta tyyppistä riippumattomia niiden sitoessa ilmakehän kaasumaista tyyppiä käyttöönsä
- IV. Ravinteiden ylösotto ja levätuotannon kiihtyminen tai kasvun nopeutuminen eivät ole suoraan kytköksissä. Solut saattavat ottaa ravinteita vedestä, ja lisätä kasvuaan vasta päivän tai kahden päästä jolloin ne ovat jo liikkuneet kauaskin paikalta josta ravinteet otettiin.

Näistä seikoista johtuen suoraviivaisten yhteyksien vetäminen paikallisten ravinnepitoisuuksien muutosten hyvin dynaamisessa meriympäristössä ja levämäärien välillä ei ole mielekasta, vaan tuloksia tulee tarkastella pitäen mielessä ilmiön biologinen ja fysikaalinen tausta.

Katajaluodon alueella *a*-klorofyllin kasvukauden (huhtikuu-lokakuu) vuosikeskiarvo on kasvanut vuodesta 1980, vaikkakin aineiston hajonta on suurta. Vastaavasti Länsi-Tontun alueella klorofyllin määrät ovat myös kasvaneet, joskin ne ovat tasoittuneet kahden viimeisen ajanjakson aikana (kuva 5.14). Tilastollisesti tarkasteltuna klorofyllin määrässä on merkitsevät erot niin näytepisteiden kuin vuosienkin välillä, osoittaen mahdollisesti jätevesien vaikutusta levämääriin eli siellä missä tyypipäästöt ovat suuremmat, myös levämäärät ovat suurempia. Toisaalta aineistosta huomataan hyvin mielenkiintoinen piirre, typen määrät ovat kauttaaltaan laskeneet, sekä purkualueella että kontrollialueella, ja kuitenkin levämäärät ovat kasvaneet. Täten tarkasteltaessa typpiravinteiden ja levämäärien yhteyttä huomataan merkitsevä negatiivinen regressio joka selittää jopa 40 % aineistossa havaitusta vaihtelusta. Tämän tulokinnan mukaan typpiravinteiden vähentäminen kasvattaa levämääriä.

Tämä tulos ei ole yksinkertaisesti biologisesti selitettävissä ja sen taustalla on useita monimutkaisia biologisia ja fysikaalis-kemiallisia prosesseja. Yhtenä selityksenä voidaan kuitenkin esittää levien yleinen ravinnerajoittuneisuus ja sen aiheuttama yhteisörakenteen muutos. Levien ravinnerajoittuneisuutta tutkitaan pääosin ravinnelisyyskokein joista mitataan leväbiomassan tai levätuotannon vaste tiettyyn ravinnelisyyskombinaatioon. Näistä kokeista voidaan sitten päätellä mikä pääravinteista rajoittaa levien kasvua tai tuotantoa. Seuranta-aineistojen tulokinnan helpottamiseksi on vastikään julkaistu tutkimus joka mahdollistaa ravinnerajoittuneisuuden arvioinnin ilman koejärjestelyitä (Ptacknic ym. 2010). Menetelmä pystyi kuvaamaan noin 80 % vaihtelusta käytetyssä aineistossa, menetelmää ei kuitenkaan vielä ole todennettu rannikonläheisille asemille (tutkimuksessa on muun aineiston ohella käytetty aineistoa joka on kerätty Länsi-Tontun asemalta). Tutkimuksessa todettiin liuenneen typen ja kokonaisfosforin suhteen (DIN:TP) kuvaavan hyvin levien ravinnerajoittuneisuutta. Kun tämä suhde on alle 2:1 (mol:mol), on leväyhteisö pääosin typen rajoittamaa, kun suhde on 2:1 ja 5:1 välillä on yhteisö sekä typen että fosforin rajoittama ja suhteen ollessa yli 5:1 on yhteisö pääosin fosforin rajoittama. Suomenlahden on todettu ravinnelisyyskokeissa levätuotannon suhteen olevan pääosin typen rajoittama (Tamminen ja Andersen 2007).

Kun kasvukauden (huhtikuu-lokakuu) vuosikeskiarvoille lasketaan DIN:TP suhde, nähdään että sekä Katajaluodon että Länsi-Tontun leväyhteisöt ovat pääosin typen rajoittamia (kuva 5.17). Alueiden välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, joskin vuosien välillä on. Tilastollisen mallin yhteisvaikutustermi on myös merkitsevä, mikä tarkoittaa että alueiden väliset erot ovat vuodesta riippuvaisia. Tarkasteltaessa aineistoa aikajaksoittain erikseen, huomataan että jätevesien johtamisen jälkeen typen rajoittuneisuus hellitti hieman Katajaluodolla ja leväyhteisö oli ennemmin typen ja fosforin yhteisesti rajoittama.



Kuva 5.17. Liukoisen typen ja kokonaisfosforin suhde Katajaluodon ja Länsi-tontun näyteasemilla. Suhteen keskiarvo on laskettu huhti-lokakuun havainnoista.

Tulokset viittaavat kuitenkin selkeästi typen rajoittavan leväbiomassaa ja sen tuotantoa. Tämä johtaa siihen että typen määrää vedessä tulisi pystyä käyttämään levämäärää ennustavana tekijänä, mutta kuten jo edellä todettiin, näin ei kuitenkaan ole. Tämä johtune siitä että leville käyttökelpoisten ravinteiden suhteet ovat muuttuneet (pintaveden lämpeneminen ja kerrostuneisuusolojen muutokset vaikuttavat myös ilmiöön) ja tämän myötä leväyhteisössä on tapahtunut selkeä muutos.

Piilevien määrä, joka on keväisin selkeästi typen rajoittama, on vähentynyt ja suuremmassa määrin fosforin saatavuuden säätelemien leväryhmien biomassat ovat kasvaneet (syanoobakteerit ja panssarisiimalevät; molemmat ryhmät kykenevät täydentämään ravinteiden saantiaan muilla lähteillä kuin liuenneilla ravinteilla). Samalla liuenneen fosforin määrä on huomattavasti kasvanut, johtuen sisäisestä kuormituksesta.

Lämpötilan harppauskerroksen alaisen (> 15 m) veden fosfaattifosfori pitoisuudet selittävätkin merkittävästi klorofyllipitoisuuksien vaihtelun. Klorofyllin vaihteluun vaikuttaa nykyisellään yhä enemmän syanoobakteerien ja panssarisiimalevien määrät, joka selittää fosforin vahvan selittävän vaikutuksen. Mutta koska piilevistä koostuva kevätkukinta on pääosin typen rajoittamaa, käytetään jokainen mereen lisätty typpitonni levätuotantoon, joka lisää pohjille vajoavan biomassan määrää. Tämä biomassa taas edelleen lisää vapautuvan fosforin määrää, ylläpitäen meren heikkoa tilaa. Tämä prosessi on kuvattu itseään ruokkivana noidankehänä (Vahtera ym. 2007).

Täten, vaikka jätevesien johtamisen vaikutusta ei suoraan pystytä Katajaluodon aseman biomassa- ja perustuotantotuloksista havaitsemaan, on jätevesien johtamisella mereen selkeä vaikutus levätuotantoon, koska leväyhteisö on kokonaisuudessaan typen rajoittamaa ja jätevedet ovat hyvin rikastuneita typen suhteen.

Puhdistettujen jätevesien tuoman typpikuorman merkitys korostuu koska ne nousevat purkutunnelista meren pohjalta hyvin tehokkaasti pintaveteen johtuen puhdistetun jäteveden ja meriveden tiheyden suuresta erosta (puhdistettu jätevesi on makeaa ja suhteellisen lämmintä verrattuna pohjalla olevaan meriveteen). Pintakerroksessa typen hukkaa systeemistä aiheuttavaa denitrifikaatiota ei esiinny lainkaan, täten on oletettavaa että typpikuorma assimiloidaan suurimmalta osin leväbiomassaan. Jätevesien suorat vaikutukset hukkuvat kuitenkin suurempaan taustavaihteluun.

5.4 Päähuomioita

Vanhankaupunginselkä ja Laajalahti ovat tarkkailualueen rehevöityneimpiä alueita Helsingissä ja Espoonlahti Espoossa. Lahtien rehevöitynyttä tilaa ylläpitävät sedimentin sisäinen kuormitus ja jokien sekä purojen kautta lahtiin tuleva valuma-alueiden kuormitus. Lahtialueella tarkkailujakson 2007–2011 vuonna 2011 esiintyi runsaimmin levää ja levätuotanto oli suurinta.

Ulkosaariston alueella levämäärissä ei ole vuosijaksolla 2007–2011 havaittavissa selvää suuntausta. Vuosi 2007 oli tarkkailujakson rehevin vuosi. Katajaluodon ja Knaperskärin alueet ovat rehevöityneempiä kuin Länsi-Tontun alue, mutta tilanne on ollut samansuuntainen jo ennen jätevesien johtamista Katajaluodon ja Länsi-Tontun alueille. Perustuotantokyky on kuitenkin lisääntynyt Katajaluodolla Länsi-Tontun aluetta nopeammin. Tämän eron voidaan katsoa ainakin osittain johtuvan puhdistettujen jätevesien paikallisesti rehevöittävästä vaikutuksesta, vaikka ilmiötä ei voida tilastollisesti aineistosta erottaa.

Pääasiallisista leväryhmistä syanobakteerit ja viherlevät ovat lisääntyneet ja piilevien määrä on laskenut sekä purku- että kontrollialueilla. Panssarisiimalevien määrä on kasvanut purkualueen lähistöllä ja ollut muuttumaton, mutta hyvin vaihteleva kontrollialueella. Suuren vaihtelun vuoksi alueiden välillä ei kuitenkaan havaita merkitsevää eroa. Sekä purku- että kontrollialueen leväyhteisöjen voidaan pääosin olettaa olevan typen rajoittamia. Koko Itämeren laajuiset systeemin muutokset ajavat leväyhteisön koostumuksen muutosta, mutta johtuen typpirajoituneisuudesta vaikuttaa jätevesien johtaminen merialueelle levätuotantoon, vaikka vaikutusta ei nykyisestä seuranta-aineistosta pystytä luotettavasti eristämään.

Kirjallisuus:

Autio, L., Munne, P., Muurinen, J., Pellikka, K., Pääkkönen, J-P., Räsänen, M. 2007: Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2002-2006. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15/2007. 110 s.

Finni, T., Kononen, K., Olsonen, R. ja Wallström, K. 2001: The history of cyanobacterial blooms in the Baltic Sea. *Ambio*, 30: 172–178.

Järvinen, M. 2011 (toim): Työohje Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät.
Päivitetty 23.9.2011. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=25750&lan=fi>

Kajaste, I. 2004: Vartiokylänlahden tila. Vartiokylänlahden veden laatu vuosina 2000–2001. -Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2004. 42 s.

Lindfors, A., Mykkänen, J., Huttunen, O. ja Kiirikki, M. 2009: Luode Consulting Oy Raportti Helsingin Kaupungin ympäristökeskukselle 6.2.2009 2009
Munne, P., Autio, L. 2005: Ravinteiden vapautuminen Laajalahden ja Seurasaa-
renselän sedimentistä. - Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja
2/2005. 41 s.

Pellikka, K., Räsänen, M., Viljamaa, H. 2007: Kasviplanktonin suhde ympäristö-
muuttujiin Helsingin ja Espoon merialueella vuosina 1969–2003. -Helsingin kau-
pungin ympäristökeskuksen julkaisuja 5/2007. 45 s.

Pesonen, L., Norha, T., Rinne, I., Viitasalo, I. ja Viljamaa, H. 1995: Helsingin ja
Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1987–1994. Helsingin kaupungin
ympäristökeskus. Moniste 1/1995. 143 s.

Ptácnik, R., T. Andersen ja Tamminen, T. 2010; Performance of the Redfield Ra-
tio and a Family of Nutrient Limitation Indicators as Thresholds for Phytoplankton
N vs. P limitation. *Ecosystems* 13: 1201–1214.

Suikkanen, S., Laamanen, M. ja Huttunen, M. 2007: Long-term changes in sum-
mer phytoplankton communities of the open northern Baltic Sea. *Estuarine,
Coastal and Shelf Science* 71(3-4):580-592.

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

Tikkanen, T. 1986: Kasviplanktonopas. - Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy. 278
s.

Vahtera, E., Conley, D.J., Gustafsson, B.G., Kuosa, H., Pitkänen, H., Savchuk,
O.P., Tamminen, T., Viitasalo, M., Voss, M., Wasmund, N. ja Wulff, F. 2007: In-
ternal Ecosystem Feedbacks Enhance Nitrogen-fixing Cyanobacteria Blooms and
Complicate Management in the Baltic Sea. *Ambio* 36(2): 186–197.

Wasmund, N. ja Uhlig, S. 2003: Phytoplankton trends in the Baltic Sea. *ICES
Journal of Marine Science*. 60: 177–186.

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 Helsingin ja Espoon pohjaeläimistön kehitystä erityisesti viimeisellä viiden vuoden jaksolla 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

Vuosilta 2007 ja 2008 on pohjaeläinnäytteitä nykyiseen tarkkailuohjelmaan kuuluvien havaintopaikkojen lisäksi viideltä rantaa lähellä olevalta alueelta (Vasikka-saari, Vartiokylänlahti, Laajalahti, Porsas ja Skatanselkä). Vuosi 2009 oli laajan pohjaeläintarkkailun vuosi, jolloin pohjaeläinnäytteitä otettiin 28 havaintopaikalta Helsingin ja Espoon edustalta. Vuosina 2010 ja 2011 pohjaeläinnäytteet otettiin syys–joulukuun välisenä aikana kahdeltatoista ohjelmanmukaiselta havaintopaikalta (kuva 6.1 ja taulukot 6.1 ja 6.2).

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

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

Eläimet nypittiin ja määritettiin pääasiassa lajitasolle, mutta harvasukasmatojen (Oligochaeta) ja surviaissääskien (Chironomidae) toukat määritettiin ryhmätasolle. Amerikanmonisukamatojen (*Marenzelleria* spp.) suku käsittää mahdollisesti kolme eri lajia (Sikorski ja Bick 2004), mutta lajintunnistusta ei ole viety lajitasolle. Poimittuja näytteitä säilytettiin vähintään kuukausi etanolissa ennen niiden punnitsemista. Ennen punnitusta eläimiä liotettiin hetki vedessä, jonka jälkeen ne ”kuivattiin” imupaperin päällä. Jokainen laji/ryhmä punnittiin erikseen kaikista nostoista.

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

Sukkulamatoja (Nematoda) ja levärupea (*Electra crustulenta*) ei laskettu yksilömääriin tai biomassaan, mutta niiden esiintyminen huomioitiin. Raakkuäyriäiset (Ostracoda) poimittiin ja niiden lukumäärä laskettiin, mutta niitä ei kuitenkaan punnittu. Raakkuäyriäisten määriä ei ole huomioitu pylväskuvissa, sillä niiden lukumäärien seuranta on aloitettu vasta vuonna 2007.

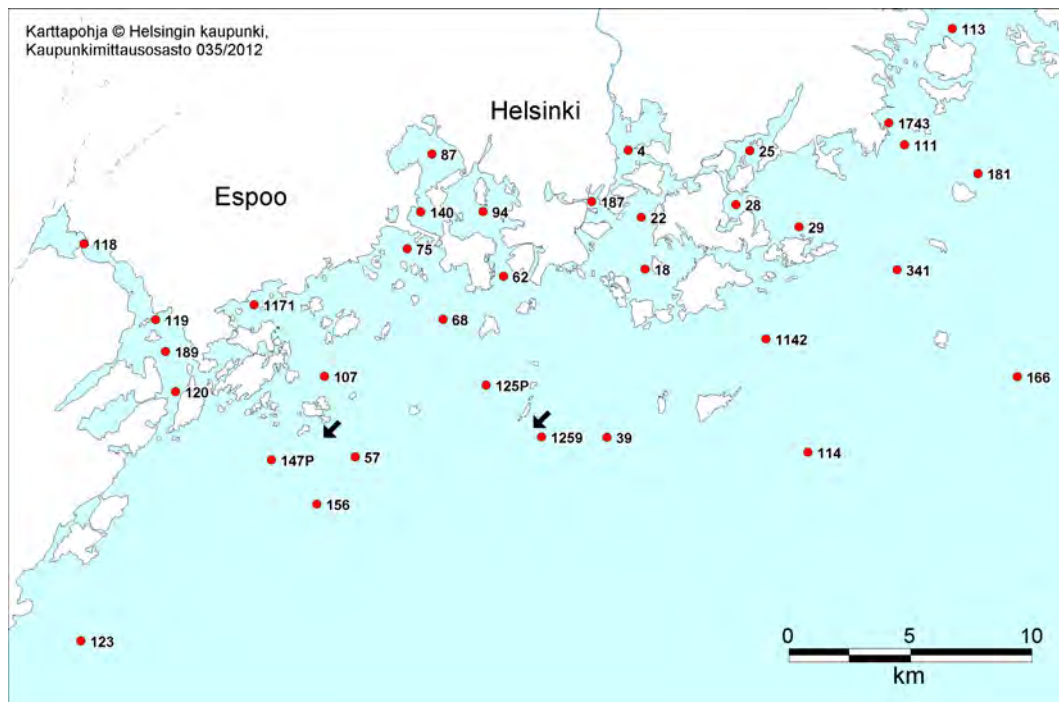
Tulokset siirrettiin, kuten aikaisempinakin vuosina, käsittelyä ja säilytystä varten Helsingin ympäristökeskuksen omaan Access-pohjaiseen tietokantasovellukseen.

Taulukko 6.1. Vuosien 2007–2011 kaikki pohjaeläinhavaintopaikat, vuodet ja päivämäärät, jolloin näytteitä on otettu.

Havaintopaikka	Nro	2007	2008	2009	2010	2011
Vanhankaupunginselkä	4	6.9.	29.8.	28.8.	17.9.	17.8.
Vasikkasaari	18	31.8.	12.9.	3.9.		
Nimismies	22			3.9.		
Vartiokylänlahti	25	4.9.	21.8.	17.9.		
Karpiselkä	28			29.9.		
Villasaarenselkä	29			17.9.		
Kytön väylä	57	11.10.	25.9.		30.9.	29.11.
Lauttasaarenselkä	62			23.9.		
Melkin selkä	68			8.12.		
Westendinselkä	75			23.9.		
Laajalahti	87	3.9.	19.8.	22.9.		
Porsas	94	3.9.	19.8.	21.9.		
Bodön selkä	107			30.9.		
Skatanselkä	111	24.9.	2.9.	25.9.		
Granö	113			28.9.		
Länsi-Tonttu	114			11.9.		
Espoonlahti	118	1.9.	14.9.	17.11.	1.11.	24.8.
Espoonlahti	119			17.11.		
Espoonlahti	120			17.11.		
Stora Mickelskären	123	11.10.	25.9.	1.10.	15.11.	22.12.
Katajaluoto	125	27.9.	18.9.		6.9.	29.11.
Lehtisaarenselkä	140			21.9.		
Knaperskär	147	11.10.	25.9.	1.10.	15.11.	12.12.
Knaperskär	156			1.10.		
Pentarn	166	5.10.	19.9.		9.9.	29.9.
Musta Hevonen	181	5.10.	2.9.		7.9.	22.11.
Sörnäisten satama	187			28.8.		
Björkfjärden	189	14.9.	1.9.		1.11.	24.8.
Itäinen ulkosaaristo	1142	5.10.	19.9.	11.9.	9.9.	29.9.
Ryssjeholmsfjärden	1171	14.9.	11.9.	30.9.	1.11.	26.9.
Katajaluoto	1259	27.9.	18.9.	5.8.	6.9.	29.11.
Uutela	1743			28.9.		
Västra Rödhallen	341			25.9.		

Taulukko 6.2. Helsingin ja Espoon pohjaeläinhavaintopaikat, niiden syvyys, pohjan laatu ja havaintopaikan sijainti vuosina 2007–2011.

Havaintopaikan nimi	Numero	Syvyys (m)	Pohjan laatu	Sijainti	
Vanhankaupunginselkä	4	2,5	lieju	60° 11' 45.126"	24° 59' 37.518"
Vasikkasaari	18P	13	lieju	60° 9' 16.806"	25° 0' 20.364"
Nimismies	22	12,5	lieju	60° 10' 15.374"	25° 0' 9.831"
Vartiokylänlahti	25	5	lieju	60° 11' 42.263"	25° 5' 1.951"
Karpiselkä	28	10	lieju	60° 10' 30.517"	25° 4' 23.264"
Villasaarenselkä	29	11,5	lieju	60° 9' 59.407"	25° 7' 10.206"
Kytön väylä	57	28	savi	60° 5' 47.611"	24° 48' 45.2"
Lauttasaarenselkä	62	10	lieju	60° 8' 59.501"	24° 54' 0.674"
Melkin selkä	68	16	sulfidilieju	60° 8' 3.399"	24° 51' 17.801"
Westendinselkä	75	7	savi+sora	60° 9' 38.006"	24° 49' 44.985"
Laajalahti	87	3,5	lieju	60° 11' 43.589"	24° 50' 54.351"
Porsas	94	9	lieju	60° 10' 26.129"	24° 53' 8.561"
Bodön selkä	107	17	sulfidilieju	60° 6' 50.036"	24° 46' 0.641"
Skatanselkä	111	13	lieju+savi	60° 11' 45.823"	25° 12' 6.213"
Granö	113	6	lieju	60° 14' 19.706"	25° 14' 8.529"
Länsi-Tonttu	114	46	lieju+savi	60° 4' 59.729"	25° 7' 23.328"
Espoonlahti	118	11	kasvinjäte+lieju+savi	60° 9' 49.082"	24° 35' 22.908"
Espoonlahti	119	8	kasvinjäte+lieju+savi	60° 8' 6.741"	24° 38' 32.184"
Espoonlahti	120	13	lieju+savi	60° 6' 31.814"	24° 39' 23.416"
Stora Mickelskären	123	27	lieju+savi	60° 1' 0.2"	24° 35' 5.74"
Katajaluoto	125P	26	savi	60° 6' 35.4"	24° 53' 10.134"
Katajaluoto	1259	29	savi+sora	60° 5' 25.252"	24° 55' 35.76"
Lehtisaarenselkä	140	3,5	lieju+hiekka+savi	60° 10' 26.563"	24° 50' 22.53"
Knaperskär	147P	26	savi	60° 4' 59.37"	24° 43' 36.42"
Knaperskär	156	30	savi+hiekka	60° 3' 59.565"	24° 45' 35.997"
Pentarn	166	46	sulfidilieju	60° 6.586'	25° 16.733'
Musta Hevonen	181	15	sulfidilieju	60° 11.098'	25° 15.156'
Sörnäisten satama	187	10	lieju+savi	60° 10' 37.355"	24° 57' 58.17"
Björkfjärden	189	6	lieju	60° 7.424'	24° 39.359'
Itäinen ulkosaaristo	1142	28	savi+sora+hiekka	60° 7' 30.558"	25° 5' 36.431"
Ryssjeholmsfjärden	1171	4	lieju	60° 8' 25.429"	24° 42' 54.959"
Uutela	1743	6	savi+hiekka	60° 12' 15.597"	25° 11' 13.761"
Västra Rödhallen	341	12	hiekka+sora+savi	60° 8' 59.951"	25° 11' 29.394"



Kuva 6.1. Pohjaeläinnäytepaikat vuonna 2007–2011.

6.4 Tulokset

6.4.1 Lahtialueet

Helsingin suurista lahtialueista ainoastaan Vanhankaupunginselkä (4) sisältyy nykyiseen jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailuohjelmaan. 1980 ja 1990-luvuilla Vanhankaupunginselän (4) lajisto koostui lähes yksinomaan surviaissääsken toukista. 2000-luvulla harvasukamadot ovat vahvistaneet asemaansa surviaissääsken toukkien rinnalla.

Vuonna 2011 Vanhankaupunginselän pohjaeläinten lukumäärä oli selvästi suurempi kuin edellisinä 2000-luvun vuosina. Lajisto koostui valtaosin harvasukamadoista ja surviaissääsken toukista, mutta mukana oli myös muutamia liejusimpukoita, monisukamatoja sekä katkoja (kuva 6.2, taulukko 6.4). Lajeja tavattiin yhteensä kymmenen.

Sörnäisten sataman (187) pohjaeläinlajistosto muistutti syksyllä 2009 edellisen näytteenottokerran, syksyn 2000 lajistoa; liejusimpukat olivat runsaimpina ryhmänä, mutta myös harvasukamatoja, amerikansukasjalkaisia ja vaeltajakotiloita tavattiin vähemmässä määrin. Sörnäisten sataman havaintopaikalla havaittiin sedimentissä pieniä määriä öljyä.

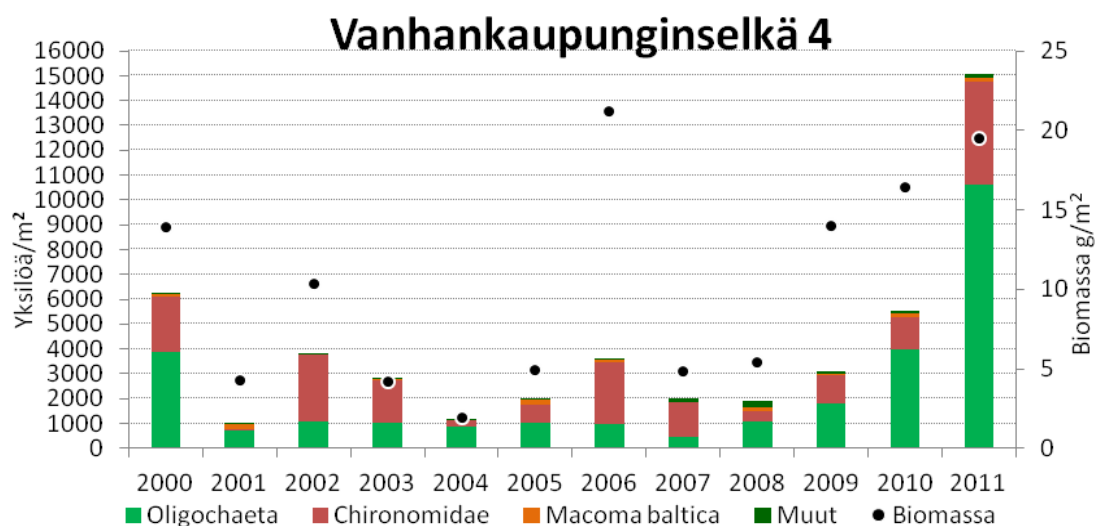
1960–70-luvuilla **Laajalahden (87)** pohja oli usein hapeton ja siten pohjaeläimiä ei juuri esiintynyt. Laajalahden pohjaeläimistö elpyi, kun jätevesien kuormitus alueelle 1980-luvulta lähtien väheni. Tällöin surviaissääsken toukat ja harvasukamadot lisääntyivät. 2000-luvulla Laajalahden matalat pohjat pysyivät koko avovesikauden hapellisena (Munne 2005). Pohjaeläinten lukumäärät kuitenkin vaihtelivat voimakkaasti vuodesta toiseen. Syksyllä 2009 pohjaeläinten lukumäärät ja biomassat olivat koko 2000-luvun suurimpia. Tällöin lajisto koostui valtaosin harvasukamadoista, vaeltajakotiloista ja surviaissääsken toukista (kuva 6.3).

Rajasaaren jätevedenpuhdistamon vedet purettiin Seurasaarenselälle Rajasaaren rantaan vuoteen 1978 saakka. Tällöin alueella havaittiin useita kuolleita pohja-alueita. Puhdistamon lopettamisen jälkeen 1980- ja 1990-luvuilla vesialueen laadun parantuessa alueen pohjaeläinlajisto koostui valtaosin surviaissääsken toukista, harvasukamadoista ja liejusimpukoista (Laine ym.2003). Nykyinen havaintopaikka, Porsaan (94) havaintopaikka, sijaitsee Seurasaarenselällä 9 metrin syvänteessä lähellä Rajasaarta. Pohjaeläinten lukumäärät eivät Porsaan havaintopaikalla ole minään vuonna olleet kovin suuria (kuva 6.4). Lajisto koostui 2000-luvun alkupuolella lähinnä harvasukamadoista ja liejusimpukoista. Pohjaeläinten lukumäärät kasvoivat lähinnä harvasukamatojen lisääntyessä. Alueella tavattiin myös pieniä määriä amerikansukasjalkaisia. 2000-luvun loppupuolella pohjaeläinten lukumäärät kääntyivät harvasukamatojen vähentyessä laskuun. Vuoden 2009 näytteenoton yhteydessä sedimentin pinnan alla havaittiin musta kerros ja näytteessä oli lievä sulfidiliejun haju. Tämä osoittaa happitilanteen heikentyneen syvänteiden aluella.

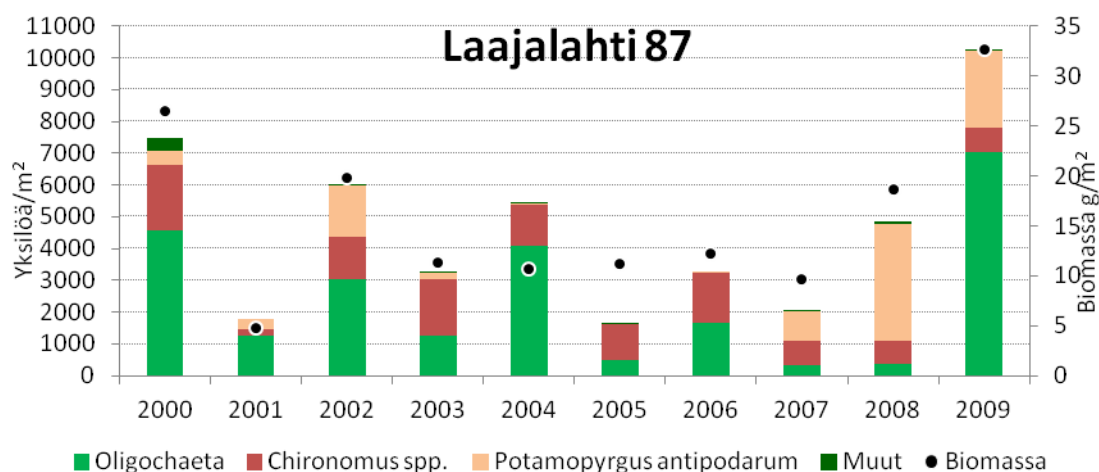
Espoonlahden perukan havaintopaikka (118) sijaitsee 11 metrin syvänteessä. Espoonlahden erillisten syvänteiden alueella vesimassa kerrostuu kesän aikana voimakkaasti ja tästä johtuen alueella tavataan matalia hapen kyllästysarvoja (Laine ym. 2003). Happiolosuhteiden muutokset aiheuttavat pohjaeläinten määrissä suurta vuosittaista vaihtelua. Tämä on havaittavissa myös 2000-luvun pohjaeläinmäärissä (kuva 6.5). Syksyllä 2009 ja 2010 happiolosuhteet olivat hyvät ja pohjaeläimiä oli runsaasti. Lajisto myös monipuolistui (taulukko 6.4). Vuonna 2011 pohjaeläinten määrä taas vähentyi. Silloin lajisto koostui huonojakin olosuhteita sietävistä harvasukamadoista ja surviaissääsken toukista. Vuoden 2007 ja 2008 näytteissä oli myös huomattavan paljon vaeltajakotiloita.

Espoonlahdella sijaitseva havaintopiste Björkfjärden 189 sijaitsee Björkön kaakkoispuolella. Yksilölukumäärät noudattavat pohjoisemman Espoonlahden havaintopisteen kanssa samaa suuntausta, mutta yleisesti lukumäärät ja biomassat ovat pienempiä. Surviaissääsken toukat korvaantuivat Björkfjärdenillä lähinnä liejusimpukoilla (kuva 6.6). *Manayunchia* -putkimatoja esiintyi myös huomattavan paljon.

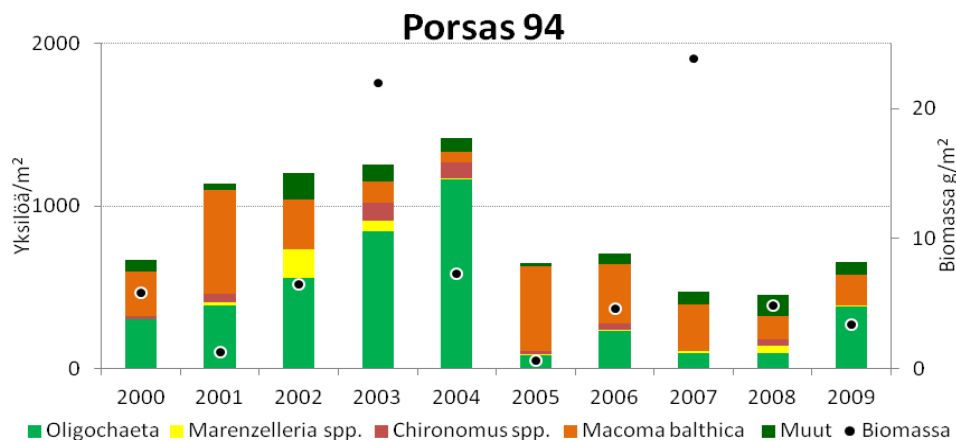
Vartiokylänlahden (25) havaintopaikalla on 1980-luvun puolivälissä havaittu suuria pohjaeläinten yksilölukumääriä. Tämän jälkeen suuria muutoksia ei ole havaittu. Valtalajeina ovat olleet muiden sisälahtien tavoin harvasukamadot ja surviaissääsken toukat (kuva 6.7). Myös liejusimpukat ovat vakiinnuttaneet asemansa alueen lajistossa.



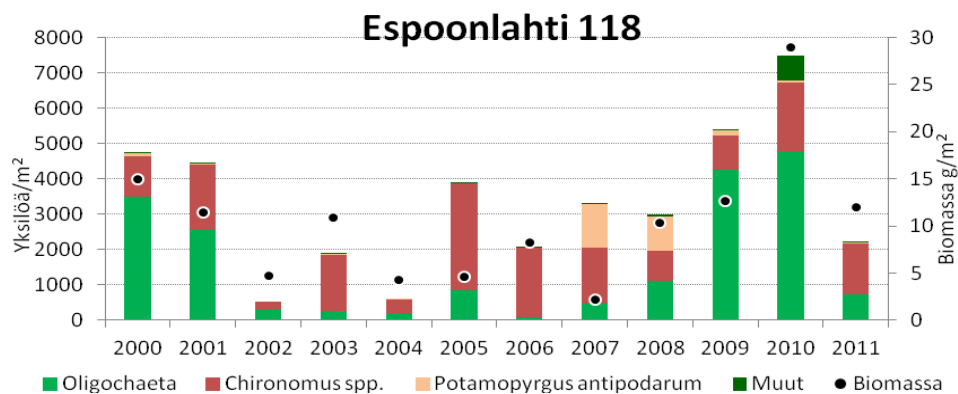
Kuva 6.2. Vanhankaupunginselän (4) pohjaeläintulokset vuosina 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



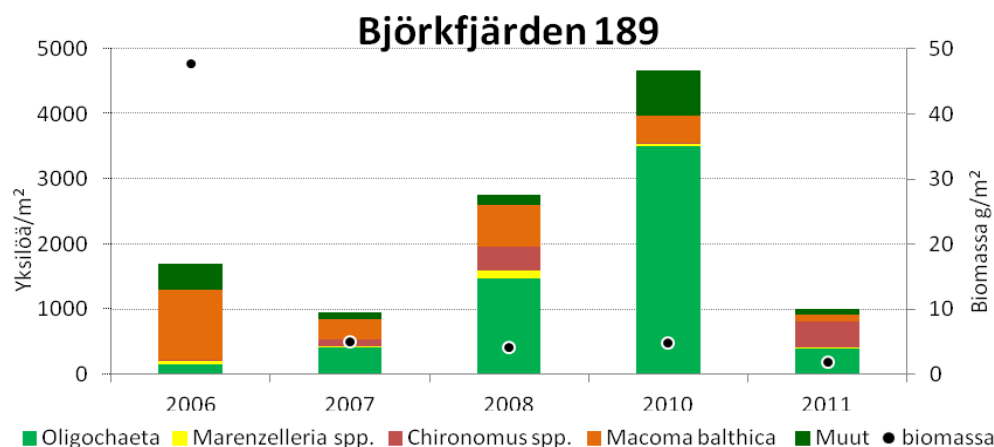
Kuva 6.3. Laajalahden (87) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2009. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



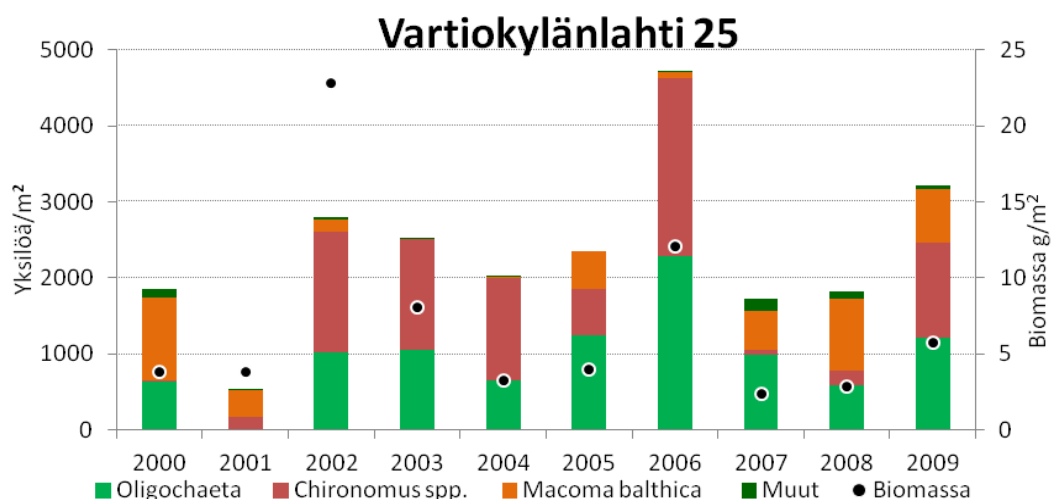
Kuva 6.4. Porsaan (94) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2009. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.5. Espoonlahden (118) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.6. Björkfjärdenin (189) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.7. Vartiokylänlahden (25) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2009. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.

6.4.2 Sisäsaaristo

Skatanselän (111) havaintoasema on sisäsaariston havaintopaikoista itäisin ja mereisin. Suora jätevesien johtaminen alueelle lopetettiin 1994. Liejusimpukka runsastui alueella voimakkaasti 1990-luvun puolivälissä, mutta sen jälkeen tilanne on vakiintunut. Liejusimpukka on edelleen alueen runsain laji, mutta esim. harvasukamatoja, vaeltajakotiloita ja *Manayunchia*-monisukamatoja tavattiin 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen loppupuolella runsastuvissa määrin (kuva 6.8). Vaikka vuoden 2009 näytteenotossa havaittiin sedimentin pinnan alla mustaa, vanhaa sulfidiliejua, kuvastivat pohjaeläinten lukumäärät hyvää happitilannetta.

Sipoon saaristossa Granön mantereen puolella sijaitsee Granön (113) havaintopaikka. Granön lajisto koostui syksyllä 2009 valtaosin pehmeille liejupohjille tyypillisistä harvasukamadoista ja surviaissääsken toukista (taulukko 6.4). Vuosaa-renlahdella uuden sataman läheisyydessä on Uutelan (1743) pohjaeläinhavaintopaikka, joka on potentiaalinen alue uusien vieraslajien esiintymiselle. Uutelan lajisto oli vuonna 2009 monipuolinen, vaikkakin yli puolet lajistosta koostui liejusimpukoista (taulukko 6.4).

Karpiselällä (28) Vartiosaaren ja Jollaksen välisellä vesialueella pohjaeläinten kokonaismäärä väheni verrattaessa vuoden 2009 tuloksia vuoden 2000 tuloksiin (taulukko 6.4). Lajisto myös yksipuolistui. Ainoastaan harvasukamatojen määrät pysyivät samansuuruisina kuin aikaisemmin. Samoin tapahtui Villasaarenselällä (29) Villingin pohjoispuolella (taulukko 6.4) eli pohjaeläimet myös vähentyivät.

Kruunuvuorenselän näyteasemilla Vasikkasaari (18) ja Nimismies (22), pohjaeläinten lukumäärät olivat korkeimmillaan 1980 ja 1990-luvuilla, jolloin vallitsevana lajistossa olivat harvasukamadot. Harvasukamatojen määrä väheni 2000-luvun alkupuolella vähentäen pohjaeläinten kokonaismäärää. Vuosina 2007–2009 pohjaeläinmäärät taas runsastuivat vaeltajakotilon ja amerikansukasjalkaisen runsastumisen myötä (kuva 6.9).

Lauttasaarenselän (62) pohjaeläinten määrä lisääntyi 1970-luvulta 2000-luvun alkuun lähinnä liejusimpukoiden yksilömäärien lisääntyessä. Vuoden 2000 jälkeen kokonaisyksilömäärät kääntyivät laskuun lähinnä liejusimpukoiden määrän vähentyessä. Muiden lajien vähentyessä vaeltajakotiloiden määrät lisääntyivät (taulukko 6.4). Yksilömäärien vähentyminen havaittiin myös läheisellä Melkinseällä (68), missä vähälukuinen lajisto koostui vuonna 2009 lähes yksinomaan harvasukamadoista. Melkinseän pohjasedimentti oli sulfidiliejua.

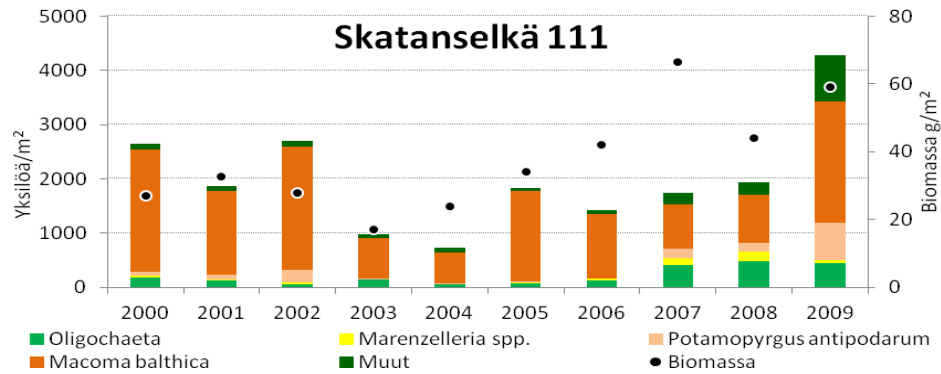
Lehtisaarenselällä (140) lajisto muuttui jo 1980–90 luvuilla surviaissääskitoukka valtaisesta harvasukamato-liejusimpukka-valtaiseksi. Sama koostumus havaittiin vielä vuonna 2000, jolloin lajisto koostui lähes kokonaan harvasukamadoista ja liejusimpukoista. Syksyn 2009 näytteessä lajisto oli runsaampi ja monipuolisempi. Runsaslukuisimpia olivat harvasukamadot, mutta esimerkiksi monisukamadoista amerikansukajalkaisten lisäksi alueella esiintyivät *Polydora redeki* - ja *Manayunchia aestuarina* -putkimadot ja merisukajalkainen.

Westendinselän (75) pohjaeläimistön määrä ja lajirunsaus lisääntyi selvästi 1960-luvulta 1980-luvulle. Vuosien 2000 ja 2009 pohjaeläinnäytteiden perusteella pohjan tila jatkoi paranemistaan. Alueen lajistorakenne oli monipuolinen ja yksilömäärät olivat suuria (taulukko 6.4). Liejusimpukat olivat runsaimpina ryhmänä, joskin myös harvasukamatoja oli melko runsaasti. Monisukamatolajeista tavattiin amerikansukajalkainen, *Polydora redeki* - ja *Manayunchia aestuarina* -putkimadot sekä merisukajalkainen.

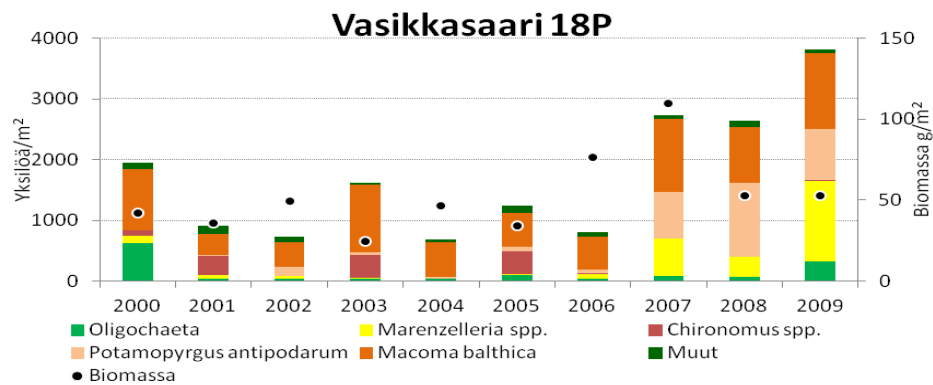
Rysjeholmsfjärdenin alueella (117) havaittiin 1970–1980-luvuilla hyvin suuria pohjaeläinmääriä ja monipuolinen lajisto. Havaintopaikkaa jouduttiin vaihtamaan 1986 lahden suulle, jonkin verran etelään aikaisemmasta havaintopaikasta. Uudet tulokset eivät siis ole suoraan verrannollisia vanhoihin tuloksiin. Havaintopaikalla 1171 yksilölukumäärät lisääntyivät 2010-luvun vaihteessa. Tosin yksilömäärien lisääntyminen johtui lähinnä harvasukamatojen määrän lisääntymisestä. Myös lajistorakenne monipuolistui (kuva 6.10).

Ennen Gåsgrundetin jätevesitunnelin käyttöönottoa Espoon Suomenojan jätevedet johdettiin Bodönselälle (107). Paikka on kynnysten rajaama sisäsaariston selkä, missä vesi kerrostuu helposti ja hapen vajausta esiintyy usein luonnollisistakin syistä lähinnä pohjaa olevissa vesikerroksissa. Pohja on sulfidiliejua. Alueella yksilömäärät ovat jatkuvasti olleet pieniä tai olemattomia koostuen lähinnä harvasukamadoista ja surviaissääsken toukista (taulukko 6.4). Tilanne oli 2009 heikompi kuin vuonna 2000.

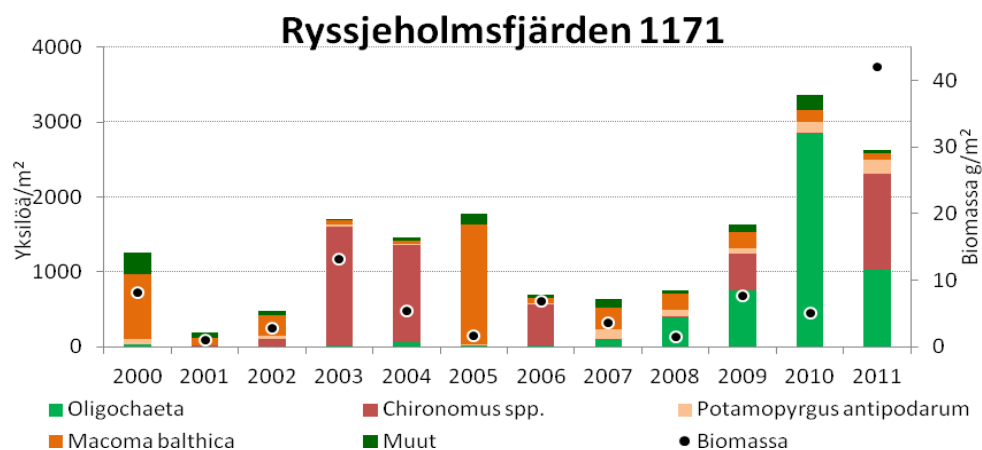
Espoonlahden havaintopiste 120 sijaitsee sisäsaaristossa Espoonlahden suulla. Veden kerrostuneisuus aiheuttaa usein hapen vajausta pohjan lähellä ja tästä johtuen pohjaeläinten määrä oli vähäinen tutkittuina vuosina 2000 ja 2009 (taulukko 6.4). Vuonna 2009 silmämääräisessä tarkastelussa sedimentin hapettunut pinta oli hyvin ohut. Ajoittaisista happiongelmista johtuen pohjaeläinmäärien vaihtelut vuosien välillä ovat suuria.



Kuva 6.8. Skatanselän (111) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2009. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.9. Vasikkasaaren (18P) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2009. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.10. Ryssjeholmsfjärdenin (1171) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.

6.4.3 Ulkosaaristo

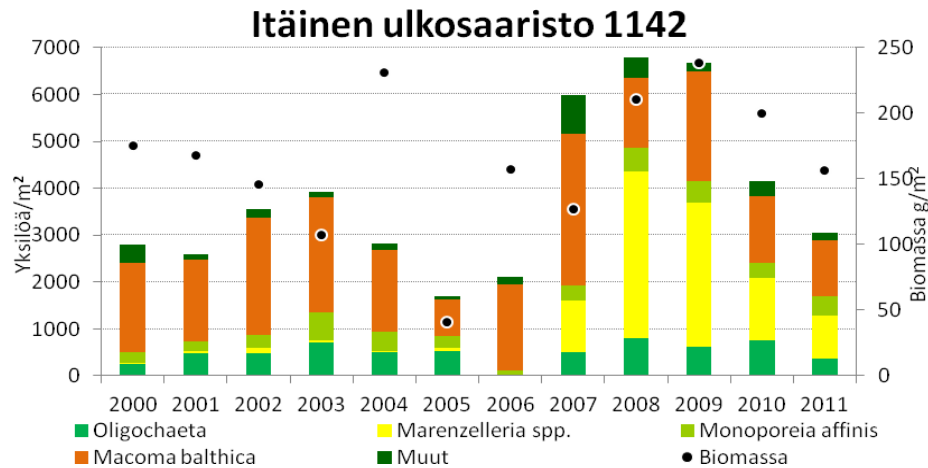
Itäisen ulkosaariston havaintopaikat 114 ja 1142 toimivat vertailualueena Viikinmäen sekä Suomenojan jätevedenpuhdistamojen purkuputkien purkualueille. Suomenlahden päävirtausten kulkeutuessa pääasiallisesti idästä länteen, ei puhdistettujen jätevesien oleteta juurikaan kulkeutuvan itäiseen ulkosaaristoon. 70-luvulla valkokatkat olivat vallitsevana lajina itäisellä saaristoalueella. Samaan aikaan myös muut mereiset lajit olivat alueella runsaimmillaan. Liejusimpukat runsastuivat alueella 1990-luvulla ja ovat yhä runsaimpana lajina alueella. Paikalle 1993 asettunut amerikansukasjalkainen runsastui selvästi vasta 2000-luvun loppupuolella. Suurimmat amerikansukasjalkaisten määrät tavattiin alueella 2008. (kuva 6.11). Pohjaeläimiä oli yleisesti alueella runsaasti ja lajisto oli suhteellisen monipuolinen.

Sipoon edustalla sijaitsevien Mustan Hevosen (181, syvyys 15 metriä) ja Pentarnin (166, syvyys 46 metriä) yksilömäärät lisääntyivät kauden 2007–2011 alussa amerikansukasjalkaisen lisääntyessä alueella. 2010 ja 2011 pohjaeläinmäärät olivat kuitenkin pieniä alueen happitilanteen heikentyessä (kuva 6.13). Mustan Hevosen näytteessä oli nostettaessa havaittavissa lievää sulfidiliejun hajua ja Pentarnin näyte oli selvästi sulfidiliejua.

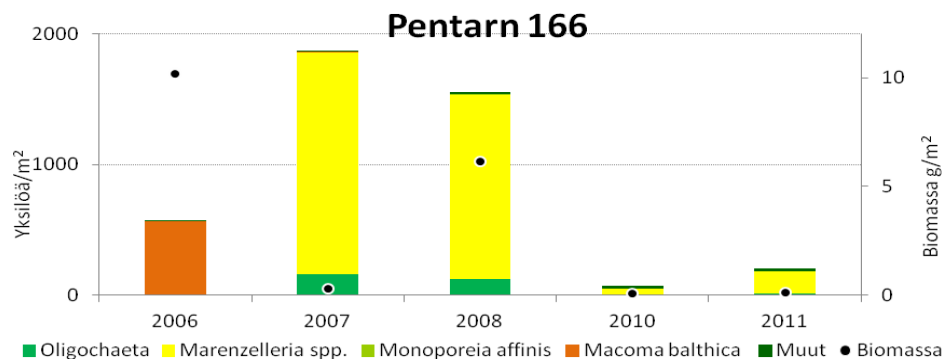
Helsingin jätevesien purkupaikat Katajaluodolla, 125P ja 1259, muistuttavat melko paljon toisiaan (kuva 6.14 ja 6.15). Näillä havaintoasemilla havaittiin 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa suuria yksilötiheyksiä. Valtalajina olivat tällöin ennen kaikkea valkokatkat, mutta myös liejusimpukat ja harvasukamadot. Yksilömäärien pienenemisen ja valkokatkan taantumisen myötä 1980-luvun lopulla lajisto muuttui liejusimpukka ja harvasukamatovaltaiseksi. 1993 alueella ensimmäistä kertaa tavattu amerikansukasjalkainen lisääntyi voimakkaasti vasta 2008–2010. Vuonna 2011 harvasukamadot esiintyivät huomattavan runsaslukuisesti havaintopaikalla 125P.

Espoon ulkosaariston jätevesien purkupaikan läheisimpiä näytepaikkoja ovat Knapperskärin havaintopaikat (147 ja 156) sekä Kytön väylä (57). Jo 1970- ja 1980-luvuilla pohjaeläinten määrän ja lajiston kehitys oli alueella samansuuntaista kuin Helsingin edustalla. Lajistossa 1970-luvulta lähtien esiintynyt valkokatka väheni ja 1990-luvulla harvasukamatojen ja liejusimpukan määrä lisääntyi. Tilanne jatkui samansuuntaisena 2000-luvun alkupuolelle saakka (kuva 6.16). Ajoittain pohja kärsi happiongelmista ja pohjaeläimiä oli todella vähän. Vuonna 2007 amerikansukasjalkaisten määrä lisääntyi voimakkaasti, mikä oli havaittavissa myös muilla ulkosaariston havaintopaikoilla.

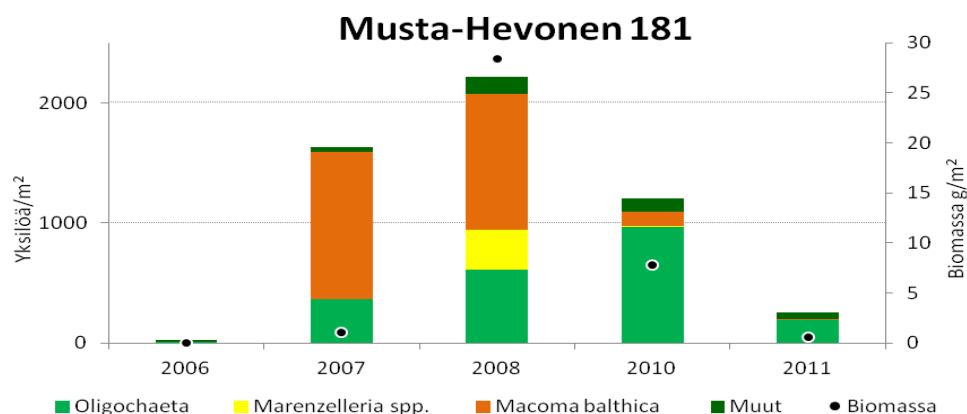
Stora Mickelskärenin (123) havaintopaikalla, Kirkkonummen edustalla, amerikansukasjalkaiset runsastuivat myös jo 2007, mutta saavuttivat suurimmat tiheytensä vasta 2009, jolloin pieniä amerikansukasjalkaisia laskettiin jopa yli 6 200 yksilöä/m² (kuva 6.17). Vuoden 2009 jälkeen määrät ovat selvästi pienentyneet.



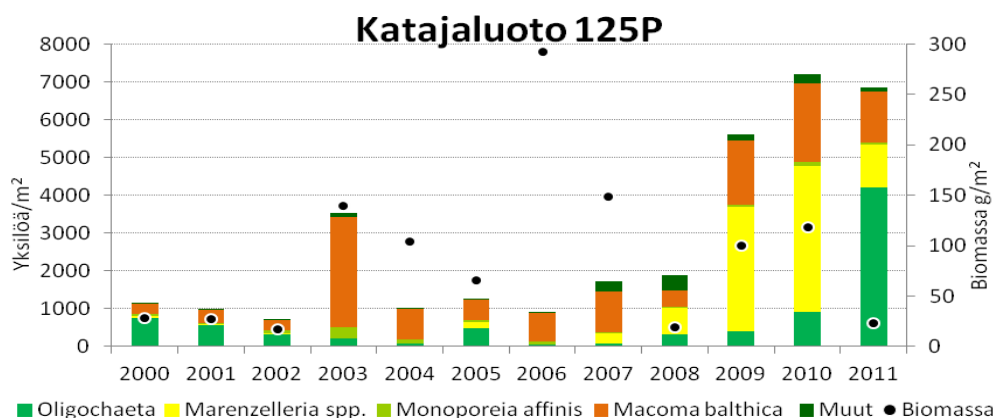
Kuva 6.11. Itäisen ulkosaariston (1142) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



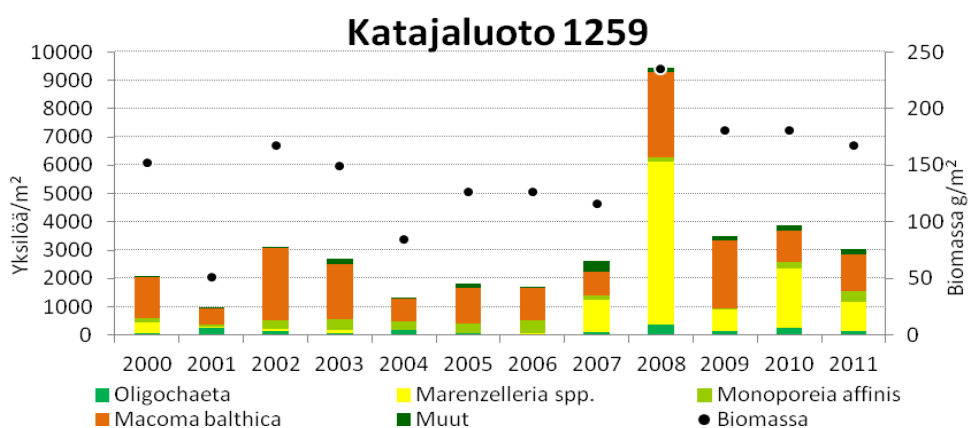
Kuva 6.12. Pentarnin(166) pohjaeläintulokset vuosilta 2006–2008, 2010 ja 2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



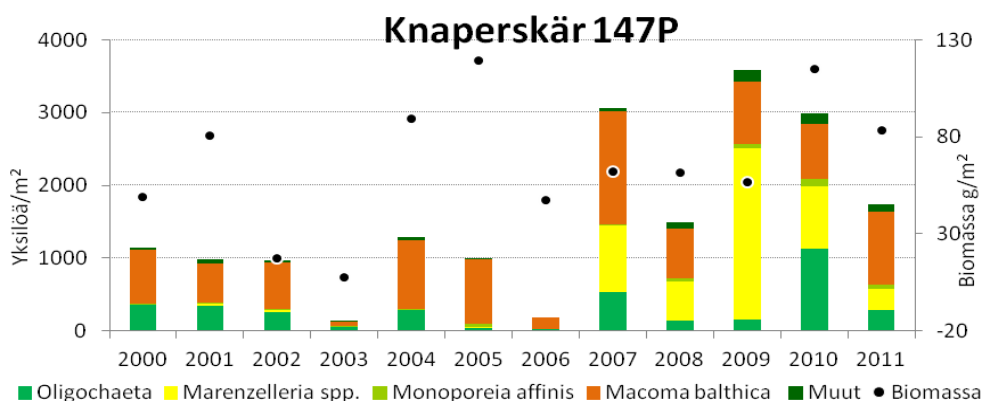
Kuva 6.13. Mustan Hevosen 181 pohjaeläintulokset vuosilta 2006–2008, 2010 ja 2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



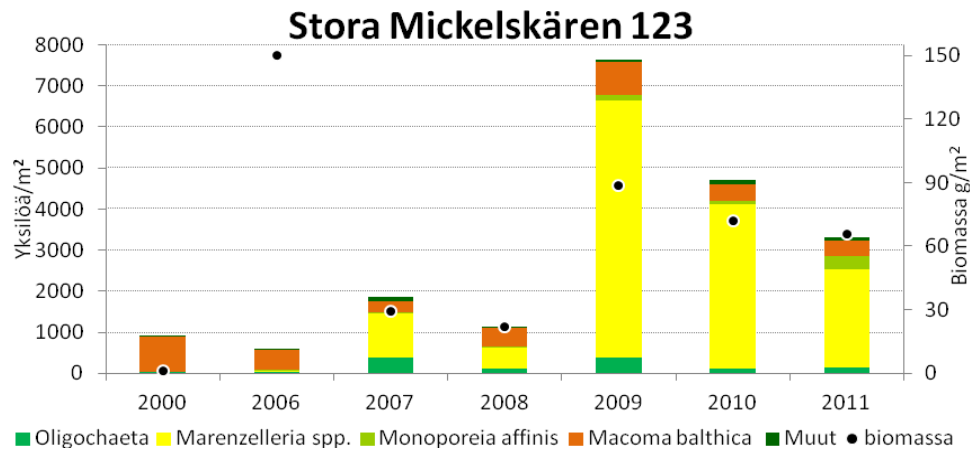
Kuva 6.14. Katajaluodon (125P) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.15. Katajaluodon 1259 pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



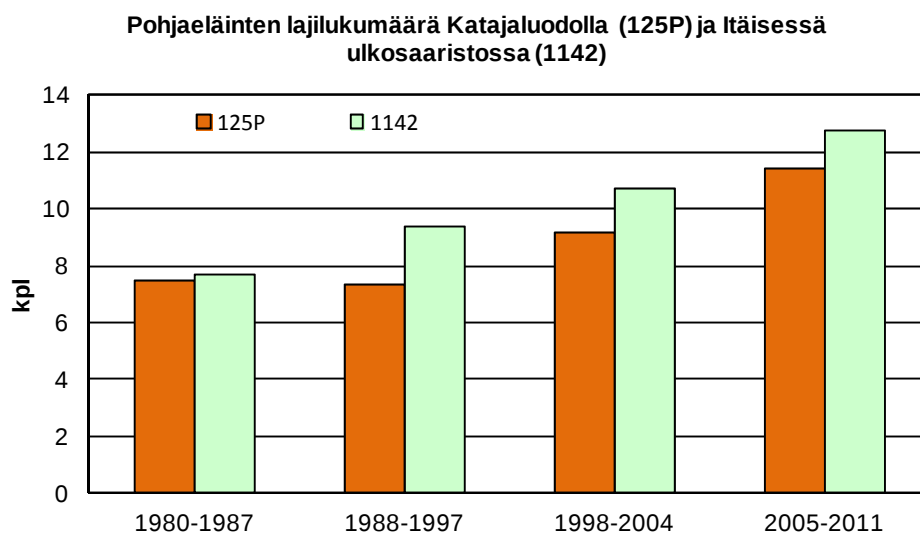
Kuva 6.16. Knapperskärin (147) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.



Kuva 6.17. Stora Mickelskärenin (123) pohjaeläintulokset vuosilta 2000–2011. Pohjaeläinten yksilömäärä (yksilöä/m²) pylväinä, asteikko vasemmassa reunassa ja kokonaisbiomassa (g/m²) mustina täplinä, asteikko oikeassa reunassa.

Vuoden 2010 velvoitetarkkailussa esitetystä Helsingin ja Espoon edustan ekologisesta laatuluokituksessa oli yhtenä laatuksena käytetty pohjaeläimiä (Räsänen ym. 2011). Pohjaeläinluokituksen perusteella suurin osa sisä- ja ulkosaaristosta oli hyvässä tai jopa erinomaisessa kunnossa. Ainoastaan happiongelmiin vaivaamat alueet kuten Espoonlahti, Melkinselkä, Villasaarenselkä ja Pentarn olivat heikommassa kunnossa.

Pohjan tilan voidaan katsoa olevan parempi, mitä enemmän taksoneita näytteenä on. Pohjaeläinlajien/taksonien lukumäärä Helsingin edustalla sekä Katajaluodolla että purkualueella Itäisessä ulkosaaristossa on lisääntynyt 1980-luvulta lähtien (6.18). Itäisessä ulkosaaristossa lajien määrä on lisääntynyt Katajaluotoa voimakkaammin. Eron kasvamisen voidaan olettaa johtuvan mm. pohjan laadusta ja virtauksista, mutta myös jätteiden vaikutusta purkualueen taksonimäärän lisääntymisen hidastavana tekijänä ei voida kokonaan sulkea pois.

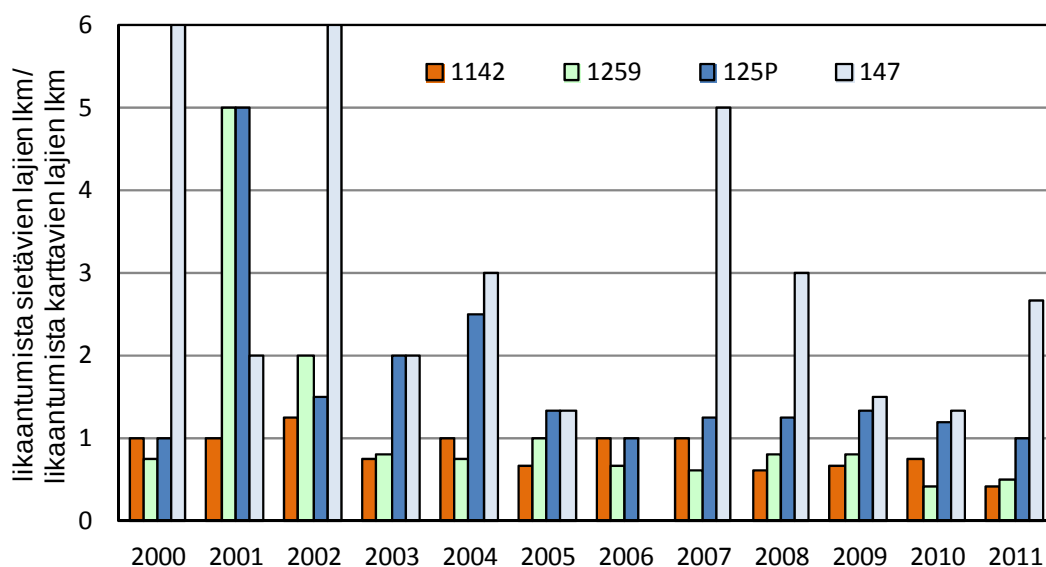


Kuva 6.18. Pohjaeläinlajien/taksonien lukumäärä Itäisessä ulkosaaristossa ja Katajaluodolla.

Leppäkoski (1975) on tehnyt saaristomeren tuloksiin pohjautuvan ryhmittelyn orgaanista likaantumista ilmentävistä sekä siitä karttavista lajeista/taksoneista (taulukko 6.3). Tämän ryhmittelyn pohjalta tarkasteltiin myös purkualueiden (Katajaluoto ja Knaperskär) sekä vertailualueen (Itäinen saaristoalue) taksonien määriä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Likaantumista ilmentäviä taksonia esiintyi suhteellisesti enemmän kuormitetuilla alueilla eli Katajaluodolla ja Knaperskärillä mitä Itäisellä saaristoalueella (kuva 6.19).

Taulukko 6.3 Likaantumista sietävät tai siitä hyötyvät taksonit ja likaantumista karttavat taksonit (Leppäkoski 1975).

Likaantumista/orgaanista kuormitusta ilmentävät:	Likaantumista/orgaanista kuormitusta karttavat:
<i>Oligochaeta</i> (harvasukamadot)	<i>Halicryptus spinulosus</i> , makkaramato
<i>Hediste (Nereis) diversicolor</i> , merisukasjalkainen	<i>Harmotoe sarsi</i> , liejusukasjalkainen
<i>Polydora redeki</i>	<i>Monoporeia (Ponttoporeia) affinis</i> , valkokatka
<i>Manayunkia aestuarina</i>	<i>Prostoma obscurum</i> , nauhamato
Chironomidae (surviaissääsket), erit. suku <i>Chironomus</i>	<i>Mesidotea (Saduria) entomon</i> , kilkki
<i>Macoma baltica</i> , liejusimpukka	<i>Gammarus</i> spp., katkat
<i>Hydrobia</i> spp., sukkulakotilo	<i>Corophium volutator</i> , liejukatka
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (jenkinsi), vaeltajakotilo	<i>Cerastoderma glaucum</i> , idänsydänsimpukka



Kuva 6.19. Kuormitusta ilmentävien lajien lukumäärä suhteessa kuormitusta karttavien lajien lukumäärään Itäisessä ulkosaaristossa, Katajaluodolla (2 havaintopaikkaa) ja Knaperskärillä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Mitä pienempi suhdelukumäärä on, sitä vähemmän likaantumista sietäviä lajeja alueella esiintyy.

6.4 Tulosten tarkastelua

Laajalahdella ja Vanhankaupunginselällä pohjaeläinten määrät lisääntyivät. Porseen syvänteiden alueella Seurasaarenselällä, Björkfjärdenillä sekä Espoonlahden syvänteellä veden kerrostumisesta johtuva hapen väheneminen taas vähensi pohjaeläimiä. Valtalajina lahtialueilla olivat harvasukamadot.

Puhdistettujen jätevesien vaikutus ei nykytilanteessa, kun jätevedet johdetaan ulkosaaristoon, kohdistu suoraanaisesti Helsingin ja Espoon lahtialueiden ja sisäsaariston tilaan, eikä siten myöskään pohjaeläimistöön. Vuosikymmenien takainen voimakas kuormitus voi kuitenkin heijastua tietyillä suljetuilla alueilla, em. Laajalahdella ja Seurasaarenselällä sisäiseen kuormitukseen ja sitä kautta happiongelmien sekä pohjaeläinten määrään ja lajistorakenteeseen.

Viimeisen viiden vuoden aikana Helsingin ja Espoon ulkosaariston happitilanne oli pääsääntöisesti hyvä. Poikkeuksena itäiset Pentarnin ja Mustan Hevosien havaintopaikat, jossa pohjaeläinten määrät ovat happiongelmien takia vähentyneet olemattomiksi. Pohjaeläinmäärät lisääntyivät vuodesta 2007 lähtien amerikanmonisukamatojen lisääntyessä. Amerikanmonisukamadot saavuttivat alueen suurimman tiheyden Stora Mickelskärenillä vuonna 2009, jolloin yksilölukumäärä kohosi jopa yli 6 000 yksilöä/m²:ssa. Amerikanmonisukamatojen määrän vähentyessä myös yksilölukumäärät kääntyivät laskuun.

Pohjaeläinten määrissä ja lajistosuhteissa tapahtuneet vaihtelut Helsingin ja Espoon ulkosaaristossa kuvastavat Suomenlahden tilannetta myös laajemmin. Vuosien väliseen vaihteluun vaikuttaa suuresti pohjan happitilanne. Alueen pohjaeläinten määräsuhteet voivat muuttua myös vieraslajin asettuessa menestyksellisesti alueelle, niin kuin viimeisen viiden vuoden aikana Helsingin ja Espoon edustalla on tapahtunut. Puhdistettujen jätevesien johtaminen Katajaluodolle ja Knaperskärille näyttäisi paikallisesti vaikuttavan myös pohjaeläinten lajistokoostumukseen suosien likaantumista paremmin sietäviä lajeja.

Yhdeksän vuoden välein tehtävä laaja pohjaeläintarkkailu antaa kattavan kuvan Helsingin ja Espoon pohjaeläimistön tilasta. Aikaisemmin laaja tarkkailu on myös palvelut jäteveden vaikutusten arviointia, sillä jätevesiä on tullut koko Helsingin ja Espoon rannikon alueelta. Nyt kun puhdistettujen jätevesien laskeminen on keskitetty kahteen paikkaan, laaja havaintopaikkaverkosto ei parhaalla mahdollisella tavalla anna lisäinformaatiota jäteveden vaikutusten arviointiin. Jäteveden vaikutusten havaitseminen olisi mahdollisesti helpompaa, jos havaintopaikat olisi sijoitettu linjoihin nykyisten purkuputkien lähelle.

Taulukko 6.4 Pohjaeläintulokset Helsingin ja Espoon merialueella vuonna 2007–2011.

Vanhankaupunginselkä 4, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
6.9.2007	Marenzelleria spp.	13,2	0,0033
	Oligochaeta	475,2	0,0335
	Mysidae	6,6	0,0047
	Neomysis integer	6,6	0,0010
	Gammarus sp.	6,6	0,0033
	Chironomus spp.	1366,3	1,8387
	Potamopyrgus antipodarum	105,6	0,0983
	Macoma balthica	39,6	2,8988
29.8.2008	Marenzelleria spp.	125,4	0,9043
	Oligochaeta	1056,1	0,3105
	Ostracoda	468,6	0,0793
	Chironomus spp.	415,8	0,3824
	Potamopyrgus antipodarum	118,8	0,2107
	Cerastoderma glaucum	19,8	0,0037
	Macoma balthica	191,4	3,4959
28.8.2009	Marenzelleria spp.	39,6	0,0477
	Oligochaeta	1795,4	0,2966
	Neomysis integer	6,6	0,0011
	Ostracoda	1571,0	0,0943
	Chironomus spp.	1174,9	11,1300
	Potamopyrgus antipodarum	33,0	0,0708
	Macoma balthica	26,4	2,3246
17.9.2010	Polydora redeki	6,6	0,0005
	Marenzelleria spp.	6,6	0,0007
	Oligochaeta	3967,0	1,3087
	Neomysis integer	13,2	0,0067
	Gammarus sp.	13,2	0,0019
	Ostracoda	2554,5	
	Chironomus spp.	1300,3	14,5710
	Potamopyrgus antipodarum	52,8	0,1168
17.8.2011	Macoma balthica	151,8	0,4442
	Manayunchia aestuarina	39,6	0,0015
	Marenzelleria spp.	13,2	0,0801
	Oligochaeta	10640,3	2,1066
	Neomysis integer	26,4	0,0253
	Gammarus sp.	39,6	0,0046
	Corophium volutator	13,2	0,0129
	Ostracoda	5617,2	
	Chironomus spp.	4132,0	12,5193
	Potamopyrgus antipodarum	19,8	0,1026
	Macoma balthica	158,4	4,6750
Vasikkasaari 18, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
31.8.2007	Prostoma obscurum	33,0	0,0373
	Marenzelleria spp.	627,1	1,1301
	Oligochaeta	79,2	0,0358
	Mysidae	6,6	0,0020
	Gammarus sp.	6,6	0,0032
	Ostracoda	349,8	0,0502
	Potamopyrgus antipodarum	765,7	1,6742
	Limapontia capitata	13,2	0,0036

Vasikkasaari 18, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Macoma balthica	1194,7	106,6440
12.9.2008	Marenzelleria spp.	323,4	2,4158
	Oligochaeta	72,6	0,0337
	Saduria entomon	6,6	1,8759
	Ostracoda	501,7	0,0997
	Potamopyrgus antipodarum	1221,1	1,7809
	Limapontia capitata	112,2	0,0726
	Macoma balthica	910,9	46,6149
3.9.2009	Prostoma obscurum	6,6	0,0104
	Marenzelleria spp.	1326,7	6,0135
	Oligochaeta	323,4	0,0571
	Neomysis integer	52,8	0,0094
	Ostracoda	1491,7	0,0895
	Chironomus spp.	13,2	0,0286
	Potamopyrgus antipodarum	844,9	2,0712
	Macoma balthica	1247,5	44,4356
Nimismies 22, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
3.9.2009	Prostoma obscurum	6,6	0,0057
	Marenzelleria spp.	369,6	2,3173
	Oligochaeta	184,8	0,0111
	Neomysis integer	19,8	0,0032
	Ostracoda	1267,3	0,0760
	Potamopyrgus antipodarum	561,1	1,5494
	Macoma balthica	369,6	23,0497
Vartiokylänlahti 25, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
4.9.2007	Prostoma obscurum	72,6	0,0435
	Marenzelleria spp.	13,2	0,1474
	Oligochaeta	990,1	0,2108
	Jaera albifrons	6,6	0,0017
	Ostracoda	864,7	0,1256
	Chironomus spp.	59,4	1,0120
	Hydrobia ulvae	6,6	0,0026
	Potamopyrgus antipodarum	72,6	0,2219
	Macoma balthica	508,3	0,6287
21.8.2008	Oligochaeta	587,5	0,1531
	Ostracoda	2066,0	0,3901
	Chironomus spp.	184,8	1,4007
	Potamopyrgus antipodarum	66,0	0,0752
	Limapontia capitata	26,4	0,0290
	Macoma balthica	950,5	0,8269
17.9.2009	Prostoma obscurum	13,2	0,0128
	Oligochaeta	1214,5	0,3996
	Ostracoda	1643,6	0,0986
	Chironomus spp.	1247,5	2,8449
	Potamopyrgus antipodarum	33,0	0,0261
	Macoma balthica	699,7	2,3331
Karpinselkä 28, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
29.9.2009	Manayunchia aestuarina	13,2	0,0005
	Oligochaeta	429,0	0,1648

Karpinselkä 28, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Ostracoda	409,2	0,0246
	Chironomus spp.	19,8	0,0125
	Macoma balthica	165,0	1,1275

Villasaarenselkä 29, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
17.9.2009	Oligochaeta	13,2	0,0005
	Ostracoda	19,8	0,0012
	Chironomus spp.	409,2	10,7583
	Hydrobia sp.	13,2	0,0411
	Potamopyrgus antipodarum	19,8	0,0093

Kytön väylä 57, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
11.10.2007	Marenzelleria spp.	465,0	0,1238
	Oligochaeta	147,0	0,0019
	Monoporeia affinis	9,0	0,0165
	Potamopyrgus antipodarum	3,0	0,0008
	Macoma balthica	639,1	10,0669
25.9.2008	Halicryptus spinulosus	21,0	0,0049
	Marenzelleria spp.	1944,2	5,7449
	Oligochaeta	141,0	0,0210
	Saduria entomon	12,0	4,1903
	Gammarus sp.	3,0	0,0053
	Monoporeia affinis	189,0	0,6392
	Ostracoda	210,0	0,0366
	Macoma balthica	1125,1	80,1018
30.9.2010	Halicryptus spinulosus	36,0	0,0059
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0001
	Marenzelleria spp.	3045,3	18,9874
	Oligochaeta	711,1	0,3760
	Saduria entomon	42,0	14,4910
	Monoporeia affinis	1053,1	6,2682
	Ostracoda	81,0	
	Limapontia capitata	15,0	0,0049
	Macoma balthica	300,0	53,7737
29.11.2011	Marenzelleria spp.	54,0	0,0941
	Oligochaeta	156,0	0,0023
	Monoporeia affinis	3,0	0,0062
	Ostracoda	39,0	
	Mytilus trossulus	3,0	0,0026
	Macoma balthica	15,0	0,0131
	Mya arenaria	12,0	0,0104

Lauttasaarenselkä 62, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
23.9.2009	Prostoma obscurum	6,6	0,0071
	Halicryptus spinulosus	6,6	0,0003
	Polychaeta	6,6	0,0608
	Hediste diversicolor	26,4	0,6914
	Manayunchia aestuarina	46,2	0,0048
	Marenzelleria spp.	105,6	0,3007
	Oligochaeta	257,4	0,0371
	Mysidae	52,8	0,0013
	Neomysis integer	19,8	0,2341
	Corophium volutator	13,2	0,0176
	Ostracoda	765,7	0,0459

Lauttasaarenselkä 62, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Hydrobia sp.	52,8	0,2716
	Potamopyrgus antipodarum	1168,3	1,8661
	Macoma balthica	1901,0	40,2451

Melkin selkä 68, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
8.12.2009	Marenzelleria spp.	21,0	0,0291
	Oligochaeta	570,1	0,0443
	Ostracoda	678,1	0,0407
	Chironomus spp.	30,0	0,3289
	Potamopyrgus antipodarum	3,0	
	Macoma balthica	12,0	0,0199

Westendinselkä 75, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
23.9.2009	Prostoma obscurum	79,2	0,0766
	Hediste diversicolor	26,4	0,3601
	Polydora redeki	376,2	0,1821
	Manayunchia aestuarina	640,3	0,0256
	Marenzelleria spp.	224,4	0,6749
	Oligochaeta	1597,4	0,1610
	Jaera albifrons	6,6	0,0003
	Corophium lacustre	26,4	0,0087
	Ostracoda	1366,3	0,0820
	Chironomus spp.	13,2	0,0173
	Hydrobia sp.	26,4	0,1281
	Potamopyrgus antipodarum	316,8	0,2393
	Limapontia capitata	39,6	0,0158
	Cerastoderma glaucum	6,6	0,0277
	Macoma balthica	4323,4	37,8189

Laajalahti 87, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
3.9.2007	Oligochaeta	310,2	0,0576
	Ostracoda	508,3	0,0654
	Chironomus spp.	798,7	7,8459
	Potamopyrgus antipodarum	917,5	1,6904
	Macoma balthica	13,2	0,0322
19.8.2008	Polychaeta	6,6	0,0007
	Oligochaeta	376,2	0,0403
	Mysidae	6,6	0,0007
	Ostracoda	891,1	0,1644
	Chironomus spp.	712,9	3,3558
	Potamopyrgus antipodarum	3676,6	15,0350
	Macoma balthica	79,2	0,0689
22.9.2009	Polydora redeki	52,8	0,0087
	Oligochaeta	7036,3	3,2114
	Ostracoda	1953,8	0,1172
	Chironomus spp.	778,9	13,6580
	Potamopyrgus antipodarum	2396,0	15,6472
	Macoma balthica	19,8	0,0794

Porsas 94, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
3.9.2007	Hediste diversicolor	6,6	0,0124
	Marenzelleria spp.	13,2	0,1095
	Oligochaeta	92,4	0,0264

Porsas 94, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Ostracoda	1148,5	0,1505
	Potamopyrgus antipodarum	72,6	0,1581
	Macoma balthica	290,4	23,3618
19.8.2008	Marenzelleria spp.	46,2	0,1848
	Oligochaeta	92,4	0,0185
	Ostracoda	798,7	0,1446
	Chironomus spp.	39,6	0,0640
	Potamopyrgus antipodarum	105,6	0,1413
	Limapontia capitata	13,2	0,0132
	Lymnaea sp.	6,6	0,0455
	Cerastoderma glaucum	6,6	0,0026
	Macoma balthica	145,2	4,2622
21.9.2009	Prostoma obscurum	6,6	0,0089
	Marenzelleria spp.	6,6	0,0267
	Oligochaeta	382,8	0,1665
	Ostracoda	792,1	0,0214
	Potamopyrgus antipodarum	72,6	0,1548
	Macoma balthica	184,8	2,9783
Bodön selkä 107, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
30.9.2009	Oligochaeta	19,8	0,0008
	Ostracoda	983,5	0,0590
	Chironomus spp.	26,4	0,0322
	Macoma balthica	6,6	0,0057
Skatanselkä 111P, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
24.9.2007	Prostoma obscurum	9,0	0,0080
	Halicryptus spinulosus	6,0	0,0407
	Polychaeta	3,0	0,0087
	Marenzelleria spp.	123,0	0,1169
	Oligochaeta	405,0	0,1837
	Neomysis integer	6,0	0,0027
	Saduria entomon	3,0	0,1061
	Jaera albifrons	15,0	0,0012
	Gammarus sp.	3,0	0,0003
	Corophium volutator	30,0	0,0365
	Ostracoda	159,0	0,0180
	Chironomus spp.	72,0	0,7384
	Potamopyrgus antipodarum	174,0	0,2055
	Limapontia capitata	60,0	0,0160
	Macoma balthica	828,1	64,9182
2.9.2008	Halicryptus spinulosus	3,0	0,0001
	Polychaeta	3,0	0,0001
	Hediste diversicolor	9,0	0,0679
	Marenzelleria spp.	180,0	1,1963
	Oligochaeta	477,0	0,2532
	Corophium volutator	9,0	0,0011
	Ostracoda	522,1	0,0993
	Chironomus spp.	123,0	0,0498
	Potamopyrgus antipodarum	162,0	0,2517
	Limapontia capitata	87,0	0,0826
	Macoma balthica	879,1	41,9333

Skatanselkä 111P, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
25.9.2009	Prostoma obscurum	75,0	0,0545
	Polydora redeki	66,0	0,0241
	Manayunchia aestuarina	555,1	0,0222
	Marenzelleria spp.	54,0	0,2124
	Oligochaeta	444,0	0,1771
	Saduria entomon	9,0	9,5932
	Jaera sp.	6,0	0,0193
	Corophium volutator	12,0	0,0034
	Corophium lacustre	3,0	0,0004
	Ostracoda	1530,2	0,0738
	Chironomus spp.	6,0	0,0003
	Potamopyrgus antipodarum	699,1	0,6974
	Alderia modesta	3,0	0,0011
	Limapontia capitata	96,0	0,0307
	Mytilus trossulus	6,0	0,0030
	Cerastoderma glaucum	15,0	0,0017
	Macoma balthica	2238,2	48,2067

Granö 113, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
28.9.2009	Hediste diversicolor	6,6	0,0805
	Oligochaeta	547,9	0,4694
	Ostracoda	798,7	0,0479
	Chironomus spp.	376,2	1,2852
	Potamopyrgus antipodarum	33,0	0,2182
	Cerastoderma glaucum	6,6	0,0126
	Macoma balthica	191,4	1,9401

Länsi-Tonttu 114, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
11.9.2009	Halicryptus spinulosus	6,0	0,0022
	Marenzelleria spp.	3549,4	11,1392
	Oligochaeta	129,0	0,0084
	Saduria entomon	12,0	6,3703
	Monoporeia affinis	873,1	2,5682
	Ostracoda	12,0	0,0007
	Macoma balthica	60,0	2,9419

Itäinen ulkosaaristo 1142, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
5.10.2007	Halicryptus spinulosus	18,0	0,0566
	Polychaeta	687,1	0,0517
	Hediste diversicolor	6,0	0,0002
	Marenzelleria spp.	1101,1	0,1863
	Oligochaeta	507,1	0,0551
	Mysidae	3,0	0,0000
	Neomysis integer	6,0	0,0004
	Saduria entomon	9,0	1,1921
	Jaera albifrons	15,0	0,0036
	Gammarus sp.	9,0	0,0008
	Monoporeia affinis	315,0	0,1559
	Corophium volutator	3,0	0,0000
	Ostracoda	243,0	0,0206
	Nematoda	21,0	0,0011
	Hydrobia ulvae	6,0	0,0185
	Potamopyrgus antipodarum	9,0	0,0199
	Limapontia capitata	30,0	0,0026
	Macoma balthica	3249,3	124,8562

Itäinen ulkosaaristo 1142, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
19.9.2008	Halicryptus spinulosus	15,0	0,7897
	Marenzelleria spp.	3549,4	10,3094
	Oligochaeta	813,1	0,2647
	Saduria entomon	33,0	6,5704
	Jaera sp.	9,0	0,0017
	Gammarus sp.	9,0	0,0082
	Monoporeia affinis	492,0	1,6216
	Corophium volutator	3,0	0,0005
	Ostracoda	393,0	0,0761
	Potamopyrgus antipodarum	6,0	0,0013
	Limapontia capitata	3,0	0,0012
	Macoma balthica	1509,2	133,0763
	Mya arenaria	345,0	58,1733
11.9.2009	Halicryptus spinulosus	27,0	0,9216
	Harmothoe sarsi	12,0	0,0014
	Hediste diversicolor	3,0	0,1933
	Marenzelleria spp.	3078,3	10,3197
	Oligochaeta	615,1	0,2988
	Neomysis integer	3,0	0,0005
	Saduria entomon	51,0	33,0176
	Jaera sp.	21,0	0,0018
	Gammarus sp.	6,0	0,0007
	Monoporeia affinis	450,0	0,8999
	Corophium volutator	6,0	0,0174
	Ostracoda	66,0	0,0040
	Potamopyrgus antipodarum	9,0	0,0193
	Limapontia capitata	18,0	0,0176
	Mytilus trossulus	18,0	0,1672
	Macoma balthica	2358,2	192,8715
9.9.2010	Halicryptus spinulosus	285,0	1,2907
	Harmothoe sarsi	12,0	0,0014
	Hediste diversicolor	3,0	0,1023
	Marenzelleria spp.	1317,1	6,8072
	Oligochaeta	762,1	0,2836
	Neomysis integer	9,0	0,0011
	Saduria entomon	9,0	4,7820
	Monoporeia affinis	321,0	1,0155
	Ostracoda	2376,2	
	Macoma balthica	1437,1	185,5853
29.9.2011	Halicryptus spinulosus	99,0	0,0451
	Harmothoe sarsi	27,0	0,0107
	Marenzelleria spp.	915,1	3,2298
	Oligochaeta	372,0	0,1410
	Saduria entomon	39,0	26,4584
	Jaera sp.	3,0	0,0011
	Gammarus sp.	3,0	0,0011
	Monoporeia affinis	420,0	0,8470
	Ostracoda	12,0	
	Limapontia capitata	3,0	0,0009
	Macoma balthica	1173,1	126,0027
Ryssjeholmsfjärden 1171, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
14.9.2007	Hediste diversicolor	33,0	0,0879
	Marenzelleria spp.	59,4	0,0959
	Oligochaeta	92,4	0,0015
	Chironomus spp.	13,2	0,0076

Ryssjeholmsfjärden 1171, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Hydrobia sp.	6,6	0,0001
	Potamopyrgus antipodarum	125,4	0,3275
	Lymnaea sp.	6,6	0,0387
	Macoma balthica	297,0	3,0926
11.9.2008	Hediste diversicolor	13,2	0,3744
	Marenzelleria spp.	13,2	0,1748
	Oligochaeta	389,4	0,0299
	Ostracoda	1036,3	0,1621
	Chironomus spp.	13,2	0,0053
	Potamopyrgus antipodarum	92,4	0,1750
	Limapontia capitata	26,4	0,0270
	Macoma balthica	211,2	0,5630
30.9.2009	Satunnaislajit	6,6	0,0225
	Prostoma obscurum	46,2	0,0855
	Hediste diversicolor	13,2	0,0491
	Manayunchia aestuarina	6,6	0,0003
	Marenzelleria spp.	33,0	1,2428
	Oligochaeta	759,1	0,0911
	Ostracoda	2178,2	0,1307
	Chironomus spp.	488,4	1,3865
	Potamopyrgus antipodarum	72,6	0,0106
	Macoma balthica	204,6	4,6997
1.11.2010	Prostoma obscurum	145,2	0,2352
	Hediste diversicolor	6,6	0,3019
	Manayunchia aestuarina	6,6	0,0005
	Marenzelleria spp.	26,4	1,3906
	Oligochaeta	2844,9	0,8752
	Neomysis integer	6,6	0,0099
	Ostracoda	1445,5	
	Chironomus spp.	13,2	0,0002
	Hydrobia sp.	6,6	0,0038
	Potamopyrgus antipodarum	138,6	0,1218
	Alderia modesta	13,2	0,0015
	Macoma balthica	158,4	2,1879
26.9.2011	Prostoma obscurum	26,4	0,0602
	Polydora redeki	26,4	0,0267
	Oligochaeta	1023,1	0,0966
	Ostracoda	765,7	
	Chironomus spp.	1287,1	14,8150
	Potamopyrgus antipodarum	184,8	26,1243
	Macoma balthica	85,8	0,9407
Espoonlahti 118, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
14.9.2007	Oligochaeta	455,4	0,0359
	Neomysis integer	19,8	0,0147
	Chironomus spp.	1590,8	1,6238
	Potamopyrgus antipodarum	1247,5	0,5026
	Bithynia tentaculata	6,6	0,0332
1.9.2008	Oligochaeta	1115,5	0,6602
	Hemimysis anomala	39,6	0,0290
	Ostracoda	1300,3	0,2283
	Chironomus spp.	844,9	8,1574
	Valvata piscinalis	6,6	0,0108
	Hydrobia sp.	6,6	0,0448

Ryssjeholmsfjärden 1171, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Potamopyrgus antipodarum	970,3	1,1425
	Macoma balthica	13,2	0,0607
17.11.2009	Oligochaeta	4250,8	2,3075
	Neomysis integer	26,4	0,0087
	Ostracoda	1280,5	0,1873
	Chironomus spp.	963,7	9,9910
	Potamopyrgus antipodarum	145,2	0,1554
	Macoma balthica	26,4	0,0230
1.11.2010	Halicryptus spinulosus	39,6	0,0016
	Polydora redeki	118,8	0,0189
	Oligochaeta	4798,7	4,3106
	Neomysis integer	495,0	1,3727
	Ostracoda	3003,3	
	Chironomus spp.	1914,2	22,9085
	Potamopyrgus antipodarum	59,4	0,1899
	Bithynia tentaculata	6,6	0,1036
	Macoma balthica	52,8	0,0402
24.8.2011	Oligochaeta	745,9	0,2789
	Ostracoda	46,2	
	Chironomus spp.	1432,3	10,8505
	Potamopyrgus antipodarum	13,2	0,0700
	Bithynia tentaculata	6,6	0,8038
	Macoma balthica	26,4	0,0230
Espoonlahti 119, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
17.11.2009	Oligochaeta	1366,3	0,4625
	Ostracoda	323,4	0,2024
	Chironomus spp.	59,4	0,0494
	Macoma balthica	46,2	1,9502
Espoonlahti 120, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
17.11.2009	Oligochaeta	13,2	0,0005
	Ostracoda	13,2	0,0008
	Chironomus spp.	171,6	1,9671
	Potamopyrgus antipodarum	6,6	0,0071
Stora Mickelskären 123, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
11.10.2007	Hediste diversicolor	96,0	0,0114
	Marenzelleria spp.	1080,1	0,2266
	Oligochaeta	384,0	0,0070
	Monoporeia affinis	12,0	0,0101
	Chironomus spp.	3,0	0,0007
	Potamopyrgus antipodarum	6,0	0,0011
	Macoma balthica	285,0	28,7688
25.9.2008	Marenzelleria spp.	504,1	1,4581
	Oligochaeta	111,0	0,0059
	Saduria entomon	3,0	0,0412
	Gammarus sp.	6,0	0,0010
	Monoporeia affinis	39,0	0,1118
	Corophium volutator	3,0	0,0006
	Ostracoda	861,1	0,1480
	Potamopyrgus antipodarum	9,0	0,0189
	Mytilus trossulus	3,0	0,6034

Stora Mickelskären 123, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Macoma balthica	459,0	19,6707
1.10.2009	Halicryptus spinulosus	3,0	0,0009
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0006
	Manayunchia aestuarina	3,0	0,0013
	Marenzelleria spp.	6261,6	12,4956
	Oligochaeta	372,0	0,1008
	Saduria entomon	9,0	2,9479
	Monoporeia affinis	156,0	0,2708
	Corophium volutator	6,0	0,0017
	Ostracoda	336,0	0,0202
	Potamopyrgus antipodarum	3,0	0,0250
	Limapontia capitata	12,0	0,0085
	Macoma balthica	807,1	72,7183
15.11.2010	Halicryptus spinulosus	69,0	0,0188
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0001
	Marenzelleria spp.	4002,4	18,1464
	Oligochaeta	117,0	0,0222
	Saduria entomon	21,0	10,9871
	Monoporeia affinis	84,0	0,5843
	Ostracoda	27,0	
	Macoma balthica	405,0	42,2796
22.12.2011	Halicryptus spinulosus	30,0	0,1173
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0015
	Marenzelleria spp.	2400,2	11,0725
	Oligochaeta	132,0	0,0068
	Saduria entomon	24,0	27,2086
	Monoporeia affinis	318,0	1,0267
	Corophium volutator	3,0	0,0034
	Ostracoda	15,0	
	Mytilus trossulus	3,0	0,0009
	Macoma balthica	390,0	26,1054
Katajaluoto 1259, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
27.9.2007	Halicryptus spinulosus	57,0	0,2433
	Polychaeta	162,0	0,0393
	Hediste diversicolor	78,0	0,0054
	Marenzelleria spp.	1146,1	0,3233
	Oligochaeta	96,0	0,0077
	Saduria entomon	9,0	0,3735
	Jaera albifrons	3,0	0,0001
	Gammarus sp.	69,0	0,0499
	Monoporeia affinis	177,0	0,1430
	Corophium volutator	6,0	0,0004
	Limapontia capitata	3,0	0,0011
	Macoma balthica	825,1	115,1209
18.9.2008	Halicryptus spinulosus	48,0	4,8467
	Hediste diversicolor	3,0	0,0173
	Marenzelleria spp.	5742,6	21,0903
	Oligochaeta	369,0	0,1541
	Saduria entomon	36,0	12,2903
	Gammarus sp.	12,0	0,0085
	Monoporeia affinis	168,0	0,4781
	Corophium volutator	3,0	0,0015
	Ostracoda	189,0	0,0391
	Theodoxus fluviatilis	3,0	0,0022

Katajaluoto 1259, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Potamopyrgus antipodarum	18,0	0,0368
	Limapontia capitata	3,0	0,0022
	Mytilus trossulus	18,0	0,3969
	Macoma balthica	3012,3	195,5225
5.8.2009	Halicryptus spinulosus	21,0	0,7501
	Marenzelleria spp.	759,1	0,5751
	Oligochaeta	141,0	0,0647
	Mysidae	3,0	0,0388
	Saduria entomon	102,0	18,2290
	Gammarus sp.	12,0	0,0519
	Monoporeia affinis	45,0	0,1124
	Corophium volutator	3,0	0,0199
	Ostracoda	924,1	0,0554
	Chironomus spp.	3,0	0,0009
	Potamopyrgus antipodarum	21,0	0,0356
	Limapontia capitata	6,0	0,0067
	Macoma balthica	2394,2	161,1366
6.9.2010	Halicryptus spinulosus	132,0	3,7663
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0001
	Marenzelleria spp.	2115,2	9,7949
	Oligochaeta	249,0	0,0695
	Mysidae	3,0	0,0020
	Neomysis integer	3,0	0,0028
	Saduria entomon	33,0	25,4200
	Monoporeia affinis	201,0	0,9852
	Corophium volutator	3,0	0,0064
	Ostracoda	981,1	
	Macoma balthica	1134,1	140,6905
29.11.2011	Halicryptus spinulosus	93,0	5,8088
	Harmothoe sarsi	15,0	0,0060
	Hediste diversicolor	3,0	0,0011
	Marenzelleria spp.	1020,1	5,4758
	Oligochaeta	159,0	0,0557
	Saduria entomon	18,0	15,8776
	Gammarus sp.	42,0	0,6386
	Monoporeia affinis	390,0	1,4305
	Corophium volutator	3,0	0,0235
	Mytilus trossulus	3,0	0,0809
	Macoma balthica	1284,1	138,4058
Katajaluoto 125P, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
27.9.2007	Halicryptus spinulosus	9,0	0,0919
	Polychaeta	75,0	0,0102
	Hediste diversicolor	6,0	0,0005
	Marenzelleria spp.	288,0	0,0337
	Oligochaeta	72,0	0,0051
	Saduria entomon	9,0	0,7741
	Jaera albifrons	6,0	0,0001
	Gammarus sp.	27,0	0,0050
	Monoporeia affinis	27,0	0,0116
	Corophium volutator	18,0	0,0009
	Potamopyrgus antipodarum	105,0	0,2440
	Limapontia capitata	12,0	0,0011
	Arachnidae	6,0	0,0034
	Macoma balthica	1077,1	147,2764

Katajaluoto 125P, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
18.9.2008	Halicryptus spinulosus	3,0	1,2293
	Marenzelleria spp.	696,1	1,2536
	Oligochaeta	324,0	0,0682
	Neomysis integer	30,0	0,0534
	Saduria entomon	6,0	1,4454
	Jaera sp.	15,0	0,0026
	Gammarus sp.	180,0	0,0526
	Monoporeia affinis	42,0	0,1619
	Corophium volutator	6,0	0,0197
	Ostracoda	795,1	0,1372
	Chironomus spp.	3,0	0,0007
	Potamopyrgus antipodarum	102,0	0,2581
	Limapontia capitata	39,0	0,0281
	Mytilus trossulus	12,0	0,0038
	Macoma balthica	432,0	14,3400
5.8.2009	Halicryptus spinulosus	3,0	0,0027
	Marenzelleria spp.	3294,3	4,3216
	Oligochaeta	396,0	0,0923
	Saduria entomon	15,0	3,2603
	Monoporeia affinis	66,0	0,0722
	Corophium volutator	9,0	0,0595
	Ostracoda	966,1	0,0580
	Potamopyrgus antipodarum	117,0	0,2948
	Limapontia capitata	27,0	0,0126
	Mytilus trossulus	3,0	0,0007
	Macoma balthica	1686,2	91,5015
6.9.2010	Halicryptus spinulosus	123,0	1,9006
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0005
	Manayunchia aestuarina	3,0	0,0007
	Marenzelleria spp.	3885,4	12,1798
	Oligochaeta	903,1	0,2386
	Neomysis integer	3,0	0,0001
	Saduria entomon	6,0	1,3494
	Gammarus sp.	3,0	0,0081
	Monoporeia affinis	108,0	0,3161
	Corophium volutator	3,0	0,0247
	Ostracoda	4998,5	
	Hydrobia sp.	6,0	0,0007
	Potamopyrgus antipodarum	60,0	0,1804
	Limapontia capitata	24,0	0,0191
	Macoma balthica	2073,2	101,7850
29.11.2011	Halicryptus spinulosus	66,0	0,4472
	Harmothoe sarsi	27,0	0,0202
	Marenzelleria spp.	1131,1	2,5863
	Oligochaeta	4206,4	0,4281
	Neomysis integer	9,0	0,0307
	Monoporeia affinis	57,0	0,2133
	Corophium volutator	9,0	0,0079
	Ostracoda	1029,1	
	Limapontia capitata	6,0	0,0034
	Macoma balthica	1353,1	19,4995
Lehtisaarenselkä 140, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
21.9.2009	Turbellaria	13,2	0,0013
	Hediste diversicolor	39,6	0,2912
	Polydora redeki	1273,9	0,5650

Lehtisaarenselkä 140, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Manayunchia aestuarina	105,6	0,0042
	Marenzelleria spp.	33,0	0,2317
	Oligochaeta	3366,3	0,1347
	Jaera albifrons	39,6	0,0090
	Leptochilus pilosus	409,2	0,2379
	Corophium lacustre	534,7	0,1761
	Ostracoda	1967,0	0,1180
	Chironomus spp.	382,8	0,1120
	Hydrobia sp.	66,0	0,1145
	Potamopyrgus antipodarum	732,7	1,2947
	Limapontia capitata	26,4	0,0084
	Mytilus trossulus	145,2	0,0344
	Cerastoderma glaucum	6,6	0,0568
	Macoma balthica	930,7	12,9261

Knaperskär 147P, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
11.10.2007	Halicryptus spinulosus	6,0	0,0026
	Hediste diversicolor	3,0	0,0001
	Marenzelleria spp.	909,1	0,3009
	Oligochaeta	534,1	0,0277
	Hirudinae	3,0	0,0000
	Monoporeia affinis	15,0	0,0161
	Potamopyrgus antipodarum	12,0	0,0042
	Limapontia capitata	24,0	0,0027
	Macoma balthica	1554,2	61,6057
25.9.2008	Halicryptus spinulosus	9,0	1,4035
	Marenzelleria spp.	534,1	1,0740
	Oligochaeta	144,0	0,0232
	Neomysis integer	3,0	0,0005
	Gammarus sp.	18,0	0,0050
	Monoporeia affinis	48,0	0,1222
	Corophium volutator	3,0	0,0001
	Ostracoda	720,1	0,1365
	Chironomus spp.	9,0	0,0117
	Potamopyrgus antipodarum	39,0	0,0332
	Mytilus trossulus	6,0	0,0036
	Macoma balthica	684,1	58,7134
1.10.2009	Halicryptus spinulosus	6,0	0,0820
	Harmothoe sarsi	6,0	0,0007
	Manayunchia aestuarina	72,0	0,0029
	Marenzelleria spp.	2352,2	3,3557
	Oligochaeta	162,0	0,0106
	Saduria entomon	6,0	5,4045
	Gammarus sp.	6,0	0,0002
	Monoporeia affinis	51,0	0,2056
	Ostracoda	717,1	0,0430
	Chironomus spp.	3,0	0,0132
	Potamopyrgus antipodarum	57,0	0,0813
	Limapontia capitata	3,0	0,0032
	Macoma balthica	867,1	47,5708
15.11.2010	Halicryptus spinulosus	99,0	0,0381
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0003
	Manayunchia aestuarina	6,0	0,0002
	Marenzelleria spp.	867,1	3,2299
	Oligochaeta	1122,1	0,3307
	Saduria entomon	39,0	5,9387

Knaperskär 147P, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Monoporeia affinis	102,0	0,7893
	Ostracoda	366,0	
	Macoma balthica	750,1	104,4771
12.12.2011	Halicryptus spinulosus	51,0	0,2633
	Harmothoe sarsi	3,0	0,0020
	Hediste diversicolor	6,0	0,0035
	Manayunchia aestuarina	6,0	0,0001
	Marenzelleria spp.	297,0	1,3278
	Oligochaeta	285,0	0,0467
	Saduria entomon	30,0	23,1728
	Monoporeia affinis	60,0	0,1386
	Corophium volutator	3,0	0,0009
	Chironomus spp.	3,0	0,0495
	Potamopyrgus antipodarum	3,0	0,0084
	Limapontia capitata	3,0	0,0013
	Macoma balthica	993,1	58,4511

Knaperskär 156, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
1.10.2009	Halicryptus spinulosus	6,0	0,0006
	Harmothoe sarsi	9,0	0,0011
	Marenzelleria spp.	1545,2	5,8285
	Oligochaeta	225,0	0,0326
	Saduria entomon	30,0	9,3047
	Jaera sp.	6,0	0,0203
	Gammarus sp.	9,0	0,0010
	Monoporeia affinis	987,1	2,0038
	Corophium volutator	3,0	0,0245
	Ostracoda	246,0	0,0148
	Potamopyrgus antipodarum	12,0	0,0372
	Limapontia capitata	27,0	0,0131
	Mytilus trossulus	12,0	0,0013
	Macoma balthica	651,1	60,8971

Pentarn 166, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
5.10.2007	Marenzelleria spp.	1698,2	0,2534
	Oligochaeta	159,0	0,0010
	Mysidae	6,0	0,0152
	Hemimysis anomala	3,0	0,0025
	Gammarus sp.	3,0	0,0002
	Macoma balthica	6,0	0,0052
19.9.2008	Marenzelleria spp.	1416,1	4,3878
	Oligochaeta	120,0	0,0053
	Neomysis integer	9,0	0,0764
	Saduria entomon	6,0	1,6491
	Gammarus sp.	3,0	0,0008
	Monoporeia affinis	3,0	0,0090
	Ostracoda	42,0	0,0079
9.9.2010	Harmothoe sarsi	18,0	0,0009
	Marenzelleria spp.	48,0	0,0741
	Mysidae	3,0	0,0004
	Gammarus sp.	3,0	0,0001
	Ostracoda	36,0	
29.9.2011	Marenzelleria spp.	177,0	0,0651
	Oligochaeta	9,0	0,0008

Pentarn 166, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Neomysis integer	15,0	0,0440

Uutela 1743, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
28.9.2009	Prostoma obscurum	39,6	0,0135
	Hediste diversicolor	6,6	0,0018
	Polydora redeki	191,4	0,1462
	Manayunchia aestuarina	125,4	0,0051
	Marenzelleria spp.	66,0	0,1048
	Oligochaeta	198,0	0,0119
	Leptochilus pilosus	6,6	0,0009
	Ostracoda	125,4	0,0075
	Chironomus spp.	26,4	0,0011
	Hydrobia sp.	382,8	0,3944
	Potamopyrgus antipodarum	59,4	0,0325
	Cerastoderma glaucum	198,0	0,8293
	Macoma balthica	1287,1	16,5317

Musta Hevonen 181, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
5.10.2007	Halicryptus spinulosus	3,0	0,0000
	Polychaeta	9,0	0,0004
	Oligochaeta	363,0	0,0200
	Mysidae	3,0	0,0000
	Chironomus spp.	24,0	0,0065
	Macoma balthica	1227,1	1,0676
2.9.2008	Marenzelleria spp.	328,5	0,8460
	Oligochaeta	612,1	0,2871
	Corophium volutator	22,5	0,0132
	Ostracoda	94,5	0,0202
	Chironomus spp.	22,5	0,0366
	Potamopyrgus antipodarum	85,5	0,2878
	Limapontia capitata	9,0	0,0094
	Macoma balthica	1134,1	26,9237
7.9.2010	Manayunchia aestuarina	15,0	0,0014
	Marenzelleria spp.	12,0	0,0435
	Oligochaeta	963,1	0,4875
	Neomysis integer	9,0	0,0036
	Ostracoda	495,0	
	Chironomus spp.	33,0	0,1456
	Theodoxus fluviatilis	3,0	0,0009
	Hydrobia sp.	3,0	0,0129
	Potamopyrgus antipodarum	45,0	0,1206
	Macoma balthica	120,0	6,9405
22.11.2011	Hediste diversicolor	3,0	0,0053
	Marenzelleria spp.	3,0	0,0040
	Oligochaeta	189,0	0,0114
	Ostracoda	2685,3	
	Chironomus spp.	36,0	0,5287
	Hydrobia sp.	12,0	0,0215
	Macoma balthica	9,0	0,0078

Sörnäisten satama 187, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
28.8.2009	Manayunchia aestuarina	46,2	0,0016
	Marenzelleria spp.	303,6	1,1261
	Oligochaeta	171,6	0,0037

Sörnäisten satama 187, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Neomysis integer	6,6	0,0877
	Chironomus spp.	13,2	0,0008
	Potamopyrgus antipodarum	66,0	0,0106
	Macoma balthica	1359,7	29,1595
Björkfjärden 189, Ekman			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
14.9.2007	Marenzelleria spp.	13,2	0,0191
	Oligochaeta	422,4	0,0274
	Hirudinae	6,6	0,0019
	Chironomus spp.	92,4	0,0817
	Potamopyrgus antipodarum	99,0	0,0712
	Macoma balthica	316,8	4,8791
1.9.2008	Halicryptus spinulosus	13,2	0,0643
	Marenzelleria spp.	118,8	0,2727
	Oligochaeta	1478,5	0,3838
	Jaera albifrons	6,6	0,0009
	Ostracoda	864,7	0,1368
	Chironomus spp.	356,4	0,7725
	Hydrobia sp.	6,6	0,0507
	Potamopyrgus antipodarum	105,6	0,2368
	Limapontia capitata	19,8	0,0248
	Macoma balthica	653,5	2,1432
1.11.2010	Prostoma obscurum	151,8	0,4871
	Halicryptus spinulosus	105,6	0,0024
	Hediste diversicolor	19,8	0,0644
	Polydora redeki	52,8	0,0245
	Manayunchia aestuarina	303,6	0,0162
	Marenzelleria spp.	33,0	0,2626
	Oligochaeta	3505,0	0,7342
	Neomysis integer	6,6	0,0024
	Ostracoda	1491,7	
	Chironomus spp.	26,4	0,0038
	Potamopyrgus antipodarum	59,4	0,1095
	Macoma balthica	409,2	3,1262
24.8.2011	Manayunchia aestuarina	39,6	0,0009
	Marenzelleria spp.	13,2	0,0741
	Oligochaeta	402,6	0,1303
	Neomysis integer	19,8	0,0036
	Ostracoda	402,6	
	Chironomus spp.	402,6	0,7213
	Potamopyrgus antipodarum	33,0	0,2217
	Macoma balthica	99,0	0,7692
Västra Rödhallen 341, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
25.9.2009	Prostoma obscurum	18,0	0,0762
	Halicryptus spinulosus	9,0	0,0005
	Polychaeta	234,0	0,1307
	Hediste diversicolor	9,0	0,2116
	Manayunchia aestuarina	1431,1	0,0601
	Marenzelleria spp.	330,0	0,2250
	Oligochaeta	1773,2	0,3840
	Neomysis integer	3,0	0,0002
	Saduria entomon	15,0	0,2767
	Jaera albifrons	156,0	0,0447
	Gammarus sp.	15,0	0,0009

Västra Rödhallen 341, Van Veen			
pvm	laji	yks/m ²	g/m ²
	Corophium volutator	195,0	0,2040
	Ostracoda	54,0	0,0032
	Chironomus spp.	6,0	0,0027
	Theodoxus fluviatilis	3,0	0,0167
	Hydrobia sp.	99,0	3,5679
	Potamopyrgus antipodarum	243,0	0,2455
	Limapontia capitata	6,0	0,0007
	Mytilus trossulus	219,0	2,9669
	Cerastoderma glaucum	72,0	9,9130
	Macoma balthica	921,1	60,8995

Kirjallisuus

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.

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.

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

Räsänen, M., Karvinen, V., Muurinen, J., Sopanen, S., Pääkkönen, J-P. 2011:
Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2010. Jätevesien vaikutusten velvoit-
tetarkkailu. -Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2011. 75 s.

Sikorski, A.V. ja Bick, A 2004: Revision of Marenzelleria Mesnil, 1896 (Spionidae,
Polychaeta). -Sarsia 89:253-275.

7 Viikin jätevesipuhdistamon päästöjen biologiset vaikutukset Helsingin edustan meriympäristössä

SYKEN merikeskuksen, Helsingin seudun ympäristöpalvelujen (HSY), Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ja Åbo Akademin yhteistyöhankeessa tutkittiin Viikin jätevesipuhdistamon päästöjen biologisia vaikutuksia Helsingin edustalla päästöputken suuaukon läheisyydessä olevalla merialueella. Tutkimusmenetelmänä käytettiin sinisimpukoiden (*Mytilus edulis*) sijoittamista ankkuroiduissa häkeissä tutkimusalueelle. Simpukoista mitattiin valittujen haitallisten aineiden kudoskertymien lisäksi niiden biologisia vaikutuksia kuvaavia ns. biomarkkereita. Biomarkkerien ja muiden haitallisten aineiden vaikutuksia kuvaavien muuttujien mukaanottoa meriympäristön seurantaan ja arviointiin on viime vuosina korostettu monessa yhteydessä (esim. Itämeren toimintaohjelma), koska ne antavat tietoa kemikaalien todellisista vaikutuksista eliöihin ja siten koko meriekosysteemiin. Sinisimpukoiden häkitysmenetelmää on menestyksellisesti käytetty meriympäristön tilan seurannassa ja arvioinnissa esimerkiksi Ranskassa, Norjassa, Kreikassa, Iso-Britanniassa ja Italiassa.

Sinisimpukat kerättiin sukeltamalla Hangosta syyskuussa 2011 ja ne häkitettiin Helsingin edustalle kolmelle tutkimuspisteelle. Yksi häkeistä (H1) sijoitettiin Katajaluodon purkuputken välittömään läheisyyteen n. 100 metrin päähän suuaukosta ja toinen (H2) n. 1 kilometrin päähän lounaaseen, päävirtauksen suuntaan. Kolmas, paikalliseksi verrokiksi tarkoitettu simpukkahäkki (H3) asennettiin edellisistä itään noin 3 kilometrin päähän purkuputkesta, ollen siten oletettavasti riittävän kaukana päästön päävaikutusalueesta. Tutkimuksessa käytettiin SYKEN merikeskuksen erikoisvalmisteisia simpukkahäkkejä ankkurointitarvikkeineen. Jokaiseen häkkiin pantiin 300 sinisimpukkaa. Lisäksi jokaiseen häkkiin kiinnitettiin kolme ns. passiivikeräintä (POCIS) vedessä olevien kemikaalipitoisuuksien mittausta varten. Neljän viikon häkitysajan jälkeen simpukkahäkit nostettiin ylös ja simpukat analysoitiin.

Alustavassa tulosten tarkastelussa monissa sinisimpukoissa mitatuissa biomarkkereissa havaittiin eroja häkitysalueiden välillä. Monet mitatuista yksittäisistä antioksidanttientsyymivasteista antoivat keskimäärin suurimmat arvot lähinnä purkuputkea olleella asemalla H1. Simpukoiden verisoluista mitattu lysosomikalvojen destabilisoituminen oli nopeampaa – indikoiden stressitilaa – asemilla H1 ja H2 verrattuna alkuperäisen keräyspaikan (Hanko) lopputilannearvoihin, mutta suuren yksilöidenvälisen hajonnan takia arvot eivät kuitenkaan eronneet tilastollisesti toisistaan. Kidussoluista mitattu perimämyrkyllisyyden indikaattori (Comet Assay) ilmaisi suurinta DNA-vaurioiden määrää asemalla H2. Joissain mitatuissa biomarkkereissa ei sen sijaan havaittu merkitsevää eroa asemien välillä. Simpukoiden kuntoindeksiarvot (pehmytkudoksen paino suhteessa kuoren kokoon) olivat merkitsevästi korkeammat asemilla H1 ja H2 verrattuna keräyspaikan alkua ja lopputilanteeseen, jossa kuntoindeksit olivat vuodenaikaan nähden normaalilla tasolla. Tähän vaikutti siirrettyjen simpukoiden pehmytkudosten ilmeisen nopea kasvu verrattuna keräyspaikkaan. Koska sinisimpukat saavat ravintonsa suodattamalla partikkeleita vedestä, voimakkaasti kohonnut kuntoindeksi ja pehmytkudoksen paino asemilla H1 ja H2 kertovat veden suuremmasta partikkelimäärästä tutkimusalueella verrattuna alkuperäiseen keräysalueeseen. Tällöin simpukat

ovat myös altistuneet partikkeleihin sitoutuneisiin haitallisiin aineisiin enemmän kuin alkuperäisellä keräyspaikalla.

Sinisimpukoiden pehmytkudoksesta analysoitiin laaja kirjo erilaisia haitallisia aineita, mutta useimpien kohdalla pitoisuudet jäivät kuitenkin alle MetropolLab:in käyttämien menetelmien määrittämisrajojen. Tulosten lähempi tarkastelu on vielä kesken. Tulokset Åbo Akademin laboratoriossa simpukoista ja passiivikeräimistä tehdyistä lääke- ja huumausainejäämien analyyseistä valmistuvat kevään 2012 kuluessa. Tutkimuksen loppuraportti valmistuu erillisenä julkaisuna kesäkuun 2012 loppuun mennessä.

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näyttesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk., µg/l	Kokonaifosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
4	18.1.2011	0	0,6	0,4	0,2	0,5	18		0,72								570,4			0		0,2
4	1.2.2011	0	2,5	0,6	0,1	0,5	12,6	7,31	0,05	94	13,71	139,68	1814,6	14,21		2372,2	28,7	14,00	52,2	1700		0,2
4	26.4.2011	0	2,5	0	0	0,3	37,6	7,09	0	95	10,89	73,49	1690,0	7,95		2400,0		9,20	68,8	79		9,4
4	3.5.2011	0	2,5	0	0	0,4																7,4
4	19.5.2011	0	2,5	0	0	0,5	17,8	8,16	2,50	107	11,45	<4	450,0	9,29		1200,0		<5	68,5	33		11,2
4	31.5.2011	0	2,5	0	0	0,6																14,4
4	13.6.2011	0	2,5	0	0	0,8	13,4	8,3	4,16	102	9,21	5,85	<4	<2		569,0		<5	59,0	4		19,3
4	27.6.2011	0	2,5	0	0	0,7																19,4
4	12.7.2011	0	2,5	0	0	0,8	8,71	7,8	3,56	104	8,56	1,58	38,0	3,36		688,0		<5	64,6	1		23,7
4	25.7.2011	0	2,2	0	0	0,5																23,1
4	11.8.2011	0	2,5	0	0	0,5	10,7	8,05	1,91	101	9,18	4,76	286,0	4,96		959,0		<5	71,7	77		19,4
4	16.8.2011	0	2,5	0	0	0,7																18,8
4	5.9.2011	0	2,5	0	0	0,4	9,13	8,4	2,17	122	11,44	3,48	440,1	15,13		1206,5		<5	59,0	40		17,8
4	19.9.2011	0	2,5	0	0	0,7																14,3
4	11.10.2011	0	2,5	0	0	0,2	47,2	7,38	0,31	89	10,15	16,74	2600,0	5,25		3209,0		28,00	103,5	180		9,2
4	26.4.2011	0-2	2,5	0	0	0,3																3,9
4	3.5.2011	0-2	2,5	0	0	0,4																16,1
4	19.5.2011	0-2	2,5	0	0	0,5																51,9
4	31.5.2011	0-2	2,5	0	0	0,6																39,5
4	13.6.2011	0-2	2,5	0	0	0,8																18,8
4	27.6.2011	0-2	2,5	0	0	0,7																42,8
4	12.7.2011	0-2	2,5	0	0	0,8																19,9
4	25.7.2011	0-2	2,2	0	0	0,5																29,3
4	11.8.2011	0-2	2,5	0	0	0,5																42,4
4	16.8.2011	0-2	2,5	0	0	0,7																36,5
4	5.9.2011	0-2	2,5	0	0	0,4																41
4	19.9.2011	0-2	2,5	0	0	0,7																22,5
4	11.10.2011	0-2	2,5	0	0	0,2																5,1
4	1.2.2011	2	2,5	0,6	0,1	0,5	11,1	7,25	0,78	88	12,72	112,05	1500,0	10,74		2100,0	30,5	15,19	48,8	1400		0,3
4	26.4.2011	2	2,5	0	0	0,3	39	7,11	-0,18	95	10,91	69,97	1600,0	6,86		2300,0		9,00	68,1	75		9,3
4	19.5.2011	2	2,5	0	0	0,5	18	8,2	2,55	107	11,45	<4	430,0	8,59		1100,0		<5	66,4	25		11,3
4	13.6.2011	2	2,5	0	0	0,8	11,4	8,28	4,51	105	9,49	<4	<4	<2		540,0		<5	56,8	15		18,8
4	12.7.2011	2	2,5	0	0	0,8	10,5	7,92	4,38	91	7,61	12,27	23,0	<2		600,0		<5	72,6	12		23,2
4	11.8.2011	2	2,5	0	0	0,5	10	8,09	3,27	97	8,71	<4	58,0	<2		687,0		<5	67,7	63		19,4
4	5.9.2011	2	2,5	0	0	0,4	9,65	7,9	2,83	93	8,71	25,79	330,0	10,61		990,0		<5	60,0	43		17,9
4	11.10.2011	2	2,5	0	0	0,2	39	7,46	0,56	87	9,98	18,33	2400,0	4,77		3037,0		27,00	101,7	130		9,2
16	5.7.2011	0					7,17		4,52							650,0			58,6	37	21,2	
16	18.7.2011	0	11	0	0	0,9	6,2		5,41							460,0			40,6	9	12,8	
18	17.3.2011	0	17	0,3	0	2,6	3,35	7,59	4,82	87	12,33	46,26	500,7	5,81		905,1	33,4	27,93	53,8	37		0,1
18	27.4.2011	0	17	0	0	0,7	16,8	7,66	3,59	101	12,12	24,83	974,6	7,72		1500,0	26,0	16,00	51,5	33		6,6
18	3.5.2011	0	17	0	0	1,2																4,7

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näyresyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitratityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
18	19.5.2011	0	17	0	0	1,5	5,49	8,62	5,39	113	12,82	<4	<4	<2		410,0	5,0	<5	35,9	3		8,4
18	8.6.2011	0	16	0	0	2,1	2,52	8,04	5,95	98	10,48	<4	<4	3,16		320,0	8,0	8,00	26,9	1		10,6
18	5.7.2011	0	17	0	0	1,8																18,4
18	26.7.2011	0	17	0	0	1,6	3,59	8,37	5,49	108	9,37	7,23	<4	<2		470,0	<4	<5	40,0	1		20,6
18	3.8.2011	0	17	0	0	1,5																21,2
18	23.8.2011	0	17	0	0	2,2																18,5
18	29.8.2011	0	17	0	0	1,9	3,02	8,13	5,11	94	8,38	4,75	<4	<2		410,0	7,0	5,00	36,0	10		19,2
18	19.9.2011	0	17	0	0	2,1	1,71	7,89	5,26	92	9,31	25,29	36,0	<2		690,0	18,0	17,00	82,2	14		13,5
18	19.10.2011	0	17	0	0	1,6	3,62	7,74	5,51	90	10,19	19,89	230,0	3,31		580,0	32,0	31,00	53,4	5		8,5
18	17.3.2011	0-4	17	0,3	0	2,6															6	
18	27.4.2011	0-4	17	0	0	0,7															7,9	
18	3.5.2011	0-4	17	0	0	1,2															16,7	
18	19.5.2011	0-4	17	0	0	1,5															22,5	
18	8.6.2011	0-4	16	0	0	2,1															2,5	
18	5.7.2011	0-4	17	0	0	1,8															10,6	
18	26.7.2011	0-4	17	0	0	1,6															10,8	
18	3.8.2011	0-4	17	0	0	1,5															5,1	
18	23.8.2011	0-4	17	0	0	2,2															5,7	
18	29.8.2011	0-4	17	0	0	1,9															10,1	
18	19.9.2011	0-4	17	0	0	2,1															11	
18	19.10.2011	0-4	17	0	0	1,6															3,4	
18	17.3.2011	10	17	0,3	0	2,6	1,78	7,71	5,92	88	12,36	24,66	210,0	5,37		460,0	39,0	38,00	49,2	6		0
18	27.4.2011	10	17	0	0	0,7	2,89	7,84	6,15	98	13,19	14,17	180,0	5,35		510,0	30,0	29,00	45,4	3		1,5
18	19.5.2011	10	17	0	0	1,5	5,73	8,6	5,40	113	12,78	5,02	<4	<2		430,0	<4	<5	39,9	4		8,4
18	8.6.2011	10	16	0	0	2,1	3,22	8,01	6,01		10,49	<4	<4	<2		310,0	12,0	10,00	30,2	0		
18	26.7.2011	10	17	0	0	1,6	3,13	8,32	5,50	107	9,39	<4	<4	<2		400,0	<4	<5	35,4	2		20,2
18	29.8.2011	10	17	0	0	1,9	2,81	8,11	5,12	95	8,5	<4	<4	<2		420,0	5,0	5,00	37,0	3		19,2
18	19.9.2011	10	17	0	0	2,1	1,64	7,69	5,74	78	8,37	37,23	55,0	<2		400,0	54,0	29,00	43,4	9		10,5
18	19.10.2011	10	17	0	0	1,6	3,14	7,76	5,49	92	10,34	18,00	220,0	3,26		590,0	32,0	31,00	52,8	3		8,6
18	17.3.2011	16	17	0,3	0	2,6	1,46	7,68	5,98	87	12,12	9,77	190,0	4,56		430,0	39,0	38,00	46,6	3		0
18	27.4.2011	16	17	0	0	0,7	2,12	7,85	6,34	97	13,15	11,54	130,0	4,40		460,0	32,0	31,00	47,0	3		1
18	19.5.2011	16	17	0	0	1,5	9,82	8,58	5,43	113	12,81	9,04	7,0	<2		420,0	4,0	<5	44,4	1		8,2
18	8.6.2011	16	16	0	0	2,1	4,04	7,93	6,08	91	10,45	<4	<4	<2		320,0	16,0	14,00	37,6	0		7,4
18	26.7.2011	16	17	0	0	1,6	10,5	7,76	5,56	68	6,26	83,64	10,0	<2		490,0	27,0	20,00	59,4	2		17,4
18	29.8.2011	16	17	0	0	1,9	4,19	7,91	5,14	82	7,44	<4	4,0	<2		420,0	22,3	15,00	44,0	1		18,9
18	19.9.2011	16	17	0	0	2,1	2,88	7,54	6,20	67	7,69	65,34	50,0	<2		440,0	44,0	40,00	66,8	9		7,7
18	19.10.2011	16	17	0	0	1,6	6,29	7,74	5,56	90	10,14	21,10	200,0	3,23		550,0	33,0	32,00	50,1	10		8,6
18	17.3.2011	5	17	0,3	0	2,6	2,59	7,7	5,72	87	12,24	22,11	200,0	5,26		540,0	36,0	36,00	47,2	14		0
18	27.4.2011	5	17	0	0	0,7	7,69	7,78	5,36	100	12,88	15,19	440,0	5,52		810,0	28,0	25,00	47,3	13		3,2
18	19.5.2011	5	17	0	0	1,5	5,75	8,6	5,40	112	12,71	7,81	<4	<2		420,0	<4	<5	35,7	2		8,4
18	8.6.2011	5	16	0	0	2,1	2,47	8,04	5,97		10,62	<4	<4	<2		320,0	9,0	9,00	28,3	1		
18	26.7.2011	5	17	0	0	1,6	2,9	8,35	5,50	105	9,17	5,34	<4	<2		460,0	<4	<5	40,8	2		20,2
18	29.8.2011	5	17	0	0	1,9	2,74	8,13	5,11	94	8,4	<4	<4	<2		440,0	6,0	5,00	45,0	2		19,3
18	19.9.2011	5	17	0	0	2,1	1,67	7,89	5,35	93	9,52	13,84	37,0	<2		450,0	20,0	19,00	46,8	6		13

Havaintopaikan numero

	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
18	19.10.2011	5	17	0	0	1,6	2,8	7,75	5,51	92	10,39	21,12	220,0	3,37		580,0	33,0	28,00	55,8	10		8,5
25	1.2.2011	0	5	0,6	0,1	1,6	2,65	7,3	4,31	82	11,57	130,48	910,0	19,81		1500,0	26,9	21,00	36,1	19		0
25	26.4.2011	0	5	0	0	1	5,93	7,92	3,77	124	14,17	<4	408,2	6,07		790,8		<5	23,7	0		8,1
25	3.5.2011	0	5	0	0	1,1																6,9
25	23.5.2011	0	5	0	0	1,1	4,54	8,39	5,10	102	10,36	<4	5,4	<2		418,2	<4	<5	28,9	0		13,8
25	31.5.2011	0	5	0	0	1,3																12,4
25	13.6.2011	0	5	0	0	1,5	4,17	7,89	5,81	89	7,91	<4	<4	<2		382,0		<5	26,6	2		19,3
25	27.6.2011	0	5	0	0	1																19,2
25	12.7.2011	0	5	0	0	1,1																23,8
25	26.7.2011	0	5	0	0	0,9	7,34	8,28	5,41	122	9,86	<4	<4	<2		590,0	<4	<5	51,3	1		24,2
25	3.8.2011	0	5	0	0	0,6																22,1
25	16.8.2011	0	5	0	0	0,9																19,5
25	29.8.2011	0	5	0	0	1,1	5,23	8,25	5,02	101	8,88	<4	<4	<2		634,8	<4	<5	63,0	3		20,1
25	19.9.2011	0	5	0	0	1,2	3,91	7,87	4,83	91	9,02	0,00	<4	<2		550,0	9,9	<5	63,8	4		14,5
25	11.10.2011	0	5	0	0	1,1	3,8	7,8	4,99	94	10,17	<4	7,0	<2		515,0	4,0	<5	55,4	20		10,5
25	26.4.2011	0-4	5	0	0	1																24,2
25	3.5.2011	0-4	5	0	0	1,1																17,4
25	23.5.2011	0-4	5	0	0	1,1																5
25	31.5.2011	0-4	5	0	0	1,3																5,5
25	13.6.2011	0-4	5	0	0	1,5																3,8
25	27.6.2011	0-4	5	0	0	1																7,3
25	12.7.2011	0-4	5	0	0	1,1																14,5
25	26.7.2011	0-4	5	0	0	0,9																19,6
25	3.8.2011	0-4	5	0	0	0,6																21,5
25	16.8.2011	0-4	5	0	0	0,9																21,8
25	29.8.2011	0-4	5	0	0	1,1																24,3
25	19.9.2011	0-4	5	0	0	1,2																20,3
25	11.10.2011	0-4	5	0	0	1,1																30
25	1.2.2011	4	5	0,6	0,1	1,6	1,14	7,42	5,22	81	11,44	16,31	200,0	7,98		490,0	33,7	31,00	40,5	3		0,1
25	26.4.2011	4	5	0	0	1	4,21	7,97	5,80	114	15,03	<4	<4	<2		480,0		<5	44,6	0		2,3
25	23.5.2011	4	5	0	0	1,1	12,4	8,25	5,23	88	9,28	<4	<4	<2		430,0	5,0	<5	45,0	0		11,4
25	13.6.2011	4	5	0	0	1,5	9,75	7,73	5,81	85	7,77	<4	<4	<2		375,0		6,00	45,9	6		17,5
25	26.7.2011	4	5	0	0	0,9	6,01	8,24	5,41	113	9,35	<4	<4	<2		560,3	<4	<5	55,2	1		23
25	29.8.2011	4	5	0	0	1,1	5,38	8,27	5,01	99	8,73	<4	<4	<2		620,0	4,0	<5	56,0	3		20,2
25	19.9.2011	4	5	0	0	1,2	6,27	7,65	5,28	71	7,16	18,80	21,0	<2		510,0	26,0	19,00	58,2	6		13,5
25	11.10.2011	4	5	0	0	1,1	2,6	7,8	5,20	92	9,85	<4	6,0	<2		395,0	7,0	5,00	42,8	2		10,5
39	8.3.2011	0	32	0	0	5,8	0,59	7,72	6,08	94	13,09	7,50	120,0	3,40		360,0		41,00	46,0	11		0
39	20.4.2011	0	32	0	0	1,6	5,02	7,8	5,84	81	10,94	<4	266,0	4,37		629,0		25,00	55,3	9		1,5
39	27.5.2011	0	32	0	0	3,5	1,24	8,21	5,90	107	12,59	<4	<4	<2		360,0		9,00	28,0	5		6,5
39	15.6.2011	0	32	0	0	5,9	0,66	8,39	5,65	115	11,85	<4	<4	<2		321,0		6,00	24,7	1		12
39	11.7.2011	0	32	0	0	2,2	3	8,73	5,71	125	10,88	<4	<4	<2		450,0		<5	31,0	1		20,4
39	10.8.2011	0	33	0	0	2,8	1,11	8,12	5,41	95	8,78	10,75	8,5	<2		406,0		6,00	29,4	3		17,2
39	5.9.2011	0	32	0	0	4	0,67	8,19	5,15			<4	<4	<2		370,0		<5	22,2	1		17,5
39	12.10.2011	0	32	0	0	2,8	1,42	7,65	5,73	74	8,32	12,00	66,0	2,80		338,0		30,00	43,3	3		8,9

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitratityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN, µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaistfosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
39	8.3.2011	0-4	32	0	0	5,8															0,7	
39	20.4.2011	0-4	32	0	0	1,6															12,5	
39	27.5.2011	0-4	32	0	0	3,5															4	
39	15.6.2011	0-4	32	0	0	5,9															4,1	
39	11.7.2011	0-4	32	0	0	2,2															14,9	
39	10.8.2011	0-4	33	0	0	2,8															9	
39	5.9.2011	0-4	32	0	0	4															6,3	
39	12.10.2011	0-4	32	0	0	2,8															3,1	
39	8.3.2011	15	32	0	0	5,8	0,58	7,74	6,14	92	12,9	6,37	120,0	2,32		360,0	40,00	47,0	15		0	
39	20.4.2011	15	32	0	0	1,6	2,67	7,87	6,03	93	12,64	11,25	160,0	4,35		456,0	25,00	44,2	15		1,2	
39	27.5.2011	15	32	0	0	3,5	1,27	8,06	6,22	100	12,64	<4	14,0	<2		350,0	17,00	32,9	4		4	
39	15.6.2011	15	32	0	0	5,9	0,38	8,38	5,76	115	11,99	<4	<4	<2		318,0	5,00	24,5	1		11,8	
39	11.7.2011	15	32	0	0	2,2	0,58	8,3	5,83	103	9,86	32,16	<4	<2		310,0	5,00	23,1	1		15,7	
39	10.8.2011	15	33	0	0	2,8	0,48	7,79	6,25	80	8,8	24,53	6,0	2,74		335,0	17,00	28,9	0		9,3	
39	5.9.2011	15	32	0	0	4	0,76	7,67	5,54	76	7,35	4,26	<4	<2		320,0	7,00	23,9	0		14,7	
39	12.10.2011	15	32	0	0	2,8	1,36	7,7	5,74	81	9,06	8,28	69,0	2,66		354,0	32,00	43,4	0		8,8	
39	8.3.2011	31	32	0	0	5,8	1,05	7,67	6,72	83	11,19	4,55	114,4	<2		340,0	43,00	48,0	3		1,2	
39	20.4.2011	31	32	0	0	1,6	2,28	7,75	6,43	87	11,98	4,92	109,0	3,23		371,0	33,00	46,0	1		0,4	
39	27.5.2011	31	32	0	0	3,5	1,31	7,77	6,72	89	11,92	5,47	57,0	3,04		380,0	29,00	39,6	0		1,6	
39	15.6.2011	31	32	0	0	5,9	2,18	7,91	6,12	91	10,25	<4	<4	<2		323,0	13,00	37,0	0		8,4	
39	11.7.2011	31	32	0	0	2,2	1,4	7,63	6,43	80	9,31	9,22	<4	<2		280,0	21,00	38,7	0		6,9	
39	10.8.2011	31	33	0	0	2,8	0,71	7,56	6,60	72	8,67	30,14	24,0	2,92		333,0	33,00	48,0	0		5,2	
39	5.9.2011	31	32	0	0	4	1,52	7,54	6,22	68	7,6	45,40	29,0	3,06		400,0	28,00	41,7	1		8,6	
39	12.10.2011	31	32	0	0	2,8	1,03	7,52	5,98	72	8,29	10,95	82,0	2,06		317,0	38,00	48,7	0		7,5	
48	6.7.2011	0					3,21		5,85	122	10,69					440,4		33,8	13	15,1	19,8	
57	20.4.2011	0	32	0	0	2,3	1,44	8,13	6,07	90	12	<4	39,0	3,35		421,0	9,00	46,8	2		2	
57	27.5.2011	0	32	0	0	4,6	0,7	8,21	6,09	100	12,1	<4	<4	<2		344,0	11,72	29,9	0		5,9	
57	20.6.2011	0	32	0	0	4	0,87	8,06	5,85	110	10,82	<4	<4	<2		390,0	6,00	31,0	1		14,4	
57	12.7.2011	0	32	0	0	2,7	1,2	8,56	5,74	116	10,31	8,06	<4	<2		400,0	<5	34,0	6		19,4	
57	11.8.2011	0	32	0	0	3	1	8,16	5,72	95	9,04	<4	<4	<2		314,0	<5	25,8	4		16,4	
57	5.9.2011	0	32	0	0	4	0,62	8,18	5,48	106	9,83	<4	<4	<2		370,0	<5	22,2	6		17,3	
57	26.10.2011	0	32	0	4		0,91	7,69	5,88	90	10,07	<4	87,7	<2		354,4	35,68	43,5	12		8	
57	20.4.2011	0-4	32	0	0	2,3															24,3	
57	27.5.2011	0-4	32	0	0	4,6															3,6	
57	20.6.2011	0-4	32	0	0	4															7,4	
57	12.7.2011	0-4	32	0	0	2,7															12,1	
57	11.8.2011	0-4	32	0	0	3															8,4	
57	5.9.2011	0-4	32	0	0	4															7,9	
57	26.10.2011	0-4	32	0	4																2,3	
57	20.4.2011	15	32	0	0	2,3	1,57	8,05	6,11	96	12,79	7,13	48,0	3,42		388,0	13,00	39,6	1		1,8	
57	27.5.2011	15	32	0	0	4,6	0,89	8,14	6,19	93	11,52	<4	9,0	<2		340,0	16,00	29,1	0		4,7	
57	20.6.2011	15	32	0	0	4	0,62	8,03	5,93	98	10,1	<4	<4	<2		320,0	8,00	24,9	1		12,1	
57	12.7.2011	15	32	0	0	2,7	0,46	8,25	5,81	98	9,36	22,53	5,0	<2		300,0	<5	19,1	19		15,8	
57	11.8.2011	15	32	0	0	3	1,07	7,66	6,19	64	7,03	38,58	12,0	2,31		282,0	22,00	34,8	1		9,6	

Havaintopaikan numero

	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumityppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaifosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
68	20.6.2011	5	17	0	0	1,9*	2,67	8,14	5,84	105	10,08	<4	<4	<2		390,0		5,00	30,0	2		15,4
68	12.7.2011	5	17	0	0	1,7	1,68	8,23	5,83	95	8,44	10,16	<4	<2		390,0		<5	23,7	12		19,6
68	11.8.2011	5	17	0	0	2	2	8,11	5,50	90	8,33	27,66	17,0	2,20		377,0		15,00	37,6	16		17,7
68	21.9.2011	5	17	0	0	2,5	1,78	7,89	5,66	97	9,95	<4	6,0	<2		380,0		16,00	48,0	6		12,5
68	19.10.2011	5	17	0	0	2	2,17	7,81	5,85	94	10,58	<4	53,0	3,17		380,0		26,00	50,9	2		8,4
87	9.2.2011	0	4	0,8	0,3	1,1	2,22	7,22	4,53	68	9,62	544,26	503,6	12,14		1252,0	24,0	15,23	30,4	120		-0,1
87	27.4.2011	0	3,5	0	0	0,9	7,47	7,82	2,72	113	12,53	47,29	740,0	9,18		1200,0	8,0	<5	34,0	3		10
87	5.5.2011	0	3,5	0	0	1,3																8,4
87	19.5.2011	0	3,5	0	0	1	6,58	8,29	4,74	95	10,02	<4	<4	<2		460,0	<4	<5	50,5	10		11,6
87	31.5.2011	0	3,5	0	0	1																14,4
87	14.6.2011	0	3,5	0	0	1	6,32	7,93	5,28	76	6,82	<4	1,6	<2		499,0		<5	48,8	27		19,4
87	28.6.2011	0	3,5	0	0	0,7																20,2
87	12.7.2011	0	3,5	0	0	0,8																23,7
87	27.7.2011	0	3,5	0	0	0,8	12,6	8,63	5,36	137	11,14	<4	<4	<2		840,0	4,5	<5	67,1	1		24,4
87	3.8.2011	0	3,5	0	0	0,7																21,8
87	16.8.2011	0	3,5	0	0	0,7																19,3
87	30.8.2011	0	3,5	0	0	0,6	10,6	7,92	5,14	80	7,13	<4	<4	<2		730,0		13,00	81,4	4		19,5
87	21.9.2011	0	3,5	0	0	0,9	6,82	7,89	4,66	89	8,76	<4	<4	<2		680,0	9,0	6,00	63,3	5		14,5
87	19.10.2011	0	3,5	0	0	0,7	7,92	7,91	4,94	93	10,7	<4	<4	<2		620,0	8,0	<5	68,1	6		7,9
87	27.4.2011	0-3	3,5	0	0	0,9															16	
87	5.5.2011	0-3	3,5	0	0	1,3															17,5	
87	19.5.2011	0-3	3,5	0	0	1															10,2	
87	31.5.2011	0-3	3,5	0	0	1															8,1	
87	14.6.2011	0-3	3,5	0	0	1															14,2	
87	28.6.2011	0-3	3,5	0	0	0,7															20,1	
87	12.7.2011	0-3	3,5	0	0	0,8															37,2	
87	27.7.2011	0-3	3,5	0	0	0,8															37,5	
87	3.8.2011	0-3	3,5	0	0	0,7															58,5	
87	16.8.2011	0-3	3,5	0	0	0,7															29,2	
87	30.8.2011	0-3	3,5	0	0	0,6															28,5	
87	21.9.2011	0-3	3,5	0	0	0,9															30,7	
87	19.10.2011	0-3	3,5	0	0	0,7															28,3	
87	9.2.2011	3	4	0,8	0,3	1,1	1,6	7,44	5,90	75	10,25	83,59	190,0	5,51		510,0	34,3	29,22	39,3	12		0,5
87	27.4.2011	3	3,5	0	0	0,9	4,53	7,82	5,10	103	12,88	12,85	290,0	7,36		800,0	5,0	<5	34,2	3		4,3
87	19.5.2011	3	3,5	0	0	1	6,76	8,29	4,73	96	10,13	<4	<4	<2		460,0	<4	<5	51,5	12		11,8
87	14.6.2011	3	3,5	0	0	1	8,74	7,71	5,38	70	6,3	<4	<4	<2		484,0		<5	57,4	10		18,7
87	27.7.2011	3	3,5	0	0	0,8	11	8,42	5,36	108	8,81	16,27	5,0	<2		700,0	10,5	<5	61,2	1		23,8
87	30.8.2011	3	3,5	0	0	0,6	9,78	7,9	5,15	72	6,44	<4	<4	<2		720,0		13,00	82,3	10		19,5
87	21.9.2011	3	3,5	0	0	0,9	6,9	7,86	4,67	78	7,72	<4	<4	<2		670,0	10,0	5,00	65,0	10		14,6
87	19.10.2011	3	3,5	0	0	0,7	7,85	7,87	4,93	94	10,8	<4	<4	<2		590,0	5,0	<5	65,5	7		7,9
94	9.2.2011	0	9	0,6	0,2	1,9	0,92	7,55	5,72	78	10,95	45,62	190,0	8,68		490,0	35,5	32,71	42,7	15		-0,1
94	27.4.2011	0	9	0	0	1,1	4,91	8,49	4,40	145	16,1	<4	330,0	7,40		890,0	6,0	<5	36,5	1		9,6
94	5.5.2011	0	8	0	0	1,2																7,4
94	19.5.2011	0	9	0	0	1	8,31	8,68	5,46	108	11,6	<4	<4	<2		450,0	<4	<5	38,6	22		10,5

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenotto	Näytteenotto	Näytteenotto	Näytteenotto	Näytteenotto	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN, µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
94	8.6.2011	0	0	0	0	1,5																15,1
94	14.6.2011	0	0	0	0	1,2	5,72	8,02	5,99	85	7,9	<4	<4	<2		332,0		5,38	33,4	13		16,8
94	6.7.2011	0	0	0	0	1,4																20
94	19.7.2011	0	0	0	0	0,8																20,3
94	27.7.2011	0	0	0	0	1,9	7,8	8,43	5,54	115	9,47	<4	4,0	<2		520,0	<4	<5	40,1	4		23
94	3.8.2011	0	0	0	0	1,5																21,4
94	23.8.2011	0	0	0	0	1,8																18,9
94	30.8.2011	0	0	0	0	0,9	6,85	8,26	5,20	95	8,47	<4	<4	<2		490,0		13,00	61,2	5		19,4
94	21.9.2011	0	0	0	0	1,8	2,84	8,13	5,47	101	10,3	<4	<4	<2		480,0	7,0	6,00	46,8	10		13,1
94	19.10.2011	0	0	0	0	1,1	4,91	7,87	5,60	96	10,94	<4	20,0	<2		460,0	12,0	11,00	49,2	11		8,1
94	27.4.2011	0-4	0	0	0	1,1																31,1
94	5.5.2011	0-4	8	0	0	1,2																37,2
94	19.5.2011	0-4	9	0	0	1																11,6
94	8.6.2011	0-4	9	0	0	1,5																3,4
94	14.6.2011	0-4	9	0	0	1,2																4,7
94	6.7.2011	0-4	9	0	0	1,4																8,5
94	19.7.2011	0-4	9	0	0	0,8																12,3
94	27.7.2011	0-4	9	0	0	1,9																10,5
94	3.8.2011	0-4	9	0	0	1,5																8,6
94	23.8.2011	0-4	9	0	0	1,8																10,4
94	30.8.2011	0-4	9	0	0	0,9																15,7
94	21.9.2011	0-4	9	0	0	1,8																20,1
94	19.10.2011	0-4	9	0	0	1,1																13,8
94	9.2.2011	4	9	0,6	0,2	1,9	1,3	7,65	6,68	85	11,46	15,46	130,0	2,24		360,0	39,6	36,60	43,7	7		0,9
94	27.4.2011	4	9	0	0	1,1	4,28	8,09	5,79	115	14,6	8,66	200,0	5,37		630,0	9,0	9,00	39,6	2		3,6
94	19.5.2011	4	9	0	0	1	8,09	8,67	5,48	109	11,65	<4	<4	<2		440,0	<4	<5	44,0	32		10,

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenotto m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitratityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN, µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila °C
111	13.6.2011	0-4	13	0	0	3															2	1,1
111	27.6.2011	0-4	13	0	0	1,9															2	4,1
111	5.7.2011	0-4	13	0	0	1,7															10,7	
111	12.7.2011	0-4	13	0	0	1,6															10,2	
111	26.7.2011	0-4	13	0	0	1															18,4	
111	3.8.2011	0-4	13	0	0	2,2															4,9	
111	16.8.2011	0-4	13	0	0	1,6															14,4	
111	29.8.2011	0-4	13	0	0	3															6,4	
111	19.9.2011	0-4	13	0	0	2,2															13	
111	11.10.2011	0-4	13	0	0	2,8															7,3	
111	26.4.2011	12	13	0	0	2,1	2,3	7,78	6,19	96	13,1	7,48	105,0	5,09		500,0		29,00	44,7	2		1,1
111	31.5.2011	12	13	0	0	2,6	1,54	8	6,06	100	12,16	<4	8,0	<2		330,0	16,0	15,00	30,5	0		5,2
111	13.6.2011	12	13	0	0	3	1,38	8,28	5,82	109	10,67	<4	<4	<2		310,0		5,00	23,5	1		14,5
111	26.7.2011	12	13	0	0	1	4,37	8,41	5,36	110	9,5	4,02	<4	<2		440,0	<4	<5	37,1	0		20,8
111	29.8.2011	12	13	0	0	3	1,46	8,07	5,22	90	8,05	8,32	<4	<2		370,0	9,0	7,00	31,0	5		19
111	19.9.2011	12	13	0	0	2,2	2,19	7,99	5,27	101	9,87	6,18	6,0	<2		480,0	17,0	16,00	48,1	6		14,6
111	11.10.2011	12	13	0	0	2,8	1,07	7,8	5,53	92	9,97	14,66	30,0	<2		334,0	27,0	26,00	42,1	3		10,1
111	26.4.2011	5	13	0	0	2,1	2,95	7,82	5,97	102	13,62	5,37	120,0	5,54		540,0		20,00	42,8	0		1,9
111	31.5.2011	5	13	0	0	2,6	2,27	8,16	5,84	104	12,17	<4	<4	<2		330,0	10,0	9,00	27,0	0		7
111	13.6.2011	5	13	0	0	3	1,55	8,29	5,79	112	10,94	<4	<4	<2		302,0		5,00	22,1	0		15,1
111	26.7.2011	5	13	0	0	1	5,12	8,46	5,36	120	10,26	<4	<4	<2		540,0	<4	<5	50,3	0		21,4
111	29.8.2011	5	13	0	0	3	1,29	8,12	5,20	92	8,32	<4	<4	<2		420,0	7,0	5,00	37,0	4		19
111	19.9.2011	5	13	0	0	2,2	1,96	8,02	5,24	102	10,01	<4	<4	<2		450,0	16,0	14,00	45,6	0		14,7
111	11.10.2011	5	13	0	0	2,8	1,06	7,82	5,48	94	10,07	11,80	27,0	<2		334,0	32,0	23,00	39,8	1		10,4
114	8.3.2011	0	47	0	0	6	0,62	7,78	5,99	94	13,21	<4	130,0	2,02	135,9625	360,0		41,00	45,0	0		0
114	20.4.2011	0	47	0	0	3,1	1,55	7,88	6,12	92	12,48	7,70	100,0	3,65	111,3515	414,0		26,00	46,0	2		1,2
114	5.5.2011	0	47	0	0	2,8																4,8
114	31.5.2011	0	48	0	0	5,2	0,56	8,26	6,07	106	12,55	<4	<4	<2	0	310,0		11,00	25,5	0		6,4
114	20.6.2011	0	47	0	0	5,4	0,71	8,34	5,42	103	10,48	<4	<4	<2	0	380,0		4,00	23,6	0		12,8
114	20.6.2011	0					0,44	8,3	5,42		11,29	6,44	<4	<2	6,504	380,0		5,00	21,9	0		
114	27.6.2011	0	47	0	0	3,8																13
114	11.7.2011	0	47	0	0	2,5	1,38	8,66	5,62	122	10,7	4,07	<4	<2	6,307	440,0		<5	32,0	0		20,1
114	26.7.2011	0	47	0	0	3,7																20,9
114	10.8.2011	0	47	0	0	3	0,94	8,1	5,38	96	8,91	8,82	5,0	<2	14,998	448,0		5,00	26,8	1		17,4
114	22.8.2011	0	47	0	0	4																18,5
114	5.9.2011	0	47	0	0	4,2	0,67	8,22	5,05	106	9,78	<4	<4	<2	2,3825	350,0		<5	19,4	0		17,5
114	20.9.2011	0	47	0	0	5																10,6
114	12.10.2011	0	47	0	0	3,9	0,75	7,68	5,74	86	9,63	<4	65,0	<2	67,8815	316,0		31,00	42,2	0		8,8
114	8.3.2011	0-4	47	0	0	6																0,7
114	20.4.2011	0-4	47	0	0	3,1																11,4
114	5.5.2011	0-4	47	0	0	2,8																18,7
114	31.5.2011	0-4	48	0	0	5,2																2,4
114	20.6.2011	0-4	47	0	0	5,4																4,3
114	27.6.2011	0-4	47	0	0	3,8																3

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk., µg/l	Kokonaifosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
114	11.7.2011	0-4	47	0	0	2,5															11,8	
114	26.7.2011	0-4	47	0	0	3,7															7,6	
114	10.8.2011	0-4	47	0	0	3															7,6	
114	22.8.2011	0-4	47	0	0	4															5,8	
114	5.9.2011	0-4	47	0	0	4,2															7	
114	20.9.2011	0-4	47	0	0	5															4,4	
114	12.10.2011	0-4	47	0	0	3,9															2,7	
114	8.3.2011	10	47	0	0	6	0,68	7,8	6,14	94	13,08	<4	120,0	2,06	125,554	370,0		40,00	45,0	0		0
114	20.4.2011	10	47	0	0	3,1	1,08	7,89	6,13	97	13,23	4,64	101,0	3,77	109,408	412,0		26,00	47,4	1		1,2
114	31.5.2011	10	48	0	0	5,2	0,73	8,2	6,09	110	13,1	<4	<4	<2	2,5785	310,0		11,00	25,8	0		6
114	20.6.2011	10	47	0	0	5,4	0,31	8,29	5,48	106	10,91	102,86	<4	<2	102,8495	320,0		5,00	20,1	0		12,4
114	20.6.2011	10					0,32	8,26	5,50		10,52	<4	<4	<2	0	350,0		5,00	19,6	0		
114	11.7.2011	10	47	0	0	2,5	0,61	8,41	5,58	103	9,51	7,60	<4	<2	10,204	350,0		<5	21,2	0		17,5
114	10.8.2011	10	47	0	0	3	0,62	8,02	5,57	84	8	13,96	<4	<2	17,995	364,0		7,00	20,0	0		16
114	5.9.2011	10	47	0	0	4,2	0,56	8,09	5,16	100	9,26	6,21	<4	<2	5,823	330,0		<5	19,5	0		17,2
114	12.10.2011	10	47	0	0	3,9	0,72	7,7	5,76	84	9,37	4,08	67,0	2,47	73,5465	314,0		33,00	42,7	4		8,8
114	8.3.2011	20	47	0	0	6	0,53	7,79	6,26	91	12,8	<4	120,0	<2	125,153	370,0		40,00	45,0	0		0
114	20.4.2011	20	47	0	0	3,1	0,67	7,88	6,20	97	13,21	5,49	89,0	3,66	98,1545	376,0		28,00	43,9	0		0,9
114	31.5.2011	20	48	0	0	5,2	0,62	8,13	6,20	104	12,75	<4	6,0	<2	6,5685	300,0		15,00	28,0	0		4,7
114	20.6.2011	20	47	0	0	5,4	0,36	8,03	5,91	102	11,27	<4	<4	<2	0	340,0		11,00	24,8	0		9
114	20.6.2011	20					0,42	7,99	6,04		11,08	<4	<4	<2	0	300,0		13,00	27,1	0		
114	11.7.2011	20	47	0	0	2,5	0,45	7,9	6,09	90	9,38	14,88	<4	<2	17,623	290,0		11,00	25,5	0		11,7
114	10.8.2011	20	47	0	0	3	0,47	7,68	6,20	77	8,77	32,63	8,0	3,54	44,17	332,0		23,00	34,2	0		7,8
114	5.9.2011	20	47	0	0	4,2	0,42	7,68	5,97	75	8,14	24,49	14,0	3,90	42,385	300,0		19,50	30,2	0		10,4
114	12.10.2011	20	47	0	0	3,9	0,72	7,65	5,79	84	9,39	<4	67,0	<2	69,4175	375,0		31,00	43,7	1		8,7
114	8.3.2011	30	47	0	0	6	0,65	7,73	6,57	87	11,89	4,22	110,0	<2	115,798	350,0		41,00	46,0	1		0,7
114	20.4.2011	30	47	0	0	3,1	0,61	7,84	6,36	90	12,47	4,91	90,0	3,47	98,3705	370,0		33,00	46,0	0		0,4
114	31.5.2011	30	48	0	0	5,2	0,59	7,89	6,50	95	12,42	<4	27,0	2,44	29,3525	310,0		25,00	34,9	0		2,4
114	20.6.2011	30	47	0	0	5,4	0,61	7,81	6,28	95	11,48	<4	<4	<2	0	320,0		18,00	34,9	0		5,8
114	20.6.2011	30					0,57	7,72	6,49		11,35	<4	<4	<2	1,2765	320,0		22,00	35,4	0		
114	11.7.2011	30	47	0	0	2,5	0,53	7,75	6,34	87	9,99	12,63	<4	<2	12,8435	280,0		18,00	35,2	1		7,4
114	10.8.2011	30	47	0	0	3	0,36	7,69	6,65	82	9,62	24,86	16,0	2,28	43,1445	356,0		28,00	37,5	0		6,8
114	5.9.2011	30	47	0	0	4,2	0,72	7,62	6,19	74	8,25	36,29	25,0	3,19	64,4705	310,0		27,00	35,6	0		8,4
114	12.10.2011	30	47	0	0	3,9	0,82	7,57	5,94	75	8,58	<4	84,0	<2	85,2425	318,0		40,00	47,7	0		7,6
114	8.3.2011	40	47	0	0	6	0,81	7,67	6,82	81	10,77	4,00	110,0	<2	115,485	340,0		44,00	50,0	0		1,5
114	20.4.2011	40	47	0	0	3,1	1,42	7,83	6,43	83	11,52	8,87	90,0	3,34	102,2065	351,0		33,00	43,2	1		0,2
114	31.5.2011	40	48	0	0	5,2	0,88	7,71	6,74	86	11,34	<4	56,0	3,08	61,8005	340,0		32,00	41,3	0		2
114	20.6.2011	40	47	0	0	5,4	1,17	7,68	6,57	90	11,15	<4	<4	<2	0,1815	380,0		23,00	40,7	0		4,2
114	20.6.2011	40					1,32	7,55	6,93		9,95	<4	<4	<2	2,2125	340,0		30,00	51,4	0		
114	11.7.2011	40	47	0	0	2,5	1,09	7,6	6,68	80	9,77	13,49	6,0	<2	20,051	290,0		25,00	44,9	0		4,9
114	10.8.2011	40	47	0	0	3	0,58	7,55	6,77	72	8,81	30,76	29,0	2,27	62,0285	353,0		39,00	49,8	1		5,2
114	5.9.2011	40	47	0	0	4,2	0,96	7,57	6,41	74	8,47	35,95	29,0	2,23	67,1725	320,0		32,00	41,2	0		7,4
114	12.10.2011	40	47	0	0	3,9	0,94	7,51	6,05	68	7,99	<4	91,0	<2	92,284	335,0		45,00	52,7	0		6,6
114	8.3.2011	46	47	0	0	6	1,64	7,66	6,93	77	10,21	4,42	110,0	<2	116,1385	350,0		45,00	52,0	0		1,8

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN, µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
114	20.4.2011	46	47	0	0	3,1	2,9	7,78	6,54	85	11,71	4,43	95,0	2,79	102,2235	350,0		35,00	49,1	0		0,4
114	31.5.2011	46	48	0	0	5,2	2,37	7,56	6,98	71	9,29	8,09	78,0	2,56	88,6475	370,0		38,00	53,4	1		2,2
114	20.6.2011	46	47	0	0	5,4	1,02	7,64	6,65	88	10,78	<4	<4	<2	1,553	390,0		25,00	42,5	0		4,8
114	11.7.2011	46	47	0	0	2,5	1,23	7,53	6,82	73	9,01	15,48	11,0	<2	27,027	300,0		31,00	50,0	0		4,4
114	10.8.2011	46	47	0	0	3	0,77	7,46	6,90	64	7,83	34,50	40,0	2,06	76,562	394,0		48,00	59,6	0		5
114	5.9.2011	46	47	0	0	4,2	1,31	7,51	6,62	66	7,82	43,65	35,0	<2	80,3685	340,0		38,00	49,5	0		6,2
114	12.10.2011	46	47	0	0	3,9	0,9	7,49	6,07	67	7,86	<4	93,0	<2	94,206	335,0		45,00	54,4	0		6,4
114	8.3.2011	5	47	0	0	6	0,89	7,78	5,98	95	13,32	<4	130,0	2,98	136,558	370,0		40,00	46,0	0		0
114	20.4.2011	5	47	0	0	3,1	1,56	7,89	6,12	94	12,83	6,96	99,0	3,99	109,944	410,0		26,00	47,1	1		1,2
114	31.5.2011	5	48	0	0	5,2	0,63	8,22	6,08	106	12,61	<4	<4	<2	2,516	320,0		12,00	29,1	0		6,1
114	20.6.2011	5	47	0	0	5,4	0,36	8,3	5,47	102	10,45	27,07	<4	<2	27,204	340,0		<5	21,7	0		12,5
114	20.6.2011	5					0,52	8,29	5,46		10,96	<4	<4	<2	1,1105	330,0		<5	22,4	0		
114	11.7.2011	5	47	0	0	2,5	2	8,66	5,65	121	10,57	23,20	<4	<2	23,039	440,0		<5	30,4	2		19,9
114	10.8.2011	5	47	0	0	3	2,48	8,11	5,50	94	8,68	11,19	6,0	<2	18,4165	370,0		7,00	25,7	3		17,4
114	5.9.2011	5	47	0	0	4,2	0,74	8,21	5,08	107	9,86	<4	<4	<2	4,8955	360,0		<5	19,5	0		17,4
114	12.10.2011	5	47	0	0	3,9	0,63	7,71	5,74	86	9,57	4,35	67,0	2,60	73,948	315,0		33,00	44,1	0		8,8
117	31.1.2011	0	3,7	0,7	0,2	1	2,85	7,3	4,69	79	11,2	47,73	320,0	7,66		680,0	34,3	26,27	42,0	22		0
117	27.4.2011	0	3,5	0	0	1,1	5,74	8,69	5,49	162	18,88	5,71	9,8	<2		503,4		<5	33,2	3		7,5
117	19.5.2011	0	3,5	0	0	0,9	9,17	8,52	5,59	91	9,82	<4	<4	<2		370,0		<5	36,1	11		10,6
117	14.6.2011	0	3,5	0	0	0,8	10,3	7,87	6,00	86	7,81	<4	<4	<2		352,0		8,00	41,1	70		18,1
117	14.7.2011	0	3,5	0	0	0,9	10,7	7,88	5,75	93	8,09	<4	<4	<2		450,0		<5	53,1	7		20,6
117	11.8.2011	0	3,5	0	0	0,6	9,51	8,16	5,47	92	8,01	5,63	9,0	<2		556,0		13,00	70,8	21		20,3
117	21.9.2011	0	3,5	0	0	1	5,15	7,83	5,85	91	9,38	<4	6,0	<2		407,2		13,39	43,4	10		12,5
117	26.10.2011	0	3,5	0	0	2	2,16	7,77	5,62	95	10,87	<4	21,0	<2		400,0		10,00	34,7	2		7,8
117	27.4.2011	0-3	3,5	0	0	1,1															39,8	
117	19.5.2011	0-3	3,5	0	0	0,9															4,7	
117	14.6.2011	0-3	3,5	0	0	0,8															6,3	
117	14.7.2011	0-3	3,5	0	0	0,9															11,9	
117	11.8.2011	0-3	3,5	0	0	0,6															16,5	
117	21.9.2011	0-3	3,5	0	0	1															11,9	
117	26.10.2011	0-3	3,5	0	0	2															13,7	
117	31.1.2011	3	3,7	0,7	0,2	1	1,16	7,43	5,22	83	11,63	7,92	190,0	5,55		450,3	35,8	30,47	41,9	4		0,2
117	27.4.2011	3	3,5	0	0	1,1	6,05	8,64	5,86	161	19,83	6,15	<4	<2		560,0		<5	47,4	2		4,9
117	19.5.2011	3	3,5	0	0	0,9	10,7	8,52	5,59	91	9,73	5,79	<4	<2		370,0		<5	41,5	9		10,8
117	14.6.2011	3	3,5	0	0	0,8	10,3	7,85	6,00	90	8,21	<4	<4	<2		372,0		8,00	42,3	96		18,2
117	14.7.2011	3	3,5	0	0	0,9	15,2	7,94	5,77	83	7,4	22,30	8,0	<2		470,0		11,00	58,0	6		19,4
117	11.8.2011	3	3,5	0	0	0,6	10,1	8,12	5,54	86	7,51	32,73	12,0	<2		548,0		19,00	76,1	3		20,1
117	21.9.2011	3	3,5	0	0	1	5,41	7,8	5,85	91	9,37	<4	6,0	<2		410,0		13,00	42,7	12		12,3
117	26.10.2011	3	3,5	0	0	2	1,7	7,76	5,62	92	10,61	<4	19,0	<2		430,0		7,00	37,6	4		7,8
118	31.1.2011	0	15	0,6	0,1	0,8	9,71	6,9	0,16	77	11,07	68,47	470,0	<2		1000,0	20,5	6,00	34,1	14		0,3
118	9.5.2011	0	14	0	0	0,9	10,6	7,89	1,11	120	12,49	7,28	290,0	3,71		880,0	8,0	<5	42,0	3		13
118	24.8.2011	0	14	0	0	0,9	5,24	8,36	4,47	115	10,23	<4	<4	<2		715,2	<4	<5	72,0	9		19,7
118	31.10.2011	0	13	0	0	0,5	23,8	7,28	0,83		10,41	86,87	325,0	4,38		1113,0			47,9	21		8,1
118	9.5.2011	0-4	14	0	0	0,9															18,1	

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
125	11.7.2011	0	28	0	0	2,4	1,43					Δ 4	Δ 4	Δ 2		460,0		Δ 5	30,6	1		
125	19.7.2011	0	28	0	0	2,9																
125	27.7.2011	0	28	0	0	2,1																
125	10.8.2011	0	28	0	0	2,5	1,52	8,14	5,39	95	8,72	22,37	11,0	<2		443,0		11,00	33,9	15		
125	22.8.2011	0	28	0	0	3,3																
125	5.9.2011	0	28	0	0	3,8	0,62	8,21	5,29	111	10,25	<4	<4	<2		370,0		<5	25,1	11		
125	20.9.2011	0	28	0	0	3,6																
125	12.10.2011	0	28	0	0	3	1,19	7,79	5,77	90	9,99	10,68	54,0	2,84		335,0		29,00	40,9	2		
125	17.3.2011	0-4	28	0,2	0	6																1,2
125	20.4.2011	0-4	28	0	0	2,1																23,5
125	5.5.2011	0-4	28	0	0	1,9																41,2
125	31.5.2011	0-4	28	0	0	3,8																4
125	15.6.2011	0-4	28	0	0	4,1																3,8
125	28.6.2011	0-4	28	0	0	3,9																1,8
125	11.7.2011	0-4	28	0	0	2,4																14,2
125	19.7.2011	0-4	28	0	0	2,9																5,5
125	27.7.2011	0-4	28	0	0	2,1																10,5
125	10.8.2011	0-4	28	0	0	2,5																8,5
125	22.8.2011	0-4	28	0	0	3,3																7,3
125	5.9.2011	0-4	28	0	0	3,8																10
125	20.9.2011	0-4	28	0	0	3,6																8,5
125	12.10.2011	0-4	28	0	0	3																2,9
125	17.3.2011	10	28	0,2	0	6	1,05	7,76	6,05	91	12,79	8,46	130,0	2,79		360,0		39,00	48,5	1		0
125	20.4.2011	10	28	0	0	2,1	1,09	7,96	6,07	90	12,02	11,23	100,0	4,36		444,0		16,00	43,9	25		1,7
125	31.5.2011	10	28	0	0	3,8	1,07	8,17	6,09	106	12,71	<4	<4	<2		310,0		11,00	27,8			5,8
125	15.6.2011	10	28	0	0	4,1	0,71	8,29	5,89	109	11,11	<4	<4	<2		369,0		7,00	24,3	4		12,7
125	11.7.2011	10	28	0	0	2,4	0,85	8,34	5,84	104	9,37	10,42	5,0	<2		360,0		<5	21,1	0		18,3
125	10.8.2011	10	28	0	0	2,5	0,89	7,73	5,90	76	7,98	39,74	9,0	2,22		387,0		19,00	32,3	3		11,6
125	5.9.2011	10	28	0	0	3,8	0,56	8,21	5,31	110	10,2	6,34	<4	<2		350,0		<5	25,8	10		17,2
125	12.10.2011	10	28	0	0	3	0,93	7,72	5,81	87	9,73	9,43	58,0	3,37		338,0		31,00	42,7	6		9
125	17.3.2011	20	28	0,2	0	6	0,86	7,75	6,37	93	12,97	<4	120,0	3,06		350,0		39,00	46,5	4		0
125	20.4.2011	20	28	0	0	2,1	1,06	7,86	6,34	83	11,38	9,41	86,0	3,37		369,0		29,00	44,3	6		0,6
125	31.5.2011	20	28	0	0	3,8	0,64	7,9	6,48	95	12,34	<4	27,0	2,41		320,0		24,00	33,6			2,6
125	15.6.2011	20	28	0	0	4,1	0,58	8,33	5,88	112	11,61	<4	<4	<2		337,0		7,00	22,9	3		12,2
125	11.7.2011	20	28	0	0	2,4	0,91	7,74	6,24	79	8,22	21,80	4,4	<2		310,0		15,00	31,7	0		11,7
125	10.8.2011	20	28	0	0	2,5	1,58	7,6	6,30	72	8,43	42,49	15,0	3,00		420,0		29,00	43,1	2		6,7
125	5.9.2011	20	28	0	0	3,8	1,51	7,54	5,93	63	6,61	43,83	21,0	3,54		360,0		24,00	42,2	9		11,9
125	12.10.2011	20	28	0	0	3	1,12	7,67	5,91	83	9,4	9,11	64,0	2,59		322,0		35,00	43,7	2		8,4
125	17.3.2011	27	28	0,2	0	6	1,52	7,75	6,46	92	12,79	<4	120,0	2,57		350,0		39,00	47,7	2		0,2
125	20.4.2011	27	28	0	0	2,1	1,7	7,85	6,39	82	11,33	7,18	87,0	3,19		358,0		30,00	44,0	3		0,4
125	31.5.2011	27	28	0	0	3,8	1,18	7,81	6,57	91	12,03	<4	39,0	2,71		330,0		27,00	39,3	2		2
125	15.6.2011	27	28	0	0	4,1	0,82	8,33	5,88	108	11,31	<4	<4	<2		317,0		8,00	25,4	3		11,6
125	11.7.2011	27	28	0	0	2,4	2,74	7,58	6,35	69	7,74	24,37	6,0	<2		330,0		21,00	43,6	0		8,6
125	10.8.2011	27	28	0	0	2,5	2,1	7,59	6,52	72	8,71	42,46	20,0	2,76		422,0		33,00	47,7	1		5,6

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaifosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	3 Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
148	14.6.2011	0-4	51	0	0	5																
148	14.7.2011	0-4	51	0	0	3,3															9,5	
148	11.8.2011	0-4	51	0	0	3,6															8,5	
148	20.9.2011	0-4	51	0	0	5,4															5,3	
148	26.10.2011	0-4	51	0	0	5,6															4,9	
148	16.3.2011	25	45	0,2	0	6,8	0,52	7,73	6,65	85	11,75	5,85	110,0	2,07		380,0		38,00	44,8	0		0,2
148	20.4.2011	25	51	0	0	2,3	0,99	7,93	6,45	95	13,1	7,76	54,0	2,26		446,0		28,00	43,2	1		0,5
148	27.5.2011	25	51	0	0	4,9	0,56	7,95	6,60	85	11,1	<4	23,0	<2		330,0		20,00	33,0	0		2,6
148	14.6.2011	25	51	0	0	5	0,69	8,17	6,09	104	11,22	<4	<4	<2		292,0		10,00	24,3	0		10,5
148	14.7.2011	25	51	0	0	3,3	0,47	7,71	6,77	89	10,77	5,86	7,0	<2		270,0		26,00	38,4	0		5
148	11.8.2011	25	51	0	0	3,6	0,49	7,8	6,72	81	9,6	23,45	14,0	3,25		270,0		27,00	34,8	0		6
148	20.9.2011	25	51	0	0	5,4	0,86	7,61	6,28	80	9,02	23,09	34,0	<2		340,0		30,00	40,2	1		8,6
148	26.10.2011	25	51	0	0	5,6	0,68	7,69	6,07	86	9,83	<4	86,0	<2		350,0		39,00	42,9	1		7,8
148	16.3.2011	50	45	0,2	0	6,8	1,13	7,71	6,72	77	10,57	<4	109,1	2,14		382,3		38,75	47,8	0		0,3
148	20.4.2011	50	51	0	0	2,3	0,94	7,81	6,71	71	9,75	5,90	79,0	<2		335,0		33,00	45,1	1		0,6
148	27.5.2011	50	51	0	0	4,9	0,98	7,75	7,03	77	10,17	5,11	72,0	2,30		380,0		32,00	43,8	0		2
148	14.6.2011	50	51	0	0	5	1,01	7,86	6,60	88	10,73	<4	<4	<2		292,0		18,00	36,6	0		5,4
148	14.7.2011	50	51	0	0	3,3	1,06	7,43	7,21	63	7,91	19,41	28,0	<2		330,0		50,00	69,5	0		3,8
148	11.8.2011	50	51	0	0	3,6	1,12	7,61	7,03	66	8,13	51,39	29,0	2,94		326,0		47,00	62,7	0		4,6
148	20.9.2011	50	51	0	0	5,4	1,42	7,51	6,48	73	8,64	27,63	39,0	<2		350,0		37,00	47,3	0		6,6
148	26.10.2011	50	51	0	0	5,6	1,69	7,56	6,24	71	8,28	<4	96,0	<2		370,0		44,00	52,5	0		6,7
149	27.4.2011	0	34	0	0	1,9	2,23	8,38	6,23	130	16,62	<4	<4	<2		470,0		5,00	44,8	1		3,3
149	27.5.2011	0	34	0	0	4,8	1,39	8,29	6,00	104	12,37	<4	<4	<2		350,0		9,00	25,3	2		6,2
149	15.6.2011	0	34	0	0	5,6	0,47	8,35	5,84	114	11,81	<4	<4	<2		331,0		7,00	24,7	2		12,1
149	11.7.2011	0	34	0	0	2,6	1,87	8,73	5,70	127	11,17	8,82	<4	<2		470,0		<5	27,6	0		19,6
149	10.8.2011	0	34	0	0	4	0,72	8,16	5,36	94	8,7	9,75	<4	<2		397,0		<5	20,1	0		17,4
149	5.9.2011	0	34	0	0	3,9	0,59	8,21	5,35	112	10,3	<4	<4	<2		350,0		<5	19,5	1		17,6
149	12.10.2011	0	34	0	0	4	0,79	7,73	5,88	84	9,43	4,86	61,0	2,88		324,0		32,00	43,4	1		8,5
149	27.4.2011	0-4	34	0	0	1,9															32,5	
149	27.5.2011	0-4	34	0	0	4,8															3	
149	15.6.2011	0-4	34	0	0	5,6															3,9	
149	11.7.2011	0-4	34	0	0	2,6															14,5	
149	10.8.2011	0-4	34	0	0	4															5,3	
149	5.9.2011	0-4	34	0	0	3,9															5,1	
149	12.10.2011	0-4	34	0	0	4															2,4	
149	27.4.2011	15	34	0	0	1,9	1,36	8,14	6,38	113	14,94	12,18	4,0	<2		390,0		16,00	39,2	1		2
149	27.5.2011	15	34	0	0	4,8	0,8	8,16	6,21	105	12,86	<4	6,0	<2		280,0		14,00	27,6	0		4,7
149	15.6.2011	15	34	0	0	5,6	0,52	8,36	5,84	113	11,94	<4	<4	<2		332,0		7,00	24,4	0		11,5
149	11.7.2011	15	34	0	0	2,6	0,51	8,41	5,80	105	9,94	22,44	4,1	<2		310,0		<5	19,2	0		16,6
149	10.8.2011	15	34	0	0	4	0,68	7,76	6,24	77	8,6	35,65	8,0	2,45		324,0		22,00	32,3	0		8,9
149	5.9.2011	15	34	0	0	3,9	0,39	7,9	5,73	90	8,6	5,92	<4	<2		280,0		6,80	21,0	0		15,6
149	12.10.2011	15	34	0	0	4	0,6	7,7	5,94	80	8,95	<4	61,0	2,12		336,0		33,00	41,7	2		8,4
149	27.4.2011	33	34	0	0	1,9	1,54	7,85	6,68	97	13,28	8,85	82,0	3,64		440,0		33,00	47,6	0		0,5
149	27.5.2011	33	34	0	0	4,8	1,42	7,78	6,76	88	11,74	5,99	59,0	2,57		320,0		30,00	98,5	0		1,7

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitritityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaifosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila	
149	15.6.2011	33	34	0	0	5,6	1,63	8,01	6,13	95	10,48	<4	<4	<2		318,0		12,00	32,4	0			9,1
149	11.7.2011	33	34	0	0	2,6	1,29	7,73	6,55	82	9,8	9,27	<4	<2		290,0		21,00	40,4	0			6
149	10.8.2011	33	34	0	0	4	0,91	7,62	6,70	71	8,55	34,66	27,0	2,79		391,0		35,00	49,8	0			5,2
149	5.9.2011	33	34	0	0	3,9	1,36	7,64	6,43	74	8,41	36,83	29,0	2,68		310,0		30,00	37,9	1			7,8
149	12.10.2011	33	34	0	0	4	1,29	7,54	6,10	69	8,14	<4	86,0	<2		329,0		42,00	49,7	1			6,7
165	6.7.2011	0					5,17		5,76	115	10,07					510,0			43,7	25	15,3	19,8	
166	8.3.2011	0	47	0	0	5,8	0,78	7,77	5,63	94	13,15	4,42	130,0	2,92		390,0		40,00	45,0	0			0
166	26.4.2011	0	47	0	0	1,8	3,17	8,36	5,84	85	11,63	<4	<4	<2		510,0		<5	61,5	0			0,9
166	31.5.2011	0	48	0	0	4,4	0,89	8,17	6,06	108	12,98	<4	<4	<2		310,0		13,00	27,8	0			5,8
166	13.6.2011	0	48	0	0	6	0,41	8,41	5,33	116	11,93	<4	<4	<2		325,6		4,96	21,2	0			13
166	11.7.2011	0	48	0	0	2,6	1,16	8,55	5,40	119	10,47	<4	<4	<2		420,0		<5	24,3	0			19,7
166	10.8.2011	0	48	0	0	3,1	1,11	8,11	5,34	97	9,01	17,99	7,0	2,90		389,0		8,00	31,3	3			17,3
166	20.9.2011	0	48	0	0	4,8	0,6	7,79	5,57	95	10,08	<4	29,0	<2		350,0		21,00	33,7	0			11,1
166	12.10.2011	0	47	0	0	3,9	0,91	7,76	5,63	90	9,86	14,72	53,8	2,44		330,8		33,00	43,5	0			9,3
166	8.3.2011	0-4	47	0	0	5,8																0,8	
166	26.4.2011	0-4	47	0	0	1,8																33,8	
166	31.5.2011	0-4	48	0	0	4,4																3,3	
166	13.6.2011	0-4	48	0	0	6																3,8	
166	11.7.2011	0-4	48	0	0	2,6																10,8	
166	10.8.2011	0-4	48	0	0	3,1																8,3	
166	20.9.2011	0-4	48	0	0	4,8																6	
166	12.10.2011	0-4	47	0	0	3,9																3,4	
166	8.3.2011	25	47	0	0	5,8	0,53	7,75	6,44	89	12,16	4,83	110,0	2,17		360,0		42,00	47,0	0			0,7
166	26.4.2011	25	47	0	0	1,8	1,1	7,75	6,39	97	13,35	5,42	81,0	3,96		360,0		30,00	44,6	0			0,4
166	31.5.2011	25	48	0	0	4,4	0,64	7,87	6,47	97	12,77	<4	40,0	3,04		320,0		28,00	37,1	0			2
166	13.6.2011	25	48	0	0	6	0,57	8,23	5,69	106	11,37	<4	<4	<2		300,0		9,00	23,9	0			10,3
166	11.7.2011	25	48	0	0	2,6	0,52	7,84	6,16	87	9,59	7,75	<4	<2		300,0		16,00	30,4	0			9,4
166	10.8.2011	25	48	0	0	3,1	0,82	7,61	6,48	72	8,77	40,69	22,0	4,05		379,0		36,00	56,2	0			4,8
166	20.9.2011	25	48	0	0	4,8	0,64	7,62	5,95	83	9,23	17,70	46,0	<2		340,0		33,00	38,0	1			8,9
166	12.10.2011	25	47	0	0	3,9	0,83	7,69	5,75	88	9,79	<4	66,0	<2		317,0		33,00	43,5	0			8,8
166	8.3.2011	47	47	0	0	5,8	0,76	7,66	6,88	75	9,95	4,87	110,0	<2		343,7		45,00	50,6	0			1,9
166	26.4.2011	47	47	0	0	1,8	1,45	7,59	6,69	129	16,32	4,06	97,0	3,03		360,0		36,00	47,8	0			3,6
166	31.5.2011	47	48	0	0	4,4	1,53	7,58	6,93	69	9,18	24,88	80,0	3,20		400,0		39,00	54,3	0			1,8
166	13.6.2011	47	48	0	0	6	1,57	7,53	6,57	56	7,02	<4	<4	<2		360,0		28,00	57,2	0			3,8
166	11.7.2011	47	48	0	0	2,6	1,23	7,55	6,83	71	8,8	29,62	9,0	<2		320,0		43,00	67,6	0			4,6
166	10.8.2011	47	48	0	0	3,1	1,07	7,43	6,93	52	6,51	65,11	50,0	3,08		381,0		72,00	88,4	0			3,8
166	20.9.2011	47	48	0	0	4,8	1,96	7,47	6,27	69	8,12	34,10	49,0	<2		380,0		44,00	55,7	0			6,9
166	12.10.2011	47	47	0	0	3,9	1,15	7,48	6,08	65	7,67	<4	97,0	<2		345,0		47,00	57,9	0			6,4
168	27.4.2011	0	31	0	0	1,8	2,51	8,39	6,25	133	16,91	4,39	<4	<2		490,0		<5	48,3	0			3,5
168	27.5.2011	0	31	0	0	4,8	0,6	8,27	6,03	104	12,26	<4	<4	<2		300,0		9,00	26,3	0			6,3
168	15.6.2011	0	31	0	0	5,2	0,48	8,36	5,87	114	11,76	<4	<4	<2		346,0		7,00	28,6	7			12,1
168	11.7.2011	0	31	0	0	2,6	1,55	8,63	5,75	121	10,73	<4	<4	<2		430,0		<5	29,3	0			19,5
168	10.8.2011	0	31	0	0	3,3	0,96	8,13	5,61	93	8,59	21,24	6,0	<2		375,0		7,00	25,5	3			17,2
168	5.9.2011	0	31	0	0	3,9	0,67	8,24	5,46	110	10,21	<4	<4	<2		460,0		<5	26,0	3			17,5

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
168	12.10.2011	0	31	0	0	3,2	1,05	7,75	5,82	85	9,5	8,91	62,0	3,65		333,0		33,00	43,0	52		
168	27.4.2011	0-4	31	0	0	1,8															37,8	
168	27.5.2011	0-4	31	0	0	4,8															3,1	
168	15.6.2011	0-4	31	0	0	5,2															5,7	
168	11.7.2011	0-4	31	0	0	2,6															12,4	
168	10.8.2011	0-4	31	0	0	3,3															6	
168	5.9.2011	0-4	31	0	0	3,9															6	
168	12.10.2011	0-4	31	0	0	3,2															2,2	
168	27.4.2011	15	31	0	0	1,8	0,9	8,07	6,39	108	14,55	13,48	9,0	<2		390,0		20,00	40,5	0		1,3
168	27.5.2011	15	31	0	0	4,8	0,61	8,09	6,18	99	12,4	<4	10,0	<2		270,0		16,00	29,3	0		4,3
168	15.6.2011	15	31	0	0	5,2	0,51	8,34	5,89	113	11,89	<4	<4	<2		293,0		7,00	21,8	0		11,5
168	11.7.2011	15	31	0	0	2,6	0,7	8,37	5,82	104	9,79	23,31	<4	<2		350,0		<5	22,3	0		16,5
168	10.8.2011	15	31	0	0	3,3	1,09	7,69	6,25	73	8,37	41,68	12,0	3,18		368,0		26,00	38,6	0		7,4
168	5.9.2011	15	31	0	0	3,9	0,55	7,89	5,58	91	8,72	<4	<4	<2		300,0		<5	20,0	41		15,8
168	12.10.2011	15	31	0	0	3,2	0,87	7,7	5,91	77	8,71	<4	63,0	2,51		320,0		33,00	42,6	9		8,5
168	27.4.2011	30	31	0	0	1,8	1,57	7,82	6,61	92	12,72	9,36	82,0	3,78		420,0		32,00	48,0	3		0,5
168	27.5.2011	30	31	0	0	4,8	0,92	7,79	6,75	79	10,52	5,07	59,0	2,80		300,0		30,00	40,3	0		1,6
168	15.6.2011	30	31	0	0	5,2	1,78	8,06	6,00	97	10,23	<4	<4	<2		324,0		10,00	29,4	0		11,2
168	11.7.2011	30	31	0	0	2,6	1,27	7,77	6,48	83	9,73	9,33	4,6	<2		310,0		19,00	38,6	2		6,7
168	10.8.2011	30	31	0	0	3,3	1,61	7,65	6,58	72	8,78	35,85	23,0	3,25		350,0		33,00	44,8	2		5,2
168	5.9.2011	30	31	0	0	3,9	1,67	7,62	6,39	70	7,93	42,01	30,0	2,97		330,0		29,00	44,9	3		8,2
168	12.10.2011	30	31	0	0	3,2	1,23	7,64	5,99	79	9	5,63	73,0	2,24		330,0		37,00	46,0	5		7,8
181	26.4.2011	0	15	0	0	2,2	3,49	8,04	5,79	114	14,72	<4	57,0	4,85		470,0		6,00	42,3	0		3,2
181	31.5.2011	0	15	0	0	3,6	0,93	8,23	5,78	107	12,3	<4	<4	<2		300,0		8,00	23,7	0		7,6
181	13.6.2011	0	15	0	0	4,6	0,88	8,36	5,71	114	11,63	<4	<4	<2		311,0		6,00	20,9	1		13,1
181	11.7.2011	0	15	0	0	2,1	2,17	8,54	5,60	113	9,84	<4	<4	<2		423,0		<5	28,7	0		20,8
181	10.8.2011	0	15	0	0	2,2	2,12	8,16	5,35	98	8,74	59,71	14,0	2,33		513,0		16,13	45,4	2		18,8
181	20.9.2011	0	14	0	0	2,3	1,48	7,85	5,41	94	9,46	<4	23,9	<2		408,8		15,82	43,9	0		13,5
181	11.10.2011	0	14	0	0	3,6	0,75	7,79	5,48	93	10,05	15,77	32,0	2,05		341,0		27,00	40,1	2		10,1
181	26.4.2011	0-4	15	0	0	2,2															19	
181	31.5.2011	0-4	15	0	0	3,6															3,6	
181	13.6.2011	0-4	15	0	0	4,6															1,7	
181	11.7.2011	0-4	15	0	0	2,1															12,1	
181	10.8.2011	0-4	15	0	0	2,2															9,6	
181	20.9.2011	0-4	14	0	0	2,3															12,9	
181	11.10.2011	0-4	14	0	0	3,6															3,7	
181	26.4.2011	14	15	0	0	2,2	2,1	7,68	6,31	91	12,48	4,74	112,0	4,67		400,0		33,00	46,2	0		0,8
181	31.5.2011	14	15	0	0	3,6	1,24	8,16	5,94	106	12,57	<4	<4	<2		290,0		11,00	26,2	3		6,4
181	13.6.2011	14	15	0	0	4,6	1,25	8,2	5,94	107	11,32	<4	<4	<2		336,0		7,00	24,1	0		11,2
181	11.7.2011	14	15	0	0	2,1	4,13	8,14	5,62	91	8,29	27,02	7,0	<2		390,0		5,00	38,2	0		17,9
181	10.8.2011	14	15	0	0	2,2	1,62	7,72	5,88	72	7,67	64,60	16,0	3,88		386,0		29,00	42,1	1		10,5
181	20.9.2011	14	14	0	0	2,3	1,3	7,66	5,74	80	8,51	26,08	37,0	<2		360,0		27,00	42,4	1		11,2
181	11.10.2011	14	14	0	0	3,6	0,73	7,77	5,49	90	9,79	17,30	36,0	<2		337,0		27,00	42,3	1		10,1
181	26.4.2011	5	15	0	0	2,2	3,15	8,03	5,82	112	14,5	<4	63,0	4,76		450,0		7,00	40,7	0		2,9

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytesyvyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kyllästysaste %	Happi mg/l	Ammoniumityppi, NH4-N, µg/l	Nitraattityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,	Kokonaistyyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaistyyppi, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila
181	31.5.2011	5	15	0	0	3,6	1,35	8,21	5,85	109	12,65	<4	<4	<2		310,0		10,00	25,5	1		18,6
181	13.6.2011	5	15	0	0	4,6	0,72	8,37	5,72	113	11,47	<4	<4	<2		299,0		5,00	20,5	1		67,8
181	11.7.2011	5	15	0	0	2,1	1,82	8,5	5,69	119	10,33	<4	<4	<2		430,0		<5	31,3	0		6,2
181	10.8.2011	5	15	0	0	2,2	1,88	8,06	5,47	92	8,55	50,30	13,0	2,19		381,0		16,00	33,2	4		14,6
181	20.9.2011	5	14	0	0	2,3	1,42	7,79	5,49	87	9,11	7,96	28,0	<2		400,0		23,00	41,2	1		13,7
181	11.10.2011	5	14	0	0	3,6	0,7	7,81	5,28	93	10,14	16,40	35,0	<2		334,0		27,00	39,1	1		15,1
188	4.5.2011	0	2,7	0	0	0,8																35,5
188	17.5.2011	0	2,7	0	0	0,8																26,8
188	6.6.2011	0	2,5	0	0	0,9																21,1
188	21.6.2011	0	2,7	0	0	0,9																22,9
188	6.7.2011	0	2,8	0	0	0,7																290,1
188	20.7.2011	0				0,8																8,2
188	2.8.2011	0				0,4																
188	15.8.2011	0	2,7			0,6																
188	31.8.2011	0	2,9	0	0	0,9																
188	15.9.2011	0	3	0	0	0,9																
188	11.10.2011	0	2,9	0	0	0,8																
188	1.11.2011	0	3,1	0	0	1																
188	4.5.2011	1	2,7	0	0	0,8	8,51	7,96	2,84	109	12,61	4,71				1560,0		<5	54,0	3		8,3
188	17.5.2011	1	2,7	0	0	0,8	8,93	8,83	4,22	119	12,64	<4				900,0		<5	73,7	6		11,4
188	6.6.2011	1	2,5	0	0	0,9	7,46	8	5,54	104	9,86	<4				510,0		<5	46,2	15		16
188	21.6.2011	1	2,7	0	0	0,9	10,5	7,83	5,63	102	9,16	<4				530,0		<5	58,4	16		18,7
188	6.7.2011	1	2,8	0	0	0,7	8,03	8,12	5,64	107	8,89	-8,61				510,0		<5	56,1	11		22,6
188	20.7.2011	1				0,8	7,94	8,05	5,34	103	8,63	<4				590,0	12,00	82,9	13			22,5
188	2.8.2011	1				0,4	17,4	8,12	5,06	97	8,21	<4				750,4	15,02	115,9	26			22,2
188	15.8.2011	1	2,7			0,6	9,94	8,28	5,04	106	9,29	<4				659,0	26,00	99,1	30			20,1
188	31.8.2011	1	2,9	0	0	0,9	6,59	8,21	4,85	93	8,44	<4				584,6	32,00	93,6	91			18,9
188	15.9.2011	1	3	0	0	0,9	7,04	7,86	4,73	87	8,39	<4				590,0	23,00	76,2	96			15,6
188	11.10.2011	1	2,9	0	0	0,8	5,03	8,03	4,89	99	10,79	<4				1072,0	<5	166,3	42			10,2
188	1.11.2011	1	3,1	0	0	1	7,45	7,62	5,04		9,88	27,66				743,9	13,00	52,6	10			8,1
191	4.5.2011	0	2,7	0	0	1,2																30,4
191	17.5.2011	0	2,7	0	0	1,1																12,6
191	6.6.2011	0	2,6	0	0	1,3																2,3
191	21.6.2011	0	2,5	0	0	1																5,2
191	6.7.2011	0	2,8	0	0	1																5,7
191	20.7.2011	0				0,6																30,2
191	2.8.2011	0				1,3																7,4
191	15.8.2011	0				0,6																14,1
191	31.8.2011	0	2,7	0	0	1,5																19,3
191	15.9.2011	0	2,7	0	0	1,1																16,4
191	11.10.2011	0	3,1	0	0	1																14,8
191	1.11.2011	0	3	0	0	1,2																13,3
191	4.5.2011	1	2,7	0	0	1,2	4,54	8,78	5,47	144	17,16	<4				470,0	<5	24,0	6			6,3
191	17.5.2011	1	2,7	0	0	1,1	7,13	8,7	5,57	104	11,21	<4				560,0	<5	41,8	39			10,5

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näyresyvyyys m	Kokonaissyvyys m	Jään paksuus m	Lumen syvyys m	Näkösyvyys m	Sameus FTU	pH	Saliniteetti o/oo	Hapen kylläisyaste %	Happi mg/l	Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l	Nitratityppi, NO3-N, µg/l	Nitriittityppi, NO2-N, µg/l	Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN, µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l	Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l	Kokonaistyppi, µg/l	Escherichia coli mpn/100ml	Klorofylli µg/l	Veden lämpötila °C
191	6.6.2011	1	2,6	0	0	1,3	5,01	7,98	5,80	86	8,37	<4				390,0		<5	30,7	3		14,7
191	21.6.2011	1	2,5	0	0	1	9,03	7,96	5,81	103	9,32	<4				430,0		<5	42,3	10		18,1
191	6.7.2011	1	2,8	0	0	1	5,46	8,19	6,10	106	9,3	<4				380,0		5,00	34,0	7		20
191	20.7.2011	1				0,6	7,05	8,33	5,51	104	8,88	<4				670,0		<5	75,3	5		21,1
191	2.8.2011	1				1,3	4,19	8,11	5,57	91	7,84	76,23				512,0		26,56	58,5	5		21,2
191	15.8.2011	1				0,6	6,84	8,13	5,55	96	8,5	7,66				503,0		<5	55,8	3		19,4
191	31.8.2011	1	2,7	0	0	1,5	5,11	8,34	5,03	95	8,59	<4				530,0		11,00	66,6	1700		18,8
191	15.9.2011	1	2,7	0	0	1,1	7,87	7,94	4,99	93	9	5,36				580,0		13,00	53,4	58		15,6
191	11.10.2011	1	3,1	0	0	1	5,58	7,87	5,44	93	10,09	<4				406,6		5,60	42,6	10		10,2
191	1.11.2011	1	3	0	0	1,2	4,17	7,81	5,44		11,03	10,20				561,9		<5	39,7	2		7,9
Kuggensten	28.6.2011	0 - 2,5					2,11		5,94							290,0			28,3		2,4	
Kuggensten	4.7.2011	0 - 2,5					2,2		5,67							500,0			36,4		14,3	
Kuggensten	12.7.2011	0 - 2,5														410,0					11,7	
Kuggensten	19.7.2011	0 - 2,5					1,13		5,63							360,0			29,3		6,7	
Kuggensten	26.7.2011	0 - 2,5					2		5,44							440,0			36,0		8,6	
Kuggensten	9.8.2011	0 - 2,5					2,08		5,35							406,0			29,0		7,8	
Kuggensten	16.8.2011	0 - 2,5					1,21		4,89							363,0			28,0		7,2	
Kuggensten	26.8.2011	0 - 2,5					1,61		5,00							481,7			35,0		17,1	
Kuiva-Hevonen	28.6.2011	0 - 2,5					1,58		5,69							273,0			27,1		1,9	
Kuiva-Hevonen	4.7.2011	0 - 2,5					2,54		5,38							430,0			34,9		15	
Kuiva-Hevonen	12.7.2011	0 - 2,5					3,58		5,63							440,0			28,6		11,5	
Kuiva-Hevonen	19.7.2011	0 - 2,5					1,49		5,41							380,0			32,1		8,3	
Kuiva-Hevonen	26.7.2011	0 - 2,5					3,09		5,38							460,0			35,0		12,2	
Kuiva-Hevonen	9.8.2011	0 - 2,5					2,37		5,53							425,0			36,0		5,9	
Kuiva-Hevonen	16.8.2011	0 - 2,5					1,31		5,04							353,0			31,0		7,6	
Kuiva-Hevonen	26.8.2011	0 - 2,5					1,39		5,09							440,0			33,0		13,1	
Sipoonselkä	28.6.2011	0 - 2,5																			2,6	
Sipoonselkä	4.7.2011	0 - 2,5																			12,6	
Sipoonselkä	12.7.2011	0 - 2,5																			11,4	
Sipoonselkä	19.7.2011	0 - 2,5																			7,1	
Sipoonselkä	26.7.2011	0 - 2,5																			7,5	
Sipoonselkä	9.8.2011	0 - 2,5																			7,5	
Sipoonselkä	16.8.2011	0 - 2,5																			6,4	
Sipoonselkä	26.8.2011	0 - 2,5																			10,5	
Suomenl Tammio KB	27.6.2011	0 - 2,5					1,69		3,81							345,0			24,5		6,4	
Suomenl Tammio KB	4.7.2011	0 - 2,5					2,73									340,0			15,8		5,4	
Suomenl Tammio KB	11.7.2011	0 - 2,5					1,12									320,0			18,8		1,9	
Suomenl Tammio KB	18.7.2011	0 - 2,5					0,9		5,40							340,0			22,8		2,9	
Suomenl Tammio KB	25.7.2011	0 - 2,5					1,16									390,0			22,0		3,7	
Suomenl Tammio KB	8.8.2011	0 - 2,5					1,71		4,38							380,0			23,0		8,5	
Suomenl Tammio KB	15.8.2011	0 - 2,5					0,97									332,0			24,2		4,9	
Suomenl Tammio KB	26.8.2011	0 - 2,5					1,43		4,39							430,0			26,0		5,3	
Vehkaluoto	28.6.2011	0 - 2,5																			11,3	
Vehkaluoto	4.7.2011	0 - 2,5																			11,6	

Havaintopaikan numero	Päivämäärä	Näytteenotto	Yksikkö
Vehkaluoto	12.7.2011	0 - 2,5	
Vehkaluoto	19.7.2011	0 - 2,5	
Vehkaluoto	26.7.2011	0 - 2,5	
Vehkaluoto	9.8.2011	0 - 2,5	
Vehkaluoto	16.8.2011	0 - 2,5	
Vehkaluoto	26.8.2011	0 - 2,5	
Kokonaissyvyys m			
Jään paksuus m			
Lumen syvyys m			
Näkösyvyys m			
Sameus FTU			
pH			
Saliniteetti o/oo			
Hapen kyllästysaste %			
Happi mg/l			
Ammoniumtyppi, NH4-N, µg/l			
Nitraattityppi, NO3-N, µg/l			
Nitritityppi, NO2-N, µg/l			
Liukoinen, epäorgaaninen typpi, DIN,			
Kokonaistyppi, µg/l			
Ortofosfaattifosfori, PO4-P, µg/l			
Fosfaattifosfori-, PO4-P, liuk. µg/l			
Kokonaistfosfori, µg/l			
Escherichia coli mpn/100ml			
Klorofylli µg/l			
Veden lämpötila			

LIITE 2. Kaksisuuntaisten varianssianalyysien tulosluskat. Muuttajat ovat nimetty koodein. Ntot: kokonaistyyppi, DIN: liuennut tyyppi, Ptot: kokonaisfosfori, DIP: liuennut fosfaattifosfori, Chla: klorofylli-a, perust: perustuotanto, ptchla: Klorofylli-a:n suhde perustuotantoon, cyano: Syanobakteerien biomassa, dino: Panssarisiimalevien biomassa, diatom: Piilevien biomassa, Chlorophyceae: Viherlevien biomassa, dintp: liuenneen typen suhde kokonaisfosforiin.

Two Way Analysis of Variance

torstai, maaliskuu 22, 2012, 14:35:38

Data source: Data 1 in 125 vs 114 pitkän ajan keskiarvot.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: Ntot

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,432)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,189)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Site	1	24912,398	24912,398	47,001	<0,001
Year	3	18480,792	6160,264	11,622	<0,001
Site x Year	3	3885,152	1295,051	2,443	0,075
Residual	48	25441,866	530,039		
Total	55	72720,208	1322,186		

The difference in the mean values among the different levels of Site is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in Year. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The difference in the mean values among the different levels of Year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in Site. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of Site does not depend on what level of Year is present. There is not a statistically significant interaction between Site and Year. (P = 0,075)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Site : 1,000

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Year : 0,999

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Site x Year : 0,349

Least square means for Site :

Group Mean

125,000 422,683

114,000 380,499

Std Err of LS Mean = 4,351

Least square means for Year :

Group Mean

1980-1987 399,209

1988-1997 431,964

1998-2004 387,338

2005-2011 387,853

Std Err of LS Mean = 6,153

Least square means for Site x Year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	419,193
125,000 x 1988-1997	465,576
125,000 x 1998-2004	407,939
125,000 x 2005-2011	398,023
114,000 x 1980-1987	379,225
114,000 x 1988-1997	398,351
114,000 x 1998-2004	366,737
114,000 x 2005-2011	377,682
Std Err of LS Mean = 8,702	

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **Site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	42,184	6,856	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **Year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1988-1997 vs. 1998-2004	44,625	5,128	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 2005-2011	44,111	5,069	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1980-1987	32,755	3,764	0,002	Yes
1980-1987 vs. 1998-2004	11,871	1,364	0,446	No
1980-1987 vs. 2005-2011	11,356	1,305	0,357	No
2005-2011 vs. 1998-2004	0,514	0,0591	0,953	No

Two Way Analysis of Variance

torstai, maaliskuu 22, 2012, 15:35:34

Data source: Data 1 in DIN.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: DIN

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,957)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,142)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	10842,136	10842,136	43,084	<0,001
year	3	15505,673	5168,558	20,539	<0,001
site x year	3	2427,147	809,049	3,215	0,031
Residual	48	12079,291	251,652		
Total	55	40854,248	742,805		

Main effects cannot be properly interpreted if significant interaction is determined. This is because the size of a factor's effect depends upon the level of the other factor.

The effect of different levels of site depends on what level of year is present. There is a statistically significant interaction between site and year. (P = 0,031)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site : 1,000
 Power of performed test with alpha = 0,0500: for year : 1,000
 Power of performed test with alpha = 0,0500: for site x year : 0,521

Least square means for site :

Group	Mean
125,000	76,370
114,000	48,541
Std Err of LS Mean = 2,998	

Least square means for year :

Group	Mean
1980-1987	64,269
1988-1997	85,275
1998-2004	61,975
2005-2011	38,304
Std Err of LS Mean = 4,240	

Least square means for site x year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	77,673
125,000 x 1988-1997	109,563
125,000 x 1998-2004	73,862
125,000 x 2005-2011	44,383
114,000 x 1980-1987	50,865
114,000 x 1988-1997	60,987
114,000 x 1998-2004	50,089
114,000 x 2005-2011	32,224
Std Err of LS Mean = 5,996	

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
 Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	27,829	6,564	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1988-1997 vs. 2005-2011	46,971	7,834	<0,001	Yes
1980-1987 vs. 2005-2011	25,965	4,331	<0,001	Yes
1998-2004 vs. 2005-2011	23,671	3,948	0,001	Yes
1988-1997 vs. 1998-2004	23,300	3,886	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1980-1987	21,006	3,503	0,002	Yes
1980-1987 vs. 1998-2004	2,294	0,383	0,704	No

Comparisons for factor: **year within 125**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
1988-1997 vs. 2005-2011	65,179	7,687	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1998-2004	35,701	4,210	<0,001	Yes
1980-1987 vs. 2005-2011	33,290	3,926	0,001	Yes
1988-1997 vs. 1980-1987	31,890	3,761	0,001	Yes

1998-2004 vs. 2005-2011	29,478	3,476	0,002	Yes
1980-1987 vs. 1998-2004	3,811	0,449	0,655	No

Comparisons for factor: **year within 114**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
1988-1997 vs. 2005-2011	28,763	3,392	0,008	Yes
1980-1987 vs. 2005-2011	18,641	2,198	0,154	No
1998-2004 vs. 2005-2011	17,865	2,107	0,152	No
1988-1997 vs. 1998-2004	10,898	1,285	0,497	No
1988-1997 vs. 1980-1987	10,122	1,194	0,420	No
1980-1987 vs. 1998-2004	0,776	0,0915	0,927	No

Comparisons for factor: **site within 1980-1987**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
125,000 vs. 114,000	26,808	3,162	0,003	Yes

Comparisons for factor: **site within 1988-1997**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
125,000 vs. 114,000	48,576	5,729	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **site within 1998-2004**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
125,000 vs. 114,000	23,772	2,804	0,007	Yes

Comparisons for factor: **site within 2005-2011**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
125,000 vs. 114,000	12,159	1,434	0,158	No

Two Way Analysis of Variance

torstai, maaliskuu 22, 2012, 15:21:23

Data source: Data 1 in Ptot.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: log10(col(8))

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,180)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,434)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Site	1	0,0148	0,0148	3,925	0,053
Year	3	0,0480	0,0160	4,238	0,010
Site x Year	3	0,00431	0,00144	0,381	0,767
Residual	48	0,181	0,00378		
Total	55	0,248	0,00452		

The difference in the mean values among the different levels of Site is not great enough to exclude the possibility that the difference is just due to random sampling variability after allowing for the effects of

differences in Year. There is not a statistically significant difference ($P = 0,053$).

The difference in the mean values among the different levels of Year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in Site. There is a statistically significant difference ($P = 0,010$). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of Site does not depend on what level of Year is present. There is not a statistically significant interaction between Site and Year. ($P = 0,767$)

Power of performed test with $\alpha = 0,0500$: for Site : 0,373

Power of performed test with $\alpha = 0,0500$: for Year : 0,710

Power of performed test with $\alpha = 0,0500$: for Site x Year : 0,0500

Least square means for Site :

Group	Mean
125,000	1,469
114,000	1,437

Std Err of LS Mean = 0,0116

Least square means for Year :

Group	Mean
1980-1987	1,407
1988-1997	1,466
1998-2004	1,486
2005-2011	1,453

Std Err of LS Mean = 0,0164

Least square means for Site x Year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	1,432
125,000 x 1988-1997	1,468
125,000 x 1998-2004	1,508
125,000 x 2005-2011	1,468
114,000 x 1980-1987	1,381
114,000 x 1988-1997	1,463
114,000 x 1998-2004	1,464
114,000 x 2005-2011	1,438

Std Err of LS Mean = 0,0232

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):

Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **Site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	0,0325	1,981	0,053	No

Comparisons for factor: **Year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1998-2004 vs. 1980-1987	0,0797	3,432	0,007	Yes
1988-1997 vs. 1980-1987	0,0593	2,553	0,068	No
2005-2011 vs. 1980-1987	0,0464	1,999	0,190	No
1998-2004 vs. 2005-2011	0,0333	1,433	0,404	No
1998-2004 vs. 1988-1997	0,0204	0,879	0,620	No
1988-1997 vs. 2005-2011	0,0129	0,554	0,582	No

Two Way Analysis of Variance

perjantai, maaliskuu 23, 2012, 9:54:30

Data source: Data 1 in DIP.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: DIP

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,179)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,217)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	22,508	22,508	2,397	0,128
year	3	386,234	128,745	13,712	<0,001
site x year	3	1,232	0,411	0,0437	0,988
Residual	48	450,696	9,390		
Total	55	860,670	15,649		

The difference in the mean values among the different levels of site is not great enough to exclude the possibility that the difference is just due to random sampling variability after allowing for the effects of differences in year. There is not a statistically significant difference (P = 0,128).

The difference in the mean values among the different levels of year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in site. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of site does not depend on what level of year is present. There is not a statistically significant interaction between site and year. (P = 0,988)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site : 0,199

Power of performed test with alpha = 0,0500: for year : 1,000

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site x year : 0,0500

Least square means for site :

Group	Mean
125,000	12,809
114,000	11,541

Std Err of LS Mean = 0,579

Least square means for year :

Group	Mean
1980-1987	9,689
1988-1997	11,623
1998-2004	16,566
2005-2011	10,824

Std Err of LS Mean = 0,819

Least square means for site x year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	10,514

125,000 x 1988-1997	12,344
125,000 x 1998-2004	17,109
125,000 x 2005-2011	11,270
114,000 x 1980-1987	8,863
114,000 x 1988-1997	10,902
114,000 x 1998-2004	16,022
114,000 x 2005-2011	10,378
Std Err of LS Mean =	1,158

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	1,268	1,548	0,128	No

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1998-2004 vs. 1980-1987	6,877	5,938	<0,001	Yes
1998-2004 vs. 2005-2011	5,741	4,957	<0,001	Yes
1998-2004 vs. 1988-1997	4,943	4,268	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1980-1987	1,934	1,670	0,274	No
2005-2011 vs. 1980-1987	1,135	0,980	0,554	No
1988-1997 vs. 2005-2011	0,799	0,690	0,494	No

Two Way Analysis of Variance

perjantai, maaliskuu 23, 2012, 13:14:29

Data source: Data 1 in Chla.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: log10(col(8))

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,710)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,833)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	0,110	0,110	10,914	0,002
year	3	0,440	0,147	14,495	<0,001
site x year	3	0,0224	0,00747	0,739	0,534
Residual	48	0,485	0,0101		
Total	55	1,058	0,0192		

The difference in the mean values among the different levels of site is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in year. There is a statistically significant difference (P = 0,002). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The difference in the mean values among the different levels of year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in site. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of site does not depend on what level of year is present. There is not a statistically significant interaction between site and year. ($P = 0,534$)

Power of performed test with $\alpha = 0,0500$: for site : 0,887

Power of performed test with $\alpha = 0,0500$: for year : 1,000

Power of performed test with $\alpha = 0,0500$: for site x year : 0,0500

Least square means for site :

Group	Mean
125,000	0,815
114,000	0,726
Std Err of LS Mean = 0,0190	

Least square means for year :

Group	Mean
1980-1987	0,664
1988-1997	0,705
1998-2004	0,832
2005-2011	0,881
Std Err of LS Mean = 0,0269	

Least square means for site x year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	0,720
125,000 x 1988-1997	0,767
125,000 x 1998-2004	0,842
125,000 x 2005-2011	0,931
114,000 x 1980-1987	0,609
114,000 x 1988-1997	0,644
114,000 x 1998-2004	0,821
114,000 x 2005-2011	0,831
Std Err of LS Mean = 0,0380	

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):

Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	0,0888	3,304	0,002	Yes

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
2005-2011 vs. 1980-1987	0,216	5,694	<0,001	Yes
2005-2011 vs. 1988-1997	0,175	4,615	<0,001	Yes
1998-2004 vs. 1980-1987	0,167	4,402	<0,001	Yes
1998-2004 vs. 1988-1997	0,126	3,322	0,005	Yes
2005-2011 vs. 1998-2004	0,0491	1,293	0,364	No
1988-1997 vs. 1980-1987	0,0410	1,079	0,286	No

Two Way Analysis of Variance

keskiviikko, huhtikuu 04, 2012, 16:00:26

Data source: Data 1 in kuva ja tilastot.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: perust

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,618)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,917)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	94749,211	94749,211	22,383	<0,001
year	3	109170,505	36390,168	8,596	<0,001
site x year	3	11673,738	3891,246	0,919	0,439
Residual	48	203192,198	4233,171		
Total	55	418785,652	7614,285		

The difference in the mean values among the different levels of site is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in year. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The difference in the mean values among the different levels of year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in site. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of site does not depend on what level of year is present. There is not a statistically significant interaction between site and year. (P = 0,439)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site : 0,998

Power of performed test with alpha = 0,0500: for year : 0,986

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site x year : 0,0500

Least square means for site :

Group	Mean
-------	------

125,000	332,131
---------	---------

114,000	249,865
---------	---------

Std Err of LS Mean = 12,296

Least square means for year :

Group	Mean
-------	------

1980-1987	249,286
-----------	---------

1988-1997	245,000
-----------	---------

1998-2004	327,940
-----------	---------

2005-2011	341,767
-----------	---------

Std Err of LS Mean = 17,389

Least square means for site x year :

Group	Mean
-------	------

125,000 x 1980-1987	270,000
---------------------	---------

125,000 x 1988-1997	287,143
---------------------	---------

125,000 x 1998-2004	368,112
---------------------	---------

125,000 x 2005-2011	403,271
---------------------	---------

114,000 x 1980-1987 228,571
 114,000 x 1988-1997 202,857
 114,000 x 1998-2004 287,767
 114,000 x 2005-2011 280,263
 Std Err of LS Mean = 24,591

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
 Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	82,267	4,731	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
2005-2011 vs. 1988-1997	96,767	3,935	0,002	Yes
2005-2011 vs. 1980-1987	92,481	3,761	0,002	Yes
1998-2004 vs. 1988-1997	82,940	3,373	0,006	Yes
1998-2004 vs. 1980-1987	78,654	3,198	0,007	Yes
2005-2011 vs. 1998-2004	13,827	0,562	0,821	No
1980-1987 vs. 1988-1997	4,286	0,174	0,862	No

Two Way Analysis of Variance

keskiviikko, huhtikuu 04, 2012, 16:36:22

Data source: Data 1 in kuva ja tilastot.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: ptachla

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,167)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,529)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Col 14	1	28,336	28,336	0,216	0,644
Col 13	3	1118,815	372,938	2,845	0,047
Col 14 x Col 13	3	690,240	230,080	1,755	0,168
Residual	48	6291,400	131,071		
Total	55	8128,792	147,796		

The difference in the mean values among the different levels of Col 14 is not great enough to exclude the possibility that the difference is just due to random sampling variability after allowing for the effects of differences in Col 13. There is not a statistically significant difference (P = 0,644).

The difference in the mean values among the different levels of Col 13 is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in Col 14. There is a statistically significant difference (P = 0,047). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of Col 14 does not depend on what level of Col 13 is present. There is not a statistically significant interaction between Col 14 and Col 13. (P = 0,168)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Col 14 : 0,0500
 Power of performed test with alpha = 0,0500: for Col 13 : 0,440
 Power of performed test with alpha = 0,0500: for Col 14 x Col 13 : 0,194

Least square means for Col 14 :

Group	Mean
125,000	46,885
114,000	48,308

Std Err of LS Mean = 2,164

Least square means for Col 13 :

Group	Mean
1980-1987	54,393
1988-1997	44,095
1998-2004	48,780
2005-2011	43,118

Std Err of LS Mean = 3,060

Least square means for Col 14 x Col 13 :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	49,794
125,000 x 1988-1997	40,629
125,000 x 1998-2004	52,897
125,000 x 2005-2011	44,220
114,000 x 1980-1987	58,992
114,000 x 1988-1997	47,561
114,000 x 1998-2004	44,663
114,000 x 2005-2011	42,016

Std Err of LS Mean = 4,327

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
 Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **Col 14**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
114,000 vs. 125,000	1,423	0,465	0,644	No

Comparisons for factor: **Col 13**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1980-1987 vs. 2005-2011	11,275	2,606	0,071	No
1980-1987 vs. 1988-1997	10,299	2,380	0,102	No
1998-2004 vs. 2005-2011	5,662	1,309	0,584	No
1980-1987 vs. 1998-2004	5,613	1,297	0,489	No
1998-2004 vs. 1988-1997	4,686	1,083	0,488	No
1988-1997 vs. 2005-2011	0,977	0,226	0,822	No

Two Way Analysis of Variance

torstai, huhtikuu 05, 2012, 13:16:15

Data source: Data 1 in leväryhmien kehitystrendit.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: log10(col(20))

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,169)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,676)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	0,0278	0,0278	0,333	0,566
year	3	2,533	0,844	10,112	<0,001
site x year	3	0,218	0,0726	0,869	0,464
Residual	48	4,009	0,0835		
Total	55	6,787	0,123		

The difference in the mean values among the different levels of site is not great enough to exclude the possibility that the difference is just due to random sampling variability after allowing for the effects of differences in year. There is not a statistically significant difference (P = 0,566).

The difference in the mean values among the different levels of year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in site. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of site does not depend on what level of year is present. There is not a statistically significant interaction between site and year. (P = 0,464)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site : 0,0500

Power of performed test with alpha = 0,0500: for year : 0,996

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site x year : 0,0500

Least square means for site :

Group	Mean
125,000	2,396
114,000	2,352
Std Err of LS Mean = 0,0546	

Least square means for year :

Group	Mean
1980-1987	2,195
1988-1997	2,130
1998-2004	2,593
2005-2011	2,578
Std Err of LS Mean = 0,0772	

Least square means for site x year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	2,289
125,000 x 1988-1997	2,177
125,000 x 1998-2004	2,516
125,000 x 2005-2011	2,604
114,000 x 1980-1987	2,102
114,000 x 1988-1997	2,083
114,000 x 1998-2004	2,670
114,000 x 2005-2011	2,552
Std Err of LS Mean = 0,109	

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):

Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	0,0446	0,577	0,566	No

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1998-2004 vs. 1988-1997	0,463	4,236	<0,001	Yes
2005-2011 vs. 1988-1997	0,448	4,098	<0,001	Yes
1998-2004 vs. 1980-1987	0,398	3,643	0,003	Yes
2005-2011 vs. 1980-1987	0,383	3,505	0,003	Yes
1980-1987 vs. 1988-1997	0,0648	0,593	0,803	No
1998-2004 vs. 2005-2011	0,0151	0,138	0,891	No

Mann-Whitney Rank Sum Test

torstai, huhtikuu 05, 2012, 13:22:03

Data source: Data 1 in leväryhmien kehitystrendit.JNB

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed (P < 0,050)

Group	N	Missing	Median	25%	75%
dino 125	28	0	1035,560	654,597	1690,452
dino114	28	0	1200,801	759,740	1457,722

Mann-Whitney U Statistic= 378,000

T = 784,000 n(small)= 28 n(big)= 28 (P = 0,825)

The difference in the median values between the two groups is not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P = 0,825)

Two Way Analysis of Variance

torstai, huhtikuu 05, 2012, 13:33:14

Data source: Data 1 in leväryhmien kehitystrendit.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: log10(col(23))

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,211)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,110)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	0,0857	0,0857	2,436	0,125
year	3	2,803	0,934	26,563	<0,001
site x year	3	0,175	0,0584	1,661	0,188
Residual	48	1,688	0,0352		
Total	55	4,752	0,0864		

The difference in the mean values among the different levels of site is not great enough to exclude the possibility that the difference is just due to random sampling variability after allowing for the effects of differences in year. There is not a statistically significant difference (P = 0,125).

The difference in the mean values among the different levels of year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in site. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of site does not depend on what level of year is present. There is not a statistically significant interaction between site and year. (P = 0,188)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site : 0,203

Power of performed test with alpha = 0,0500: for year : 1,000

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site x year : 0,174

Least square means for site :

Group	Mean
-------	------

125,000	2,977
---------	-------

114,000	2,898
---------	-------

Std Err of LS Mean = 0,0354

Least square means for year :

Group	Mean
-------	------

1980-1987	3,273
-----------	-------

1988-1997	3,009
-----------	-------

1998-2004	2,740
-----------	-------

2005-2011	2,728
-----------	-------

Std Err of LS Mean = 0,0501

Least square means for site x year :

Group	Mean
-------	------

125,000 x 1980-1987	3,222
---------------------	-------

125,000 x 1988-1997	3,072
---------------------	-------

125,000 x 1998-2004	2,783
---------------------	-------

125,000 x 2005-2011	2,829
---------------------	-------

114,000 x 1980-1987 3,323
 114,000 x 1988-1997 2,946
 114,000 x 1998-2004 2,698
 114,000 x 2005-2011 2,626
 Std Err of LS Mean = 0,0709

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
 Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	0,0782	1,561	0,125	No

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1980-1987 vs. 2005-2011	0,545	7,685	<0,001	Yes
1980-1987 vs. 1998-2004	0,532	7,506	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 2005-2011	0,282	3,972	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1998-2004	0,269	3,793	0,001	Yes
1980-1987 vs. 1988-1997	0,263	3,713	0,001	Yes
1998-2004 vs. 2005-2011	0,0127	0,179	0,859	No

Two Way Analysis of Variance

torstai, huhtikuu 05, 2012, 13:37:52

Data source: Data 1 in leväryhmien kehitystrendit.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: chlorop

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,204)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,351)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	272,319	272,319	0,167	0,684
year	3	52532,172	17510,724	10,755	<0,001
site x year	3	2607,504	869,168	0,534	0,661
Residual	48	78154,233	1628,213		
Total	55	133566,228	2428,477		

The difference in the mean values among the different levels of site is not great enough to exclude the possibility that the difference is just due to random sampling variability after allowing for the effects of differences in year. There is not a statistically significant difference (P = 0,684).

The difference in the mean values among the different levels of year is greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in site. There is a statistically significant difference (P = <0,001). To isolate which group(s) differ from the others use a multiple comparison procedure.

The effect of different levels of site does not depend on what level of year is present. There is not a statistically significant interaction between site and year. (P = 0,661)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site : 0,0500
 Power of performed test with alpha = 0,0500: for year : 0,998
 Power of performed test with alpha = 0,0500: for site x year : 0,0500

Least square means for site :

Group	Mean
125,000	92,706
114,000	88,295

Std Err of LS Mean = 7,626

Least square means for year :

Group	Mean
1980-1987	96,058
1988-1997	42,781
1998-2004	94,915
2005-2011	128,247

Std Err of LS Mean = 10,784

Least square means for site x year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	106,218
125,000 x 1988-1997	46,042
125,000 x 1998-2004	98,989
125,000 x 2005-2011	119,573
114,000 x 1980-1987	85,898
114,000 x 1988-1997	39,521
114,000 x 1998-2004	90,841
114,000 x 2005-2011	136,921

Std Err of LS Mean = 15,251

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
 Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
125,000 vs. 114,000	4,410	0,409	0,684	No

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
2005-2011 vs. 1988-1997	85,466	5,604	<0,001	Yes
1980-1987 vs. 1988-1997	53,277	3,493	0,005	Yes
1998-2004 vs. 1988-1997	52,134	3,418	0,005	Yes
2005-2011 vs. 1998-2004	33,332	2,186	0,098	No
2005-2011 vs. 1980-1987	32,189	2,111	0,078	No
1980-1987 vs. 1998-2004	1,143	0,0749	0,941	No

Two Way Analysis of Variance

perjantai, maaliskuu 23, 2012, 10:19:05

Data source: Data 1 in DIN_TP.JNB

Balanced Design

Dependent Variable: log10(col(8))

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,083)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,106)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
site	1	0,0245	0,0245	0,855	0,360
year	3	0,697	0,232	8,100	<0,001
site x year	3	0,460	0,153	5,339	0,003
Residual	48	1,377	0,0287		
Total	55	2,559	0,0465		

Main effects cannot be properly interpreted if significant interaction is determined. This is because the size of a factor's effect depends upon the level of the other factor.

The effect of different levels of site depends on what level of year is present. There is a statistically significant interaction between site and year. (P = 0,003)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site : 0,0500

Power of performed test with alpha = 0,0500: for year : 0,979

Power of performed test with alpha = 0,0500: for site x year : 0,848

Least square means for site :

Group	Mean
125,000	0,0102
114,000	0,0521
Std Err of LS Mean = 0,0320	

Least square means for year :

Group	Mean
1980-1987	0,0384
1988-1997	0,211
1998-2004	-0,0534
2005-2011	-0,0709
Std Err of LS Mean = 0,0453	

Least square means for site x year :

Group	Mean
125,000 x 1980-1987	-0,00523
125,000 x 1988-1997	0,343
125,000 x 1998-2004	-0,133
125,000 x 2005-2011	-0,164
114,000 x 1980-1987	0,0821
114,000 x 1988-1997	0,0778
114,000 x 1998-2004	0,0259
114,000 x 2005-2011	0,0226
Std Err of LS Mean = 0,0640	

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Holm-Sidak method):
Overall significance level = 0,05

Comparisons for factor: **site**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
114,000 vs. 125,000	0,0419	0,924	0,360	No

Comparisons for factor: **year**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,050
1988-1997 vs. 2005-2011	0,281	4,397	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1998-2004	0,264	4,122	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1980-1987	0,172	2,688	0,039	Yes
1980-1987 vs. 2005-2011	0,109	1,708	0,256	No
1980-1987 vs. 1998-2004	0,0918	1,434	0,291	No
1998-2004 vs. 2005-2011	0,0176	0,275	0,785	No

Comparisons for factor: **year within 125**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
1988-1997 vs. 2005-2011	0,508	5,609	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1998-2004	0,476	5,257	<0,001	Yes
1988-1997 vs. 1980-1987	0,349	3,850	0,001	Yes
1980-1987 vs. 2005-2011	0,159	1,759	0,234	No
1980-1987 vs. 1998-2004	0,127	1,407	0,304	No
1998-2004 vs. 2005-2011	0,0318	0,352	0,727	No

Comparisons for factor: **year within 114**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
1980-1987 vs. 2005-2011	0,0595	0,657	0,987	No
1980-1987 vs. 1998-2004	0,0562	0,620	0,979	No
1988-1997 vs. 2005-2011	0,0551	0,609	0,957	No
1988-1997 vs. 1998-2004	0,0518	0,573	0,920	No
1980-1987 vs. 1988-1997	0,00434	0,0480	0,999	No
1998-2004 vs. 2005-2011	0,00331	0,0365	0,971	No

Comparisons for factor: **site within 1980-1987**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
114,000 vs. 125,000	0,0873	0,965	0,340	No

Comparisons for factor: **site within 1988-1997**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
125,000 vs. 114,000	0,266	2,933	0,005	Yes

Comparisons for factor: **site within 1998-2004**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
114,000 vs. 125,000	0,159	1,751	0,086	No

Comparisons for factor: **site within 2005-2011**

Comparison	Diff of Means	t	P	P<0,05
114,000 vs. 125,000	0,187	2,066	0,044	Yes

KUVAILULEHTI / PRESENTATIONSBLAD / DOCUMENTATION PAGE

Julkaisija Utgivare Publisher	Helsingin kaupungin ympäristökeskus Helsingfors stads miljöcentral City of Helsinki Environment Centre	Julkaisuaika/Utgivningstid/ Publication time Huhtikuu 2012 / April 2012	
Tekijä(t)/Författare/Author(s)	Jyrki Muurinen, Jari-Pekka Pääkkönen, Marjut Räsänen, Emil Vahtera, Raisa Turja ja Kari K. Lehtonen		
Julkaisun nimi Publikationens titel Title of publication	Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2007–2011. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Havsområdet tillstånd inom Helsingfors och Esbo åren 2007–2011. Den ålagda övervakningen av avloppsvattens inverknings. The state of the sea area outside Helsinki and Espoo in 2007–2011. Mandatory monitoring of sewage water impacts.		
Sarja Serie Series	Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja Helsingfors stads miljöcentralens publikationer Publications by City of Helsinki Environment Centre	Numero/Nummer/No. 4/2012	
ISSN 1235-9718	ISBN 978-952-272-217-1	ISBN (PDF) 978-952-272-218-8	
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, 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	 Sähköposti/e-post/e-mail: ymk@hel.fi		

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2011

1. Pakarinen, R., Hahkala, V. (toim.) Östersundomin yhteisen yleiskaava-alueen luontoselvityksiä
2. Rämö, S., Sjövall, A. Yhteenveto eurooppalaisten kaupunkien ympäristöpoliittisista linjauksista
3. Luontotieto Keiron Oy. Jakomäen muinaisranta-alueen luonnonsuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma
4. Pönkä, A., Hiillos, K., Kivikoski, L., Nikkola, K., Vuorilehto, V.-P., Kalso, S. Raakaveden vaikutus Helsingissä käytettävän talousveden laatuun
5. Kupiainen, K., Pirjola, L., Ritola, R., Väkevä, O., Viinanen, J., Stojiljkovic, A., Malinen, A. Street dust emissions in Finnish cities – summary of results from 2006–2010
6. Räsänen, M., Karvinen, V., Muurinen, J., Sopanen, S., Pääkkönen, J.-P. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2010. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu.
7. Paavola, T., Pahkala, E. Marjojen ja sienten alkuperämaamerkinnot ja jäljitettävyyden seuranta Helsingissä 2010
8. Aspelund, P., Seimola, T., Leikas, P., Pääkkönen, J.-P. Harakan saaren luonnonsuojelualueiden hoito- ja käyttösuunnitelma 2011–2020
9. Yrjölä, R. Vuosaaren satamahankkeen linnustoseuranta 2010
10. Luontotieto Keiron Oy. Vantaanjoentörmän luonnonsuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma 2011–2020
11. Wahlman, S. Yleisten uimarantojen hygienian, uimavesiluokituksen ja kuluttajaturvallisuuden seuranta Helsingissä vuonna 2011

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.