



Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2008

Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu

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

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2009

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

Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2008

Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 2009

Kannen kuva: Näkymä Villingistä etelään © Hanna Marttila

ISSN 1235-9718
ISBN 978-952-223-421-6
ISBN (PDF) 978-952-223-422-3

Painopaikka: Kopio Niini Oy
Helsinki 2009

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Sammandrag	4
1 Johdanto	6
2 Tarkkailualue ja sääolot	7
2.1 Tarkkailualue	7
2.2 Sääolot	7
3 Merialueen kuormitus	11
3.1 Johdanto	11
3.2 Helsingin jätevedet	11
3.3 Espoon jätevedet	13
3.4 Vantaanjoen tuoma kuormitus	15
4 Merialueen kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen laatu	16
4.1 Johdanto	16
4.2 Tulokset	17
4.2.1 Veden laatu sisäsaaristossa	18
4.2.2 Veden laatu ulkosaaristossa	30
4.2.3 Veden hygieeninen laatu	43
5 Kasviplankton	45
5.1 Johdanto	45
5.2 Aineisto ja menetelmät	45
5.3 Kasviplanktonmäärän ja lajiston tulokset	46
5.4 Perustuotantokykytulokset	54
5.5 Päähuomiot kasviplanktonituloksista	56
6 Pohjaeläimet	58
6.1 Johdanto	58
6.2 Aineisto ja menetelmät	58
6.3 Tulokset	59
6.4 Päähuomioita pohjaeläimistä	64
7 Haitallisten aineiden pitoisuudet sedimentissä – erillistutkimus	66
7.1 Johdanto	66
7.2 Aineisto ja menetelmät	66
7.3 Tulokset	68
7.4 Tulosten tarkastelu	72

Liite 1. Fysikaalis-kemialliset vesianalyysitulokset havaintopaikoilta vuonna 2008

Liite 2. Vedenlaadun alueelliset kartoitukset Helsingin ja Espoon edustalla vuonna 2008

Tiivistelmä

Helsingin ja Espoon sekä eräiden Keski-Uudenmaan kuntien jätevedet käsiteltiin Helsingin Viikinnmäen ja Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamoissa. Puhdistamoiden jätevesivirtaama oli vuonna 2008 yhteensä noin 148,4 milj.m³, mikä oli 6,8 % suurempi kuin edellisenä vuonna.

Viikinnmäen jätevedenpuhdistamon fosfori- ja typpipäästöt vuonna 2008 Suomenlahteen olivat 25 185 kg ja 609 550 kg. Vuonna 2008 Suomenojan jätevedenpuhdistamon fosforin kuormitus mereen oli 10 900 kg ja typen 553 000 kg. Kuormitus mereen oli biologisen hapenkulutuksen (BHK_{7(ATU)}) suhteen noin 6,7 % suurempi, fosforin suhteen noin 22 % suurempi ja typen suhteen noin 16,3 % suurempi kuin vuonna 2007. Molemmat jätevedenpuhdistamot saavuttivat lupaehtojen mukaiset puhdistustehovaatimukset vuonna 2008.

Viikinnmäellä biologisen käsittelyn ohi johdettiin esiselkeytettyä jätevettä seitsemänä päivänä yhteensä 0,6 milj. m³. Biologisen käsittelyn ohitus oli 0,5 % (edellisenä vuonna 0,8 %) puhdistamolle tulleesta jätevesimäärästä. Suomenojan puhdistamolla ei tapahtunut laitosohituksia vuonna 2008.

Kokonaistyyppipitoisuudet vuoden 2008 aineistossa Katajaluodolla oli keskimäärin 16 µg l⁻¹ korkeammat ja Knaperskärillä 5 µg l⁻¹ matalammat verrattuna Länsi-Tontun havaintoasemaan. Nämä erot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä. Keskiarvojen erot johtuvat vuoden 2008 poikkeuksellisen korkeista kevään ja kesän kokonaistyyppipitoisuuksista Länsi-Tontun havaintoasemalla ja Katajaluodon ja Knaperskärin asemien vastaavien ajankohtien poikkeavan matalista kokonaistypen pitoisuuksista.

Vuoden 2008 pintakerroksen kokonaisfosforipitoisuudet kehittyivät suurelta osin pitkän ajan keskiarvojen mukaisesti. Kevään pitoisuudet olivat hieman normaalia pienemmät Katajaluodon ja Knaperskärin asemilla. Heinä-elokuulla havaittiin normaalista poikkeavan korkeita kokonaisfosforin pitoisuuksia Katajaluodon, Bergrundin ja Länsi-Tontun havaintoasemilla. Vuoden 2008 Katajaluodon ja Knaperskärin havaintojen ja Länsi-Tontun havaintojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Vuonna 2008 liukoisen typen pitoisuudet olivat poikkeuksellisen korkeat ulompana merellä Länsi-Tontun, Bergrundin ja Flathällgrundetin havaintoasemilla. Purkuaukkojen läheisyydessä olevilla asemilla liukoisen typen pitoisuudet olivat noin 13 µg l⁻¹ (Katajaluoto) ja 15 µg l⁻¹ (Knaperskär) korkeammat kuin Länsi-Tontulla. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Helsingin ja Espoon merialueilla suurimmat *E. coli* -bakteerien määrät havaittiin vuonna 2008 Vanhankaupunginlahdella, Laajalahdella ja Katajaluodon havaintoasemalla. Myös Knaperskärin ja joidenkin rannikon läheisten asemien *E. coli* -bakteerien vuotuiset keskiarvot olivat taustapitoisuuksiin verrattuna koholla.

Knaperskärin havaintoasemalla havaittiin muista havaintoasemista poiketen syyskuussa kohonneita *E. coli* -bakteerien määriä sekoittuvassa pintakerroksessa, jolloin *E. coli* -bakteereja oli noin viisinkertainen määrä bakteereja taustapitoisuuteen verrattuna.

Tämän bakteerimäärien kasvun kanssa havaittiin samanaikaisesti kohonneita kokonaistypen ja liukoisen typen määriä sekoittuvassa pintakerroksessa. Bakteerimäärien nousu typen määrien nousun yhteydessä on vahva indikaatio siitä että jätevedet ovat typpipitoisuuksien nousun aiheuttaja. Virtausmittausten puutteesta johtuen ei voida varmasti todeta onko typen ja bakteerien lähde Knaperskärin läheisyydessä sijaitse-

va Espoon veden jätevesien purkutunneli vai maalta tuleva valuma Ryssjeholmsfjärdenille. Syynä poikkeaville havainnoille voivat myös olla molemmat lähteet.

Ulkosaariston kasviplanktonmäärät olivat kesällä 2008 edellistä kesää pienempiä mutta 1990- ja 2000-luvun muihin vuosiin verrattuna korkeita. Kesä 2007 olikin ulkosaaristossa rehevämpi kuin mikään aikaisemmista kesistä velvoitetarkkailuhistorian aikana. Syynä rehevyyden kasvuun voidaan pitää yleistä rehevöitymiskehitystä Suomenlahdella ja koko Itämeren alueella. Kesällä 2008 Katajaluodon sekä Knaperskärin jätevesien purkualueella mitattiin keskimäärin korkeampia perustuotantokykytuloksia kuin muilla ulkosaariston havaintopaikoilla.

Itäisen ulkosaariston pohjaeläinlajisto muistutti vuonna 2008 suuresti purkualueiden näytteiden lajistoa, kuten myös lajistoa yleensäkin ulkosaaristossa. Valtalajina olivat amerikanmonisukamadot, joiden määrä on kahtena peräkkäisenä vuonna lisääntynyt. Yksilölukumäärät ja biomassat olivat Itäisellä ulkosaariston havaintopaikalla suurempia kuin läntisemmällä havaintopaikoilla. Poikkeuksen vuonna 2008 muodosti Katajaluodon havaintopaikka, jossa yksilölukumäärä ja biomassa lisääntyivät samaan suuruusluokkaan kuin itäisessä ulkosaaristossa.

Ulkosaariston pohjaeläinyhteisössä on Helsingin ja Espoon alueella nähtävissä samanlaisia kehityssuuntia kuin Suomenlahdella laajemminkin. Syvimmät havaintopaikat ovat Suomenlahden rehevöitymisen lisääntyessä alttiita happikadolle ja tästä johtuvalle pohjaeläinten vähenemiselle tai puuttumiselle. Suolaisempaa vettä vaativat lajit esiintyvät alueella vain satunnaisesti. Hapiolosuhteet olivat Helsingin edustalla vuoden 2008 aikana normaalit ja suolaisempaa vettä vaativia lajeja esiintyi hyvin vähän. Puhdistettujen jätevesien johtaminen voi osaltaan vaikuttaa vähentäen pohjaeläinten määrää ja monimuotoisuutta siirryttäessä vertailualueita purkualueille. Osittain jätevesien vaikutukset kuitenkin peittyvät pohjaeläinlajiston normaaleihin suuriin vuosien välisiin vaihteluihin.

Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien vesistövaikutuksen yhteistarkkailuohjelmassa oli vuonna 2008 vuorossa sedimentin haitallisten aineiden tutkimus. Tutkittujen haitta-aineiden mitatut pitoisuudet olivat alhaisia purkuaukkojen läheisyydessä, lukuun ottamatta orgaanisia tinayhdisteitä, jotka ovat pääosin peräisin laivaliikenteestä ja satamatoiminnasta. Puhdistetun jätevesien purkupaikkojen läheisyydessä ei havaittu tutkittujen haitta-aineiden kohonneita pitoisuuksia, joiden olisi voitu osoittaa johtuvan ainoastaan puhdistettujen jätevesien aiheuttamasta kuormituksesta.

Vuonna 2008 tehtiin erillistutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää Helsingin ja Espoon edustan vedenlaadun alueellista jakaumaa sekä jätevesien leviämistä purkupaikkojen läheisyydessä. Tulosten mukaan Helsingin ja Espoon edustan merialueen vedenlaatuun vaikuttaa voimakkaimmin jokivesien mukaan tuoma ravinnekuorma ja savisamennus. Espoon jätevesien purkualueella mitatut nitraattityypipitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa Vanhankaupunginlahdella mitattujen Vantaanjoen vesimassojen kanssa. Helsingin jätevesien vaikutusalue oli selvästi Espoon jätevesien vaikutusalueita pienempi ja nitraattityypipitoisuudet alhaisempia vaikka Helsingin jätevesivirtaama on noin kaksinkertainen Espooseen verrattuna. Suurin syy havaittuihin eroihin on noin kymmenkertainen tasoero lähtevän jäteveden nitraattityypipitoisuuksissa. Helsingin lähtevässä jätevedessä taso oli syksyllä 2008 $1,5 \text{ mg l}^{-1}$ ja Espoon lähtevässä jätevedessä 15 mg l^{-1} . Jätevesien vaikutukset eivät näy suoraan purkualueiden klorofyllipitoisuuksissa, koska viive levien ravinteiden oton ja kasvun välillä on hyvisäkin kasvuolosuhteissa useita vuorokausia. Merialueelle tyypillisellä 5 cm/s virtausnopeudella jätevesi kulkeutuu yli 4 km vuorokaudessa ja jätevesien ravinnekuormituksen vaikutukset leviävät kymmenien neliökilometrien alueelle.

Sammandrag

Avloppsvattnen från Helsingfors och Esbo samt vissa kommuner i mellersta Nyland behandlades i Helsingfors' Viksbacka och Esbos Finnå reningsverk. Reningsverkens avloppsvattensflöde var år 2008 sammanlagt cirka 148,4 milj.m³, vilket var 6,8 % högre än året innan.

Fosfor- och kväveutsläppen från Viksbacka avloppsvattensreningsverk till Finska viken var år 2008 25 185 kg och 609 550 kg. År 2008 belastade Finnå avloppsvattensreningsverk havet med 10 900 kg fosfor och 553 000 kg kväve. Havsbelastningen var cirka 6,7 % större än år 2007 med avseende på biologisk syreförbrukning, cirka 22 % större med avseende på fosfor, och cirka 16,3 % större med avseende på kväve. Båda avloppsvattensreningsverken uppnådde de i tillstånden uppställda reningseffektivitetskraven år 2008.

Förbehandlat avloppsvatten leddes förbi den biologiska reningen på Viksbacka reningsverk under sju dagar sammanlagt 0,6 milj. m³. Det förbileda vattnet utgjorde 0,5 % av mängden avloppsvatten som kom till reningsverket (året innan 0,8 %). På Finnå reningsverk skedde inga sådana förbiledningar år 2008.

Totalkvävehalterna i materialet från 2008 var i medeltal 16 µg l⁻¹ högre vid Enskär och 5 µg l⁻¹ lägre vid Knaperskär jämfört med observationsstationen vid Västertokan. Skillnaderna var dock inte statistiskt signifikanta. Skillnaderna i medeltalen beror på de ovanligt höga totalkvävehalterna vid Västertokan under våren och sommaren 2008 samt på att de motsvarande värdena vid Enskär och Knaperskär vid samma tidpunkter var ovanligt låga.

Totalfosforhalterna i ytskiktet utvecklades år 2008 i stort sett enligt de långsiktiga medeltalen. På våren var halterna vid Enskär och Knaperskär något lägre än normalt. I juli-augusti observerades ovanligt höga totalfosforhalter på Enskärs, Berggrunds och Västertokans provtagningsstationer. Några statistiskt signifikanta skillnader mellan observationerna från Enskär och Knaperskär och observationerna från Västertokan gick inte att påvisa år 2008.

År 2008 var halterna av lösligt kväve ovanligt höga längre ut till havs på Västertokans, Bergrunds och Flathällgrundets provtagningsstationer. På stationerna nära utsläppspunkterna var halten av lösligt kväve cirka 13 µg l⁻¹ (Enskär) och 15 µg l⁻¹ (Knaperskär) högre än vid Västertokan. Skillnaderna är dock inte statistiskt signifikanta.

De högsta mängderna av *E.coli* -bakterier på Helsingfors' och Esbos havsområden påträffades år 2008 på Gammelstadsvikens, Bredvikens och Enskärs provtagningsstationer. Också vid Knaperskär och några stationer nära kusten var de årliga medeltalen för *E.coli*-bakteriemängder något förhöjda jämfört med bakgrundsvärdena.

Vid Knaperskär påträffades i motsats till vid de andra stationerna i september förhöjda *E.coli* -bakteriemängder i det omblandade vattnets ytskikt. Mängden *E.coli* -bakterier var då cirka fem gånger så stor som bakgrundsvärdena.

Samtidigt som denna tillväxt i mängden bakterier observerades fann man också förhöjda halter av total- och lösligt kväve i samma vattenskikt. Den samtida förhöjningen i såväl bakteriemängderna som kvävehalterna tyder starkt på att det var avloppsvattnet som låg bakom höjningen av kvävehalterna. Då inga strömningsmätningar existerar går det inte med säkerhet att säga om kvävet och bakteriernas källa utgörs av Esbo Vattens avloppsvattens utsläppstunnel nära Knaperskär eller av avrinning från land till Ryssjeholmsfjärden. Orsaken till de avvikande observationerna kan också vara båda källorna.

I den yttre skärgården var mängderna växtplankton sommaren 2008 mindre än sommaren innan men stora jämfört med övriga år under 1990- och 2000-talet. Sommaren 2007 var nämligen i ytterskärgården frodigare än någon annan sommar under den tid som den ålagda övervakningen täcker. Orsaken till den ökade frodigheten torde vara den allmänna frodighetsutvecklingen i Finska viken och på hela Östersjöns område. Sommaren 2008 uppmättes i medeltal högre primärproduktionskapacitet på såväl Enskärs som Knaperskärs utsläppsområden jämfört med på övriga observationsposter i ytterskärgården.

Bottendjursfaunan i den östra ytterskärgården påminde år 2008 mycket om faunan i proven från utsläppsområdena och också om faunan i allmänhet i ytterskärgården. Havsborstmaskar dominerade, och deras antal har ökat under de två senaste åren. Individantalen var högre och biomassorna större på de östra observationsposterna än på de västra. Enskärs observationspost utgjorde år 2008 ett undantag i och med att individantalet och biomassan där ökade till samma nivå som i den östra ytterskärgården.

Inom bottendjursfaunan i ytterskärgården på Helsingfors' och Esbos område går det att skönja en liknande trend i utvecklingen som på den övriga Finska viken. De djupare observationsställena kan allt eftersom Finska Viken blir allt frodigare bli utsatta för dåliga syreförhållanden och därav följande minskningar av bottendjurens förekomst eller deras försvinnande. Arter som kräver saltare vatten förekommer endast sporadiskt på området. Syreförhållandena utanför Helsingfors var under år 2008 normala och arter som kräver saltare vatten förekom mycket fåtaligt. Utledningen av renat avloppsvatten kan påverka genom att minska bottendjurens antal och mångsidighet då man rör sig från jämförelseområdet mot utsläppsområdet. Delvis kamoufleras dock avloppsvattens verkningar av den stora normala variationen i bottendjursfaunan från år till år.

År 2008 stod en utredning av skadliga ämnen i sedimentet i tur i sammonitoreringsprogrammet för Helsingfors' och Esbos avloppsvattens vattendragspåverkningar. De uppmätta halterna av de studerade skadliga ämnena var låga nära utsläppspunkterna, med undantag för halterna av organiska tennföreningar som i huvudsak härstammar från fartygstrafik och hamnverksamhet. Nära utsläppspunkterna för renat avloppsvatten påträffades inte sådana förhöjda halter av skadliga ämnen för vilka det skulle vara möjligt att påvisa att de härrörde sig enbart från belastningen av renat avloppsvatten.

År 2008 utfördes en skild studie vars syfte var att klarlägga den regionala fördelningen av vattenkvaliteten utanför Helsingfors och Esbo samt hur avloppsvattnet sprids ut nära utsläppspunkterna. Enligt resultaten påverkas vattenkvaliteten på havsområdet utanför Helsingfors och Esbo starkast av näringssaltbelastningen och lerslammet som åvattnen för med sig. Nitratkvävehalterna som uppmättes nära utsläppspunkten för Esbos avloppsvatten låg på samma nivå som dem som uppmättes i Vanda ås vattenmassor i Gammelstadsviken. Området som påverkades av avloppsvatten var betydligt mindre och nitratkvävehalterna lägre i Helsingfors än i Esbo, trots att Helsingfors' avloppsvattenflöde är cirka två gånger så stort som Esbos. Den främsta orsaken till de observerade skillnaderna är en cirka tio gångers nivåskillnad i det utledda renade avloppsvattnets nitratkvävehalt. I Helsingfors var nivån av nitratkväve i det utledda avloppsvattnet hösten 2008 $1,5 \text{ mg l}^{-1}$ och i Esbo 15 mg l^{-1} . Avloppsvattens verkningar syns inte direkt i klorofyllhalterna på utsläppsområdena eftersom det också under goda tillväxtförhållanden är en fördröjning på flera dygn mellan algernas upptag av näringssalter och tillväxt. Med den på havsområdena typiska strömningshastigheten på 5 cm s^{-1} transporteras havsvattnet mer än 4 km på ett dygn, och avloppsvattnets näringssaltbelastnings effekter sprids ut på ett tiotal kvadratmeter stort område.

1 Johdanto

Tässä selvityksessä esitetään yhteenveto Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien vesistövaikutusten tarkkailusta vuonna 2008. Selvityksessä verrataan merialueen tilaa myös aikaisempien vuosien tutkimustuloksiin.

Viikinmäen puhdistamon jätevesien laskulupa ja muut ympäristövaatimukset vuonna 2008 perustuvat seuraaviin päätöksiin:

- Länsi-Suomen Vesioikeuden päätös (nro 25/1995/1, 5.6.1995)
- Huomioitu myös Vesiylöikeuden päätös (nro 25/1996, 22.2.1996)
- KHO:n päätös (Taltio nro 1216, 19.5.1997)
- Länsi-Suomen Vesioikeuden päätös (nro 59/1999/1, 8.9.1999)
- Vaasan hallinto-oikeuden päätös (nro 00/0011/2, 24.3.2000)

Uusi ympäristölupa tuli lainvoimaiseksi Vaasan hallinto-oikeuden annettua ratkaisunsa 22.5.2006. Tämän jälkeen toiminta on perustunut seuraaviin päätöksiin:

- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 56/2004/1, 18.10.2004)
- Länsi-Suomen Ympäristölupaviraston päätös (nro 21/2006/1)

Suomenojan jätevedenpuhdistamon jätevesien purkulupa ja muut ympäristövaatimukset perustuivat vuonna 2008 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

Vuonna 2008 noudatettiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen suorittamassa jätevesien vaikutuksen seurannassa uutta tarkkailuohjelmaa, jonka käyttöön-otosta on sovittu Uudenmaan ympäristökeskuksen kanssa. Veden fysikaalista, kemiallista ja hygieenistä tilaa sekä *a*-klorofyllin pitoisuutta ja kasviplanktonin perustuotantokykyä 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, Helsinginkatu 24, 00530 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). Alue on tarkemmin kuvattu aikaisemmissa velvoitetarkkailuselvityksissä¹.

Vuonna 2008 alueella oli kaksi asumajätevesien purkupaikkaa. Helsingin Viikinkauman puhdistamolta jätevedet johdettiin kalliotunnelissa avomerren reunaan Katajaluodon eteläpuolelle noin seitsemän kilometrin etäisyydelle rannikosta. Espoon Suomenojan puhdistamon jätevedet sekä Fortumin Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvedet johdettiin niin ikään kalliotunnelissa noin seitsemän kilometrin päähän ulkosaaristoon Gåsgrundetin itäpuolelle. Purkukohtien etäisyys toisistaan itä-länsisuunnassa on noin kahdeksan kilometriä.

2.2 Sääolot

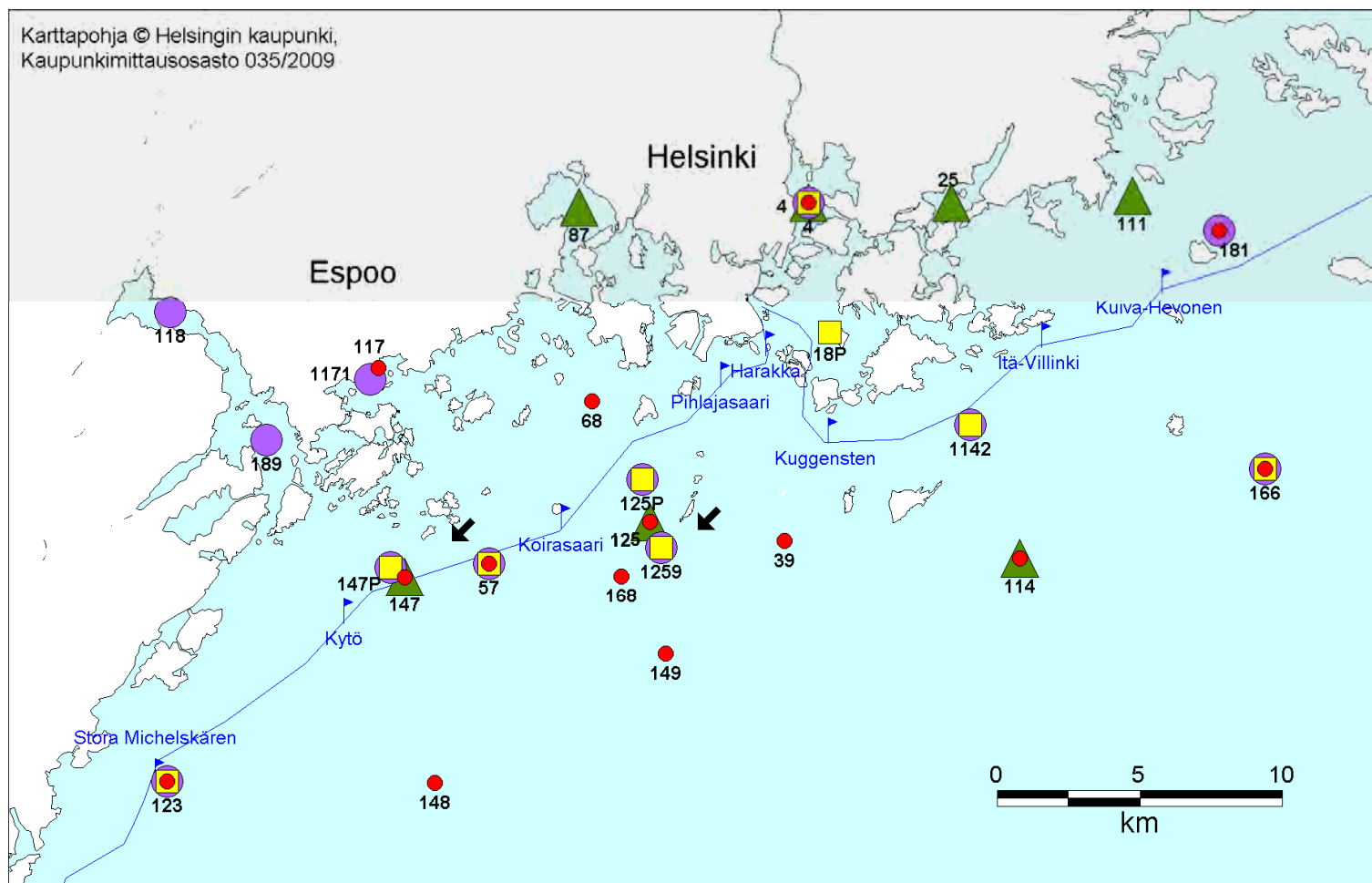
Vuoden 2008 jäätalvi oli täysin poikkeuksellinen: jättä ei muodostunut Helsingin merialueille käytännössä ollenkaan. Merentutkimuslaitoksen (nykyisin Ilmatieteen laitoksen Merentutkimusyksikkö) julkaisemattoman aineiston mukaan Helsingin satama-alueella oli yksi pysyvän jääpeitteen päivä (22.3.), kun leutoinkin talvina on tavallisesti kymmeniä jääpäiviä. Vuonna 2007 kyseisiä päiviä Helsingin satamassa oli 53.

Vuosi 2008 oli tavallista lämpimämpi koko Suomessa. Helsingin seudulla erityisen leutoa oli tammikuusta huhtikuuhun ja taas lokakuusta alkaen. Kesä sen sijaan oli viileähkö. Helsingin Kaisaniemen vuosikeskilämpötila 7,6 °C oli 1,4 astetta pitkänajan keskiarvoa korkeampi, ja vuodesta 1829 alkaneen mittaushistorian korkein (kuva 2.2). Talvi jäi käytännössä tulematta, ns. termisiä talvipäiviä (vuorokauden keskilämpötila pysyvästi nollan alapuolella) oli vain muutama kevättalvella. Keskimääräistä lämpimämmän kevään jälkeen kesä oli matalapainevoittoinen ja epävakainen: hellepäiviä oli poikkeuksellisen vähän. Syksy 2008 oli selvästi keskimääräistä lämpimämpi. Kuitenkin aivan vuoden lopussa terminen talvi alkoi myös Helsingin seudulla.

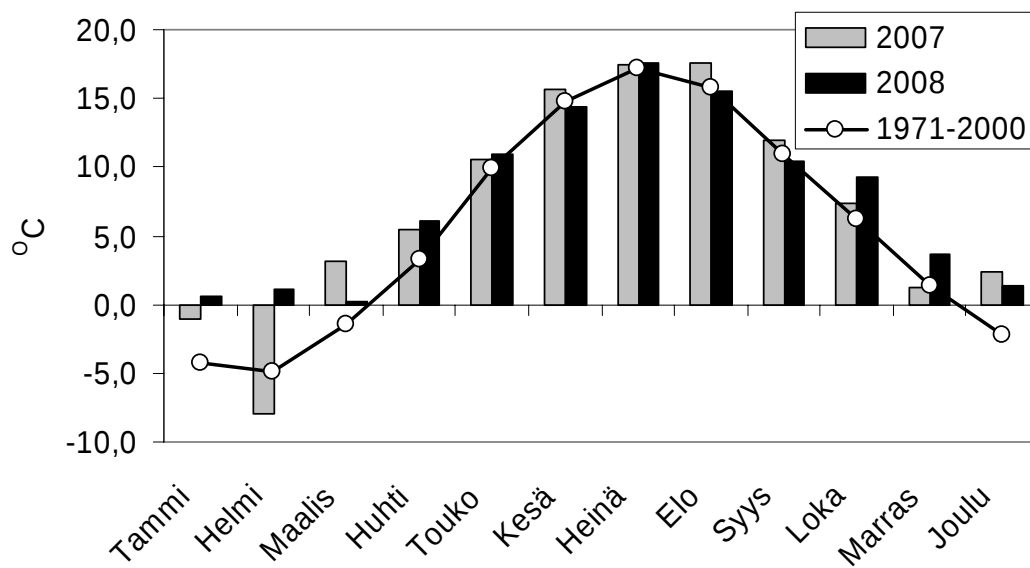
Vuoden 2008 kokonaissadanta oli Kaisaniemessä tavanomaista suurempi. Sademäärä oli 786 mm, vertailumäärän ollessa 643 mm. Eniten satoi lokakuussa, ja myös kesäkuu oli hyvin sateinen (kuva 2.3).

Kasvukauden kokonaissäteilymäärä oli noin 4 % pitkän ajan keskiarvoa pienempi. Erityisesti kesä- ja elokuu olivat pilvisiä (kuva 2.4).

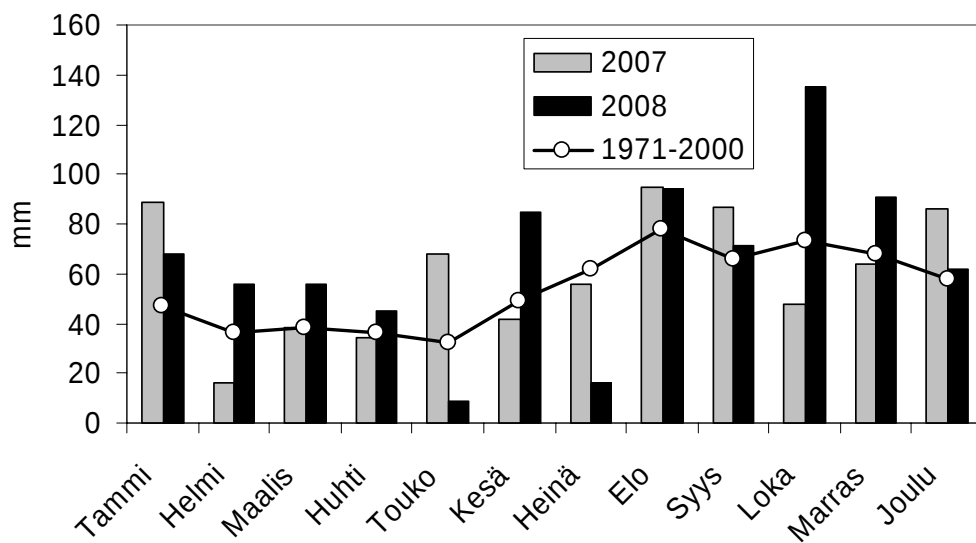
¹ esim. Autio, L., Munne, P., Muurinen, J., Pellikka, K., Pääkkönen, J.-P., ja Räsänen, M.: Helsingin ja Espoon merialueen tila vuosina 2002–2006. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15/2007.



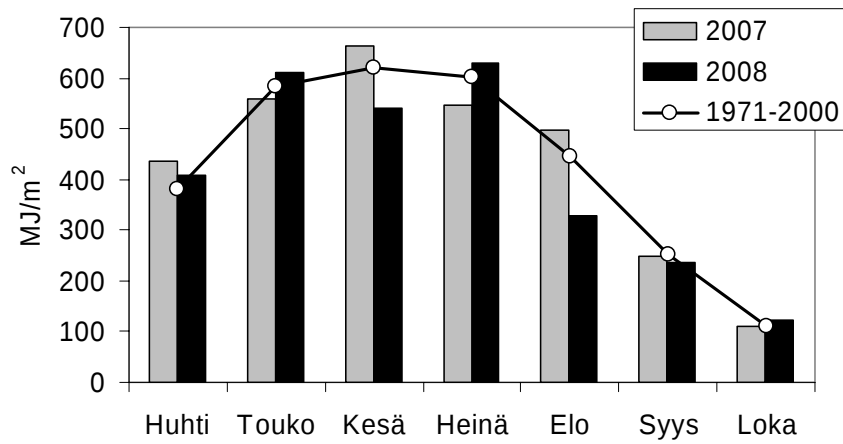
Kuva 2.1. Helsingin ja Espoon jätevesien velvoitetarkkailun havaintopaikat vuonna 2008. Punaiset pallot: veden kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen tarkkailu. Vihreät kolmiot: perustuotanto- ja kasviplanktonitarkkailu. Keltaiset neliöt: sedimenttien haitta-aineet. Violettiset pallot: pohjaeläimet. Sininen viiva ja viirit: @lgline-tutkimus (Kristina Brahe-laivan reitti ja näytepisteet). Mustat nuolet: jätevesien purkukohdat.



Kuva 2.2. Kuukauden keskilämpötila (°C) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2007 ja 2008 sekä vuosina 1971–2000 (keskiarvo). Lähde: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2008.



Kuva 2.3. Kuukauden sademäärä (mm) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2007 ja 2008 sekä vuosina 1971–2000 (keskiarvo). Lähde: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2008.



Kuva 2.4. Kasvukauden globaalisäteily kuukausittain (MJ/m^2) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 2007 ja 2008 sekä vuosina 1971–2000 (keskiarvo). Lähde: Ilmatieteen laitoksen Ilmastokatsaukset 2008.

3 Merialueen kuormitus

3.1 Johdanto

Helsingin ja Espoon sekä eräiden Keski-Uudenmaan kuntien jätevedet käsiteltiin Helsingin Viikinmäen ja Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamoissa. Puhdistamoiden jätevesivirtaama oli vuonna 2008 yhteensä noin 148,4 milj.m³, mikä oli 6,8 % suurempi kuin edellisenä vuonna. Kuormitus mereen oli biologisen hapenkulutuksen ($BHK_{7(ATU)}$) suhteen noin 6,7 % suurempi, fosforin suhteen noin 22 % suurempi ja typen suhteen noin 16,3 % suurempi kuin vuonna 2007.

Molemmat jätevedenpuhdistamot ovat biologisia aktiivilietelaitoksia, joilla on käytössä fosforinpoisto rinnakkaissaostusperiaatteella (ferrosulfaatti) sekä esidenitri-fikaatioon perustuva typenpoisto. Typenpoisto alkoi vuoden 1997 lopulla.

3.2 Helsingin jätevedet

Viikinmäen jätevedenpuhdistamon lupaehdot olivat vuonna 2008 seuraavat:

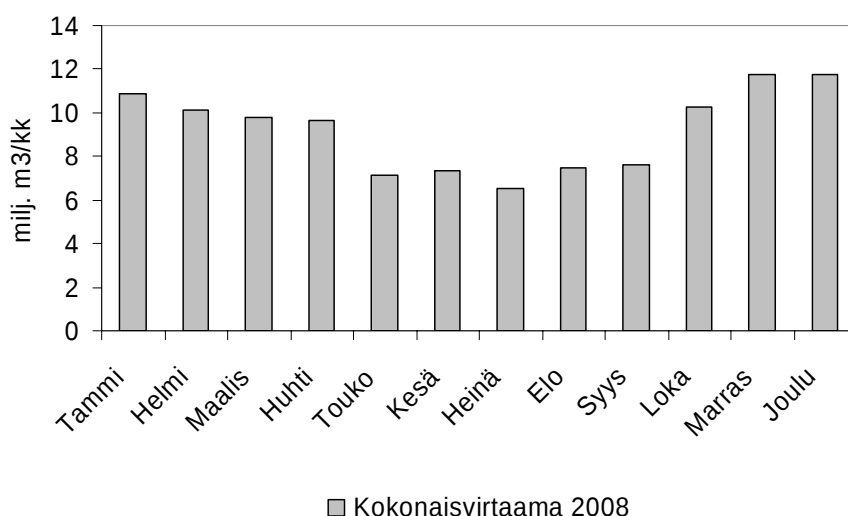
Mereen johdettavan jäteveden BHK_{7-ATU} -arvon on oltava alle 10 mg O₂/l ja kokonaisfosforipitoisuuden alle 0,5 mg P/l (1.7.2008 lähtien alle 0,3 mg P/l). COD_{Cr}-arvon on oltava alle 75 mg/l ja kiintoaineen määrän alle 15 mg/l. BHK_{7-ATU} -puhdistustehon on oltava vähintään 95 %, fosforin puhdistustehon vähintään 92 % (1.7.2008 lähtien vähintään 95 %) ja COD_{Cr}-puhdistustehon vähintään 80 %. Arvot lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina mahdolliset ohjauksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien. Puhdistustehon typen suhteen tulee olla vähintään 70 % vuosikeskiarvona laskien mahdolliset ohjauksutukset ja poikkeustilanteet mukaan lukien.

Viikinmäen keskuspuhdistamolla¹ käsiteltiin kaikki Helsingin kaupungin jätevedet ja lisäksi Vantaan, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän, Pornaisten sekä Sipoon jätevedet. Kokonaisjätevesimäärä oli 110,3 milj. m³, josta puhdistamolla biologisesti käsiteltiin 109,53 milj. m³. Jätevesimäärä oli vuonna 2008 6,6 % suurempi kuin edellisenä vuonna. Naapurikuntien jätevesimäärä oli 25,3 % Viikinmäen koko jätevesimäärästä. Puhdistetut jätevedet johdettiin kalliotunnelis-sa noin seitsemän kilometrin etäisyydelle rannikosta Katajaluodon eteläpuolelle.

Viikinmäellä biologisen käsittelyn ohi johdettiin esiselkeytettyä jätevettä seitsemänä päivänä yhteensä 0,6 milj. m³. Biologisen käsittelyn ohitus oli 0,5 % (edellisenä vuonna 0,8 %) puhdistamolle tulleesta jätevesimäärästä. Verkosto-ohituksia oli vuonna 2008 yhteensä 186 400 m³. Ohitukset koostuivat kantakaupungin sekaviemäröidyllä alueella Mike Urban -verkostomallin avulla arvioiduista ylivuodoista. Mallinnusohjelman vaihtumisen takia kantakaupungin arvioidut verkosto-ohitukset eivät ole täysin vertailukelpoisia aikaisempien vuosien arvioiden kanssa. Verkosto-ohitusten määrä oli 0,17 % (edellisenä vuonna 0,06 %) kokonaisjätevesimäärästä. Ohitusten vaikutukset on huomioitu vesistökuormituksen arvioinnissa.

¹Lähde: Helsingin Vesi, Jätevedenpuhdistus, Mari Heinonen: Helsingin kaupungin jätevesien johtamisen ja käsittelyn velvoitetarkkailun tulokset vuodelta 2008. 30.3.2009.

Lupavaatimukset täytettiin kaikilla laskentajaksoilla sekä pitoisuus- että poistotehovaatimusten osalta.



Kuva 3.1. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama (m³/kk) kuukausittain.

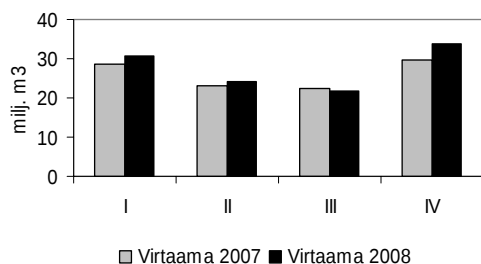
Taulukko 3.1. Viikinmäen jätevedenpuhdistamolta poistuvan veden arvot vuosikeskiarvoina vuosina 2007 ja 2008.

	Pitoisuus, mg/l		Puhdistusteho	
	2007	2008	2007	2008
BHK _{7(ATU)}	7	7	97 %	97 %
fosfori	0,19	0,22	97 %	96 %
typpi	4,8	5,3	88 %	87 %
COD _{Cr}	46	40	91 %	91 %
Kiintoaine	4,8	9	98 %	96 %

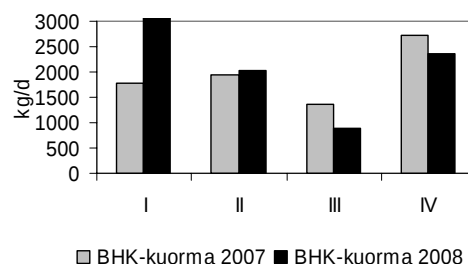
Jäteveden kokonaisvirtaama oli edellisvuotta suurempi kaikilla paitsi kolmannella vuosineljänneksellä (kuva 3.2). Mereen johdetun kuormituksen taso vaihteli vuosineljänneksittäin melko voimakkaasti. Kesäaikaan kuormitus oli selvästi alhaisempaa kuin muina vuodenaikoina (kuvat 3.2–3.5). Vuotuinen kokonaiskuormitus mereen oli vuonna 2008 BHK_{7(ATU)}:n osalta 7,6 %, typen osalta 19,1 % ja fosforin osalta 25 % suurempi kuin vuonna 2007.

Taulukko 3.2. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus mereen vuosina 2007 ja 2008.

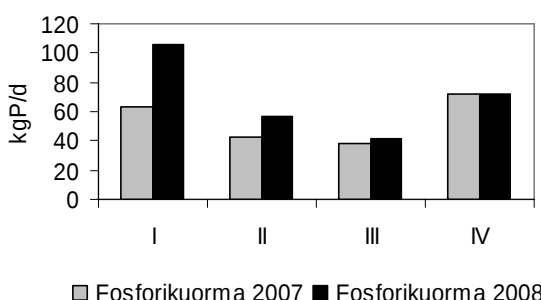
	Keskimääräinen kuormitus, kg/d		Kokonaiskuormitus, t/a		Muutos
	2007	2008	2007	2008	
BHK _{7(ATU)}	1945	2092	710	764	+ 7,6 %
fosfori	55	69	20	25	+ 25,0 %
typpi	1403	1670	512	610	+ 19,1 %



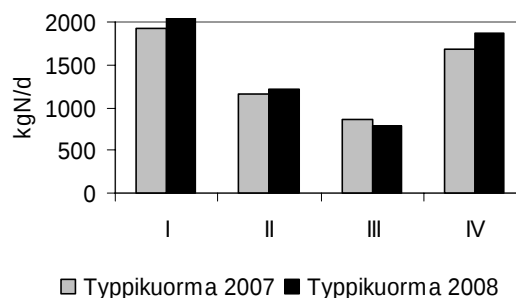
Kuva 3.2. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.



Kuva 3.3. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon keskimääräinen BHK_{7(ATU)}-kuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.



Kuva 3.4. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon keskimääräinen fosforikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.



Kuva 3.5. Viikinmäen jätevedenpuhdistamon keskimääräinen typpikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.

3.3 Espoon jätevedet

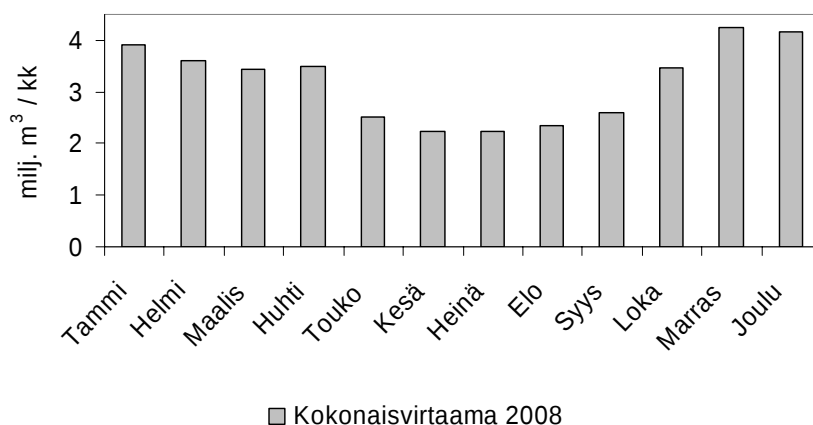
Suomenojan jätevedenpuhdistamon lupaehdot olivat vuonna 2008 seuraavat:

Vesistöön johdettavan jäteveden BHK_{7(ATU)}-arvon on oltava alle 10 mg O₂/l ja kokonaisfosforipitoisuus alle 0,4 mg P/l neljännesvuosikeskiarvoina. BHK_{7(ATU)}-poistotehon on oltava vähintään 95 %, kokonaisfosforin vähintään 93 %. Tulokset lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina ohitukset ja häiriötilanteet mukaan lukien. Kokonaistypen poistotehon on oltava vähintään 70 %, joka lasketaan vuosikeskiarvoina. COD_{Cr}-poistovaatimuksena oli enintään 75 mg/l vesistöön johdettuna, poistotehon ollessa vähintään 85 % sekä kiintoaineen määrä enintään 15 mg/l. Viimeksi mainittu lasketaan neljännesvuosikeskiarvoina.

Espoon jätevedet käsiteltiin Suomenojan jätevedenpuhdistamolla², minne johdettiin jätevedet Espoosta, Kauniaisista, Vantaan länsiosista ja Kirkkonummelta. Vantaan jätevesien osuus oli 14,2 % ja Kirkkonummen 6,0 % kokonaisjätevesimäärästä. Kokonaisjätevesimäärä vuonna 2008 oli 38,1 milj. m³, mikä oli lähes 9 % enemmän kuin vuonna 2007. Keskimääräinen lähtevä jätevesimäärä oli 104 000 m³/vrk. Suurin vuorokausivirtaama 229 247 m³ mitattiin 2.12.2008 ja pienin, 54 049 m³, 26.6.2008. Kuvassa 3.6 on esitetty jäteveden kuukausittaiset kokonaisvirtaamat.

² Lähde: Espoon Vesi/Tutkimusyksikkö/Vesilaboratorio/Eija Lehtinen: Suomenojan jätevedenpuhdistamon toiminta vuonna 2008. 11.3.2009.

Jätevedet johdettiin 7,5 km:n pituisessa kalliotunnelissa ulkosaaristoon Gåsgrundetin kaakkoispuolelle noin 15 m:n syvyyteen. Suomenojan puhdistamolla ei tapahtunut laitosohituksia vuonna 2008. Verkostosta ja jätevesipumppaamoilta joutui puhdistamatonta jätevettä maastoon yhteensä noin 3 800 m³. Näiden ohitusten osuus kokonaisvesimäärästä oli 0,01 %, kun taas vuonna 2007 osuus oli 0,02 %. Ohitusten vaikutus on otettu huomioon puhdistamolta vesistöön johdetun kuormituksen arvioinnissa. Purkutunneliin johdettiin myös Fortum Oy:n Suomenojan voimalaitoksen jäähdytysvesiä yhteensä 6,5 milj. m³ (ed. vuonna samoin 6,5 milj. m³).



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

Lupaehdot täyttyivät Suomenojan puhdistamolla kaikilla laskentajaksoilla sekä pitoisuus- että poistotehovaatimusten osalta (taulukko 3.3).

Taulukko 3.3. Suomenojan jätevedenpuhdistamolta poistuvan veden arvot vuosikeskiarvoina vuosina 2007 ja 2008.

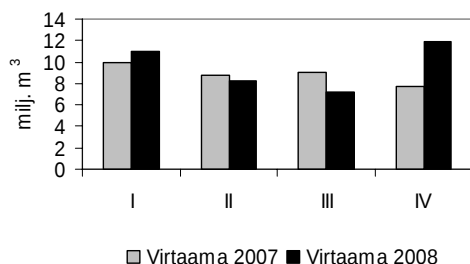
	Pitoisuus, mg/l		Puhdistusteho	
	2007	2008	2007	2008
BHK _{7(ATU)}	4,8	4,6	97 %	98 %
fosfori	0,28	0,29	96 %	96 %
typpi	14	15	75 %	74 %
COD _{Cr}	37	39	92 %	91 %
kiintoaine	6	6,2	98 %	97 %

Jätevesivirtaama oli vuonna 2008 ensimmäisellä ja viimeisellä vuosineljänneksellä suurempi ja kahdella keskimmaisella pienempi kuin vuonna 2007 (kuva 3.7). Mereen päätynyt kuormitus noudatteli vuosineljänneksittäin tarkasteltuna jätevesivirtaamaa. Kesäaikaan sijoittuva kolmas neljännes oli jälleen kuormitukseltaan vähäisin (kuvat 3.8–3.10).

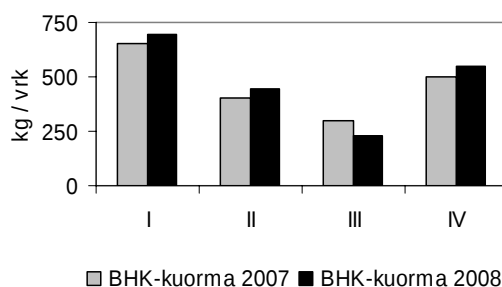
Kaikkien lupaehdoissa mainittujen aineiden mereen vaikuttama kuormitus kasvoi vuonna 2008 verrattuna edelliseen vuoteen. Kemiallinen hapenkulutus kasvoi vähiten, runsaat kaksi prosenttia. Muiden aineiden kasvu oli yli 10 % (taulukko 3.4).

Taulukko 3.4. Suomenojan jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus mereen vuosina 2007 ja 2008.

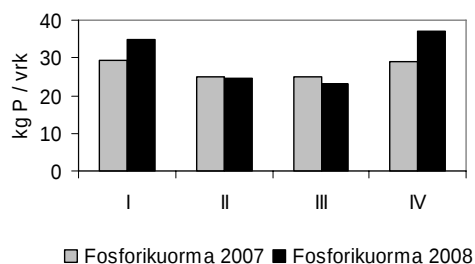
	Keskimääräinen kuormitus, kg/d		Kokonaiskuormitus, t/a		Muutos
	2007	2008	2007	2008	
BHK _{7(ATU)}	465	478	170	174	+ 2,4 %
fosfori	27	29,9	10	11	+ 10,0 %
typpi	1330	1511	485	552	+ 13,8 %
COD _{Cr}	3580	4027	1307	1470	+ 12,5 %
kiintoaine	577	644	211	235	+ 11,4 %



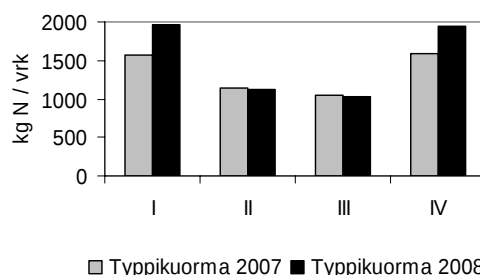
Kuva 3.7. Suomenojan jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaama vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.



Kuva 3.8. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen BHK-kuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.



Kuva 3.9. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen fosforikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.



Kuva 3.10. Suomenojan jätevedenpuhdistamon keskimääräinen typpikuormitus vuosineljänneksittäin vuosina 2007 ja 2008.

3.4 Vantaanjoen tuoma kuormitus

Vantaanjoen tuomat ravinnemäärät olivat vuonna 2008 selkeästi suuremmat kuin vuonna 2007. Fosforin määrä kasvoi 85 % ja typen määrä 33 %.

Taulukko 3.5. Vantaanjoen aiheuttama typpi- ja fosforikuormitus merialueelle vuosina 2007 ja 2008. Lähde: Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry.

	2007	2008
fosfori t/a	65	120
typpi t/a	1200	1600

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. Tässä raportissa verrataan havaintoparametrien vuoden 2008 tuloksia pitkänajan keskiarvoihin (1987–2007), sekä vertaillaan jäteveden purkuputkien läheisyydessä sijaitsevien havaintopaikkojen (Katajaluoto ja Knaperskär) tuloksia vertailualueen (Länsi-Tonttu) veden laatuun. Raportin tarkoituksena on selvittää merialueen tila vuonna 2008 sekä tarkastella pääasiassa jätevesien vaikutusta merialueen ravinnepitoisuuksiin.

Meriveden laatua seurattiin vuonna 2008 tarkkailuohjelman mukaisesti 14 intensiivihavaintopaikalta noin kuukauden välein huhtikuulta marraskuulle (taulukko 4.1). Vesinäytteet fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen laadun tarkkailemiseksi otettiin Ruttner-putkinoutimella (tilavuus 2,8 l) ja valutettiin suoraan näytepulloihin. Lämpötila mitattiin noutimen lämpömittarilla ja näkösyvyys Ruttnerin valkoisen kannen avulla. Kaikki analyysit (taulukko 4.2) tehtiin MetropoliLabin toimesta.

Taulukko 4.1. Fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen tarkkailun perusseurannan intensiivihavaintopaikat vuonna 2008, niiden tunnistenumerot, syvyydet, sijaintikoordinaatit ja näytteenottosyvyydet.

Nimi	Numero	Syvyys (m)	Koordinaatit (WGS-84)		Näytesyvyys (m)
			lat	lon	
Sisäsaaristo					
Vanhankaupunginselkä	4	2,5	60° 11.752'	24° 59.625'	0, 2
Melkin selkä	68	17	60° 8.056'	24° 51.297'	0, 5, 10, 16
Ryssjeholmsfjärden	117	3,5	60° 8.734'	24° 43.236'	0, 3
Ulkosaaristo					
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

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

Määritys	Menetelmä	Määrittäjä	Mittausepävarmuus
Näkösyvyys	Valkolevynä Ruttner-noutimen kansi		
Lämpötila	Ruttner-noutimen lämpömittari (ja laivoilla Aanderaa-lämpötilasensori)		
Suolaisuus*	johtokykymittaus (ja laivoilla Aanderaa-suolaisuussensori)		0,01
Sameus*	SFS-EN ISO 7027	0,5 FTU	0,1
pH*	SFS 3021		0,2
Happi*	SFS 3040		0,1
NH ₄ -tyypin pitoisuus*	SFS-EN 11732	4 µg/l	0,15
NO ₂ -tyypin pitoisuus*	SFS 3029	2 µg/l	0,15
NO ₃ -tyypin pitoisuus*	SFS-EN ISO 13395	4 µg/l	0,15
tyypin kokonaispitoisuus*	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	0,15
PO ₄ -fosforin pitoisuus*	SFS 3025	5 µg/l	0,15
PO ₄ - fosforin pitoisuus (liukoinen)		5 µg/l	0,15
fosforin kokonaispitoisuus*		5 µg/l	0,15
<i>Escherichia coli</i> *	Colilert Quanti-Tray (pikatesti)	< 1	

Veden laadun seurannassa hyödynnettiin myös Alg@line-projektissa (Rantajärvi 2003) mukana oleville laivoille asennettujen jatkuvatoimisten läpivirtauslaitteistojen mittaustuloksia ja automaattisia vesinäytteenottimia. Näytteitä laboratorioissa tehtäviä sameus- ja ravinneanalyysejä varten otettiin 1–4 viikon välein. Kaupungin ympäristökeskuksen hoitaman Kristina Brahen (KB) näytteet analysoi Metropolilab.

Raportissa käytetyt tulokset on tallennettu Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristönsuojelu- ja tutkimusyksikön tietokantaan ja ne on toimitettu myös Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään valtakunnalliseen PIVET-tietokantaan. Alg@line-projektin tulokset on tallennettu Suomen ympäristökeskuksen Merikeskuksen (ent. Merentutkimuslaitos) tietokantaan. Havaintopaikkojen kaikki tulokset on esitetty liitteessä 1.

4.2 Tulokset

Veden laadun tarkastelussa on käytetty koko vesipatsaan keskiarvoa Vanhan-kaupunginlahden ja Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikoilla, joilla vesi käytännössä sekoittuu pohjaan saakka. Muilla havaintopaikoilla on käytetty sekoittuvan pintakerroksen havaintoja. Keskimääräinen sekoittuvan pintakerroksen paksuus on arvioitu silmämääräisesti veden laskennallisen tiheyden pystysuuntaisesta jakaumasta. Silmämääräinen sekoittuvan pintakerroksen paksuuden arviointi tehdään arvioimalla syvyys, jossa tiheyden muutos on pystysuunnassa suurinta. Sekoittuva pintakerros on tätä ylempi vesikerros. Harppauskerroksen sijainnin arvioinnissa on käytetty kesä–elokuun havaintoja.

Tarkastelussa käytetty sekoittuvan pintakerroksen syvyys ei välttämättä vastaa todellista sekoittuvan pintakerroksen syvyyttä johtuen näytesyvyyksien riittämättömästä määrästä joillakin havaintopaikoilla. Tarkastelussa käytetyt havainnot sijoittuvat kuitenkin aina pintakerrokseen eikä tiheyden harppauskerroksessa mahdollisesti olleita havaintoja ole sisällytetty tarkasteluun, jotta vältetään syvän veden aiheuttamasta vääristymästä keskiarvoihin. Suurimmalla osalla havaintopaikoista sekoittuvan pintakerroksen on arvioitu ulottuvan noin 15 m syvyyteen. Berggrundin havaintopaikalla on käytetty ainoastaan pintaveden (0 m) havaintoja, koska seuraava näytesyvyys kyseisellä havaintopaikalla on 25 m syvyydellä, joka sijaitsee tiheyden harppauskerroksessa tai sitä syvemmällä.

4.2.1 Veden laatu sisäsaaristossa

Havaintopaikat

Sisäsaaristovyöhykkeeseen kuuluvat matalat lahtialueet ja rannikon läheinen saaristoalue. Vyöhykkeen intensiivihavaintopaikkoja ovat ohjelman mukaisesti Helsingissä Vanhankaupunginselkä ja Melkin selkä sekä Espoossa Ryssjeholmsfjärden. Alueen hydrografisiin ominaisuuksiin vaikuttavat vaihtelevasti maalta tuleva valuma ja ulkosaariston vesimassat riippuen vuodenajasta. Alueilla, joilla veden vaihtuvuus on heikkoa, maalta tulevan valuman vaikutus on suhteellisesti suurempi.

Vanhankaupunginselän havaintopaikalla on 2,5 m syvää. Lahden vesi sekoittui vuonna 2008 pohjaan saakka, lukuun ottamatta toukokuun alkua, jolloin lahdelle työntyi pohjaa myöten suolaisempaa vettä. Tällöin heikko tiheyden harppauskerros sijaitsi n. 1,5 m:n syvyydellä. Melkin selän havaintopaikalla veden syvyys on 17 m. Vesi kerrostui alueella toukokuun alussa. Sekoittuva pintakerros oli noin 10 m syvä. Kerrostuneisuus hävisi heinäkuun lopulla, ja elokuulta eteenpäin vesi sekoittui pohjaan asti. Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikalla veden syvyys on 3,5 m. Havaintopaikka sijaitsee aivan rannan läheisyydessä. Vesi sekoittui pohjaan saakka koko vuoden 2008 ajan, eikä veden tiheyden aiheuttamaa kerrostuneisuutta havaittu.

Lämpötila

Sisäsaaristossa veden lämpötila nousi alkuvuodesta selvästi tavanomaista nopeammin (Kuva 4.1). Pintakerroksen lämpötila oli pitkänajan keskiarvoa noin 2–3 astetta korkeampi. Varsinkin Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikalla vesi oli toukokuun alussa poikkeuksellisen lämmintä. Heinä–elokuussa pintaveden lämpötilat olivat lähellä pitkän ajan keskiarvoa. Marraskuussa vesi oli jälleen keskimääräistä lämpimämpää kaikilla sisäsaariston havaintopaikoilla.

Suolaisuus

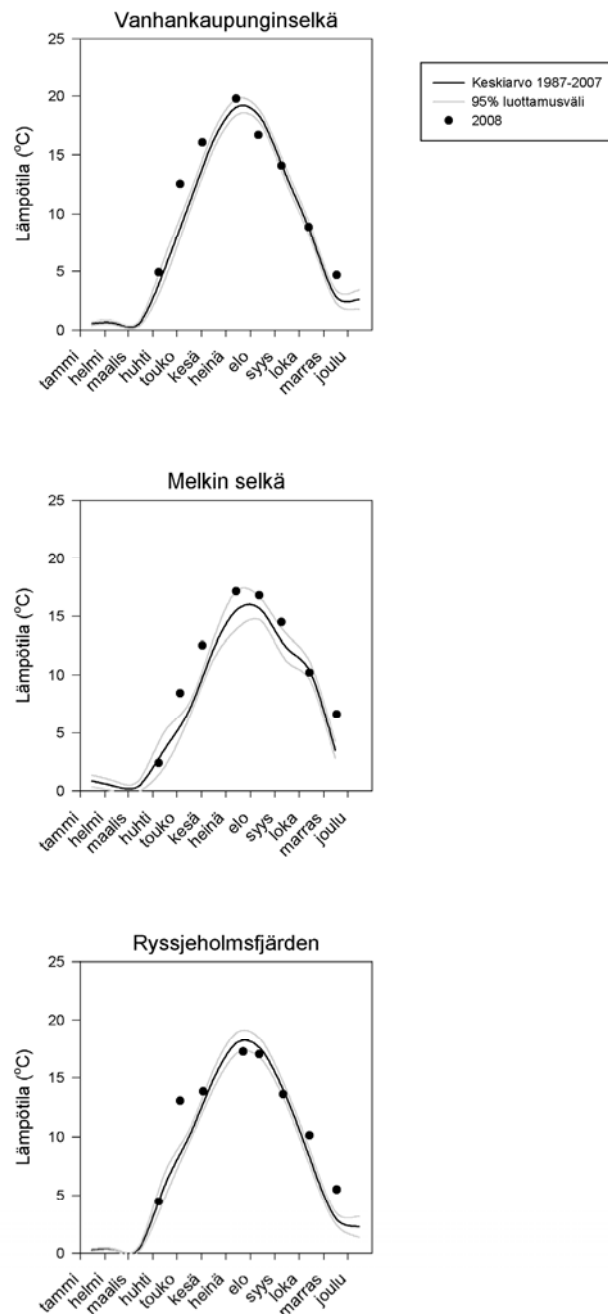
Vanhankaupunginselän havaintopaikalla suolaisuus poikkesi vuonna 2008 huomattavasti pitkän ajan keskiarvoista (kuva 4.2). Vesi oli tavallista makeampaa huhtikuun alussa, jonka jälkeen alueelle tuli suolaista merivettä. Suolaisuus oli keskimäärin noin 3–4 ‰ aina syyskuulle saakka kunnes loka–marraskuussa vesi makeutui huomattavasti. Melkin selällä havaittiin poikkeavan pieniä suolapitoisuuksia alkuvuodesta ja tavallista suolaisempaa vettä marraskuussa. Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikalla ei havaittu poikkeavan suolaista vettä, mutta vesi oli tavallista makeampaa touko-, kesä-, syys- ja lokakuussa.

Vanhankaupunginselälle työntyi toukokuussa suolaisempaa vettä noin 1–2,5 m:n syvyydellä, minkä seurauksena vesi kerrostui. Kerrostuneisuus purkautui kesäkuun aikana, minkä jälkeen pohjan ja pinnan välillä ei ollut enää suolaisuudessa eroa, mutta suolapitoisuus lahdella pysyi poikkeavan suurena syyskuulle saakka. Kesä–syyskuussa Vanhankaupunginselän veden laatuun on vaikuttanut voimakkaasti Kruunuvuorenselältä tullut suolaisempi vesi. Vantaanjoen syksyn virtaamahuiput olivat syyskuussa ja loka–marraskuussa.

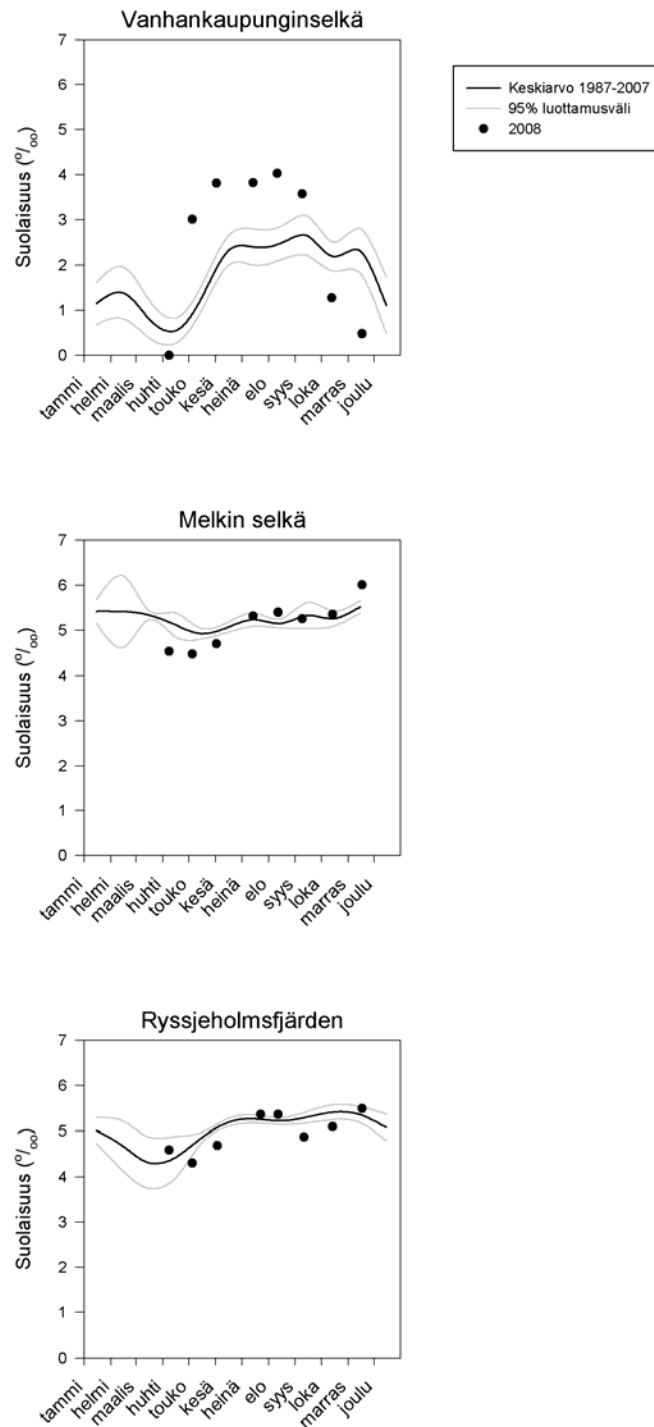
Melkin selän veden laadussa näkyy selvästi maalta tulevan valuman vaikutus kesäkuun alkuun saakka. Vanhankaupunginselän alkuvuoden poikkeavan pieni suolapitoisuus kertoo myös valumavesien laajemmasta vaikutuksesta sisäsaariston veden suolapitoisuuksiin keväällä (vrt. kuva 3A liite 2). Melkin selällä veden

suolaisuus kasvoi heinäkuussa koko vesipatsaassa ollen hieman suolaisempaa (0,2–0,4 ‰) syvemmällä (liite 1). Ulkosaariston vesimassojen vaikutus Melkin selän veden laatuun kasvoi heinäkuusta eteenpäin. Marraskuussa veden suolaisuus oli jo yli 6 ‰ (vrt. kuva 3C liite 2).

Ryssjeholmsfjärdenillä koko vesipatsaan vesi makeutui syys–lokakuussa, johtuen ilmeisesti maalta tulevasta valumasta. Myös Melkin selällä ja Vanhankaupunginselällä suolapitoisuus pieneni samaan aikaan.



Kuva 4.1. Koko vesipatsaan tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) lämpötilan pitkänaikan (1987–2007) keskiarvot ja 95 % luottamusväli, sekä kuluvin vuoden havainnot.



Kuva 4.2. Koko vesipatsaan tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) suolaisuuden pitkänajan (1987–2007) keskiarvot ja 95 % luottamusvälit, sekä kuluvan vuoden havainnot.

Sameus ja näkösyvyys

Sameudessa esiintyy suurta vaihtelua rannikonläheisillä havaintopaikoilla. Vanhankaupunginlahdella veden sameus riippuu paljolti Vantaanjoen virtaamasta ja Vantaanjoen tuomasta savisamennuksesta (kuva 4.3). Matalilla havaintopaikoilla sameuteen vaikuttaa maalta tulevan valuman lisäksi aallokon vaikutuksesta pohjasta resuspendoitunut sedimentti sekä levien määrä vedessä.

Vanhankaupunginselän havaintopaikalla sameus oli vuonna 2008 pitkänajan keskiarvon mukainen tai hieman pienempi, lukuun ottamatta loka- ja marraskuuta, jolloin vesi oli poikkeavan sameaa. Melkin selällä vesi oli alkuvuodesta hieman tavallista sameampaa ja loppuvuodesta hieman kirkkaampaa. Ryssjeholmsfjärdenillä veden sameus ei poikennut huomattavasti pitkäänajan keskiarvosta lukuun ottamatta syys–lokakuuta. Syyskuussa vesi oli sameimmillaan ja lokakuussa vesi oli tavallista kirkkaampaa.

Vanhankaupunginselän ja Ryssjeholmsfjärdenin veden sameuteen vaikuttavat maalta tulevan valuman sameus, pohjasta resuspendoituva aines sekä levien määrä. Kevään ja syksyn sameushuiput johtuvat pääosin maalta tulevasta virtaamasta, varsinkin Vanhankaupunginlahdella, jossa levämäärien huippu ajoittuu kesälle, toisin kuin alueilla, joilla yleinen sameuden taso on matalampi. Sameuden ollessa yleisesti pienempää valon saanti ei rajoita levien kasvua, tällöin sameushuiput yleensä ovat levien aiheuttamia. Melkin selkä on sisäsaariston havaintopaikoista mereisin, joka myös näkyy matalampana sameutena. Sameuden huiput alkuvuodesta ja elo–syyskuussa ovat todennäköisesti levien aiheuttamia.

Ryssjeholmsfjärdenin sameutta säätelee voimakkaimmin valuman ja levämäärien yhteisvaikutus. Toukokuun alussa vettä samensi levien kevätukinta. Tämän jälkeen levämäärät pienenevät, mutta valumavedet samensivat vettä kesä–heinäkuussa. Ajanjakson keskimääräistä vähäsuolaisempi vesi ilmensi maalta tulevan valuman vaikutusta veden sameuteen. Heinä- ja elokuussa sameus johtui pääasiassa levistä. Valuman pienestä vaikutuksesta kertoo veden korkea suolapitoisuus. Syyskuussa sekä valumavedet että levät samensivat vettä aiheuttaen alkusyksystä havaitun sameushuipun. Tämän jälkeen vesi kirkastui, kun levämäärät vähenivät ja mereisemmän veden vaikutus lisääntyi alueella.

Happipitoisuus

Pohjanläheisen vesimassan happipitoisuuden kehittyminen sisäsaariston havaintopaikoilla ei poikennut normaalista vuonna 2008 (kuva 4.4). Vanhankaupunginselällä pohjanläheisen veden happipitoisuus oli elokuussa keskimääräistä pienempi, mutta havaittu happipitoisuus oli kuitenkin selvästi vähähappisuuden rajaa suurempi. Vähähappisuuden (hypoxia) rajana pidetään yleisesti $2 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1}$ ($\approx 2,86 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$). Tätä pienemmissä happipitoisuuksissa useimmat happea hengittävät organismit eivät selviä hengissä.

Kokonaistyyppi

Kokonaistyyppipitoisuudet olivat sisäsaaristossa pitkänajan keskiarvon mukaiset tai sitä pienemmät vuonna 2008 (kuva 4.5). Vanhankaupunginselällä kokonaistyyppipitoisuudet olivat tavallista pienempiä touko–syyskuussa. Tämä johtui todennäköisesti keskimääräistä vuotta voimakkaammasta mereisen veden vaikutuksesta alueella. Ulkosaaristossa ravinnepitoisuudet ovat melkein poikkeuksetta sisäsaaristoa pienempiä ja täten suolaisemman veden työntyminen lahdelle on myös vähentänyt kokonaistyyppien määrää vedessä.

Liukoinen typpi

Levien kasvukauden aikana levätuotanto kuluttaa liukoisen typen miltei loppuun alueilla, joille jokivedet eivät tuo liukoista typpeä. Sisäsaariston havaintopaikkojen pitkänajan keskiarvot eivät kuitenkaan alita liukoisen typen analyttistä määrittämissrajaa ($4 \mu\text{g l}^{-1}$). Tyypillisesti liukoisen typen pitoisuudet ovat matalimmillaan kesä-heinäkuussa, jolloin ne ovat Vanhankaupunginselällä noin $300\text{--}400 \mu\text{g N l}^{-1}$, ja Melkin selän ja Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikoilla noin $10\text{--}15 \mu\text{g N l}^{-1}$ (kuva 4.6).

Vuonna 2008 liukoisen typen pitoisuudet olivat kuitenkin poikkeavan pieniä. Vanhankaupunginselälläkin pitoisuudet olivat kesällä lähellä analyttistä määrittämissrajaa ($4 \mu\text{g l}^{-1}$) tai jopa sitä pienempiä. Kesällä havaitut pienet liukoisen typen pienet pitoisuudet johtuivat tavallista voimakkaammasta mereisen veden vaikutuksesta. Ryssjeholmsfjärdenillä havaittiin syyskuussa poikkeavan suuria määriä liukoista typpeä, mikä johtui todennäköisesti maalta tulleesta valumasta. Ryssjeholmsfjärdenin vesi oli samaan aikaan keskimääräistä makeampaa ja sameampaa.

Kokonaisfosfori

Kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelivat paljon Vanhankaupunginselällä ja Ryssjeholmsfjärdenillä. Melkin selällä sekoittuvan pintakerroksen kokonaisfosforipitoisuudet eivät poikenneet pitkänajan keskiarvoista (kuva 4.7). Kokonaisravinteiden määriin vaikuttavat maalta tuleva valuma, pohjan resuspensio sekä eläin- ja kasviplanktonin määrä. Esimerkiksi Ryssjeholmsfjärdenin alkuvuoden poikkeavan pienten kokonaisfosforipitoisuuksien selittäminen käytettävissä olevalla aineistolla on hankalaa. Poikkeaman suuruutta lisää entisestään pitkän ajan aineistossa helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa esiintyvät muutamat suuret ($> 100 \mu\text{g P l}^{-1}$) kokonaisfosforipitoisuudet, jotka vaikuttavat keskiarvoon.

Poikkeavan suuret fosforipitoisuudet saattavat johtua havaintopaikan lähellä sijaitsevan Suomenojan jätevedenpuhdistamon jätevesivirtaamien tasaukseen käytetyn altaan ajoittaisista ylivuodoista. Syyskuussa havaittu suuri kokonaisfosforipitoisuus saattaa myös johtua tasausaltaan ylivuodosta. Tämä havainto osuu samaan ajankohtaan kuin Ryssjeholmsfjärdenillä havaittu keskimääräistä suurempi liukoisen typen pitoisuus. Syyskuussa muilla havaintopaikoilla ei havaittu poikkeavia kokonaisfosforin pitoisuuksia.

Liukoinen fosfori

Liukoisen fosforin pitoisuudet ovat liukoisen typen tapaan kesäkuukausina alle määrittämissrajan ($5 \mu\text{g l}^{-1}$) havaintopaikoilla, joihin mereinen vesi vaikuttaa voimakkaimmin. Pitkänajan keskiarvot on laskettu suodattamattomien näytteiden analyseistä, koska tämä on ollut analyysikonventio. Suodatettu liukoinen fosfaatti ilmaisee suodattamatonta paremmin hetkellisesti leville käyttökelpoisessa muodossa olevan liukoisen fosfaatin määrää ja on sen takia parempi arvio mahdollisesta ravinteiden rajoittavuudesta levien kasvuille. Tämän takia molemmat analyysit esitetään raportissa.

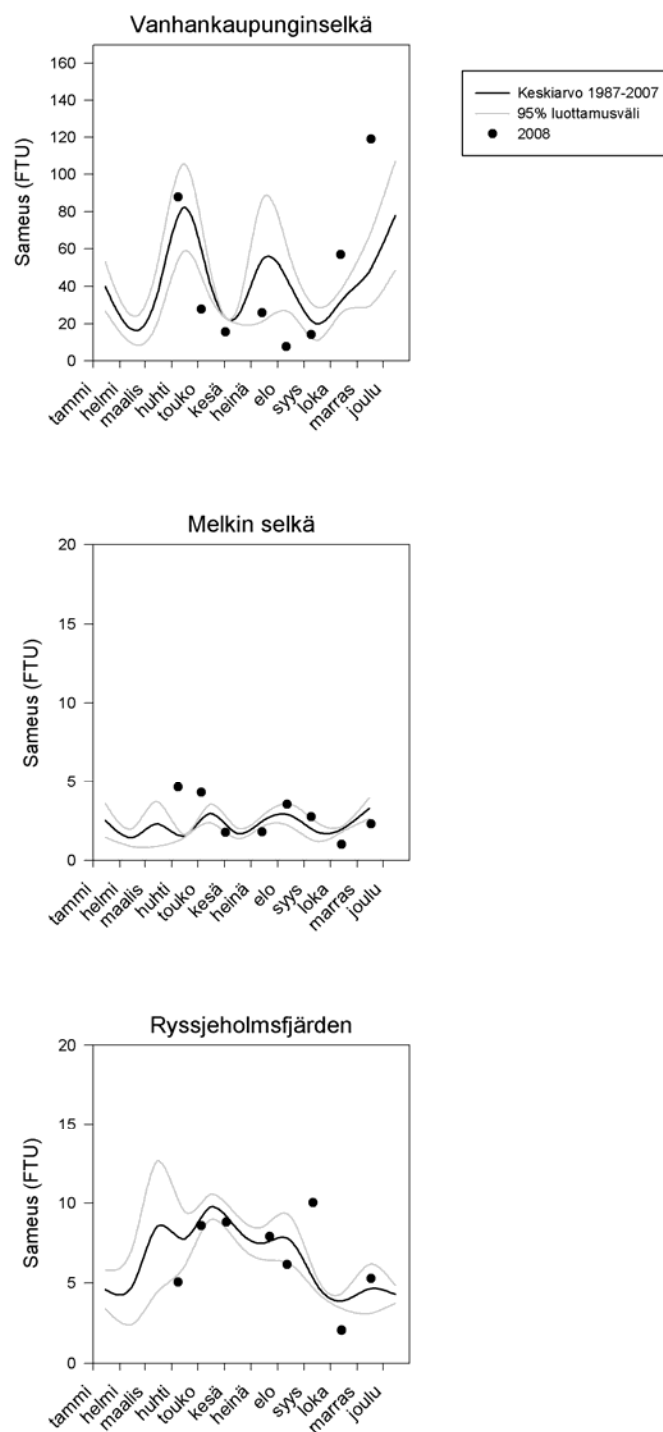
Liukoisen fosforin määrät olivat poikkeavan pieniä Vanhankaupunginselällä vuonna 2008 (kuva 4.8). Koska suuri osa ravinteista jokivirtaaman vaikutuksen alaisena olevalle alueelle saapuu valuman mukana, suurempi osa liukoisesta fosforista on sitoutuneena partikkeleihin, josta se liukenee laboratorioanalyysin aikana mitattavaan muotoon. Tästä syystä suodatettu liukoinen fosfori eroaa

enemmän suodattamattomasta liukoisesta fosforista alueilla, joilla valuman vaikutus on suurempi (Munne & Pellikka 2007).

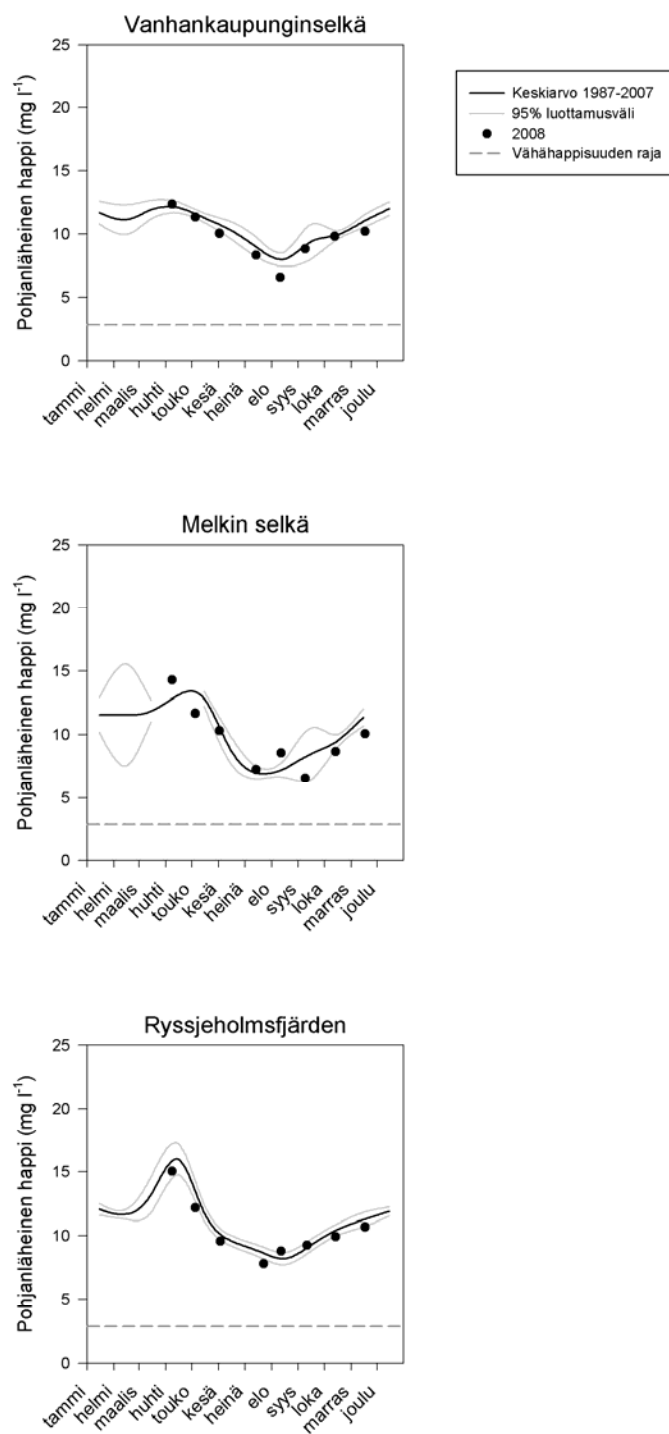
Melkin selällä ja Ryssjeholmsfjärdenillä havaittiin loppuvuodesta poikkeavan suuria liukoisen fosforin pitoisuuksia. Melkin selällä poikkeavat pitoisuudet havaittiin elo–syyskuussa. Saman ajankohdan kokonaisfosforipitoisuudet eivät olleet erityisen suuria, mutta kuitenkin pitkänajan keskiarvoa suurempia.

Melkin selällä liukoisen fosfaatin lähde on todennäköisesti partikkelimaisesta aineksesta remineralisoitunut fosfaatti tai syvemmän, fosfaattirikkaan, veden sekoittuminen pintaveteen. Melkin selällä havaittiin kesä–heinäkuussa syvässä vedessä kohonneita liukoisen fosforin pitoisuuksia. Kohonneet pitoisuudet pintavedessä osuvat yhteen kerrostuneisuuden murtumisen kanssa, mikä viittaa syvään veteen liukoisen fosfaatin lähteenä.

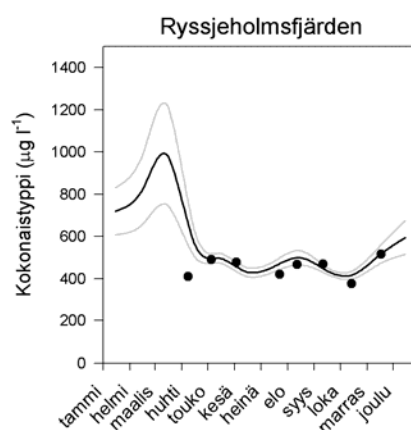
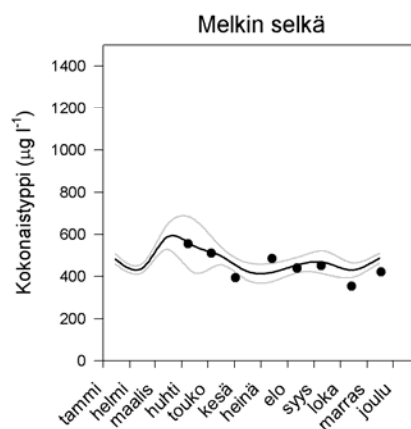
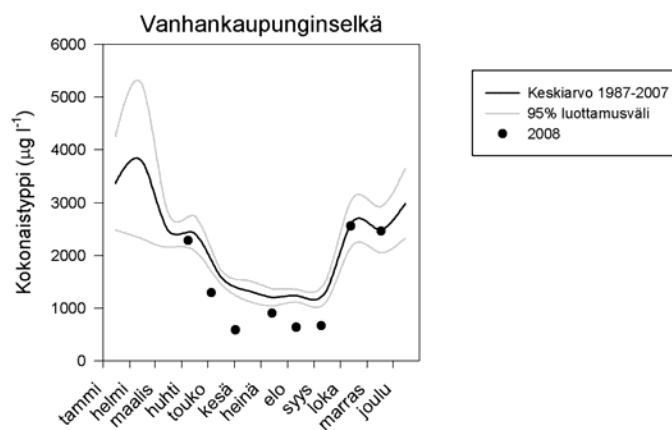
Ryssjeholmsfjärdenillä liukoisen fosforin ohella kokonaisfosforimäärät olivat huomattavan suuria syyskuussa. Samaan aikaan vesi oli ajankohtaan nähden tavallista makeampaa ja sameampaa. Ryssjeholmsfjärdenin vesi oli koko vuoden hyvin sekoittunutta, ja liukoisen sekä kokonaisfosforin määrien lisääntyminen näkyy samanaikaisesti koko vesipatsaassa. Myös liukoisen typen pitoisuus oli samaan aikaan poikkeavan suuri. Havainnot viittaavat joko maalta tulleetseen valumaan, saostusaltaan ylivuotoon tai muuhun ulkoiseen päästöön ravinteiden lähteenä.



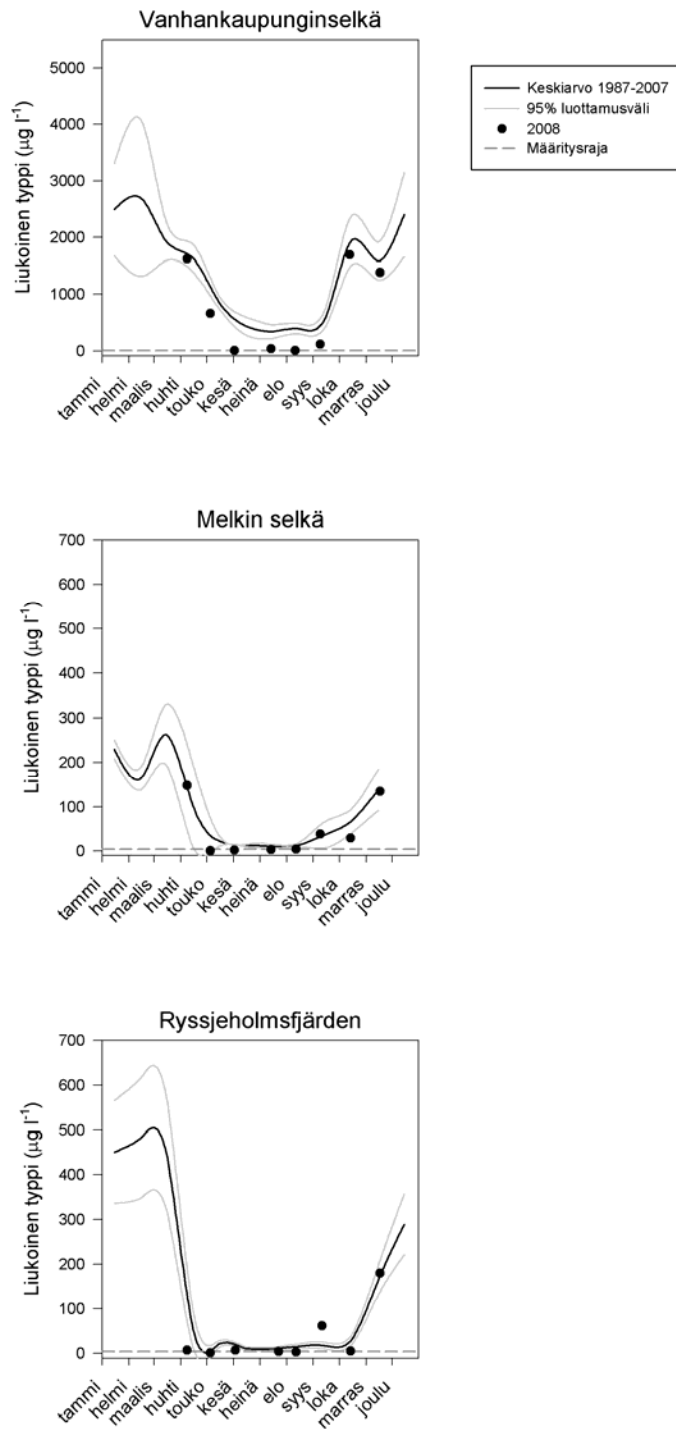
Kuva 4.3. Koko vesipatsaan tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) sameuden pitkänajan (1987–2007) keskiarvot ja 95 % luottamusvälit, sekä kuluvan vuoden havainnot.



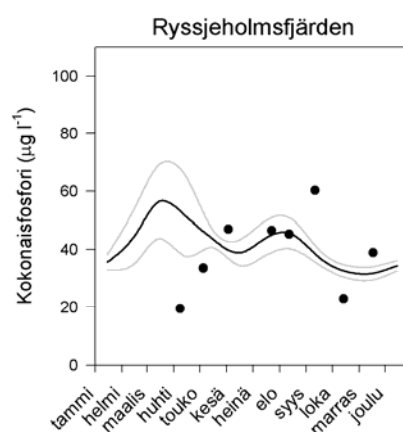
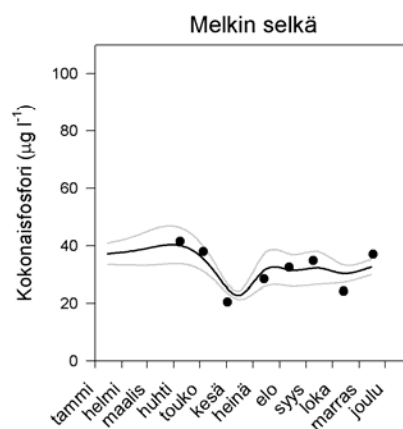
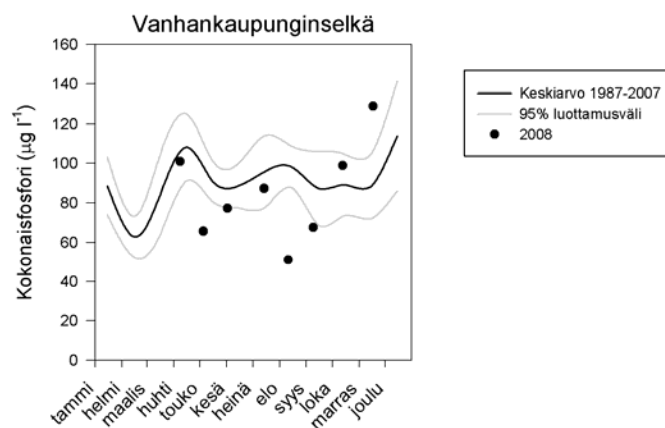
Kuva 4.4. Pohjanläheisen veden (Vanhankaupunginselkä > 2 m, Melkin selkä > 16 m, Ryssjeholmsfjärden > 3 m) happipitoisuuden pitkänajan (1987–2007) keskiarvo, 95 % luottamusväli, kuluvan vuoden havainnot ja vähähappisuuden raja (2,86 mg l⁻¹).



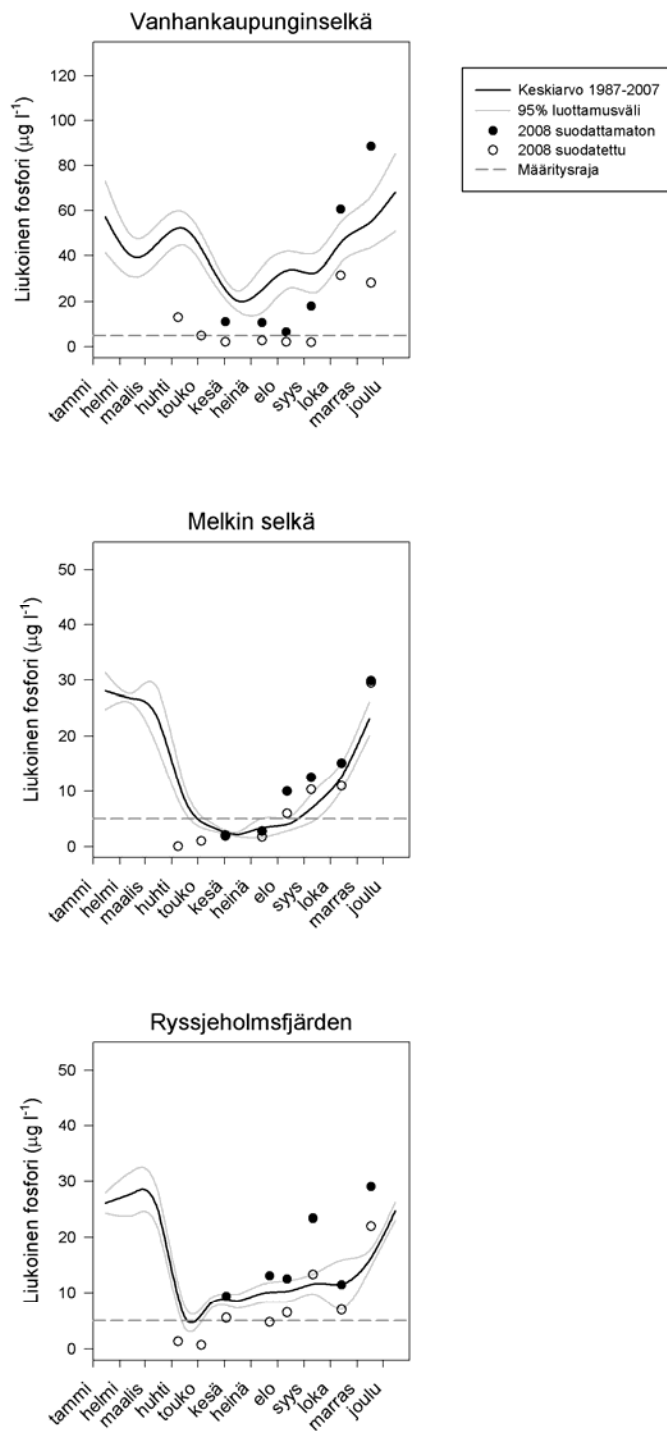
Kuva 4.5. Koko vesipatsaan tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) kokonaistyyppien pitkäajan (1987–2007) keskiarvot ja 95 % luottamusvälit, sekä kuluun vuoden havainnot.



Kuva 4.6. Koko vesipatsaan tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) liukoisien typen pitkänajan (1987–2007) keskiarvot, 95 % luottamusvälit, määrittäysraja, sekä kuluva vuoden havainnot.



Kuva 4.7. Koko vesipatsaan tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) kokonaisfosforin pitkänajan (1987–2007) keskiarvot ja 95 % luottamusvälit, sekä kuluva vuoden havainnot.



Kuva 4.8. Koko vesipatsaan tai sekoittuvan pintakerroksen (Melkin selkä) liukoisen fosforin pitkänajan (1987–2007) keskiarvot, 95 % luottamusvälit, määrittäysraja, sekä kuluva vuoden havainnot suodatetuista ja suodattamattomista näytteistä.

4.2.2 Veden laatu ulkosaaristossa

Havaintopaikat

Ulkosaariston havaintopaikat sijoittuvat suolaisuuden ja ravinnepitoisuuksien vaihteluväylälle. Havaintopaikkojen syvyydet ovat noin 14 metrin ja 50 metrin välillä. Yhteistä havaintopaikoille on sijoittuminen alueille, joilla ei ole suurta määrää saaria. Kuitenkin virtauksiin vaikuttavat syvyyssvaihtelut ovat suuria. Pohjan topografian heterogeenisyydestä johtuen aluetta ei voi pitää täysin yhtenäisenä ja tulosten tulkinnassa on huomioitava havaintopaikan syvyys ja sijainti. Raporttia varten tarkempaan tarkasteluun on valittu kuusi havaintopaikkaa. Jätevesien vaikutusten arvioimiseksi on käytetty mittaustuloksia, jotka vastaavat sekoittuvan pintakerroksen syvyyttä kesällä. Sekoittuva pintakerroksen paksuus on arvioitu veden pystysuuntaisen tiheyden jakaumasta arvioimalla silmämääräisesti tiheyden harppauskerroksen syvyys kesä–elokuun välisenä aikana.

Katajaluodon havaintopaikka sijaitsee Helsingin Veden jätevesien purkuputken päästä noin 2 merimaila (3,7 km) länsi-luoteeseen. Havaintopaikka on 28 m syvä. Havaintopaikalla sijaitsee etelää kohti viettävän syvänteen kohdalla. Tätä syvännettä pitkin Suomenlahden syvemmiltä alueilta vesi voi siirtyä pohjoiseen ja myös ajoittain vaikuttaa Katajaluodon havaintopaikan veden laatuun. Katajaluoto toimii pääasiallisena tarkkailuhavaintopaikkana Helsingin Veden jätevesien vaikutusten selvittämiseksi. Koska pohjoisella Suomenlahdella keskimäärin vallitseva virtaus suunta on idästä länteen, oletetaan jätevesien pääasiallisesti leviävän purkuputkelta länteen. Mitattujen parametrien muutosten arviointiin on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–10 m.

Flathällgrundet on 32 m syvä havaintopaikka noin 2 merimailia Helsingin Veden jätevesien purkuputken itäpuolella, Harmajan saaren eteläpuolella. Katajaluodon havaintopaikan tavoin alueella on etelää kohti syventyvä syväne. Havaintopaikan tulokset toimivat tukena Katajaluodon tulosten tulkitsemisessa. Mitattujen parametrien muutosten arviointiin on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–15 m.

Länsi-Tontun havaintopaikka on 47 m syvä. Havaintopaikka sijaitsee kiilamaisessa syvänteessä, joka levenee ja syvenee etelää kohti. Länsi-Tontun tulokset kuvaavat jätevesien vaikutuksen ulkopuolella olevaa rannikonläheistä merialuetta. Mitattujen parametrien muutosten arviointiin on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–10 m.

Knaperskärin havaintopaikka sijaitsee Espoon Veden jätevesien purkutunnelin päästä lounaaseen noin yhden merimailin (1,85 km) etäisyydellä. Havaintopaikka on 27 m syvä ja sijaitsee Helsingin edustan havaintopaikkojen tapaan syvänteen kohdalla. Syväne viettää kaakkoon. Knaperskärin havaintopaikan avulla seurataan Espoon veden jätevesien vaikutusta. Mitattujen parametrien muutosten arviointiin on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–10 m.

Läntisellä merialueella on tarkemmin tarkasteltu myös Stora Mickelskärenin ja Berggrundin havaintopaikkojen tuloksia. Havaintopaikat kuvaavat alueita, joille jätevesien vaikutukset eivät huomattavissa määrin ylety. Stora Mickelskärenistä on käytetty näytteitä syvyyksiltä 0–13 m. Berggrundin havaintopaikalla on käytetty ainoastaan 0 m:n havaintoja, koska seuraava näytesyvyys on 25 m ja sijaitsee tiheyden harppauskerroksessa tai sitä syvemmällä.

Lämpötila

Ulkosaaristossa sekoittuva pintakerros lämpeni keväällä sisäsaariston tapaan nopeasti. Helsingin edustan havaintopaikoilla ja Knaperskärin havaintopaikalla vesi oli lämpimimmillään elokuun puolessa välissä. Stora Mickelskärenin ja Berggrundin havaintopaikoilla vesi oli lämpimintä heinäkuun lopulla (kuva 4.9). Pinta-vedet viilenivät normaalisti syksyllä, mutta olivat marraskuussa jälleen tavallista lämpimämpiä. Knaperskär oli ainoa havaintopaikka, jolla havaittiin merkkejä syvän veden kumpuamisesta. Heinäkuun 23. päivänä pintaveden lämpötila oli vain 13,3 °C.

Suolaisuus

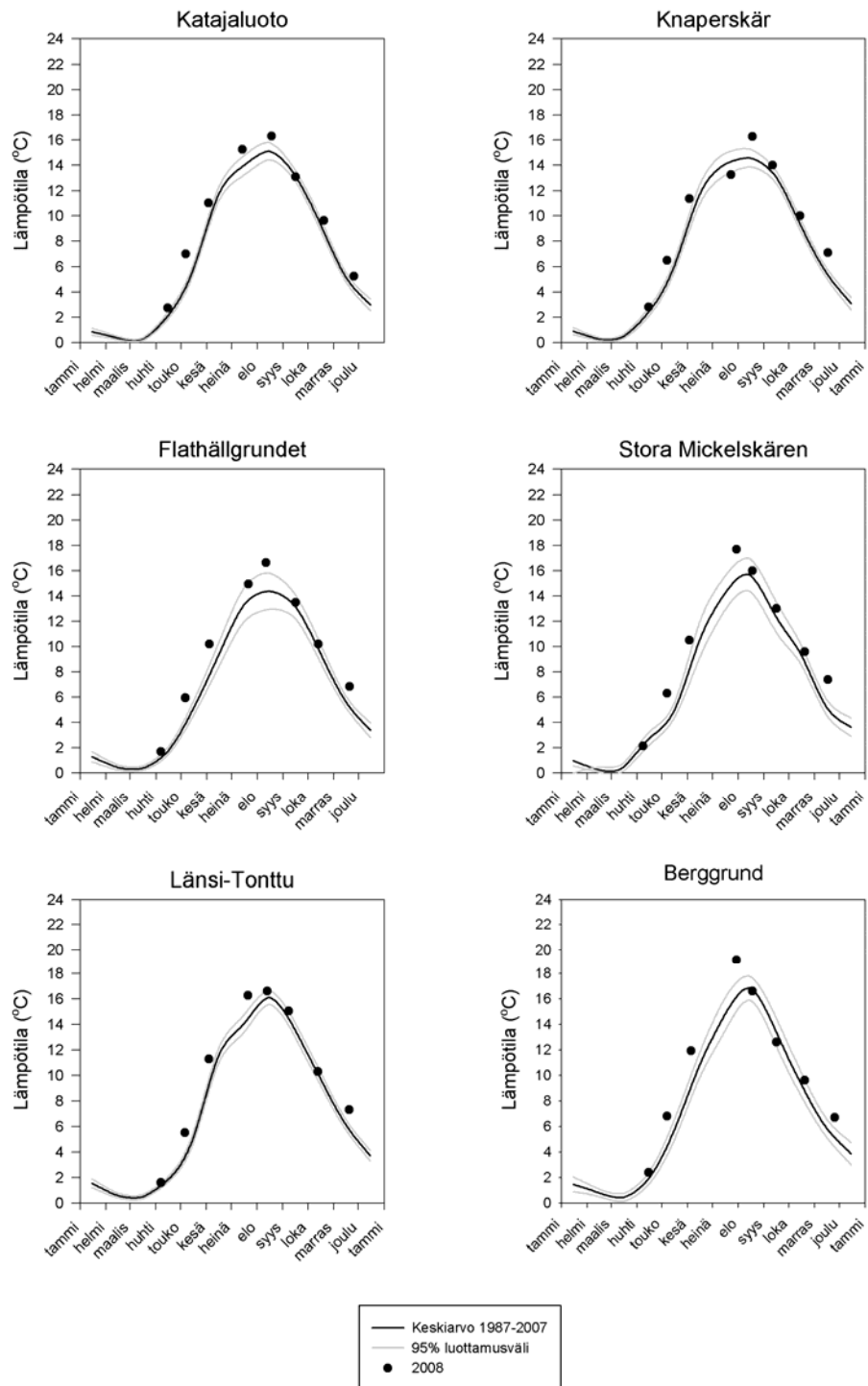
Ulkosaariston suolaisuuden kehittyminen seuraa tiettyä vuotuista vaihtelua. Keväällä suolaisuus pienenee talviarvoihin verrattuna hieman maalta tulevan valuman vaikutuksesta. Heinä–elokuussa suolaisuus sen sijaan kasvaa hieman. Syksyllä jokivirtaamien kasvaessa suolaisuus vähenee myös ulkosaaristossa. Vuoden 2008 kevään suolapitoisuudet olivat kaikilla havaintopaikoilla poikkeavan pieniä kesäkuun alkuun saakka (kuva 4.10).

Loppuvuodesta suolapitoisuus oli lähellä pitkänajan keskiarvoa, lukuun ottamatta Berggrundin havaintopaikalla elo- ja syyskuussa havaittuja poikkeavan pieniä arvoja ja miltei kaikilla havaintopaikoilla marraskuussa havaittuja poikkeavan suuria arvoja. Pohjoisen varsinaisen Itämeren ja Suomenlahden suolapitoisuus on ollut laskussa (Suikkanen ym. 2007), mikä jokivirtaamien ohella saattaa olla syytä kevään pitkänajan keskiarvoja pienempiin suolapitoisuuksiin. Suolapitoisuus oli suurimmillaan loppuvuodesta, mikä johtui suhteellisesti suuremmasta ulkomerialueen veden vaikutuksesta alueella (vrt. Kuva 3C liite 2).

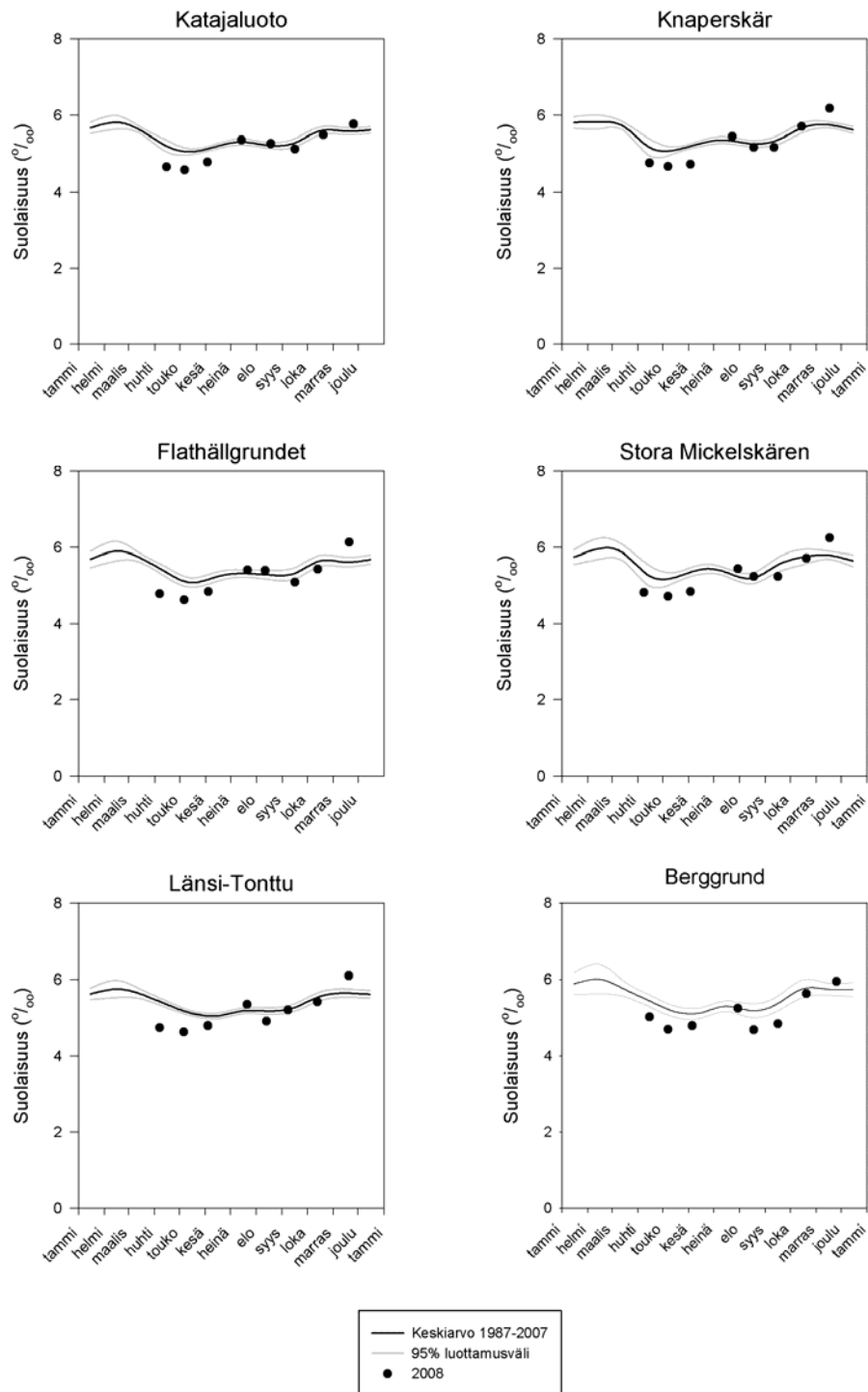
Sameus ja näkösyvyys

Veden sameus vaihteli ulkosaaristossa huomattavasti vuonna 2008. Itäisillä havaintopaikoilla, Länsi-Tontulla, Katajaluodolla ja Flathällgrundetilla, havaittiin touko- ja kesäkuussa poikkeavan suuria sameusarvoja (kuva 4.11). Koska Vanhan-kaupunginselän sameusarvot olivat samaan aikaan pieniä, sameus ei todennäköisesti johtunut jokien tuomasta savisammuksesta, joka ajoittain samentaa vettä myös ulkosaaristossa.

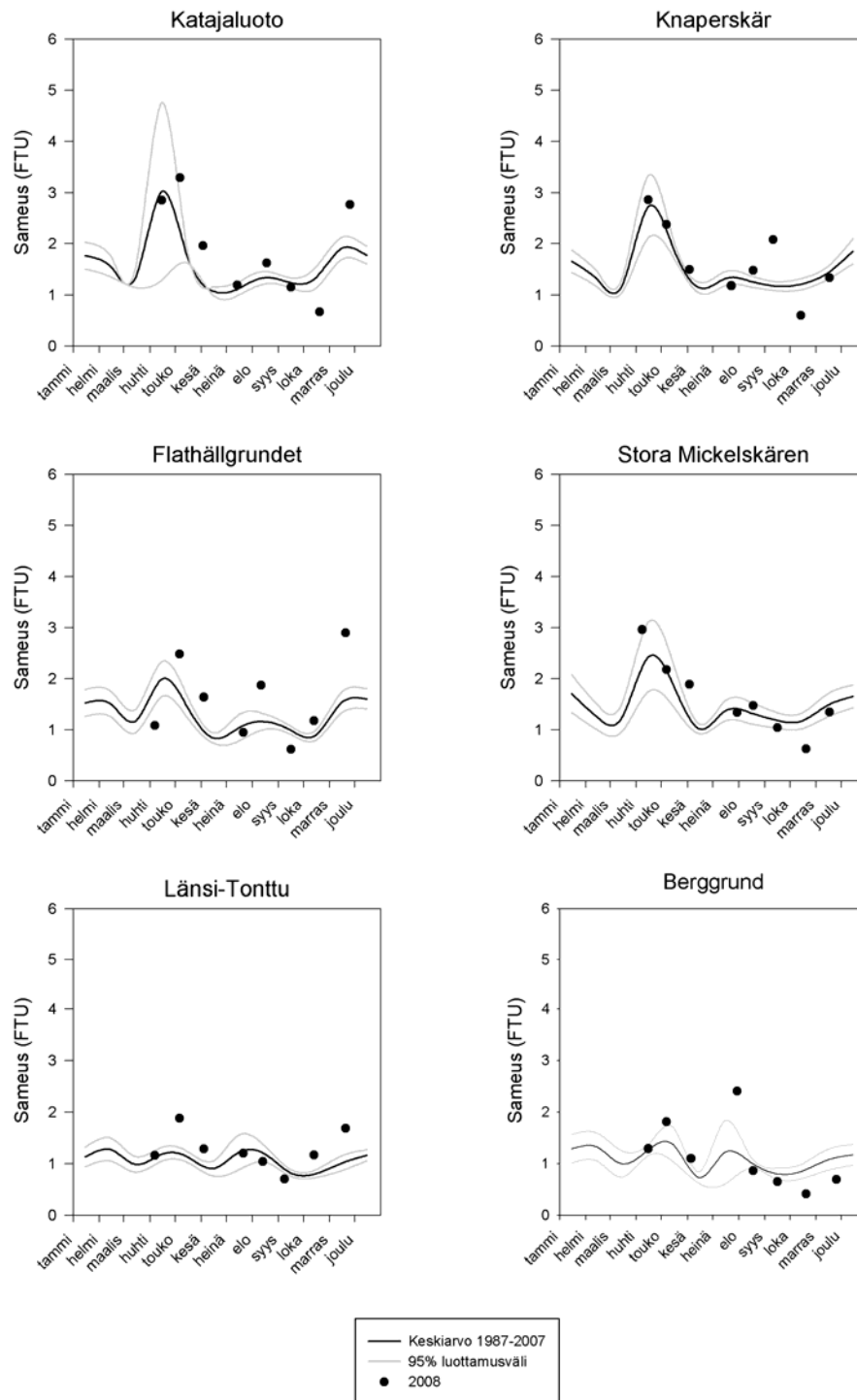
Myös loppuvuodesta vesi oli poikkeavan sameaa itäisillä merialueilla. Läntisen ulkosaariston sameusarvot olivat alkuvuodesta pitkänajan keskiarvojen tasoa. Elo–syyskuussa vesi oli Berggrundin ja Knaperskärin alueilla poikkeavan sameaa, minkä jälkeen sameus väheni loka–marraskuulle. Ulkosaariston suolapitoisuus oli elo–lokakuussa pienempi kuin keskikesällä, mikä viittaa valumavesien samentavaan vaikutukseen alueella. Sameusarvojen vaihtelu muistutti pitkänajan havainnoissa esiintyvää vuotuista vaihtelua, mutta monilla havaintopaikoilla vaihtelu oli keskimääräistä suurempaa vuonna 2008.



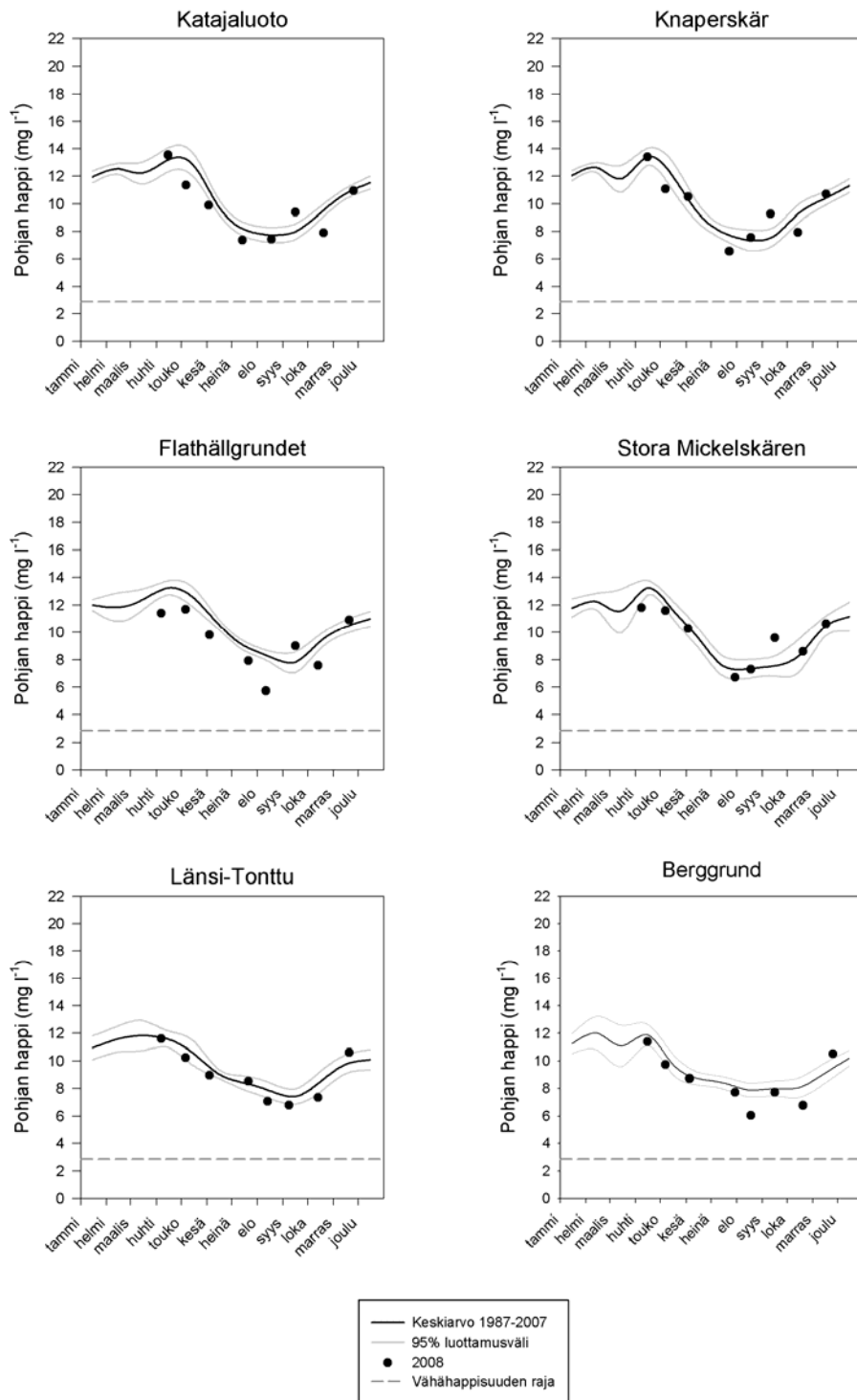
Kuva 4.9. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen lämpötilan pitkänajan (1987–2007) keskiarvot, 95 % luottamusvälit, sekä kuluvan vuoden havainnot.



Kuva 4.10. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen suolapitoisuuden pitkänajan (1987–2007) keskiarvot, 95 % luottamusvälit, sekä kuluvan vuoden havainnot.



Kuva 4.11. Ulkosaariston havaintopaikkojen sekoittuvan pintakerroksen sameuden pitkänajan (1987–2007) keskiarvot, 95 % luottamusväli, sekä kuluvan vuoden havainnot.



Kuva 4.12. Pohjanläheisen veden happipitoisuuden pitkänajan (1987–2007) keskiarvo, 95 % luottamusväli, kuluvan vuoden havainnot ja vähähappisuuden raja (2,86 mg l⁻¹).

Pohjanläheinen happi

Ulkosaariston pohjien happipitoisuudet eivät juuri poikenneet pitkän ajan tuloksista vuonna 2008 (Kuva 4.12). Joitakin poikkeavan pieniä havaintoja tehtiin miltei kaikilla havaintopaikoilla, mutta hapen pitoisuus ei laskenut kertaakaan lähelle vähähappisuuden rajaa ($2,86 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$). Happipitoisuudet laskevat pohjanläheisessä vedessä veden kerrostuttua. Kun kerrostuneisuus murtuu ja vesi sekoittuu pystysuunnassa loppukesästä, pohjalle tulee jälleen runsashappista vettä.

Jätevesien vaikutusten tilastollinen testaaminen

Jätevesien vaikutus ulkosaariston ekosysteemiin määräytyy suurelta osin jätevesien mukanaan tuomien ravinnemäärien perusteella. Ravinnemäärien eroja tarkastellaan tilastollisesti käyttäen Katajaluodon ja Knaperskärin havaintopaikkoja jätevesien vaikutuksen alaisina olevina paikkoina ja Länsi-Tontun havaintopaikkaa kontrollina. Länsi-Tonttu kuvastaa rannikonläheisen merialueen luonnollisempaa tilaa johon vaikuttavat ulkomeren tila ja muu maalta tuleva kuormitus kuin jätevesien mukanaan tuomat ravinnemäärät.

Vertailussa on käytetty parittaista t-testiä. Aineiston varianssien yhtä suuruus on testattu F-testillä ja Flignerin testillä. Jos parametrinen testien ehdot eivät täyttyneet, käytettiin Wilcoxonin ei-parametrinen testiä. Testit on tehty pitkänajan keskiarvoille (1987–2007) ja vuoden 2008 havainnoille. Pitkänajan keskiarvoille tehtyjen testien tulokset esitetään taulukossa 4.3. Vuoden 2008 tuloksia ei esitetä, koska havainnoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Kokonaistyyppi

Kokonaistypen pitkänajan keskiarvot ovat tilastollisesti merkitsevästi suurempia purkupuutkien läheisyydessä kuin Länsi-Tontun havaintopaikalla (taulukko 4.3). Katajaluodolla kokonaistyyppipitoisuus on keskimäärin noin $50 \mu\text{g l}^{-1}$ suurempi kuin Länsi-Tontulla. Verrattaessa Knaperskärin ja Länsi-Tontun havaintopaikkoja kokonaistypen pitoisuudet ovat myös noin $50 \mu\text{g l}^{-1}$ suuremmat Knaperskärillä.

Vuoden 2008 aineistossa kokonaistypen pitoisuudet olivat Katajaluodolla keskimäärin $16 \mu\text{g l}^{-1}$ suuremmat ja Knaperskärillä $5 \mu\text{g l}^{-1}$ pienemmät kuin Länsi-Tontun havaintopaikalla. Nämä erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Erot johtuvat Länsi-Tontun havaintopaikan poikkeavan suurista kokonaistyyppipitoisuuksista keväällä ja kesällä (kuva 4.13). Katajaluodon ja Knaperskärin havaintopaikoilla kokonaistypen määrä oli vastaavina ajankohtina keskimääräinen tai sitä pienempi.

Liukoinen tyyppi

Liukoisen typen pitoisuudet vaihtelevat luonnostaan paljon. Talvella pitoisuudet ovat tyypillisesti yli $100 \mu\text{g l}^{-1}$. Kesällä levätuotannon vaikutuksesta pitoisuudet ovat lähellä määritysrajaa ($4 \mu\text{g l}^{-1}$). Katajaluodolla ja Knaperskärillä liukoisen typen pitoisuuksien pitkänajan keskiarvot ovat noin $35 \mu\text{g l}^{-1}$ suurempia kuin vertailualueena toimivalla Länsi-Tontun havaintopaikalla. Erot ovat tilastollisesti merkitseviä (taulukko 4.3).

Vuonna 2008 liukoisen typen pitoisuudet olivat keväällä poikkeavan suuria Länsi-Tontun, Berggrundin ja Flathällgrundetin havaintopaikoilla (kuva 4.14). Jätevesien purkupuutkien läheisyydessä olevilla havaintopaikoilla liukoisen typen pitoisuus

det olivat noin $13 \mu\text{g l}^{-1}$ (Katajaluoto) ja $15 \mu\text{g l}^{-1}$ (Knaperskär) suurempia kuin Länsi-Tontulla. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Touko–elokuussa liukaisen typen pitoisuudet olivat ainakin jollain havaintokerralla alle määritysrajan kaikilla ulkosaariston havaintopaikoilla. Flathällgrundetilla havaittiin elokuussa ja läntisen merialueen havaintopaikoilla syyskuussa poikkeavan suuria liukaisen typen pitoisuuksia (kuva 4.14). Myös läntisen merialueen sisäsaariston havaintopaikalla (Ryssjeholmsfjärden) liukaisen typen pitoisuus oli syyskuussa poikkeavan suuri.

Läntisen ulkosaariston alueella syyskuussa havaitut poikkeavan suuret liukaisen typen pitoisuudet rajoittuvat noin 10 m syvään pintakerrokseen. Liukaisen typen kohonneet pitoisuudet johtuivat pääosin kohonneista nitraattipitoisuuksista (noin 65 % kokonaispitoisuudesta). Flathällgrundetin havaintopaikalla elokuussa liukaisen typen typpi oli valtaosin ammoniumtyyppinä (noin 85 % kokonaispitoisuudesta).

Flathällgrundetilla myös pintaveden kokonaistyyppipitoisuus oli poikkeavan suuri. Vastaavaa kokonaistypen määrän kasvua ei havaittu syyskuussa läntisillä merialueilla (kuvat 4.13 ja 4.14). Flathällgrundetilla ja läntisillä merialueilla havaitut poikkeavan suuret liukaisen typen pitoisuuksien johtuvatkin todennäköisesti eri syistä.

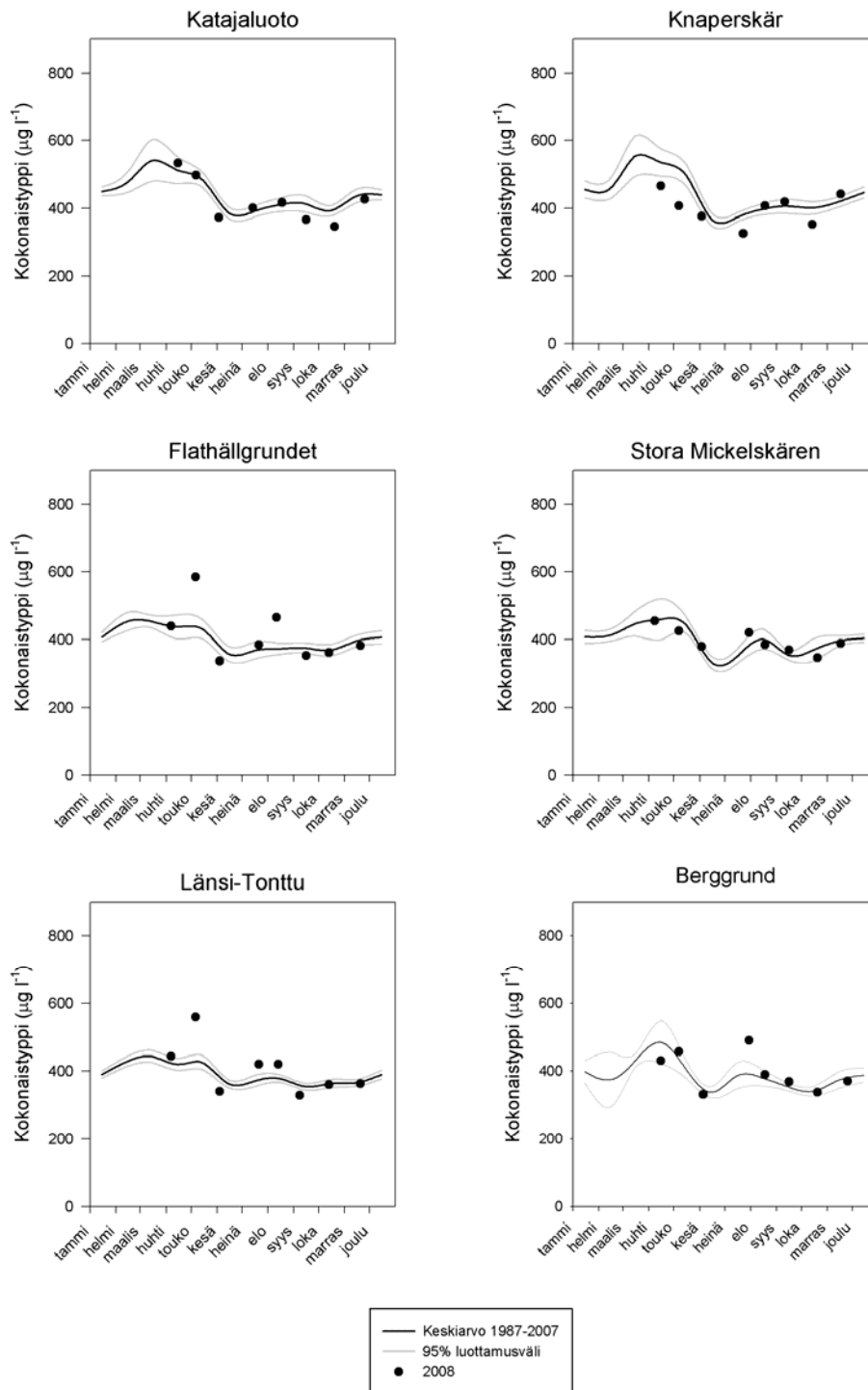
Flathällgrundetin kohonneet ammoniumtypen pitoisuudet ajoittuvat happipitoisuuden minimin ja kerrostuneisuuden murtumisen kanssa yhteen. Ennen kerrostuneisuuden murtumista syvään veteen oli kertynyt liukoista typpeä, joka ilmeisesti sekoittui koko vesipatsaaseen elokuussa (liite 1). Elokuussa Flathällgrundetilla syvän- ja pintaveden suolaisuuden ero oli vain 0,2 ‰, joten kerrostuneisuus oli tuolloin heikkoa.

Läntisillä merialueilla pintaveden suolaisuus väheni syyskuussa verrattuna elokuuhun. Myös muilla tarkkailualueen havaintopaikoilla, uloimpia Berggrundin ja Länsi-Tontun havaintopaikkoja lukuun ottamatta, oli havaittavissa suolaisuuden väheneminen syyskuussa (kuvat 4.2 ja 4.10). Liukaisen typen esiintyminen pääosin nitraattina, suolapitoisuuden muutos ja huomattava liukaisen typen kertymisen puute syvään veteen läntisillä havaintopaikoilla (liite 1) viittaavat siihen, että tyyppipitoisuuden kasvun aiheuttivat joko valumavedet tai jätevedet. Jätevesiä voidaan pitää todennäköisenä typen lähteenä, koska muilla ulkosaariston havaintopaikoilla, joilla suolaisuus myös väheni, ei havaittu poikkeavan suuria nitraattitypen pitoisuuksia.

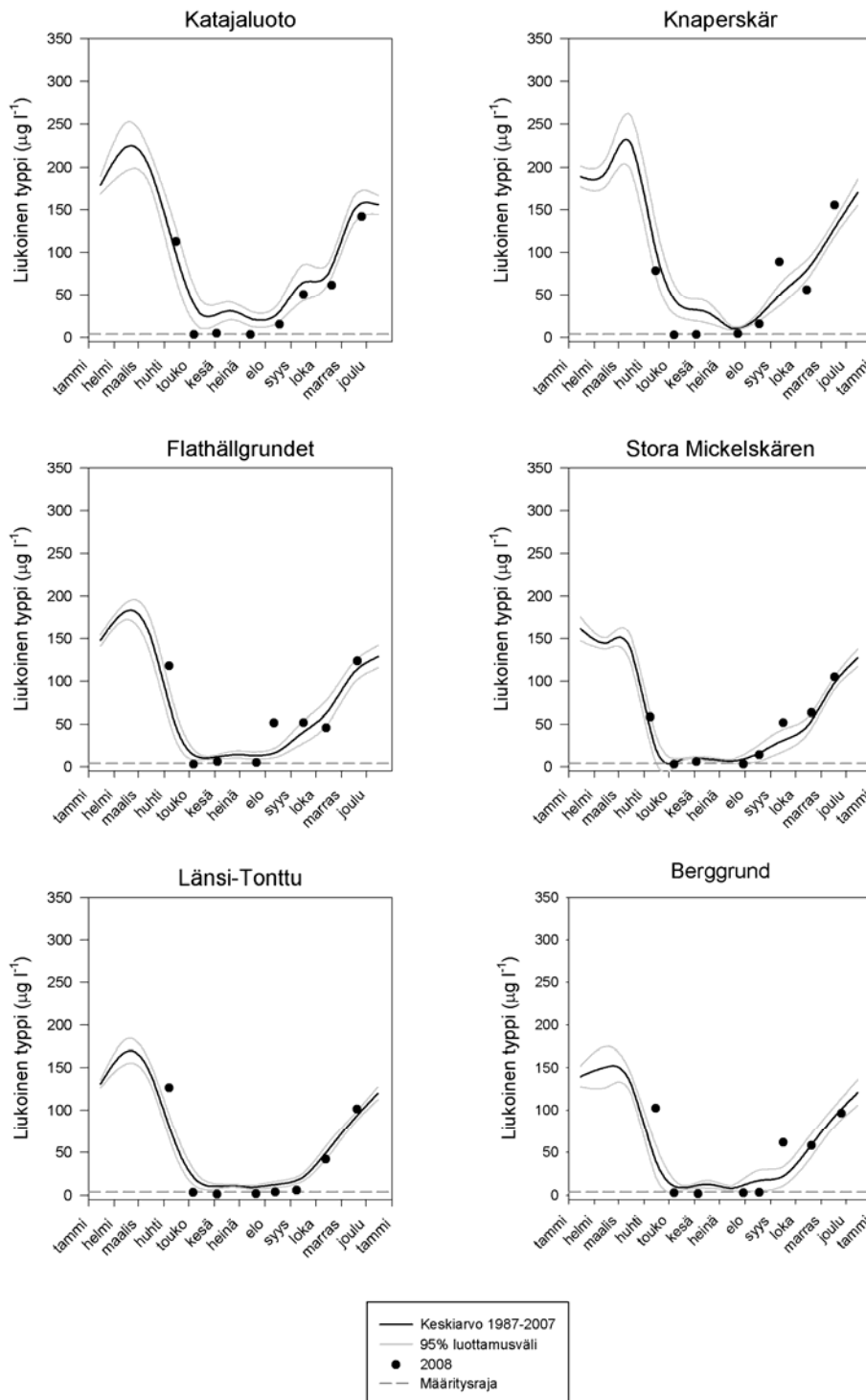
Taulukko 4.3. Parittaisten t-testien tulokset purkualueiden (Katajaluoto ja Knaperskär) ja kontrollialueen (Länsi-Tonttu) pitkänajan keskiarvojen vertailussa. Taulukossa on ilmoitettu testisuure (t-arvo), testin vapausasteet (df) ja testin merkitsevyystaso (p-arvo). Jos merkitsevyystaso on $< 0,05$ voidaan 95 % varmuudella todeta että mitattujen muuttujien keskiarvot eroavat toisistaan purku- ja kontrollialueilla. Ei-merkitseviä eroja ei ole kirjattu.

	Muuttuja	Katajaluoto			Knaperskär		
		t-arvo	df	p-arvo	t-arvo	df	p-arvo
Länsi-Tonttu	Kokonaistyyppi	7,38	11	$< 0,05$			$< 0,05^*$
	Liukoinen typpi	6,87	11	$< 0,05$	5,28	11	$< 0,05$
	Kokonaisfosfori	2,79	11	$< 0,05$	-	-	-
	Liukoinen fosfori	-	-	-	-	-	-

*Wilcoxonin ei-parametrinen testi



Kuva 4.13. Sekoittuvan pintakerroksen kokonaistyyppien pitkänajan (1987–2007) keskiarvot ja 95 % luottamusvälit, sekä kuluvan vuoden havainnot.



Kuva 4.14. Sekoittuvan pintakerroksen liukoisen typen pitkänajan (1987–2007) keskiarvot, 95 % luottamusvälit, määrittäysraja (4 µg N l⁻¹) sekä kuluvan vuoden havainnot.

Kokonaisfosfori

Kokonaisfosforin pitoisuudet sekoittuvassa pintakerroksessa olivat suurimmillaan kevätkukinnan aikaan huhti–toukokuussa (kuva 4.15). Fosforipitoisuudet olivat pienimmillään kesä–heinäkuussa ja suurenivat loppuvuoden ajan. Verrattaessa Katajaluodon, Knaperskärin ja Länsi-Tontun havaintopaikkojen pitkänajan keskiarvoja havaitaan, että Katajaluodolla kokonaisfosforipitoisuus on tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin Länsi-Tontulla (taulukko 4.3). Koko vuoden keskiarvojen ero Katajaluodon ja Länsi-Tontun havaintopaikkojen välillä on noin $1,8 \mu\text{g l}^{-1}$. Knaperskärin havaintopaikan koko vuoden keskiarvo on noin $1,1 \mu\text{g l}^{-1}$ korkeampi kuin Länsi-Tontulla, mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

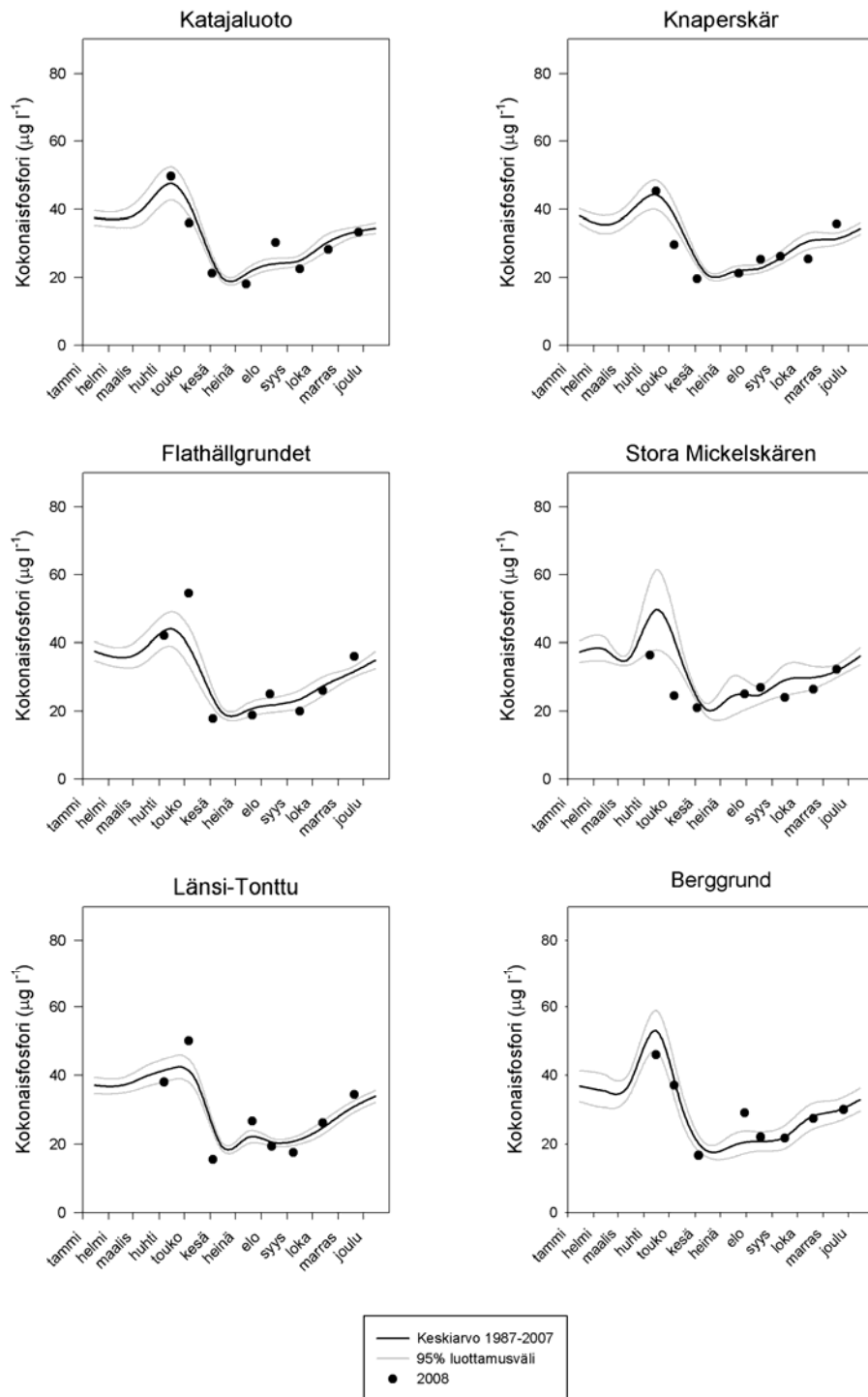
Kokonaisfosforin pitoisuuksissa havaitut erot eivät ole yhtä silmiinpistävät kuin kokonaistypen erot. Jätevesissä on myös paljon vähemmän fosforia kuin typpeä. Tämän lisäksi Itämerellä vallitseva voimakas sisäinen fosforin kuormitus vaikeuttaa tulosten tulkintaa. Kokonaisfosforin pitoisuudet ovat koholla tiheyden harppauskerroksen alla matalimmillakin havaintopaikoilla (pintakerroksen ja syvän veden keskimääräinen kokonaisfosforin pitoisuuksien erotus ulkosaaristossa on noin $20 \mu\text{g l}^{-1}$, liite 1). Pintavedessä havaitut kohonneet fosforipitoisuudet johtuvat yleensä syvän veden sekoittumisesta pintaveteen.

Vuoden 2008 pintakerroksen kokonaisfosforipitoisuudet kehittyivät suurelta osin pitkän ajan keskiarvojen mukaisesti. Kevään pitoisuudet olivat hieman pitkänajan keskiarvoja pienempiä Katajaluodolla ja Knaperskäriellä (kuva 4.15). Berggrundilla ja Länsi-Tontulla kokonaisfosforipitoisuus oli poikkeavan suuri heinäkuussa ja Katajaluodolla elokuussa. Vuoden 2008 Katajaluodon ja Knaperskärin havaintojen ja Länsi-Tontun havaintojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

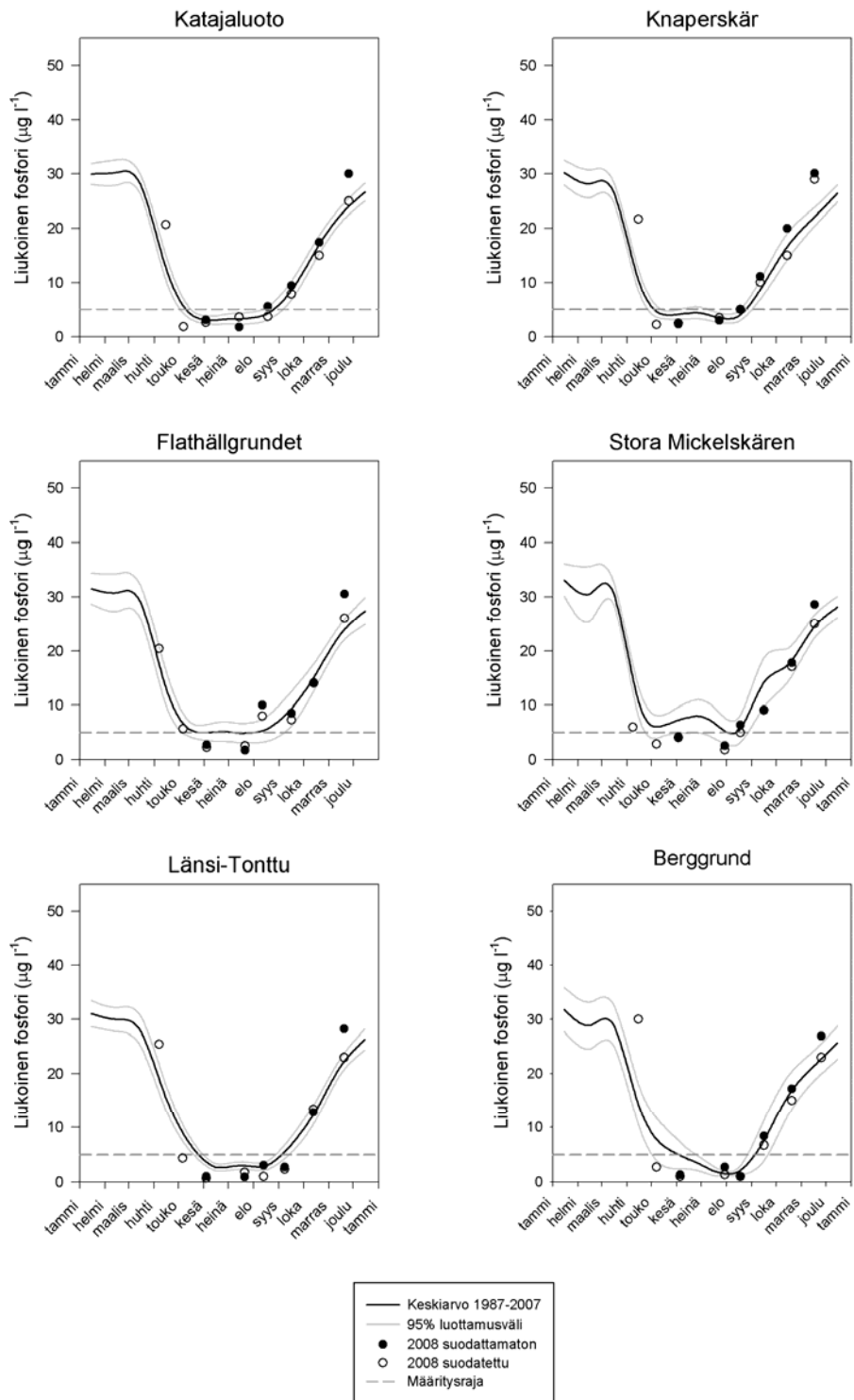
Liukoinen fosfori

Liukoisen fosforin pitoisuuksissa vuonna 2008 havaittu vaihtelu noudatti pitoisuuksissa tyypillisesti havaittavia vuodenajasta riippuvia muutoksia (kuva 4.16). Pitoisuudet ovat pääsääntöisesti alle analyttisen määritysrajan ($5 \mu\text{g l}^{-1}$) toukokuulta elokuun loppuun saakka. Liukoisen fosforin pitoisuuksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja jätevesien vaikutuksen vertailualueen ja purkuputkien läheisyydessä sijaitsevien havaintopaikkojen välillä.

Flathällgrundetin havaintopaikalla liukoisen fosforin pitoisuus oli poikkeavan suuri elokuussa. Samaan aikaan alueella oli myös kokonaisfosforin ja liukukoisen typen pitoisuudet selvästi pitkänajan keskiarvoa suurempia. Berggrundin, Katajaluodon ja Länsi-Tontun havaintopaikoilla mitattiin myös heinä- tai elokuussa kohonneita kokonaisfosforin pitoisuuksia. Näinä ajankohtina ei kuitenkaan havaittu liukoisen fosforin määrien kasvua. Flathällgrundetin kohonneet liukoisen fosforin pitoisuudet johtuvat todennäköisesti syvemmän veden sekoittumisesta pintakerrokseen, kun muiden havaintopaikkojen kohonneet kokonaisfosforipitoisuudet johtuvat todennäköisemmin kasviplanktonbiomassan kertymisestä pintakerrokseen (vrt. kappale 5).



Kuva 4.15. Sekoittuvan pintakerroksen kokonaisfosforin pitkänajan (1987–2007) keskiarvot ja 95 % luottamusvälit, sekä kuluvan vuoden havainnot.



Kuva 4.16. Sekoittuvan pintakerroksen liukoisen fosforin pitkänajan (1987–2007) keskiarvot, 95 % luottamusvälit, määrittysraja ($5 \mu\text{g l}^{-1}$) sekä kuluvan vuoden havainnot.

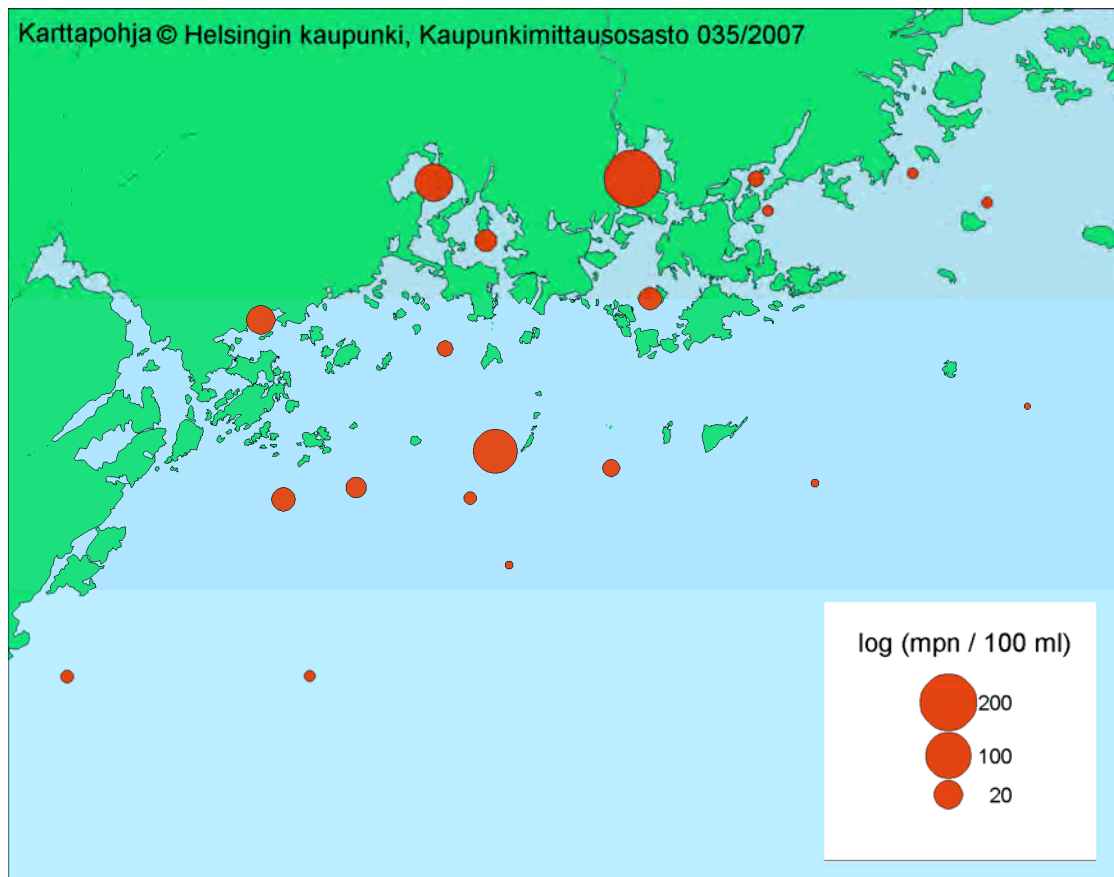
4.2.3 Veden hygieeninen laatu

Veden hygieeninen laatu Helsingin ja Espoon edustan merialueella vaihtelee suuresti ajallisesti ja alueittain. *Escherichia coli* -bakteerien analyyseissä havaittava kolonioiden todennäköisin määrä (mpn 100 ml⁻¹) on yleensä suurin keväällä ja syksyllä, jolloin maalta tulevan valuman määrä on myös suurin. Mpn-luvut ovat myös suurempia rannikon läheisyydessä ja alueilla, joilla vesi vaihtuu heikosti. *E. coli* -bakteerit ovat peräisin ulosteista eivätkä ne jakaannu merivedessä, minkä takia ne toimivat hyvin jätevesien tai eläinten ulosteiden likaaman maalta tulevan valuman indikaattoreina.

Helsingin ja Espoon merialueilla suurimmat *E. coli* -bakteerien vuotuiset keskiarvot ($\pm$ keskihajonta) havaittiin vuonna 2008 Vanhankaupunginlahdella (209 ± 243 mpn 100 ml⁻¹), Laajalahdella (55 ± 136 mpn 100 ml⁻¹) ja Katajaluodon (90 ± 242 mpn 100 ml⁻¹) havaintopaikalla. Myös Knaperskärin (12 ± 11 mpn 100 ml⁻¹) ja joidenkin rannikon läheisten havaintopaikkojen *E. coli* -bakteerien vuotuiset keskiarvot olivat taustapitoisuuksiin verrattuna suuria.

Knaperskärin havaintopaikalla havaittiin muista havaintopaikoista poiketen syyskuussa kohonneita *E. coli* -bakteerien määriä sekoittuvassa pintakerroksessa (28 mpn 100 ml⁻¹). Taustapitoisuus on merialueella noin 0–5 mpn 100 ml⁻¹, Knaperskärin havaintopaikalla bakteereja oli syyskuussa noin viisinkertaisesti taustapitoisuuteen verrattuna.

Knaperskärissä havaitun bakteerien määrien kasvun lisäksi kokonaistypen ja liukoisien typen pitoisuudet olivat poikkeavan suuria sekoittuvassa pintakerroksessa. Bakteerimäärien nousu ja samaan aikaan havaittu poikkeavan suuri typpipitoisuus ovat vahva osoitus jätevesikuormituksen vaikutuksesta alueella. Kohonneita bakteerimääriä ja typpipitoisuuksia mitattiin syyskuussa myös Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikalla. Typen ja bakteerien poikkeavat määrät voivat johtua Knaperskärin läheisyydessä sijaitsevasta Espoon Veden jätevesien purkutunnelista tai maalta tulleesta valumasta. Poikkeavat havainnot voivat johtua myös molemmista tekijöistä. Ilman virtausmittauksia kuormituksen lähdettä ei voida varmasti selvittää.



Kuva 4.17. Veden hygieeninen laatu Helsingin ja Espoon edustan merialueella 2008. Tulokset ovat esitetty kokovuoden keskiarvoina logaritmiasteikolla pintakerroksen (0 m) näytteistä.

Kirjallisuus

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

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

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

5 Kasviplankton

5.1 Johdanto

Kasviplanktonlajiston ja -biomassan sekä perustuotantokyvyn tarkkailu on osa Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusten seuranta. Raportin tarkoitus on selvittää kuluva vuoden kasviplanktonbiomassan, lajistokoostumuksen ja perustuotantokapasiteetin kehitystä. Tarkoituksena on myös yrittää arvioida, onko jätevesien johtamisella vaikutusta mahdollisesti havaittuihin muutoksiin.

Vuosiraportissa vertaillaan vuoden 2008 tuloksia pitkänajan keskiarvoihin (1987–2007), sekä vuoden 2008 aikana havaittuja eroja purkuputkien läheisyydessä sijaitsevilla asemilla (Katajaluoto ja Knaperskär) ja kontrollialueeksi valitulla asemalla (Länsi-Tonttu). Raportissa esitellään myös Helsingin edustan lahtialueiden kasviplanktonitulokset.

5.2 Aineisto ja menetelmät

Kasviplanktonlajiston, biomassan, klorofylli-a:n pitoisuuden ja perustuotantokyvyn näytteet otettiin vuonna 2008 huhti–lokakuussa noin kahden viikon välein. Helsingin merialueen näytepaikkoja olivat Länsi-Tonttu (114), joka toimii vertailualueena Helsingin ja Espoon jätevesien purkualueille sekä Katajaluoto (125), joka on Viikinmäen puhdistamolta laskevan purkuputken lähialuetta. Vanhankaupunginselkä (4), Laajalahti (87), Vartiokylänlahti (25) ja Skatanselkä (111) ovat Helsingin lahti- ja sisäsaaristoaluetta, jotka kuuluvat kasviplanktonitarkkailuohjelmaan vain joka kolmas vuosi. Espoon merialueen havaintopaikka Knaperskärillä (147) on lähellä Espoon puhdistettujen jätevesien purkupaikkaa (kuva 2.1). Em. havaintopaikkojen lisäksi Helsingin ja Espoon edustalta otettiin runsaasti myös muita klorofylli-a -näytteitä (Taulukko 5.2). Kaikki näytteet olivat edellisten vuosien tapaan kokoomanäytteitä 0–4 metrin syvyydeltä. Poikkeuksina Vanhankaupunginselkä, josta näytteet otettiin 0–2 metrin syvyydeltä sekä Ryssjeholmsfjärden, josta näytteet otettiin 0–3 metrin syvyydeltä.

Kesä-elokuussa saatiin Kristina Brahe -aluksen reitiltä klorofylli-a -näytteitä jatkuvatoimisten, automaattisten mittalaitteiden avulla. Kristiina Brahen reitin havaintopaikkoja olivat Stora Mickelskären, Kytö, Koirasaari, Pihlajasaari, Harakka, Kuggensten, Itä-Villinki ja Kuiva Hevonen.

Kvantitatiivinen kasviplanktonlaskenta suoritettiin Utermöhl -menetelmällä. Menetelmässä tietty osa laskentakyyvetin pohjalle laskeutuneista kasviplanktonlajeista tunnistettiin ja lukumäärät laskettiin. Lajilukumäärä suhteutettiin koko laskeutettuun vesimäärään ja kasviplanktonin tilavuustietojen avulla saatiin laskettua kokonaisbiomassa. Tulokset esitetään märkäpainona (mg m^{-3}), sekä klorofylli-a:n määränä ($\mu\text{g/l}$ tai mg m^{-3}).

Veden klorofylli-a -pitoisuus määritettiin standardin SFS 5772 mukaan Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa ja perustuotantokyky standardin SFS 3049 mukaan Metropolilabissa.

Vuonna 2008 asemilla havaittua klorofylli-a:n pitoisuutta verrattiin kyseisen aseman vuosien 1987–2007 väliseen kuukausittaiseen keskiarvoon ja sen 95 % luot-

tamusväliin. Perustuotannon ja klorofylli-a:n pitoisuuksien eroja Knaperskärin, Katajaluodon ja Länsi-Tontun välillä tutkittiin käyttämällä parittaista t-testiä, sekä ei-parametristä Wilcoxon-testiä kun aineiston normaalijakautuneisuuden oletus ei ollut voimassa.

Perustuotantokyvvyssä tapahtuneita muutoksia tarkasteltiin ei-parametrisen Mann-Kendall -testin avulla, joka laskee aineistoille lineaarisen trendin, olettaen ettei aikasarja sisällä syklejä. Trendien tilastollista merkitsevyyttä arvioidaan aineiston varianssiin perustuvan testisuureen (Z) kautta. Positiiviset Z:n arvot ilmentävät kasvavaa trendiä ja negatiiviset laskevaa. Trendin suuruus arvioidaan tarkastelemalla trendin kulmakerrointa (Sen's slope estimate; Q), joka ilmentää tutkittavan muuttujan muutosta suhteessa käytettyyn aikayksikköön (vuosi)

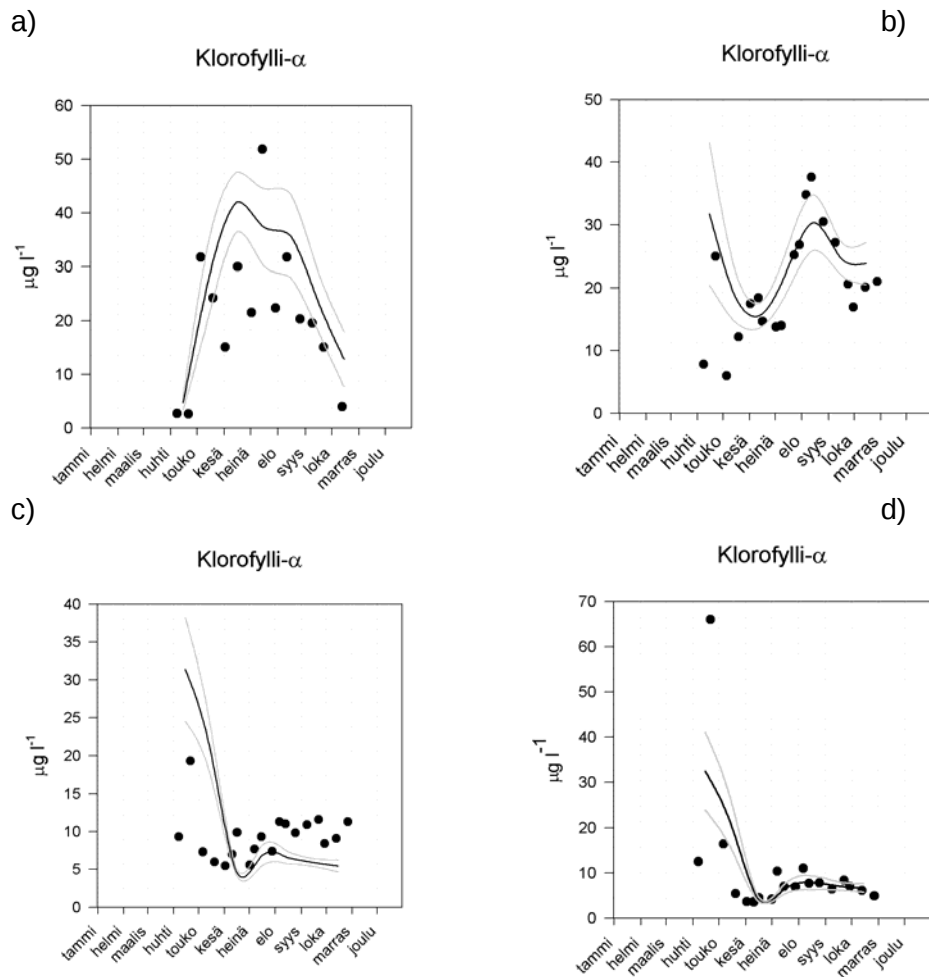
Lineaariset trendit estimoitiiin käyttämällä Ilmatieteen laitoksen vuositrendien laskemiseen kehittämää MAKESENS-ohjelmaa (http://www.fmi.fi/organisaatio/yhteys_64.html).

5.3 Kasviplanktonmäärän ja lajiston tulokset

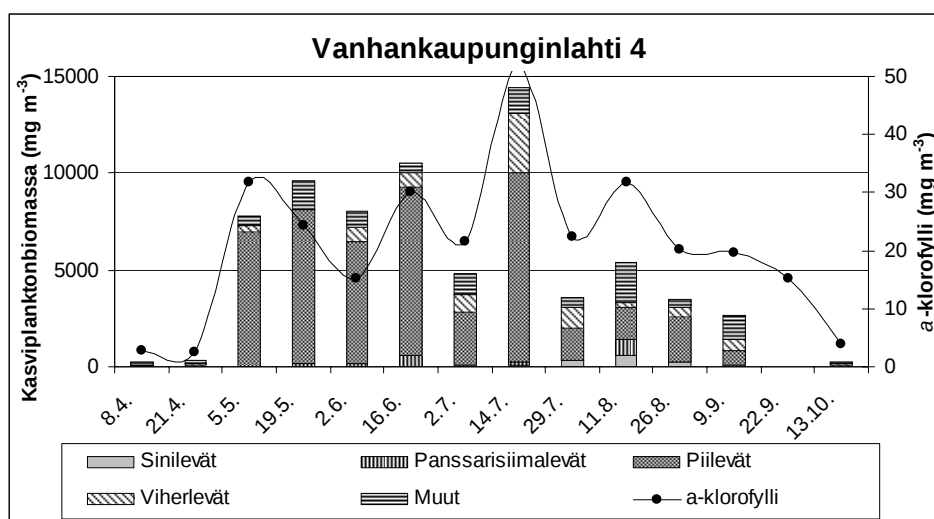
Sisäsaaristo

Vanhankaupunginselän levämääriä säätelee voimakkaasti Vantaanjoen aiheuttama lahden huuhtominen ja joen mukanaan tuoma sameus, joka heikentää valon saatavuutta leville. Vanhankaupunginlahden havaintoasema eroaa yleisesti muista asemista huomattavasti levämäärien ja perustuotannon suhteen. Vanhankaupunginselän kasviplanktonin biomassa on keväisin varsin pieni, koska Vantaanjoen kuljettamat lumien sulamisvedet samentavat vettä ja hidastavat levien kasvua. Siksi biomassamaksimi saavutetaan yleensä vasta keskikesällä, kun Vanhankaupunginlahden vesi on kirkastunut Vantaanjoen virtaaman pienenemisen myötä.

Kasviplanktonin biomassa (klorofylli-a) oli suurimmillaan kasvukaudella 2008 kesä-elokuussa (kuva 5.1). Lajistossa vallitsivat piilevät koko kasvukauden ajan (kuva 5.2). Lajistossa oli muita Helsingin lahtialueita runsaammin Vantaanjoen tuomaa makean veden lajistoa. Vanhankaupunginselän klorofylli-a -määrät olivat suurelta osin pitkän ajan keskiarvoa pienempiä. Poikkeuksena oli heinäkuussa havaittu korkea, lähinnä viherlevien runsaudesta johtunut, klorofylli-a -pitoisuus ($>50 \text{ mg m}^{-3}$), joka oli selvästi yli pitkän ajan keskiarvon. Vanhankaupunginselälle ovat tyypillisiä suuret keskimääräisen levämäärän vaihtelut vuosien välillä (kuva 5.3). Vanhankaupunginselkä on muutamaa poikkeusvuotta lukuun ottamatta ollut Helsingin lahtialueista rehevin.

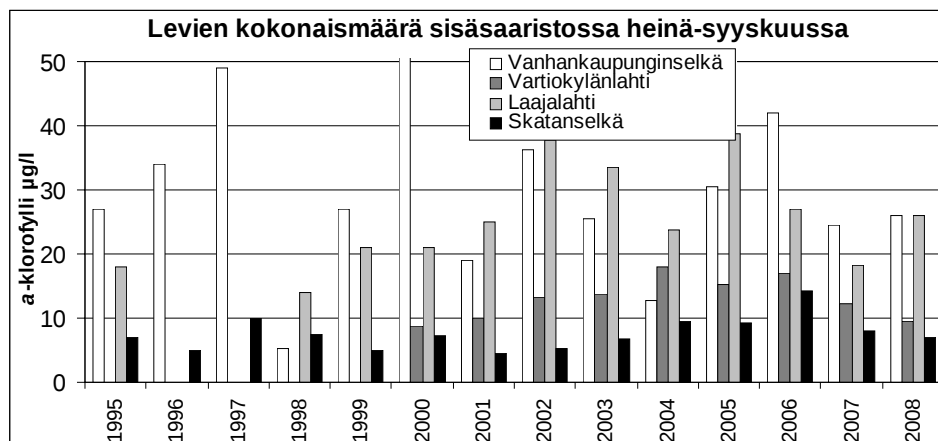


Kuva 5.1. Klorofylli-a:n pitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) vuonna 2008 a) Vanhankaupunginselällä, b) Laajalahdella, c) Vartiokylänlahdella ja d) Skatanselällä suhteessa keskimääräiseen klorofylli-a:n pitoisuuteen (—) vuosina 1987–2007 ($\pm$ 95% luottamusväli; - -)

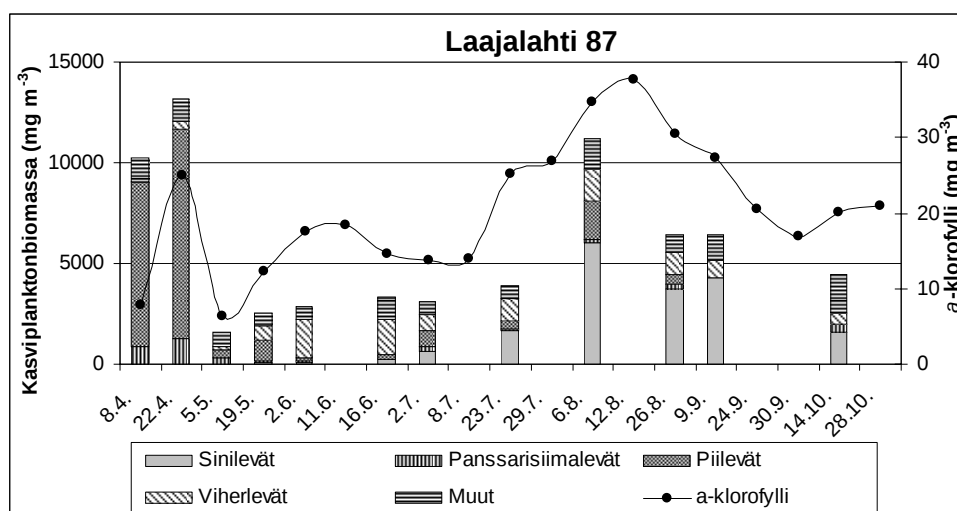


Kuva 5.2. Vanhankaupunginlahden kasviplanktonin määrät (klorofylli-a, mg m^{-3}) sekä eri leväryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg m^{-3}) vuonna 2008.

Laajalahden kevätkukinta ajoittui huhtikuulle ja koostui suurimmaksi osaksi piilevistä (kuva 5.4). Piilevistä runsaimpia olivat *Chaetoceros*-lajit. Laajalahden kasviplanktonin määrät olivat kesällä 2008 keskimääräisiä tai sitä hiukan alhaisempia, lukuun ottamatta loppukesän maksimia, joka oli hiukan tavanomaista korkeampi. Syksyisen maksimin muodostivat pienisoluiset sinileväkoloniat kuten *Cyanonephron*-, *Merismopedia*- ja *Romeria*-sukujen lajit sekä myös *Aphanizomenon*-rihmat. Vaikka levämäärät Laajalahdella ovat tällä vuosikymmenellä olleet kasvussa, eivät nykyiset levämäärät yllä lähellekään 1970-luvun hypereutrofisia huippuarvoja.



Kuva 5.3. Vanhankaupunginselän, Vartiokylänlahden, Laajalahden ja Skatanselän heinä-syyskuun klorofylli -a pitoisuuksien keskiarvot 1995-2008.

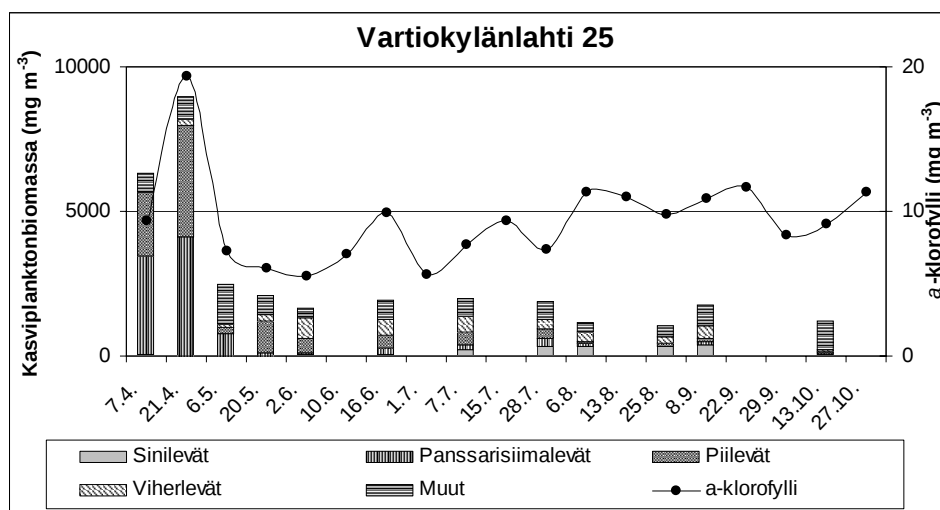


Kuva 5.4. Laajalahden kasviplanktonin määrät (klorofylli-a, mg m^{-3}) sekä eri leväryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg m^{-3}) vuonna 2008.

Vuonna 2008 huhtikuun puolivälin kevätkukinta koostui Vartiokylänlahdella normaaliin tapaan panssarsiima- ja piilevistä (kuva 5.5). Panssarsiimalevälajeista runsaimpina esiintyvät *Scropsiella malmogiense* ja piilevistä *Chaetoceros*-lajit. Panssarsiimalevien määrä ei kuitenkaan ollut yhtä hallitseva kuin mitä viimeisimpien vuosien kevätkukinnoissa on ollut. Kevätkukinnan biomassa oli keväällä

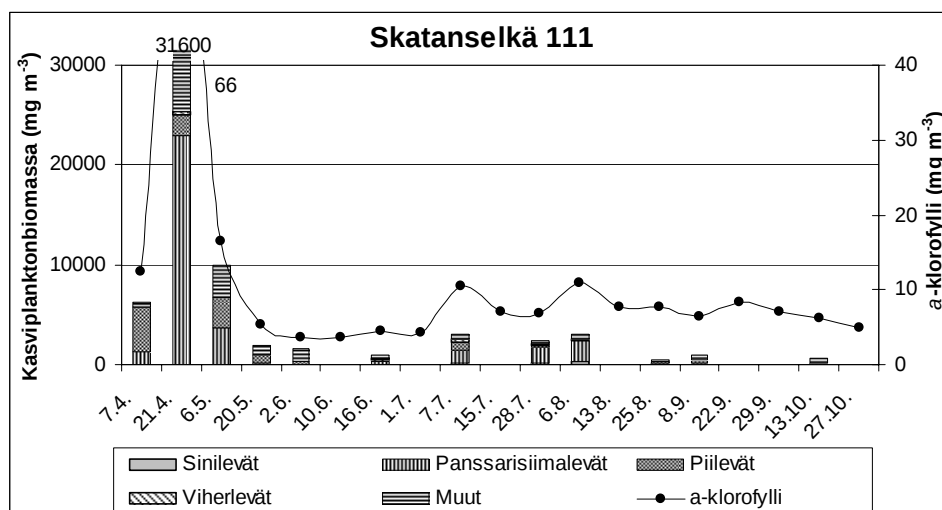
2008 keskimääräistä alhaisempi. Vartiokylänlahden kesän 2008 sinilevämäärät jäivät vähäisiksi ja korkeimmillaankin klorofylli-a:n pitoisuudet kohosivat vain hiukan yli 10 mg/m³:ssa. Kesän ja syksyn kasviplanktonbiomassat olivat kuitenkin selvästi yli pitkänajan keskiarvon.

Vartiokylänlahden kasviplanktonmäärä on yleisesti pienempi kuin muilla Helsingin lahtialueilla. Kasviplanktonmäärien pitkänajan keskiarvojen kehittyminen muistuttaa suuresti ulkosaariston asemien kasviplanktonmääriä.



Kuva 5.5. Vartiokylänlahden kasviplanktonin määrät (klorofylli-a, mg/m³) sekä sini-, panssarisiima-, pii-, viher- ja muiden levien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m³) vuonna 2008.

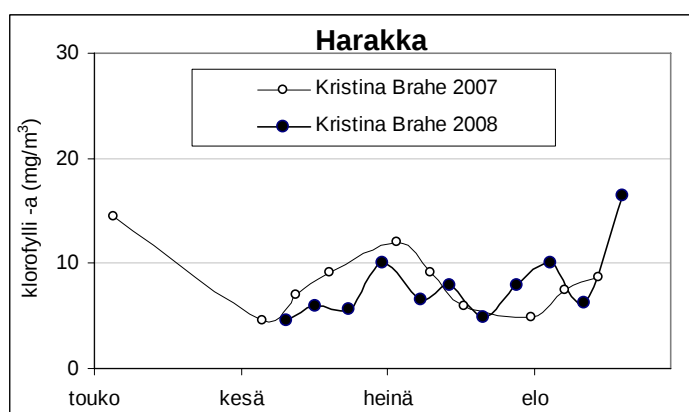
Skatanselkä on itäisen saaristoalueen havaintoalue, joka muistuttaa kasviplanktonmääriltään ja lajistoltaan enemmän ulompia merihavaintoalueita kun lahtialueita. Skatanselän kevätukinnan maksimi sijoittui ulkosaariston havaintoalueiden tapaan huhtikuun loppupuolelle (kuva 5.6.), jolloin klorofylli-a:n pitoisuus oli selvästi yli pitkänajan keskiarvon. Tuolloin *Scrippsiella malmogiense* ja *Peridiniella catenata* -panssarisiimalevät vallitsivat lajistossa. Yhteyttävä *Mesodinium rubrum* -ripsieläin oli myös hämmästyttävän runsas. Heinä-elokuussa *Heterocapsa triquetra* -panssarisiimalevät runsastuivat ajoittain, jolloin klorofylli-a:n pitoisuus kohosi hiukan pitkän ajan keskiarvon yläpuolelle (> 10 mg m⁻³). Skatanselän sinilevämäärät jäivät viileästä kesästä johtuen pieniksi.



Kuva 5.6. Skatanselän kasviplanktonin määrät (klorofylli-a, mg/m³) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m³) vuonna 2008.

Ryssjeholmsfjärden sijaitsee Espoon edustan rannikkoalueella ja Melkin selkä Helsingin läntisellä saaristoalueella. Ryssjeholmsfjärdenin alueella levämäärät olivat keskimäärin kesää 2007 suurempia. Yhtenä syynä tähän voidaan pitää ravinteiden, ennen kaikkea fosforin, kohonneita määriä vedessä loppukesällä. Melkin selän alueella levämäärät taas olivat keskimääräisesti edellistä vuotta pienempiä.

Kristina Brahe -matkustaja-aluksen tuloksissa ei ole mukana kevätkukintaa eikä syksyn tuloksia, sillä näytteet ovat kesä–elokuulta. Vuonna 2008 heinäkuun puolivälin paikkeilla ja elokuun lopussa havaittiin Kristina Brahen reitillä Helsingin edustalla kesän suurimmat levämäärät (kuva 5.7).



Kuva 5.7. Kristina Brahe matkustaja-aluksen Harakan havaintopisteen klorofylli-a:n määrä (levämäärä) pintavedessä kesä–elokuussa 2006, 2007 ja 2008.

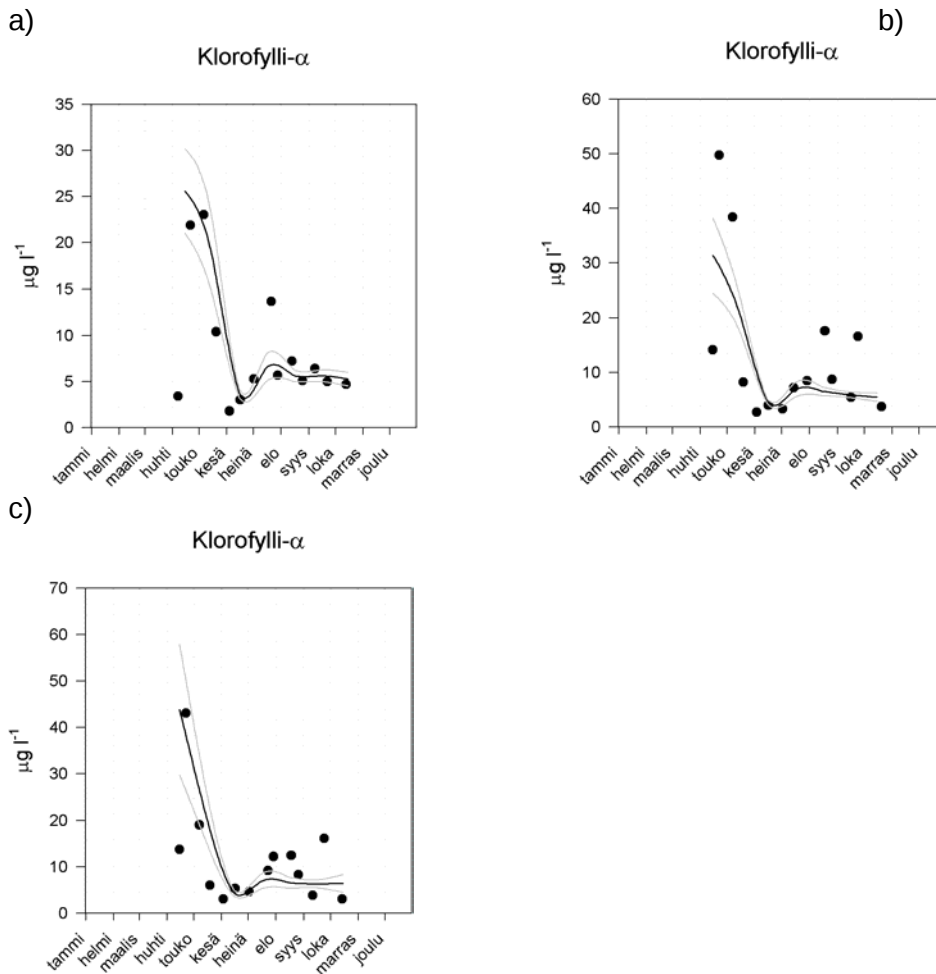
Taulukko 5.2. Kasviplanktonin määrän (klorofylli-a:n pitoisuus, mg m⁻³) touko–lokakuun ja heinä–syyskuun keskiarvot sekä kasvukauden keskihajonta Helsingin ja Espoon sekä Sipoon ja Kirkkonummen alueilla 0–4 metrin kokoomanäytteissä vuonna 2008. Taulukossa on esitetty myös vesipuitedirektiivin ohjeiden mukaan lasketut klorofylli-a:n pitoisuuksien mediaanit 1.7–7.9.2008 sekä kasvukauden aikana otettujen näytteiden lukumäärä.

		touko-loka ka.		heinä-syys ka.		keskihajonta	1.7-7.9 med.
Nro	Havaintopaikka	lkm	2008	2008	2008	2008	2008
HELSINKI							
Lahtialueet ja sisäsaaristo							
4	Vanhankaupunginselkä	14	21,6	25,1	13,3	22,4	
18	Vasikkasaari						
23	Tullisaarenselkä						
25	Vartiokylänlahti	14	8,7	9,7	3,4	9,3	
29	Villasaarenselkä						
36	Itä-Villinki						
44	Husunkivi						
55	Koirakari						
62	Lauttasaarenselkä						
68	Melkin selkä	7	11,1	8,9	9,7	9,7	
75	Westendinselkä						
87	Laajalahti	14	26,4	26,6	9,0	26,8	
94	Porsas						
111	Skatanselkä	14	7,0	7,1	16,0	7,0	
189	Björköfjärden						
Ulkosaaristo							
39	Flatthällgrundet	7	8,1	5,1	8,6	5,5	
114	Länsi-Tonttu	15	7,6	7,0	6,9	5,7	
125	Katajaluoto	14	10,1	10,2	14,0	8,5	
127	Kuggensten						
140	Lehtisaarenselkä						
142	Kasuuni						
149	Gråskärsbodan	7	6,8	7,1	3,5	8,8	
152	Juktisgrund						
168	Koiraluoto	7	8,5	8,7	5,5	10,7	
SIPOO							
166	Pentarn	7	9,1	7,4	7,2	8,0	
181	Musta hevonen	7	8,0	8,2	4,6	9,3	
190	Pentala						
ESPOO							
57	Kytön väylä	7	9,9	7,6	9,4	9,0	
107	Bodönselkä						
117	Ryssjeholmsfjärden	7	8,5	8,3	2,3	8,6	
118	Espoonlahti						
122	Kytö						
147	Knaperskär	14	8,1	9,7	10,4	9,2	
156	Knaperskär						
148	Berggrund	7	11,8	8,0	13,4	9,0	
KIRKKONUMMI							
123	Stora Mickelskären	7	6,7	7,6	5,0	9,0	
		kesä-elo ka.		heinä-elo ka.		keskihajonta	1.7-7.9 med.
	Havaintopaikka		2008		2008	2008	2008
LAIVANÄYTTEET (Kristina Brahe)							
34	Kuiva Hevonen	11	5,9	6,5	1,8	6,3	
36	Itä- Villinki	11	7,6	9,0	3,8	8,1	
127	Kuggensten	11	6,2	7,5	2,5	7,2	
KB1	Harakka	11	7,5	8,6	3,4	7,9	
	Pihlajasaari	11	6,0	6,9	2,2	6,9	
KB3	Koirasaari	11	5,1	6,0	2,3	5,6	
122	Kytö	11	5,1	6,0	2,2	5,9	
123	Stora Mickelskären	11	5,1	6,0	2,1	6,2	

Ulkosaaristo

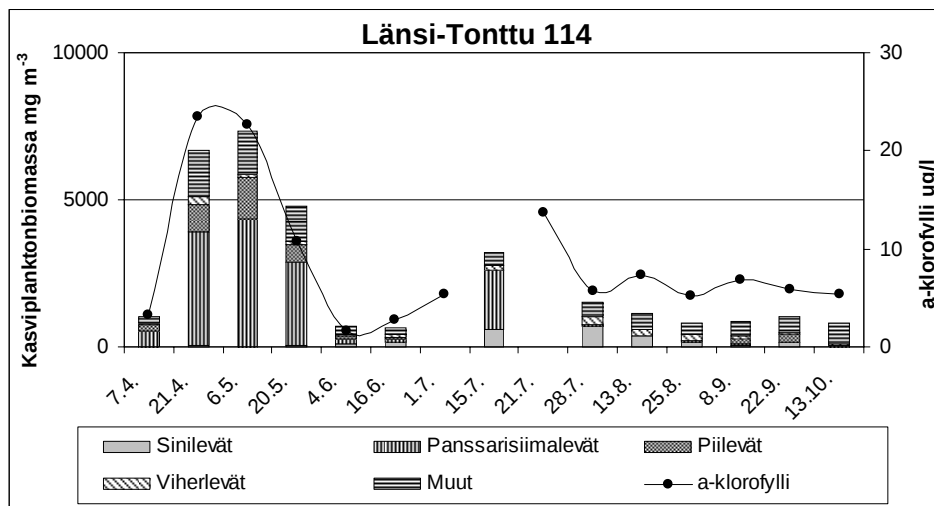
Kevätkukinta oli Helsingin ja Espoon merialueella maksimissaan huhtikuun loppupuolella (kuva 5.8). Katajaluodolla kevätkukinta oli keskimääräistä suurempi, Länsi-Tontulla ja Knaperskärillä se oli pitkänajan keskiarvon tasolla. Lajistossa runsaimpina esiintyivät alueella yleisesti runsaat kevätlajit kuten *Scrippsiella malmogiense* sekä *Peridinella catenata* -panssarisiimalevät ja *Thalassiosira baltica* -piilevät. Huomattavan runsaana esiintyivät myös *Mesodinium rubrum* -ripsieläimet, jotka lasketaan kasviplanktoniin mukaan niiden sisältämien yhteyttävien solujen takia (kuvat 5.9., 5.10. ja 5.11.).

Kevätkukinnasta kuitenkin lähes puuttuivat normaalisti runsaana esiintyvät *Achnanthes taeniata* -piilevät. Viileä ja tuulinen alkukesä hidasti sinilevien kasvua. Kesän biomassahuipun heinäkuun loppupuolella muodostivat lähinnä *Aphanizomenon* -sinilevät sekä *Heterocapsa triquetra* -panssarisiimalevät. Tuulisille säille on tyypillistä, että *Heterocapsa triquetra* värjää vettä runsaana esiintyessään (Hällfors ym 2008). Syyskuun loppupuolella runsastuivat taas *Mesodinium rubrum* -ripsieläimet kohottaen klorofylli-a:n määriä selvästi. Johtuen viileästä ja tuulisesta kesästä sinilevien määrä pysyi kohtalaisen pienenä eikä Helsingin ulkosaaristossa ollut havaittavissa suuria leväkukintoja.

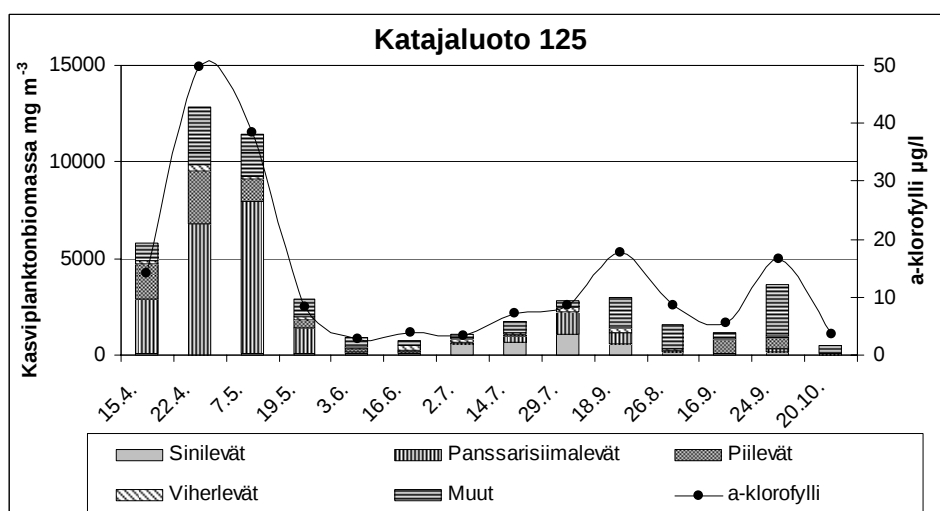


Kuva 5.8. Klorofylli-a:n pitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) vuonna 2008 a) Länsi-Tontulla, b) Katajaluodolla ja c) Knaperskärillä suhteessa keskimääräiseen klorofylli-a:n pitoisuuteen (---) vuosina 1987–2007 ($\pm 95\%$ luottamusväli; —)

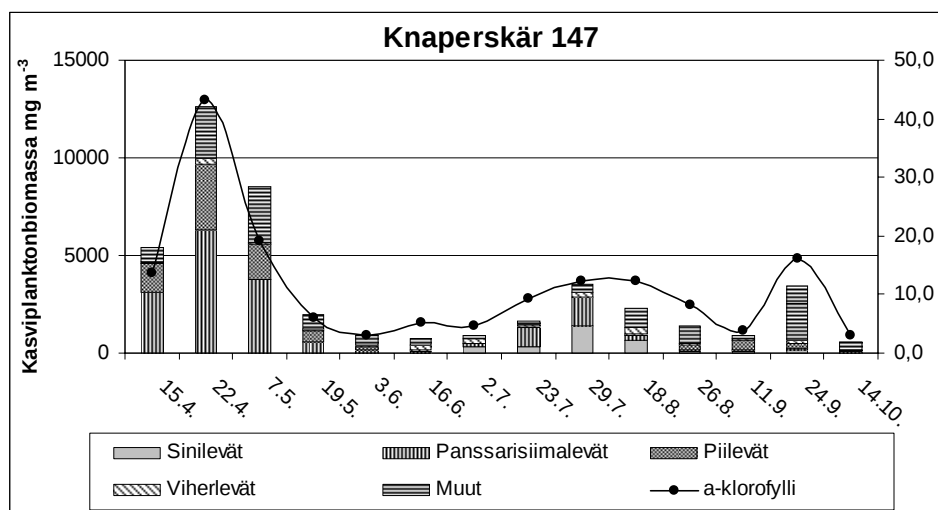
Vuoden 2008 klorofylli-a:n aineistojen parittaisessa vertailussa ei havaittu tilastollisesti merkittävää eroa Länsi-Tontun ja Katajaluodon tai Länsi-Tontun ja Knaperskärin klorofylli-a:n pitoisuuksien välillä (Wilcoxon-testi; $p > 0,05$), vaikka purkualueiden klorofylli-a:n pitoisuudet olivat hieman korkeampia (Kuva 5.11).



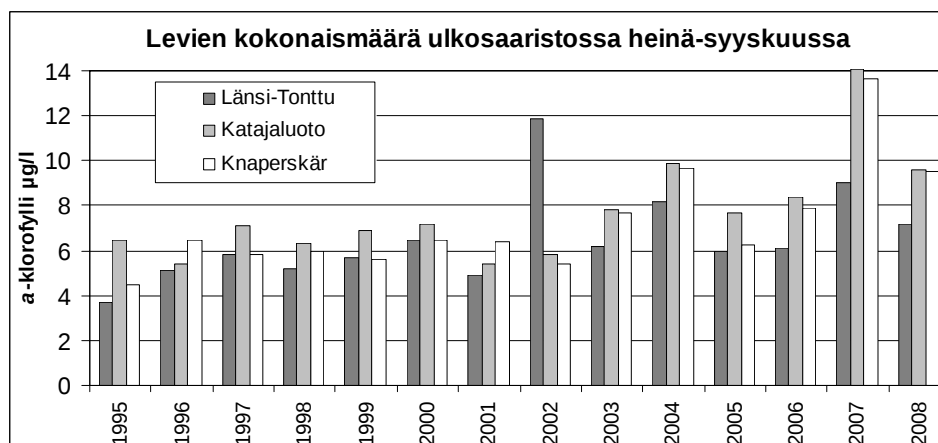
Kuva 5.9. Länsi-Tontun kasviplanktonin määrät (klorofylli-a, mg/m^3) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m^3) vuonna 2008.



Kuva 5.10. Katajaluodon kasviplanktonin määrät (klorofylli-a, mg/m^3) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg/m^3) vuonna 2008.



Kuva 5.11. Knaperskärin kasviplanktonin määrät (klorofylli-a, mg m^{-3}) ja kasviplanktonryhmien osuudet kokonaisbiomassasta (biomassa mg m^{-3}) vuonna 2008.



Kuva 5.12. Klorofylli-a:n määrä (levämäärä) Länsi-Tontulla, Katajaluodolla ja Knaperskärillä vuosina 1995–2008.

5.4 Perustuotantokykytulokset

Valon määrän lisääntyessä ja levien kertyessä veteen perustuotanto kasvoi huhtikuun aikana 2008 voimakkaasti. Kesällä perustuotannon määrä laski levämäärän laskiessa, noustakseen huippuunsa heinäkuussa, jolloin havaittiin myös suurimmat levämäärät. Alkuvuoden ja kesän perustuotanto seurasi tiiviisti levämäärien kehitystä; mitä suurempi levämäärä havaittiin, sitä suurempi on myös perustuotantopotentiaali. Vielä syksylläkin levämäärien vähetessä pystyivät pienet levämäärät tehokkaaseen tuotantoon.

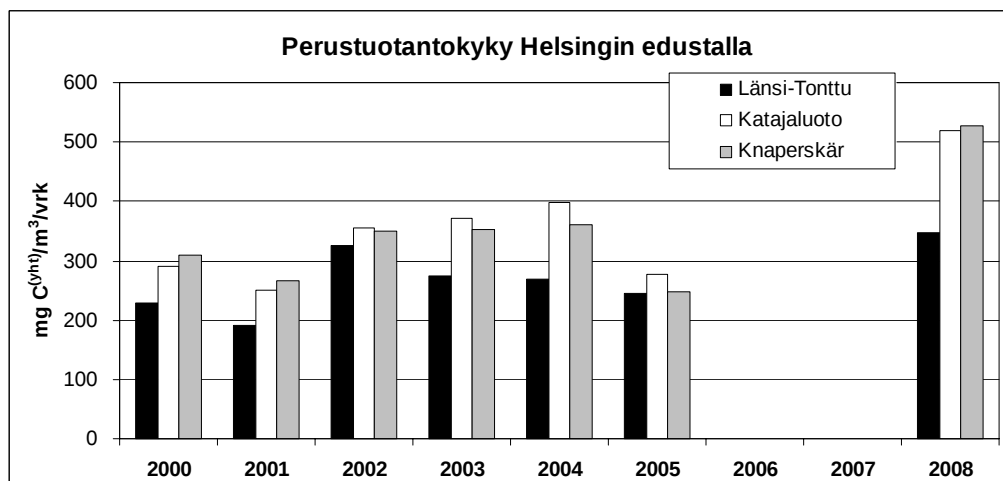
1990-luvulla perustuotantokyvyn vuosikeskiarvot olivat Vanhankaupunginselällä ja Laajalahdella matalammalla tasolla kun vuosituhaten vaihteessa (kuva 5.13). Vanhankaupunginselän tai Vartiokylänlahden perustuotantokykytuloksissa ei kuitenkaan ollut tapahtunut vuosien 2005 ja 2008 välillä tilastollisesti havaittavaa muutosta (t-testi: $p > 0,05$). Sen sijaan sekä Laajalahdella (t-testi; $p < 0,05$) että

Skatanselällä (t-testi; $p < 0.001$) perustuotantokyky oli vuonna 2008 korkeampi kuin vuonna 2005.



Kuva 5.13. Kasviplanktonin perustuotantokyky Helsingin lahtialueilla vuosina 1995, 1999, 2000, 2005 ja 2008 kasvukausien keskiarvoina kuvattuna.

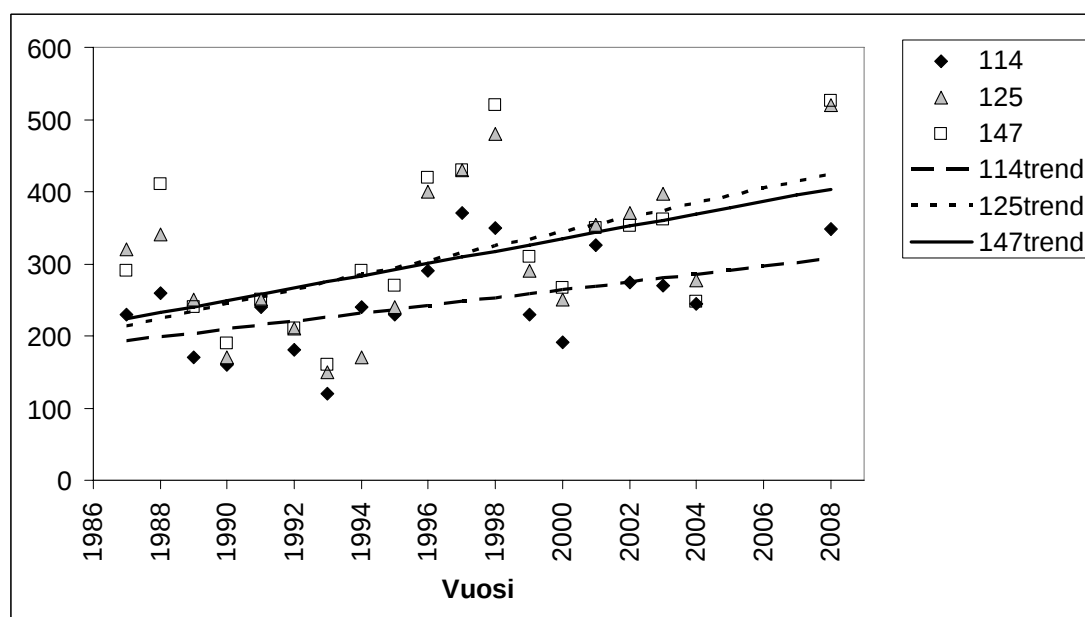
Vuonna 2008 jäteveden purkauaukkojen läheisyydessä sijaitsevien Katajaluodon ja Knaperskärin keskimääräisten perustuotantojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (parittainen t-testi; $p > 0,05$). Sen sijaan sekä Katajaluodon että Knaperskärin kasvukauden 2008 perustuotanto oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin vertailualue Länsi-Tontulla (parittainen t-testi; $p < 0,05$) (kuva 5.14).



Kuva 5.14. Keskimääräinen perustuotantokyky Länsi-Tontulla, Katajaluodolla ja Knaperskärillä vuosina 2000–2005 ja 2008.

Vuodesta 1987 vuoteen 2008 tultaessa perustuotantokyky on lisääntynyt kasvukausien keskiarvojen perusteella Helsingin ja Espoon ulkosaaristossa (kuva 5.15). Kasvava trendi on havaittavissa kaikilla kolmella seurantapisteellä ($Z > 0$; taulukko 5.2), mutta Knaperskärin ja Katajaluodon trendit kasvavat jyrkemmin (Mann-Kendall -testi; $Q_{147}=10.00$; $Q_{125}=8.57$) verrattuna Länsi-Tontun perustuoto-

tantokyvyn trendiin ($Q_{114}=5.42$) vuosille 1987–2008. Jos samansuuntainen lineaarinen trendi jatkuu, Knaperskärin ja Katajaluodon perustuotantokyky kasvaa vertailualueena toimivaa Länsi-Tonttua nopeammin.



Kuva 5.15 Keskimääräinen perustuotantokyky ($\text{mg C m}^{-3} \text{d}^{-1}$) ja niille lasketut lineaariset trendit ajalle 1987–2008 Länsi-Tontun (114), Katajaluodon (125) ja Knaperskärin (147) näytepisteillä.

Taulukko 5.2. Mann-Kendallin testin (Salmi ym. 2002) trendin suuntaa kuvaavan tunnusluvun (Z) arvot ja niiden tilastollinen merkittävyys (p-arvo), sekä havaitun trendin suuruutta kuvaavan parametrin (Q) ja y-akselin leikkauskohtaa kuvaavat arvot (B) ($\pm 95\%$ vaihteluväli) laskettuna vuosien 1987–2008 aineistoista.

	Q ($Q_{\min 95\%}$ – $Q_{\max 95\%}$)	B ($B_{\min 95\%}$ – $B_{\max 95\%}$)	Z	
Länsi-Tonttu (114)	5,42 (0,00–10,69)	192,8 (114,5–240,0)	1,96	$p < 0,05$
Katajaluoto (125)	10,00 (0,05–19,40)	214,0 (11,8–289,4)	2,03	$p < 0,05$
Knaperskär (147)	8,57 (-0,38–14,36)	223,4 (155,1–292,6)	1,86	$p < 0,10$

5.5 Päähuomiot kasviplanktontuloksista

Vantaanjoella on suuri vaikutus Vanhankaupunginselän kasviplanktoniin. Vantaanjoen tuoma sameus ja makea vesi muokkaavat lajistoa ja säätelevät biomassaa ja perustuotantoa. Vanhankaupunginselän keskimääräinen kasviplanktonin määrä oli kesällä 2008 hieman pienempi kuin monina 2000-luvun kesinä, mutta samaa suuruusluokkaa kuin edellisessä vuonna.

Laajalahti on suojainen lahti, jossa veden vaihtuvuus on heikkoa. Valumaa-alueelta tulevan kuormituksen lisäksi sisäisellä kuormituksella on suuri vaikutus ravinnemääriin ja sitä kautta myös kasviplanktonlajistoon, biomassaan ja perustuotantokykyyn. Laajalahden keskimääräinen kasviplanktonmäärä oli kasvukautena 2008 hieman suurempi kuin edellisessä vuonna mutta jäi pienemmäksi kuin monina 2000-luvun aikaisempina vuosina.

Vartiokylänlahti on suurista lahdistä parhaassa kunnossa. Siellä kasviplanktonmäärät ovat pysyneet kohtuullisen vähäisinä ja lajisto muistuttaa ulomman meri-alueen lajistoa. Kasviplanktonin määrä Vartiokylänlahdella oli vuonna 2008 keskimäärin pienempi kuin seitsemänä edellisenä vuonna.

Vaikka puhdistamojätevesiä ei enää 1980-luvun jälkeen ole johdettu suoraan Helsingin lahtiin, näkyy aikaisempi rankka kuormitus vielä pitkään pohjasta kiertoon vapautuvina ravinteina ja sitä kautta myös levämäärissä.

Ulkosaariston kasviplanktonmäärät olivat kesällä 2008 edellistä kesää pienempiä mutta 1990 ja 2000 -luvun muihin vuosiin verrattuna korkeita. Kesä 2007 olikin ulkosaaristossa rehevämpi kuin mikään aikaisemmista kesistä velvoitetarkkailu-historian aikana. Syynä rehevyyden kasvuun voidaan pitää yleistä rehevöitymis-kehitystä Suomenlahdella ja koko Itämeren alueella.

Kesällä 2008 Katajaluodon sekä Knaperskärin jätevesien purkualueella mitattiin keskimäärin korkeampia perustuotantokykytuloksia kuin muilla ulkosaariston havaintopaikoilla. Jätevesien laskeminen alueelle aiheuttaa paikallista rehevyyden lisääntymistä, jonka havaitsemiseksi kannattaa harkita perustuotantokyvyn mittausten palauttamista jätevesien velvoitetarkkailun vuosittaiseen ohjelmaan.

Kirjallisuus

Hällfors, S., Kaitala, S., Fleming-Lehtinen, V. ja Huttunen, M. 2008: Kasviplankton ja sen kukinnat.—Julkaisussa: Raateoja, M. (toim.), Itämeri 2008 – Merentutkimuslaitoksen itämeriseurannan vuosiraportti No.64, 2008: 35–37.

Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T. ja Amnell, T. 2002: Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates – the Excel template application MAKESENS. – Publications on Air Quality No. 31 Report code FMI-AQ-31.

6 Pohjaeläimet

6.1 Johdanto

Helsingin ja Espoon merialueiden pohjaeläimistöä ja siinä tapahtuneita muutoksia on seurattu säännöllisesti Helsingin ja Espoon jätevesien velvoitetarkkailuraporteissa vuodesta 1968 lähtien. Seurannan tulokset on esitetty vuosiraporteissa ja pitkänaikavälin raporteissa. Tämän vuosiraportin tarkoituksena on tarkastella vuoden 2008 pohjaeläintuloksia ja vertailla niitä edellisiin vuosiin, ennen kaikkea vuoteen 2007. Tavoitteena on arvioida, onko jätevesien johtamisella vaikutusta havaittuihin muutoksiin

6.2 Aineisto ja menetelmät

Vuonna 2008 pohjaeläinnäytteet otettiin elokuun lopun ja syyskuun lopun välisenä aikana kahdeltatoista havaintopaikalta (kuva 2.1, taulukko 6.1). Katajaluodon ja Knaperskärin havaintopaikan numeroihin lisättiin kesällä P selventämään sitä, että kyseessä on pohjaeläinhavaintopaikka. Useimmat lahtihavaintopaikat eivät vuonna 2008 sisältyneet velvoitetarkkailuohjelmaan. 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:n teräsverkkoseulan läpi. Laboratoriossa näytteet seulottiin lisäksi 1 mm:n seulalla. Kovemmilla 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).

Taulukko 6.1. Helsingin ja Espoon pohjaeläinhavaintopaikat, niiden syvyys, pohjan laatu ja sijainti vuonna 2008.

Havaintopaikan nimi	Numero	Syvyys (m)	Pohjan laatu	sijainti, KKJ2	Koordinaatit WGS-84	
Helsinki:				KKJ2	lat	lon
Vanhankaupunginselkä	4	2,5	lieju	255530–667645	60° 11.752'	24° 59.625'
Itäinen ulkosaaristo	1142	27	savi+hiekka	256096–666866	60° 7.500'	25° 5.790'
Katajaluoto	125P	27	savi	254946–666678	60° 6.509'	24° 53.169'
Katajaluoto	1259	29	savi	255174–666464	60° 5.300'	24° 53.850'
Musta Hevonen	181	14	lieju	256968–667548	60° 11.098'	25° 15.156'
Pentarn	166	47	sulfidulieju	257130–666713	60° 6.586'	25° 16.733'
Espoo:						
Kytön väylä	57	28	savi	254409–666383	60° 5.038'	24° 47.338'
Ryssjeholmsfjärden	1171	3,5	lieju+savi	253992–667007	60° 8.734'	24° 43.236'
Espoonlahti	118	14	lieju	253292–667259	60° 9.767'	24° 35.549'
Stora Mickelsakären	123	27	lieju+savi	253280–665622	60° 1.003'	24° 35.096'
Knaperskär	147P	25	savi	254063–666370	60° 4.989'	24° 43.607'
Björkfjärden	189	6	lieju+savi+kasvijät	253629–666815	60° 7.424'	24° 39.359'

Jokaisen noston eri seuloissa olleet osanäytteet säilöttiin Bengalrosalla värjättyyn noin 94 %:seen etanoliin. Eläimet eroteltiin muusta seulontajätteestä laboratoriossa stereomikroskoopin avulla vähintään kuusinkertaista suurennosta käyttäen. Samassa yhteydessä poistettiin tyhjät liejusimpukan kuoret.

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 & Bick 2004), mutta lajintunnistusta ei ole viety lajitasolle.

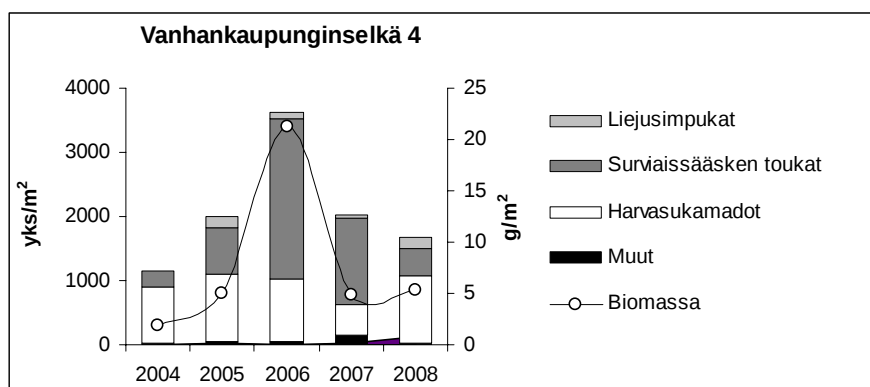
Poimittuja näytteitä säilytettiin vähintään kuukausi etanolissa ennen niiden punnitsemista. Ennen punnitusta eläimiä liotettiin hetki vedessä, jonka jälkeen ne kuivattiin. Jokainen laji/ryhmä punnittiin erikseen. Liejusimpukat (*Macoma baltica*) jaettiin 1 mm:n tarkkuudella kokoluokkiin ja biomassa määritettiin koon perusteella. Määrittämisessä käytettiin ympäristökeskuksessa vuosien 1990–1995 aineistosta tehtyä kokoluokkien painokerroinseivitystä. Sukkulamatoja (*Nematoda*), levärupea (*Electra crustulenta*) ja Ostracoda-äyriäisiä ei laskettu yksilömääriin tai biomassaan, mutta niiden esiintyminen huomioitiin.

6.3 Tulokset

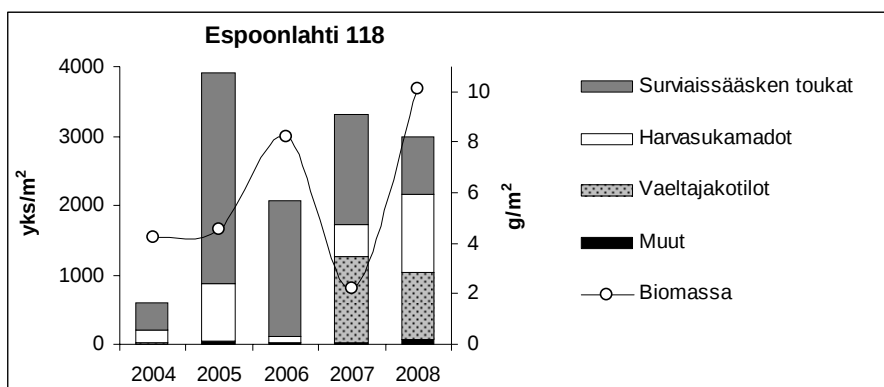
Lahtialueet ja sisäsaaristo

Vanhankaupunginselällä runsaimpina pohjaeläinryhmänä olivat vuonna 2008 harvasukasmadot (kuva 6.1). Harvasukasmatojen yksilömäärät lisääntyivät ja surviaissääskien toukkien määrät vähentyivät edellisestä vuodesta. Eläimet olivat vuonna 2008 suurempia kuin vuonna 2007, sillä biomassa kasvoi.

Harvasukasmadot ovat surviaissääsken toukkien ohella tyypillisiä pohjaeläimiä pehmeillä rannanläheisillä lieju- ja savipohjilla ja ne tulevat toimeen myös saastuneilla ja happiköyhillä alueilla.



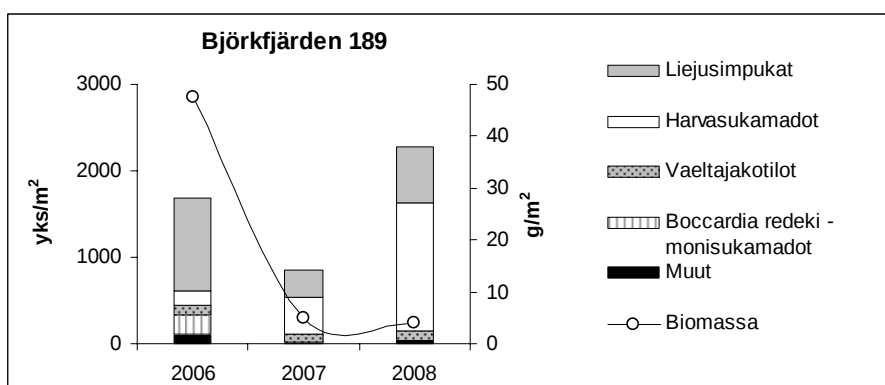
Kuva 6.1. Vanhankaupunginselän havaintopaikka 4, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008.



Kuva 6.2. Espoonlahden havaintopaikka 118, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008.

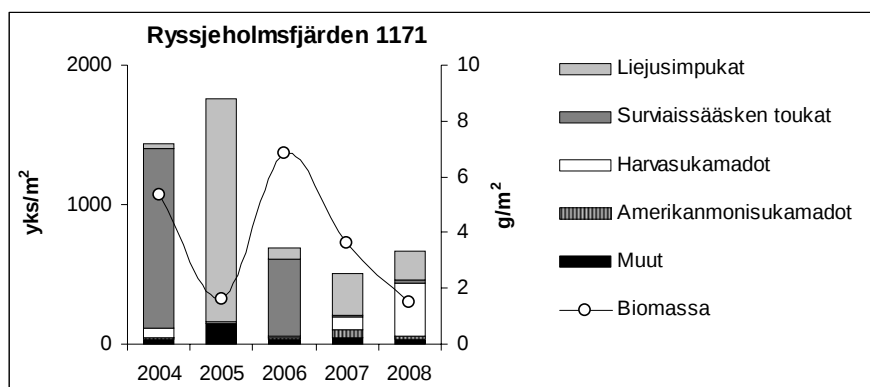
Harvasukasmadot olivat lukumääräisesti suurin ryhmä myös Espoonlahdella (kuva 6.2). Harvasukasmattojen lisäksi Espoonlahdella oli runsaasti paitsi surviaissääsken toukkia myös vaeltajakotiloita (*Potamopyrgus antipodarum*). Vaeltajakotiloiden yksilömäärä oli kuitenkin vähentynyt edellisestä vuodesta. Espoonlahden pohjaeläimet olivat vuonna 2008 suurikokoisempia kuin edellisvuonna, sillä biomassa oli kasvanut.

Espoonlahden suulle perustettiin vuonna 2006 uusi Björkfjärdenin havaintopaikka (kuva 6.3), joka ei sijaitse syvänteessä kuten Espoonlahden havaintopaikka 118. Björkfjärdenin happiolot ovat siksi yleensä Espoonlahden havaintopaikkaa suotuisimmat. Vuonna 2008 Björkfjärdenin lajilukumäärä oli Espoonlahden havaintopaikkaa suurempi, mutta yksilölukumäärä ja biomassa jäivät kuitenkin Espoonlahtea pienemmiksi. Harvasukasmattojen ohella liejusimpukat esiintyivät runsaimpana ryhmänä.



Kuva 6.3. Björkfjärdenin havaintopaikka 189, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2006–2008.

Ryssjeholmsfjärdenin lajistossa harvasukasmatto olivat runsain ryhmä kuten myös Espoonlahdella ja Vanhankaupunginselällä. Harvasukasmatto olivat runsastuneet edellisestä vuodesta kun taas liejusimpukoiden määrä oli vähentynyt (kuva 6.4).

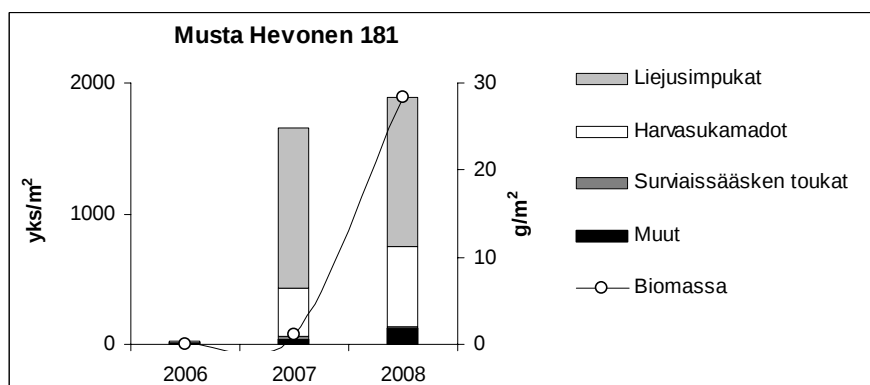


Kuva 6.4. Ryssjeholmsfjärdenin havaintopaikka 1171, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008

Helsingin ja Espoon matalilla lahtialueilla pohjan laatu on pääasiassa pehmeää liejua sinne aikoinaan kertyneen runsaan orgaanisen materiaalin johdosta. Valtaosan Helsingin ja Espoon lahtialueiden ja sisäsaariston pohjaeläinten biomassasta ovat yleensä muodostaneet pehmeille liejupohjille tyypilliset surviaissääsken toukat. Surviaissääsken toukkien määrä oli 2008 edellisiä vuosia vähäisempi. Vuonna 2008 runsaimpina ryhmänä esiintyivät harvasukasmadot, jotka surviaissääsken toukkien tavoin sietävät hyvin alhaisia happipitoisuuksia ja saastumista.

Ulkosaaristo

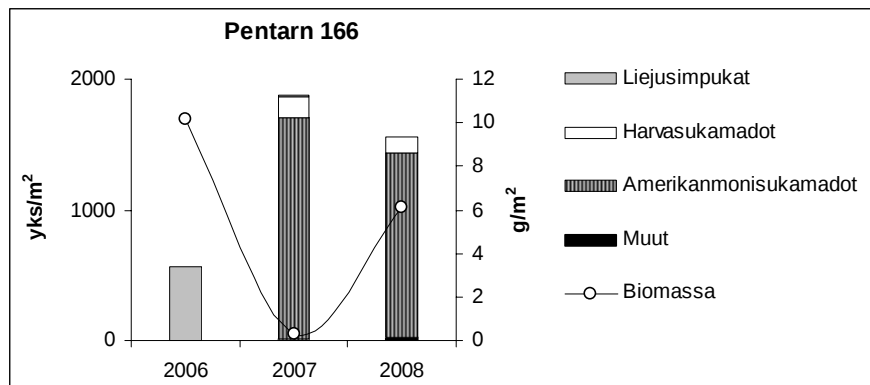
Sipoon edustalla Mustalla Hevosella on pohjaeläinnäytteitä otettu vasta vuodesta 2006 lähtien (kuva 6.5). Vuonna 2006 pohjaeläimiä ei juuri havaittu. Vuonna 2007 oli runsaasti pieniä liejusimpukoita ja harvasukasmatoja. Vuonna 2008 lajisto on monipuolistunut ja myös yksilömäärät sekä biomassat ovat edellistä vuotta suurempia. Biomassan suuri lisääntyminen johtuu suurempikokoisista liejusimpukoista. Todennäköistä on, että Vuosaaren sataman eri rakennusvaiheiden aiheuttamalla sameuden lisääntymisellä ja kiintoainekuormituksella on ollut vaikutusta Mustan Hevosen pohjaeläinyhteisöihin.



Kuva 6.5. Mustan Hevosen havaintopaikka 181, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2006–2008.

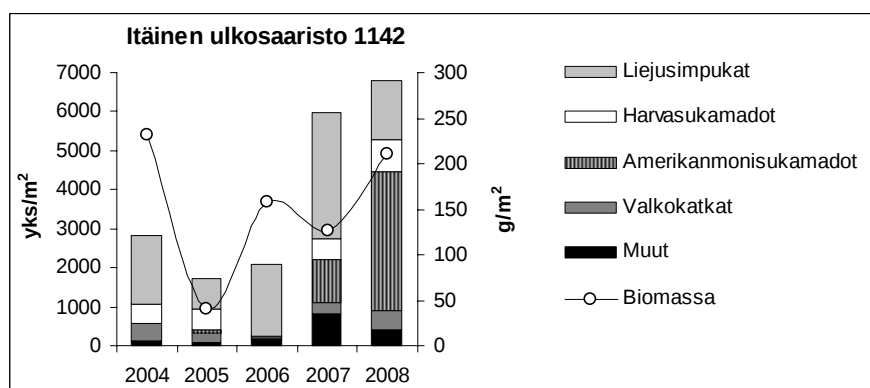
Ulkosaariston itäisin pohjaeläinhavaintopaikka sijaitsee Pentarnissa (kuva 6.6). Näytteitä on alueelta tullut vasta vuodesta 2006 lähtien, jolloin lajisto koostui vä-

häisestä määrästä liejusimpukoita. Vuonna 2007 yksilömäärä oli lähes kolminkertaistunut ja lajisto muodostui lähes täysin amerikanmonisukamadoista ja harvasukasmadoista. Vuonna 2008 lajisto muistutti edellisen vuoden lajistoa, mutta yksilöt olivat suurikokoisempia. Pentarnin havaintopiste on muita ulkosaariston tarkkailuhavaintopisteitä syvempi (46 m). Pohjan heikko happitilanne ilmenee ensimmäisenä syvillä alueilla. Mitattujen happipitoisuuksien ja pohjaeläintulosten perusteella pohjasedimentin pinta on ollut vuonna 2008 hapellinen Pentarnin syvällä havaintopaikalla.

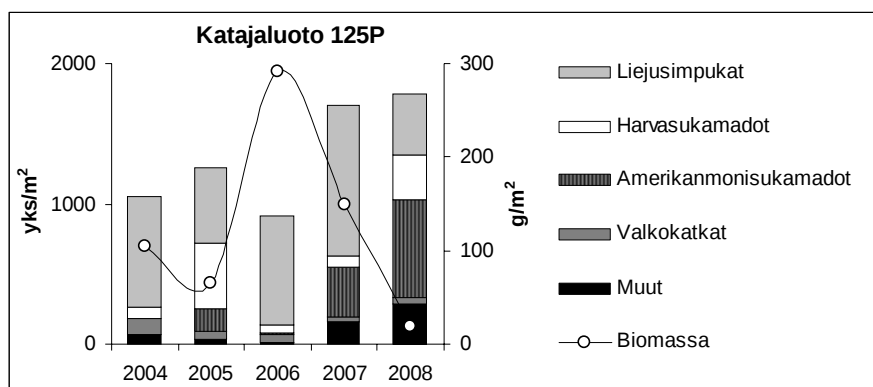


Kuva 6.6. Pentarnin havaintopaikka 166, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2006–2008.

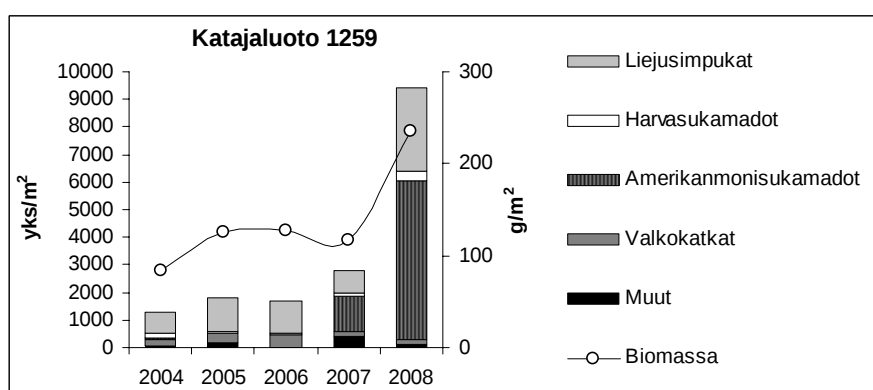
Itäisen ulkosaariston havaintopaikka 1142 (kuva 6.7) toimii vertailualueena Katajaluodon ja Knaperskärin jätevesien purkualueille (kuva 6.8, 6.9 ja 6.11). Päävirtausten kulkeutuessa Suomenlahdella idästä länteen ei jätevesien pääsääntöisesti oleteta kulkeutuvan itäiseen ulkosaaristoon. Itäisen ulkosaariston lajisto muistuttaa suuresti purkualueiden lähipisteiden lajistoa. Valtalajina olivat vuonna 2008 amerikanmonisukasmadot, joiden määrä lisääntyi sekä itäisessä ulkosaaristossa, Katajaluodolla, Kytön väylällä että Knaperskäriellä. Katajaluodon (125P), Kytön väylän (kuva 6.10) sekä Knaperskärin havaintopaikkojen kokonaisyksilölukumäärät olivat kuitenkin vuonna 2008 pienempiä kuin vertailualueella Itäisessä ulkosaaristossa. Poikkeuksen teki Katajaluodon havaintopaikka 1259, jossa yksilölukumäärä sekä biomassa olivat edellisestä vuodesta lisääntyneet vertailualueen pohjaeläinmääriä suuremmiksi.



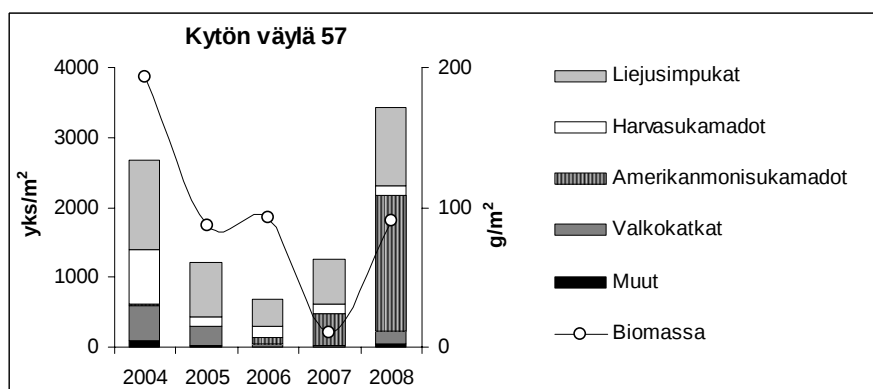
Kuva 6.7. Itäisen ulkosaariston havaintopaikka 1142, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008.



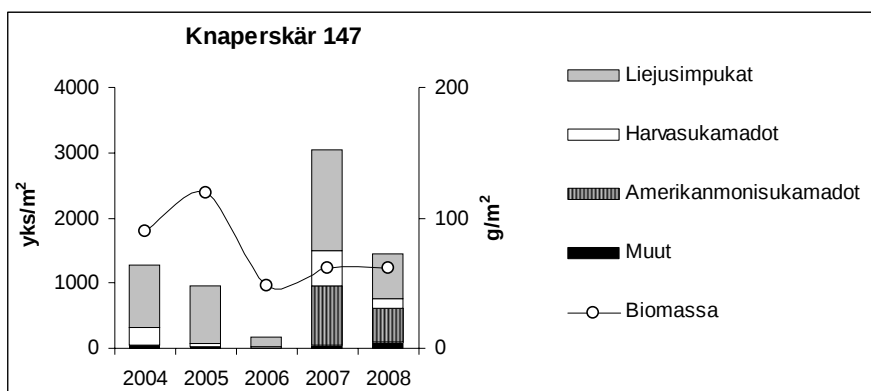
Kuva 6.8. Katajaluodon havaintopaikka 125P, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008.



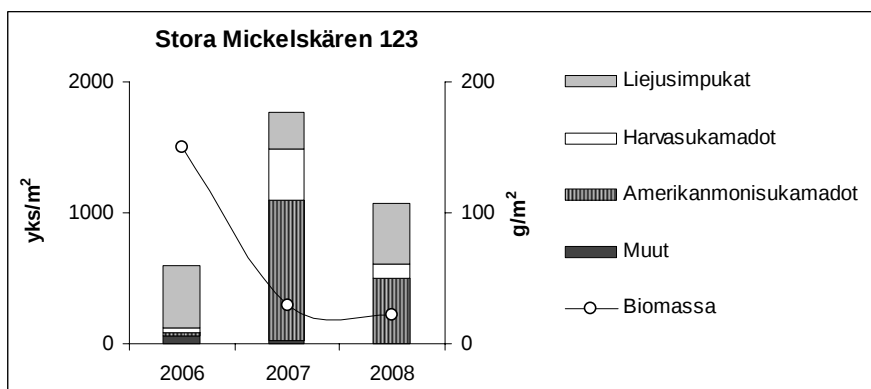
Kuva 6.9. Katajaluodon havaintopaikka 1259, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008.



Kuva 6.10. Kytön väylän havaintopaikka 57, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008.



Kuva 6.11. Knaperskärin havaintopaikka 147, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2004–2008.



Kuva 6.12. Stora Mickelskärenin havaintopaikka 123, pohjaeläinten yksilömäärä ja biomassa vuosina 2006–2008.

Amerikanmonisukamatojen määrät olivat Stora Mickelskärenillä muista havaintopisteistä poiketen vähentyneet (kuva 6.12), kun taas liejusimpukoiden määrä oli lisääntynyt. Kokonaisyksilömäärät olivat samaa suuruusluokkaa kuin Knaperskärin purkualueella, mutta pienempiä kuin itäisessä ulkosaaristossa, Katajaluodolla ja Kytön väylän havaintopaikoilla.

Useissa ulkosaariston näytteissä (Knaperskär, Katajaluodon havaintopaikat, Itäinen ulkosaaristo, Pentarn ja Stora Mickelskären) on viime vuosien (2005–2008) aikana esiintynyt öljyä, joskin öljymäärät ovat olleet pieniä. Pienien öljymäärien ei voida havaita vaikuttaneen pohjaeläinten lukumääriin tai biomassoihin.

6.4 Päähuomioita pohjaeläimistä

Helsingin ja Espoon lahtialueiden ja sisäsaariston pehmeiden liejupohjien pohjaeläinlajisto vuonna 2008 muodostui valtaosin harvasukasmadoista ja surviais-sääskien toukista. Nämä kaksi lajiryhmää olivat runsaita myös edellisinä vuosina. Espoonlahdella oli lisäksi vuosina 2007 ja 2008 myös melko runsaasti vaeltajakotiloita, jotka nekin viihtyvät suojaisten liejupohjaisten lahtien matalassa vedessä. Siirryttäessä kauemmaksi lahdist liejusimpukoiden määrä lisääntyi.

Jäteveden vaikutus ei nykytilanteessa, kun jätevedet johdetaan ulkosaaristoon, kohdistu suoranaisesti lahtialueiden ja sisäsaariston tilaan eikä siten myöskään pohjaeläimistöön. Vuosikymmenien takainen voimakas kuormitus ja rehevöityminen ovat kuitenkin vieläkin nähtävissä, sillä pohja on lajikäyhyä ja olemassa oleva lajisto koostuu valtaosiltaan rehevyyttä ja vähähappisuutta sietävistä lajeista.

Itäisen ulkosaariston aluetta pidetään vertailualueena Helsingin ja Espoon jätevesien purkualueille Katajaluodolle ja Knaperskärille. Itäisen ulkosaariston lajisto muistutti vuonna 2008 suuresti purkualueiden näytteiden lajistoa, kuten myös lajistoa yleensäkin ulkosaaristossa. Valtalajina olivat amerikanmonisukamadot, joiden määrä on kahtena peräkkäisenä vuonna lisääntynyt. Yksilölukumäärät ja biomassat olivat Itäisen ulkosaariston havaintopaikalla suurempia kuin läntisemmillä havaintopaikoilla. Poikkeuksen vuonna 2008 muodosti Katajaluodon (1259) havaintopaikka, jossa yksilölukumäärä ja biomassa lisääntyivät samaan suuruusluokkaan kuin itäisessä ulkosaaristossa.

Ulkosaariston pohjaeläinyhteisössä on Helsingin ja Espoon alueella nähtävissä samanlaisia kehityssuuntia kuin Suomenlahdella laajemminkin. Syvimmät havaintopaikat ovat Suomenlahden rehevöitymisen lisääntyessä alttiita happikadolle ja tästä johtuvalle pohjaeläinten vähenemiselle tai puuttumiselle. Suolaisempaa vettä vaativat lajit esiintyvät alueella vain satunnaisesti. Happiolosuhteet olivat Helsingin edustalla vuoden 2008 aikana normaalit ja suolaisempaa vettä vaativia lajeja esiintyi hyvin vähän. Puhdistettujen jätevesien johtaminen voi osaltaan vaikuttaa vähentäen pohjaeläinten määrää ja monimuotoisuutta siirryttäessä vertailualueita purkualueille. Osittain jätevesien vaikutukset kuitenkin peittyvät pohjaeläinlajiston normaaleihin suuriin vuosien välisiin vaihteluihin.

Kirjallisuus

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

7 Haitallisten aineiden pitoisuudet sedimentissä – erillistutkimus

7.1 Johdanto

Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien vesistövaikutuksen yhteistarkkailuohjelmassa oli vuonna 2008 vuorossa sedimentin haitallisten aineiden tutkimus.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella 166/2006 voimaansaatetun epäpuhtauksien päästöjä ja siirtoja koskevan raportointivelvoitteen (E-PRTR; European Pollutant Release and Transfer Register) mukaisesti toiminnanharjoittajien on ilmoitettava asetuksessa lueteltujen epäpuhtauksien kuormitus mereen.

Nyt tehdyssä sedimentin haitallisten aineiden tutkimuksessa tarkastellaan useiden asetuksessa 166/2006 lueteltujen haitallisten aineiden pitoisuuksia sedimentissä sekä ympäristöministeriön (2004) sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen mukaista sedimentin pilaantuneisuutta Helsingin edustan merialueella.

7.2 Aineisto ja menetelmät

Haitallisten aineiden pitoisuudet tutkittiin pintasedimenttinäytteistä Helsingin edustan alueelta (taulukko 7.1) syksyllä 2008 pohjaeläinnäytteenoton yhteydessä. Näytteet otettiin putkinoutimella ja analyysyjä varten otettiin talteen 0–5 cm:n paksuinen sedimentin pintakerros.

Taulukko 7.1. Sedimentin haitta-ainepitoisuuksien näytepisteet ja näytteenottoajat.

Pvm	Koodi	Näytepaikka	Lat	Lon	Syvyys (m)
17.9.2008	4	Vanhankaupunginselkä	60° 11.752'	24° 59.625'	2,5
17.9.2008	18	Vasikkasaari, Kruunuvuorenselkä	60° 9.108'	25° 0.301'	13
25.9.2008	57	Kytön väylä	60° 5.038'	24° 47.338'	29
25.9.2008	123	Stora Mickelskären	60° 1.003'	24° 35.096'	27
18.9.2008	125P	Katajaluoto	60° 6.509'	24° 53.169'	26
25.9.2008	147P	Knaperskär	60° 4.989'	24° 43.607'	26
19.9.2008	166	Pentarn	60° 6.586'	25° 16.733'	46
19.9.2008	1142	Itäinen ulkosaaristo	60° 7.509'	25° 5.606'	27
18.9.2008	1259	Katajaluoto	60° 5.421'	24° 55.595'	30

Sedimenttinäytteistä määritettiin MetropoliLabissa kuiva-aine, hehkutushäviö ja saveksen osuus (liite 7.1). Sedimenttinäytteistä analysoitiin orgaaniset tinayhdisteet (MBT, DBT, TBT, TBTB, MOT, DOT, TcHT, MPhT, DPhT ja TPhT), PCB-yhdisteet (kongeneerit PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, Σ PCB), arseeni (As) sekä raskasmetallit (Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Sn, Ni, Zn, V). Lisäksi sedimenttinäytteistä analysoitiin ftalaatit, oktyyli- ja nonyyli-fenolit sekä niiden etoksilaatit.

Organotinayhdisteet määritettiin nestekromatografi-massaspektrometrisesti. PCB-kongeneerit (GC/MS 16) määritettiin kylmäkuivatuista näytteistä. Raskas-

metallit määritettiin ICP-MS-analysaattorilla lukuun ottamatta elohopeaa (Hg), jonka määrittämisessä käytettiin AMA 254-analysaattoria. Saven osuus määritettiin laskeuttamismenetelmällä Analy-Cen laboratoriossa.

Tulokset ilmoitetaan absoluuttisina (mitattuina) pitoisuuksina sedimentissä, sekä fysikaalisten ominaisuuksien suhteen normalisoituna sedimenttinä (saven osuus 25 % ja orgaanisen aineksen 10 %). Normalisoinnilla rakenteeltaan erilaisten sedimenttien haitta-ainepitoisuudet saadaan keskenään vertailukelpoisiksi.

Metallien pitoisuudet normalisoidussa sedimentissä (C_{stb} ; mg kg^{-1} k.a.) laskettiin kaavalla

$$C_{stb} = C_m \left(\frac{a + 25b + 10c}{a + bL_m + cOS_m} \right),$$

jossa C_m on mitattu metallipitoisuus sedimentissä (mg kg^{-1} k.a.), L_m on saven ($< 2 \mu\text{m}$) osuus sedimentissä (%), OS_m on orgaanisen aineksen osuus sedimentissä (%) ja parametrit a , b , ja c ovat eri metalleille määritettyjä vakioita (Ympäristöministeriö 2004).

Orgaanisille haitta-aineiden pitoisuudet ($\mu\text{g kg}^{-1}$ k.a.) normalisoidussa sedimentissä laskettiin kaavalla

$$C_{stb} = C_m \frac{10}{OS_m},$$

jossa C_m on mitattu orgaanisen haitta-aineen pitoisuus sedimentissä ($\mu\text{g kg}^{-1}$ k.a.) ja OS_m on orgaanisen aineksen osuus sedimentissä (%).

Normalisoitujen sedimenttien vierasainepitoisuuksien luokitteluun käytettiin ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasoja (Ympäristöministeriö 2004):

- Haitaton ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan alemman tason (taso 1) alittava ruoppausmassa, josta aiheutuvia haittoja voidaan yleisesti pitää kemiallisen laadun puolesta meriympäristölle merkityksettöminä. Ruoppausmassa on mereen läjityskelpoista
- Mahdollisesti pilaantunut ruoppausmassa, jonka haitta-ainepitoisuudet asettuvat tasojen 1 ja 2 väliin. Mahdollisesti pilaantuneen sedimentin läjityskelpoisuus on arvioitava tapauskohtaisesti
- Pilaantunut ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan ylemmän tason (taso 2) ylittävä ruoppausmassa, jota pidetään haitallisuuden takia pääsääntöisesti mereen läjityskelvottomana (voidaan sijoittaa mereen, jos maalle sijoittamisen vaihtoehto on ympäristön kannalta huonompi vaihtoehto)

Oktyyli- ja nonyylifenolien ja niiden etoksilaattien, sekä ftalaattien pitoisuuksille ei ole olemassa sedimentin pilaantumisen raja-arvoa.

7.3 Tulokset

Raskasmetallit

Nikkeliä (Ni) ja kromia (Cr) lukuun ottamatta analysoitujen raskasmetallien normalisoidut pitoisuudet sedimentissä ylittivät jollain näyteasemalla ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen 1. tai 2. vertailutason (taulukko 7.2.). Kruunuvuorenselän sedimentin elohopeapitoisuus ($1,5 \text{ mg kg}^{-1}$) ja Stora Mickelskärenin (123) arseenipitoisuus ($60,0 \text{ mg kg}^{-1}$) oli haitta-ainepitoisuuksiltaan ylemmän tason ylittäviä.

Puhdistetun jäteveden purkutunneleiden suuaukkojen läheisyydessä ei havaittu kohonneita raskasmetallipitoisuuksia.

Taulukko 7.2. Sedimentinäytteiden (k.a) pintakerroksesta (0 - 5 cm) a) mitatut raskasmetallipitoisuudet³, sekä b) normalisoidut raskasmetallipitoisuudet Helsingin edustan näytesteillä.

a)

Näyte-piste	As mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Sn mg/kg	Zn mg/kg	V mg/kg	Hg mg/kg
4	7	0,5	16	66	43	47	32	4	212	77	0,1
18	12	0,5	14	61	47	45	35	5	168	78	1,4
57	7	< 0,3	14	61	30	14	32	< 2	102	77	< 0,1
123	47	0,4	14	49	21	20	22	2	105	49	< 0,1
125	4	0,4	4	17	10	10	9	2	46	21	< 0,1
147	6	0,3	9	37	19	12	19	2	68	47	< 0,1
166	12	1,1	13	57	41	34	31	4	152	38	0,2
1142	4	< 0,3	9	35	17	9	19	2	59	44	< 0,1
1259	4	< 0,3	7	30	15	10	15	3	58	39	< 0,1

b)

Näyte-piste	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg
4	7,2	<u>0,5</u>	64,7	44,3	<u>48,0</u>	31,1	<u>213,8</u>	<u>0,1</u>
18	12,7	<u>0,5</u>	64,9	<u>50,5</u>	<u>47,3</u>	38,3	<u>182,0</u>	1,5
57	6,4	< 0,3	48,4	27,1	13,0	23,3	84,5	< 0,1
123	60,0	<u>0,5</u>	62,8	28,4	24,5	32,1	147,1	< 0,1
125	6,6	<u>0,7</u>	29,3	19,2	15,1	22,5	98,4	< 0,1
147	8,7	<u>0,5</u>	52,9	30,5	16,3	33,3	113,9	< 0,1
166	12,3	<u>1,1</u>	63,3	42,1	34,7	36,2	163,6	<u>0,2</u>
1142	4,9	< 0,3	39,8	22,1	10,8	22,9	75,0	< 0,1
1259	5,5	< 0,3	39,5	22,3	13,0	22,8	87,8	< 0,1
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot								
TASO 1	<u>15</u>	<u>0,5</u>	<u>65</u>	<u>50</u>	<u>40</u>	<u>45</u>	<u>170</u>	<u>0,1</u>
TASO 2	60	2,5	270	90	200	60	500	1

³ Mittausepävarmuus 20 %

Orgaaniset tinayhdisteet

Tributyylitinaa (TBT) tai sen hajoamistuotteita mono- ja dibutyylitinaa (MBT, DBT) havaittiin kaikilla näyteasemilla (taulukko 7.3.). Korkein TBT-pitoisuus havaittiin Kruunuvuorenselällä, missä normalisoitu TBT-pitoisuus ylitti selvästi ruoppaus- ja läjitysohjeen ylemmän vertailutason ($200 \mu\text{g kg}^{-1}$). Ainoastaan itäisen ulkosaariston näytepisteellä (1142) TBT-pitoisuus oli alle määritysrajan ($<1 \mu\text{g kg}^{-1}$). Kaikilla muilla asemilla, mukaan lukien purkutunnelien ympäristö, normalisoitu TBT-pitoisuus ylitti tason 1 ($3 \mu\text{g kg}^{-1}$).

Trifenylitinaa (TPhT) ja sen hajoamistuotteita mono- ja difenyylitinaa (MPHT, DPhT) havaittiin ainoastaan Vanhankaupunginlahden (4) sekä Kruunuvuorenselän (18) näytepisteillä. Kruunuvuorenselällä normalisoidun TBT:n ja TPhT:n summapitoisuus ylitti Ympäristöministeriön pilaantuneen ruoppausmassan raja-arvon.

Tetrabutyylitinaa (TTBT) havaittiin ainoastaan Kruunuvuorenselän näytepisteeltä. Mono- ja dioktyyli- (MOT, DOT) sekä trisykloheksyyli- (TcHT) pitoisuudet olivat kaikilla näyteasemilla alle määritysrajan.

Taulukko 7.3. Sedimenttinäytteiden (k.a) pintakerroksesta (0–5 cm) a) mitatut organotinayhdistepitoisuudet¹, sekä b) normalisoidut organotinayhdistepitoisuudet Helsingin edustan näytepisteillä.

a)

Näyte-piste	MBT $\mu\text{g/kg}$	DBT $\mu\text{g/kg}$	TBT $\mu\text{g/kg}$	TTBT $\mu\text{g/kg}$	MOT $\mu\text{g/kg}$	DOT $\mu\text{g/kg}$	TcHT $\mu\text{g/kg}$	MPHT $\mu\text{g/kg}$	DPhT $\mu\text{g/kg}$	TPhT $\mu\text{g/kg}$
4	21	17	23	< 1	< 1	< 1	< 1	4	5	11
18	18	42	260	19	< 1	< 1	< 1	4	10	17
57	2	2	4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
123	< 1	4	6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
125	5	3	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
147	2	1	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
166	< 1	3	8	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1142	5	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1259	3	2	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

b)

Näyte-piste	MBT $\mu\text{g/kg}$	DBT $\mu\text{g/kg}$	TBT $\mu\text{g/kg}$	TTBT $\mu\text{g/kg}$	MOT $\mu\text{g/kg}$	DOT $\mu\text{g/kg}$	TcHT $\mu\text{g/kg}$	MPHT $\mu\text{g/kg}$	DPhT $\mu\text{g/kg}$	TPhT $\mu\text{g/kg}$
4	29,2	23,6	<u>31,9</u>	< 1	< 1	< 1	< 1	5,6	6,9	<u>15,3</u>
18	20,5	47,7	295,5	21,6	< 1	< 1	< 1	4,5	11,4	19,3
57	6,1	6,1	<u>12,1</u>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
123	< 1	7,5	<u>11,3</u>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
125	21,7	13,0	<u>21,7</u>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
147	8,3	4,2	<u>12,5</u>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
166	< 1	2,2	<u>6,0</u>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1142	23,8	23,8	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1259	13,0	8,7	<u>13,0</u>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot										
TASO 1	3									
TASO 2	200									

¹ Mittausepävarmuus 10 %

² Suosituksen mukaan trifenyyli- (TPT) käytetään seuraavia laatuksiteerejä

- taso 1: $3 \mu\text{g kg}^{-1}$ kuiva-ainetta normalisoituna

- taso 2: $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ kuiva-ainetta normalisoituna tributyyli- (TBT) ja trifenyyli- (TPhT) summapitoisuutena (Ympäristöministeriö 2007)

Polyklooratut bifenyylit (PCB)

PCB-pitoisuuksia havaittiin kolmella näyteasemalla (taulukko 7.4). Suurimmat pitoisuudet oli kongeneereilla PCB-138, PCB-153 ja PCB-180, joista PCB-138 kongeneerin pitoisuus ylitti Kruunuvuorenselän (18) näytepisteellä ruoppaus- ja läjitysohjeen ylemmän vertailutason ($30 \mu\text{g kg}^{-1}$). Summa PCB-pitoisuus oli selvästi suurempi Kruunuvuorenselällä ($106,8 \mu\text{g kg}^{-1}$) verrattuna Stora Mickelskärin ($7,5 \mu\text{g kg}^{-1}$) ja Vanhankaupunginselän ($13,9 \mu\text{g kg}^{-1}$) Σ PCB-pitoisuuksiin.

Puhdistetun jäteveden purkuaukkojen läheisyydessä ei havaittu kohonneita PCB-pitoisuuksia.

Taulukko 7.4. Sedimenttinäytteiden (k.a) pintakerroksesta (0 - 5 cm) a) mitatut PCB-pitoisuudet¹ sekä b) normalisoidut PCB-pitoisuudet Helsingin edustan näytepisteillä.

a)

Näyte-piste	PCB-28 $\mu\text{g/kg}$	PCB-52 $\mu\text{g/kg}$	PCB-101 $\mu\text{g/kg}$	PCB-118 $\mu\text{g/kg}$	PCB-138 $\mu\text{g/kg}$	PCB-153 $\mu\text{g/kg}$	PCB-180 $\mu\text{g/kg}$
4	< 1	< 1	< 3	< 3	3	4	3
18	< 1	2	9	4	34	24	21
57	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
123	< 1	1	< 3	< 3	3	< 3	< 3
125	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
147	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
166	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
1142	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
1259	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3

b)

Näyte-piste	PCB-28 $\mu\text{g/kg}$	PCB-52 $\mu\text{g/kg}$	PCB-101 $\mu\text{g/kg}$	PCB-118 $\mu\text{g/kg}$	PCB-138 $\mu\text{g/kg}$	PCB-153 $\mu\text{g/kg}$	PCB-180 $\mu\text{g/kg}$
4	< 1	< 1	< 3	< 3	<u>4,2</u>	<u>5,6</u>	<u>4,2</u>
18	< 1	<u>2,3</u>	<u>10,2</u>	<u>4,5</u>	38,6	<u>27,3</u>	<u>23,9</u>
57	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
123	< 1	<u>1,9</u>	< 3	< 3	<u>5,7</u>	< 3	< 3
125	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
147	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
166	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
1142	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
1259	< 1	< 1	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot							
Taso 1	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
Taso 2	30	30	30	30	30	30	30

¹ Mittausepävarmuus 30 %

Oktyyli- ja nonyyliifenolit ja niiden etoksilaatit, sekä ftalaatit

Analysoitujen oktyyli- ja nonyyliifenolien sekä niiden etoksilaattien pitoisuudet olivat kaikilla näyteasemilla alle määritysrajojen, mukaan lukien puhdistetun jäteveden purkuaukkojen lähellä olevat näytepisteet (taulukko 7.5).

Ftalaateista havaittiin Vanhankaupungin (4) ja Kruunuvuorenselän (18) näytepis-teiltä di-2-etyyliheksyyliftalaattia. Kaikkien muiden analysoitujen ftalaattien pitoi-suudet sedimentissä olivat alle määritysrajan.

Taulukko 7.5. Sedimenttinäytteiden (k.a) pintakerroksesta (0 - 5 cm) mitattujen¹ oktyyli- ja nonyyliifenolien ja niiden etoksilaattien, sekä ftalaattien pitoisuudet ($\mu\text{g kg}^{-1}$ k.a.) Helsingin edustan näytepis-teillä.

	Näytepiste								
	4	18	57	123	125	147	116	1142	1259
Oktyyli- ja nonyyliifenolit sekä niiden etoksilaatit:									
4-tert-Oktyyliifenoli	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-n-nonyyliifenoli	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
iso-Nonyyliifenoli	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
4-tert-Butyyliifenoli	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-tert-Pentyyliifenoli	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-t-Oktyyliifenolimonoetoksylaatti	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-t-Oktyyliifenolidietoksylaatti	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-t-Oktyyliifenolitrietoksylaatti	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-t-Oktyyliifenolitrietoksylaatti	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-t-Oktyyliifenolipentaetoksylaatti	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-t-Oktyyliifenoliheksaetoksylaatti	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
iso-Nonyyliifenolimonoetoksylaatti	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
iso-Nonyyliifenolidietoksylaatti	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
iso-Nonyyliifenolitrietoksylaatti	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
iso-Nonyyliifenolitetraetoksylaatti	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
iso-Nonyyliifenolipentaetoksylaatti	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Ftalaatit:									
Dimetyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Dietyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Bentsyylibentsoaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-isobutyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Dibutyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Dimetoksietyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-isoheksyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-2-etoksietyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Dipentyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-n-heksyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Bentsyylibutyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Heksyyli-2-etyyliheksyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Dibutoksietyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Disykloheksyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-2-etyyliheksyyliftalaatti	720	130	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-isononyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-n-oktyyliftalaatti	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Di-isodekyyliftalaatti	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000

¹ Mittausepävarmuus 25 %

7.4 Tulosten tarkastelu

Raskasmetallit

Eniten raskasmetalleja havaittiin rannikonläheisillä asemilla eli Vanhankaupunginselällä ja Kruunuvuorenselällä. Kruunuvuorenselän (18) elohopeapitoisuus ja Stora Mickelskärenin (123) arseenipitoisuus olivat korkeita verrattuna alueelta aiemmin tehtyihin tutkimuksiin ja normalisoidut pitoisuudet ylittivät pilaantuneen ruoppausmassan vertailutason. Muiden tutkittujen raskasmetallien pitoisuudet olivat lähellä aikaisemmissa selvityksissä havaittuja raskasmetallien pitoisuuksia (Vatanen 2005).

Puhdistetun jäteveden purkuaukkojen läheisyydessä ei havaittu kohonneita sedimentin raskasmetallipitoisuuksia.

Orgaaniset tinayhdisteet

Tributyylitinaa (TBT) havaittiin sedimentin pintakerroksessa tason 1 ylittäviä pitoisuuksia kaikilla muilla asemilla paitsi Itäisen ulkosaariston näytepisteellä (1142), missä kuitenkin esiintyi TBT:n hajoamistuotteita. TBT:n pääasiallinen hajoamistuote on dibutyylitina (DBT), joka vuorostaan hajoaa monobutyylitinaksi (MBT) ja edelleen epäorgaaniseksi tinayhdisteiksi (SnO_2). Hajoamistuotteiden myrkyllisyys on vähäisempi kuin emoineen myrkyllisyys. Sedimentissä TBT:n puoliintumisaika on hyvissäkin olosuhteissa huomattavasti pidempi kuin vedessä, kuukausista jopa useisiin vuosiin (Ympäristöministeriö 2007).

Korkein TBT-pitoisuus havaittiin Kruunuvuorenselän näytepisteellä, jossa sedimentin normalisoitu TBT-pitoisuus sekä trifenyylitinapitoisuus (TPhT) ylitti selvästi pilaantuneen ruoppausmassan raja-arvon. Tulokset ovat samansuuntaiset aikaisemmin alueella tehdyn tutkimuksen kanssa, jossa havaittiin Kruunuvuorenselällä sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen tason 2 ylittäviä sedimentin TBT- ja TPhT-pitoisuuksia.

TPhT on monilta ominaisuuksiltaan rinnastettavissa tributyylitinaan, vaikka kemialliselta rakenteeltaan yhdisteet poikkeavat selvästi toisistaan. Vaikka nykyisten tietojen perusteella TPhT-yhdisteiden akuutit vaikutukset vesieliöille eivät ole samaa luokkaa kuin TBT-yhdisteiden, niiden pitkäaikaisvaikutukset eliöille samantyyppisiä kuin TBT:n.

TPhT:n hajoamistuotteet biologiset hajoamistuotteet ovat difenyylitina (DPhT) ja edelleen monofenyylitina (MPhT), joita molempia havaittiin sekä Vanhankaupunginselällä että Kruunuvuorenselällä.

Kruunuvuorenselällä esiintyi myös tetrabutyylitinaa (TTBT), jonka pitoisuudelle sedimentissä ei ole olemassa kriittistä raja-arvoa.

Purkuaukkojen läheisyydessä TBT-pitoisuus ylitti tason 1, mutta määrät olivat selvästi alle ympäristöministeriön asettaman vertailutason 2.

Polyklooratut hiilivedyt (PCB)

Yksittäisistä PCB-kongeneereista PCB-138-pitoisuus Kruunuvuorenselällä ylitti normalisoituna tason 2. Vanhankaupunginselän, Kruunuvuorenselän ja Stora Mickelskärin näytepisteillä eräiden yksittäisten PCB-kongeneerien pitoisuudet

ylittivät tason 1, mutta muilla tutkituilla näyteasemilla normalisoidut pitoisuudet sedimentissä olivat alle määrittäysrajan. Kruunuvuorenselältä havaittu PCB-118 on dioksiinin kaltainen, jonka toksiset ominaisuudet vastaavat dioksiinien ominaisuuksia. Aikaisemmissa tutkimuksissa Kruunuvuorenselältä ei ole havaittu kyseistä kongeneeriä.

Purkuaukkojen läheisyydessä ei havaittu kohonneita PCB-kongeneerien pitoisuuksia sedimentissä.

Oktyyli- ja nonyylifenolit ja niiden etoksilaatit, sekä ftalaatit

Oktyyli- ja nonyylifenoleita ja niiden etoksilaatteja ei havaittu yhdenkään näyteaseman sedimenttinäytteissä.

Ftalaateista havaittiin ainoastaan di-2-etyyliheksyyliftalaattia (DEHP) kahdelta näytepisteeltä: Vanhankaupunginselkä ja Kruunuvuorenselkä. DEHP-pitoisuus oli huomattavasti korkeampi Vanhankaupunginselällä, mikä viittaa siihen että DEHP saattaa kulkeutua Vanhankaupunginselälle Vantaajoesta.

Purkuaukkojen läheisyydessä sedimentin oktyyli- ja nonyylifenolien ja niiden etoksilaattien, sekä ftalaattien pitoisuudet olivat alle määrittäystason.

Johtopäätökset

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen 166/2006 mukaisten E-PRTR raportointivelvoitteen mukaisten haitta-aineiden mitatut pitoisuudet olivat alhaisia purkuaukkojen läheisyydessä. Puhdistetun jätevesien purkupaikkojen läheisyydessä ei havaittu tutkittujen haitta-aineiden kohonneita pitoisuuksia, joiden olisi voitu osoittaa johtuvan ainoastaan puhdistettujen jätevesien aiheuttamasta kuormituksesta (liite 7.1).

Sedimentin kohonneet TBT-pitoisuudet ilmentävät alueen runsaan laivaliikenteen aiheuttanutta kuormitusta. Helsingin edustan sedimentit kuuluvat suurelta osin nk. harmaalle alueelle, jossa ruoppausmassojen läjityskelpoisuus tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Kruunuvuorenselällä haitta-aineiden normalisoidut pitoisuudet sedimentissä olivat selvästi korkeammat kuin muilla alueilla ja ylittivät pilaantuneen ruoppausmassan vertailutason, mikä tulisi ottaa huomioon alueen käytön suunnittelussa.

Kirjallisuus

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 166/2006.

Vatanen, S. (2005): Sedimenttien haitta-ainekartoitus Helsingin vesialueella vuonna 2005. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 8/2005.

Ympäristöministeriö (2004): Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje – Anvisning för muddring och deponering av muddermassor. Ympäristöopas 117.

Ympäristöministeriö (2007): Orgaaniset tinayhdisteet Suomen vesialueilla. Ympäristöministeriön työryhmän mietintö. Ympäristöministeriön raportteja 11/2007.

Liite 7.1. Euroopan päästörekisterin E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register) mukaisten haitallisten aineiden kuormitus mereen Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoilta vuonna 2008.

PRTR no	Aine	Viikinmäki		Suomenoja		Kynnysarvo (kg a ⁻¹)
		Lähtevä vesi (µg l ⁻¹)	Kuormitus (kg a ⁻¹)	Lähtevä vesi (µg l ⁻¹)	Kuormitus (kg a ⁻¹)	
12	N _{tot}	5300	609550	14000	553000	50000
13	P _{tot}	220	25185	290	10900	5000
17	As	2,09	230	0,54	20,6	5
18	Cd	0,40	44	0,033	1,26	5
19	Cr	1,95	215	1,46	55,7	50
20	Cu	12,09	1331	5,98	228	50
21	Hg	0,04	4	<0,02	nd	1
22	Ni	10,5	1151	8,55	326	20
23	Pb	1,50	165	0,72	27,4	20
24	Zn	53,36	5875	22,3	850	100
35	Dikloorimetaani (DCM)	nd	nd	<0,5	nd	10
40	AOX	35,18	3873	35	1330	1000
58	Trikloorimetaani	nd	nd	<0,4	nd	10
64	Nonyylifenoli ja nonyylifenolietoksylaatit	0,542	60	1,321	50,4	1
70	Di-2-etyyliheksyyliiftalaatti (DEPH)	0,10	11	3,457	132	1
71	Fenolit	2,6	286	<7,7	nd	20
76	TOC	13300	1468000	13000	491000	50000
79	Kloridit	98160	10807416	51000	1940000	2000000
83	Fluoridit	310	34131	215	8200	2000
87	Oktyylifenolit ja oktyyli-fenolietoksylaatit	0,074	8	0,085	3,24	1

nd = aine saattaa ylittää raportointirajan, mutta pitoisuus on alle määritysrajan

Liite 7.2. Helsingin edustan näytepisteiden sedimentin haihdutusjäännös, hehkutushäviö ja savipitoisuus.

Näytepiste	Haihdutusjäännös, TS (%)	Kuiva-aineen hehkutushäviö (% TS)	Savipitoisuus (%)
4	36,1	7,2	26,0
18	27,8	8,8	22,0
57	49,7	3,3	38,0
123	37,4	5,3	14,0
125	58,0	2,3	4,0
147	53,8	2,4	10,0
166	16,2	13,4	20,0
1142	57,3	2,1	19,0
1259	55,3	2,3	13,0

Liite 1. Fysikaalis-kemialliset analyysitulokset havaintopaikoilta vuonna 2008																										
Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
		m	m	m	m	°C		mg/l	%	o/oo	FTU	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mmol/l	mg/l	mg C /m³d	mpn/ 100 ml	µg/l	mg Pt/l	µg/l
4	8.4.08	2,5	0,1	0	0	5,1	7,3	12	98	0	88	2 300	1 500	9		70	100		13				220			
4	8.4.08	2,5		2	2	4,8	7,4	12	96	0	87	2 300	1 600	7,6		73	100		13				250			
4	8.4.08	2,5		0	2		7,3													0,59	6,6	26		3		
4	21.4.08	2,5	0,2	0	0	6,6																				
4	21.4.08	2,5		0	2		7,3													1,9	6	43		3		
4	5.5.08	2,5	0,4	0	0	14	7,9	10,9	108	1,08	29	1 400	730	4		< 4	69		5,1				5			
4	5.5.08	2,5		2	2	12	8	11,3	105	4,95	26	1 200	580	3		< 4	62		4,8				12			
4	5.5.08	2,5		0	2		7,9													0,9	10,3	2 100		32		
4	19.5.08	2,5	0,5	0	0	11																				
4	19.5.08	2,5		0	2		8,4													1,2	13,5	1 800		24		
4	2.6.08	2,5	0,8	0	0	16	8,1	10	104	3,82	15	600	< 4	< 2		< 4	80	13	< 5				1			
4	2.6.08	2,5		2	2	16	8,1	10	104	3,82	16	590	< 4	< 2		< 4	78	10	< 5				4			
4	2.6.08	2,5		0	2		8													1,3	14,3	1 000		15,1		
4	16.6.08	2,5	0,6	0	0	16																				
4	16.6.08	2,5		0	2		8,3													1,3	14,7	1 400		30		
4	2.7.08	2,5	0,2	0	0	19																				
4	2.7.08	2,5		0	2		7,6													0,94	11	1 200		21,5		
4	14.7.08	2,5	0,5	0	0	20	8,7	10,1	113	3,79	16	890	13	5		< 4	84	< 5	< 5				2			
4	14.7.08	2,5		2	2	20	8,3	8,3	93	3,86	36	920	34	5		13	95	19	< 5				3			
4	14.7.08	2,5		0	2		8,4													1,3	14	2 400		51,8		
4	29.7.08	2,5	0,7	0	0	20																				
4	29.7.08	2,5		0	2		8,1													1,4	15,9	2 000		22,4		
4	11.8.08	2,5	1	0	0	17	8,1	7,4	78	4,04	7,5	650	< 4	< 2		< 4	51	6	< 5				15			
4	11.8.08	2,5		2	2	17	8,1	6,6	70	4,02	7,7	640	< 4	< 2		< 4	52	7	< 5				16			
4	11.8.08	2,5		0	2		8													1,5	16	1 600		31,8		
4	26.8.08	2,5	0,9	0	0	16																				
4	26.8.08	2,5		0	2		7,8													1,3	16,1	1 800		20,3		
4	9.9.08	2,5	0,8	0	0	14	7,8	9	90	3,58	15	650	87	2		22	64	18	< 5				14			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
25	25.8.08	5		0	4		7,9													1,4	17	680		9,8		
25	8.9.08	5	1,2	0	0	15																				
25	8.9.08	5		0	4		7,9													1,5	16,8	750		10,9		
25	22.9.08	5	1,3	0	0	11														1,4	17	820		11,6		
25	22.9.08	5		0	4		7,9																			
25	13.10.08	5	2,3	0	0	10																				
25	13.10.08	5		0	4		7,7													1,5	16,8	590		9,1		
39	7.4.08	32	3,9	0	0	1,7	8	14	101	4,78	1,1	440	110	< 4		4	42		23				< 1			
39	7.4.08	32		15	15	1,7	8	13	96	4,79	1,1	440	110	< 4		5	42		18				< 1			
39	7.4.08	32		31	31	2,2	7,7	11	86	5,67	1,1	410	120	< 4		4	36		26				1			
39	7.4.08	32		0	4																			6		
39	6.5.08	32	2,3	0	0	6,2	8,6	14,5	121	4,62	2,6	600	< 4	< 2		< 4	58		7,2				< 1			
39	6.5.08	32		15	15	5,7	8,6	14,5	119	4,65	2,4	560	< 4	< 2		< 4	51		4,2				< 1			
39	6.5.08	32		31	31	3,2	7,9	11,7	91	5,98	1,3	470	82	2		6	46		23				< 1			
39	6.5.08	32		0	4																			27		
39	4.6.08	32	7	0	0	11	8,5	11,3	106	4,78	1,5	340	< 4	< 2		< 4	15	< 5	< 5				< 1			
39	4.6.08	32		15	15	9,2	8,4	11,2	101	4,9	1,8	340	< 4	< 2		4	21	< 5	< 5				< 1			
39	4.6.08	32		31	31	4,6	7,7	9,8	79	5,75	1,9	390	42	< 2		37	37	25	22				< 1			
39	4.6.08	32		0	4																			1,6		
39	21.7.08	33	3,2	0	0	17	8,5	9,8	104	5,39	1,3	430	< 4	< 2		< 4	23	< 5	< 5				< 1			
39	21.7.08	33		15	15	13	8	8,4	83	5,43	0,61	350	< 4	< 2		4	15	< 5	< 5				< 1			
39	21.7.08	33		31	31	7,1	7,5	7,9	68	5,65	2,3	450	56	3		52	46	28	25				< 1			
39	21.7.08	33		0	4																			7,1		
39	11.8.08	33	3,3	0	0	17	8,2	5,9	63	5,39	1,7	430	8	< 2		44	26	9	7				2			
39	11.8.08	33		15	15	17	8,2	5,9	63	5,41	2	500	7	< 2		44	24	11	9				< 1			
39	11.8.08	33		31	31	12	7,7	5,7	55	5,6	1,7	390	30	2		39	29	18	17				< 1			
39	11.8.08	33		0	4																			3,9		
39	16.9.08	32	4,9	0	0	14	7,9	9,5	94	5,1	0,61	350	17	< 2		33	20	8,6	7,7				1			
39	16.9.08	32		15	15	14	8	9,3	92	5,09	0,63	360	18	< 2		34	20	8,4	6,9				< 1			
39	16.9.08	32		31	31	14	7,9	9	89	5,17	1,4	370	28	< 2		43	25	13	9,6				1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
39	16.9.08	32		0	4																			4,2		
39	13.10.08	32	5	0	0	10	7,8	10,2	94	5,42	1,1	370	36	2		4	27	14	14				18			
39	13.10.08	32		15	15	10	7,8	10	92	5,45	1,2	360	40	2		7	25	14	14				13			
39	13.10.08	32		31	31	8,3	7,5	7,6	67	6,29	1,8	560	100	2		10	62	37	33				1			
39	13.10.08	32		0	4																			5		
39	20.11.08	32	3,3	0	0	6,8	7,8	10,9	93	6,13	3,1	380	110	4		10	37	30	25				10			
39	20.11.08	32		15	15	6,9	7,8	10,8	92	6,14	2,7	380	110	4		9	36	31	27				12			
39	20.11.08	32		31	31	6,9	7,8	10,9	93	6,13	3,1	370	110	4		9	36	32	25				11			
57	8.4.08	32	3,1	0	0	1,8	8	14	103	4,81	1,7	470	110	4,2		< 10	41		< 5				4			
57	8.4.08	32		15	15	1,8	7,9	14	102	4,81	2	460	110	< 4		< 10	60		< 5				6			
57	8.4.08	32		31	31	1,6	7,9	13	99	4,92	1,7	430	120	< 4		< 10	36		< 5				3			
57	8.4.08	32		0	4																			10		
57	7.5.08	32	2,3	0	0	6,8	8,7	14,3	121	4,62	2,3	500	< 4	< 2		< 4	56		< 5				14			
57	7.5.08	32		15	15	6,3	8,6	14,3	120	4,67	1,5	410	< 4	< 2		< 4	39		< 5				3			
57	7.5.08	32		31	31	3,2	7,9	11,9	92	5,36	2	510	15	< 2		< 4	34		17				1			
57	7.5.08	32		0	4																			30		
57	3.6.08	32	3,9	0	0	11	8,4	11,2	105	4,78	1,3	370	< 4	< 2		< 4	19	< 5	< 5				< 1			
57	3.6.08	32		15	15	8,3	8,4	11,2	98	4,96	1,1	370	< 4	< 2		7	21	7,2	5,7				1			
57	3.6.08	32		31	31	4,6	7,6	9,6	77	5,83	2,4	430	50	< 2		42	46	26	23				< 1			
57	3.6.08	32		0	4																			2,3		
57	23.7.08	32	3,7	0	0	14	8,1	9,4	95	5,43	1,4	370	< 4	< 2		< 4	21	< 5	< 5				9			
57	23.7.08	32		15	15	9,6	7,6	8,1	74	5,52	0,79	320	< 4	< 2		7	25	10	6,7				1			
57	23.7.08	32		31	31	7,3	7,4	7,6	65	5,72	2,1	330	< 4	< 2		5	35	18	12				2			
57	23.7.08	32		0	4																			7,7		
57	18.8.08	31	3,3	0	0	16	8,2	9,4	99	4,95	5,7	410	< 4	< 2		< 4	23	< 5	< 5				< 1			
57	18.8.08	31		15	15	16	8	8,7	91	5,5	1,8	400	15	< 2		35	27	11	9				5			
57	18.8.08	31		30	30	12	7,7	7,8	75	5,5	2,3	420	43	< 2		45	35	22	16				1			
57	18.8.08	31		0	4																			10,2		
57	11.9.08	32	3,4	0	0	14	7,9	9,3	94	5,13	1,6	370	17	< 2		25	23	9,8	7,7				1			
57	11.9.08	32		15	15	14	7,9	9	91	5,13	1,4	350	17	< 2		25	26	10	7,2				1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
57	11.9.08	32		31	31	14	8	8,9	90	5,19	2,8	350	20	< 2		26	24	11	8,6				2			
57	11.9.08	32		0	4																		4,8			
57	14.10.08	32	5	0	0	10	7,8	10	92	5,55	0,81	380	58	3		6	27	19	19				12			
57	14.10.08	32		15	15	10	7,7	9,6	88	5,76	0,61	360	50	3		13	24	20	20				1			
57	14.10.08	32		31	31	8,5	7,5	7,6	68	6,23	2,9	410	95	2		21	41	39	32				2			
57	14.10.08	32		0	4																		4,2			
57	17.11.08	32	4,1	0	0	7	7,8	10,9	94	6,17	1,2	430	110	4		10	36	30	29				13			
57	17.11.08	32		15	15	7,2	7,8	10,9	94	6,21	1,4	390	100	4		10	36	30	29				17			
57	17.11.08	32		31	31	7,3	7,8	10,5	91	6,23	1,4	390	99	4		10	35	30	26				11			
68	8.4.08	17	1,7	0	0	2,4	8,1	14	107	4,53	4,7	540	140	< 4		< 10	42		< 5				3			
68	8.4.08	17		5	5	2,4	8,1	14	107	4,54	4,6	570	140	< 4		< 10	41		< 5				3			
68	8.4.08	17		10	10	2,3	8,2	14	109	4,64	3,3	490	100	4		< 10	37		< 5				3			
68	8.4.08	17		16	16	2,2	8,1	14	107	4,69	2,7	460	92	< 4		< 10	30		< 5				1			
68	8.4.08	17		0	4																		13			
68	5.5.08	17	1,8	0	0	8,7	8,9	15,7	139	4,46	4,6	520	< 4	< 2		< 4	42		< 5				< 1			
68	5.5.08	17		5	5	8,2	8,8	15,4	134	4,5	4,1	500	< 4	< 2		< 4	34		< 5				< 1			
68	5.5.08	17		10	10	6,7	8,6	14,7	124	4,54	6,5	430	< 4	< 2		< 4	21		< 5				< 1			
68	5.5.08	17		16	16	4,1	7,9	11,7	92	4,82	3,1	450	< 4	< 2		< 4	29		< 5				1			
68	5.5.08	17		0	4																		32			
68	2.6.08	16,5	2,8	0	0	13	8,4	10,6	103	4,7	1,7	400	< 4	< 2		< 4	21	< 5	< 5				< 1			
68	2.6.08	16,5		5	5	12	8,3	10,8	104	4,71	1,9	390	< 4	< 2		< 4	20	< 5	< 5				< 1			
68	2.6.08	16,5		10	10	10	8,3	10,9	100	4,77	3,3	400	< 4	< 2		5	26	< 5	< 5				< 1			
68	2.6.08	16,5		16	16	8	8,1	10,3	90	4,99	6,6	460	< 4	< 2		14	42	16	12				< 1			
68	2.6.08	16,5		0	4																		2,3			
68	14.7.08	16	2,1	0	0	18	8,5	10,2	111	5,33	2,2	560	< 4	< 2		< 4	31	< 5	< 5				< 1			
68	14.7.08	16		5	5	17	8,3	9,7	103	5,31	1,5	410	< 4	< 2		< 4	26	< 5	< 5				< 1			
68	14.7.08	16		10	10	12	7,7	8,3	80	5,39	1,5	370	< 4	< 2		< 4	23	5,1	< 5				< 1			
68	14.7.08	16		16	16	11	7,5	7,2	68	5,49	14	470	< 4	< 2		< 4	65	23	17				1			
68	14.7.08	16		0	4																		10,2			
68	12.8.08	17	1,8	0	0	17	8,2	9	96	5,4	3,7	400	< 4	< 2		< 4	32	9	6				7			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumityppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
68	12.8.08	17		5	5	17	8,2	8,8	94	5,4	3,4	480	< 4	< 2		< 4	33	11	6				3			
68	12.8.08	17		10	10	17	8,2	8,8	93	5,41	3,5	430	< 4	< 2		< 4	33	9	6				10			
68	12.8.08	17		16	16	17	8,2	8,6	91	5,38	3,6	440	< 4	< 2		5	33	9	6				5			
68	12.8.08	17		0	4																			9,1		
68	9.9.08	17	2,4	0	0	15	7,9	9,1	92	5,26	2,7	530	18	< 2		19	37	14	11				1			
68	9.9.08	17		5	5	15	7,9	8,7	88	5,26	2,8	370	20	< 2		17	33	11	10				2			
68	9.9.08	17		10	10	15	7,9	9	91	5,27	2,6	360	19	< 2		19	32	12	9,5				1			
68	9.9.08	17		16	16	12	7,5	6,6	64	5,53	2,4	390	74	< 2		57	38	23	22				3			
68	9.9.08	17		0	4																			7,5		
68	14.10.08	17	4,6	0	0	10	7,9	10,2	94	5,37	1,1	350	23	2		< 4	23	15	11				1			
68	14.10.08	17		5	5	10	7,9	10,2	94	5,35	0,88	360	23	2		4	25	15	11				2			
68	14.10.08	17		10	10	10	7,8	9,9	91	5,5	1,1	360	34	3		9	24	18	14				1			
68	14.10.08	17		16	16	9,7	7,6	8,6	79	5,81	0,99	390	64	3		30	31	27	23				4			
68	14.10.08	17		0	4																			5,2		
68	17.11.08	17	3,2	0	0	6,6	7,8	11	93	6	2,2	420	120	4		11	37	30	30				10			
68	17.11.08	17		5	5	6,6	7,8	10,7	91	6,01	2,4	420	120	4		10	37	30	29				5			
68	17.11.08	17		10	10	6,6	7,8	11	93	6,01	2,6	410	120	4		10	34	30	27				14			
68	17.11.08	17		16	16	6,6	7,8	10,1	86	6,02	1,8	440	120	4		10	36	30	26				10			
87	8.4.08	3,5	1,9	0	0	5,2																				
87	8.4.08	3,5		0	3		8,2													1,2	15	280		8		
87	22.4.08	3,5	1,1	0	0	7,9																				
87	22.4.08	3,5		0	3		8,5													1,4	13,9	1 067		25		
87	5.5.08	3,5	1,8	0	0	14																				
87	5.5.08	3,5		0	3		8,5													1,3	13,8	490		6		
87	19.5.08	3,5	0,7	0	0	11																				
87	19.5.08	3,5		0	3		7,8													1,3	16,1	840		12		
87	2.6.08	3,5	0,7	0	0	17																				
87	2.6.08	3,5		0	3		7,9													1,4	15,9	1 300		17,5		
87	16.6.08	3,5	0,8	0	0	17																				
87	16.6.08	3,5		0	3		7,9													1,4	16,5	930		14,7		

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
87	2.7.08	3,5	0,9	0	0	19																				
87	2.7.08	3,5		0	3		8,2													1,4	15	880		13,8		
87	23.7.08	3,5	0,8	0	0	19																				
87	23.7.08	3,5		0	3		8,1													1,5	16,7	1 700		25,2		
87	29.7.08	3,5	0,8	0	0	21																				
87	29.7.08	3,5		0	3		8,3													1,5	16,6	1 600		26,8		
87	12.8.08	3,5	0,8	0	0	18																				
87	12.8.08	3,5		0	3		8,4													1,5	16,5	1 900		37,6		
87	26.8.08	3,5	0,8	0	0	17																				
87	26.8.08	3,5		0	3		8,3													1,5	16,7	1 700		30,5		
87	9.9.08	3,5	0,9	0	0	14																				
87	9.9.08	3,5		0	3		8													1,5	16,7	1 400		27,2		
87	24.9.08	3,5	0,9	0	0	12																				
87	24.9.08	3,5		0	3		8,1													1,4	17,3	1 500		20,6		
87	14.10.08	3,5	1	0	0	10																				
87	14.10.08	3,5		0	3		7,8													1,4	16,5	1 500		20,1		
111	7.4.08	13	2,6	0	0	2,1																				
111	7.4.08	13		0	4		8													1,2	14,8	551		13		
111	21.4.08	13	1,3	0	0	5,1																				
111	21.4.08	13		0	4		8,4													1,2	12,3	819		66		
111	6.5.08	13	2,8	0	0	6,2																				
111	6.5.08	13		0	4		8,5													1,3	13,9	460		16		
111	20.5.08	13	2,1	0	0	9,1																				
111	20.5.08	13		0	4		8,4													1,3	14,4	350		5		
111	2.6.08	13	2,5	0	0	11																				
111	2.6.08	13		0	4		8,3													1,3	14,2	330		3,7		
111	16.6.08	13,9	2,1	0	0	11																				
111	16.6.08	13,9		0	4		8													1,4	15,9	500		4,5		
111	1.7.08	13	2,5	0	0	15																				
111	1.7.08	13		0	4		8,2													1,4	16	330		4,2		

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
111	15.7.08	13	2,8	0	0	16																				
111	15.7.08	13		0	4		8,2													1,4	15,7	550		7		
111	28.7.08	13	2	0	0	18																				
111	28.7.08	13		0	4		8,1													1,4	16,5	620		6,9		
111	13.8.08	13	2	0	0	17																				
111	13.8.08	13		0	4		8,1													1,4	17,1	540		7,7		
111	25.8.08	13	1,9	0	0	17																				
111	25.8.08	13		0	4		7,9													1,4	16,8	580		7,8		
111	8.9.08	13	2,1	0	0	15																				
111	8.9.08	13		0	4		7,8													1,4	16,7	510		6,4		
111	22.9.08	13	2,9	0	0	12																				
111	22.9.08	13		0	4		7,9													1,4	16,7	520		8,4		
111	13.10.08	13	3,1	0	0	10																				
111	13.10.08	13		0	4		7,8													1,4	16,8	340		6,1		
114	7.4.08	48	4,3	0	0	1,6	7,9	13	100	4,75	1	440	120	< 4		<4	41		28				< 1		5	13
114	7.4.08	48		5	5	1,6	7,9	14	101	4,74	1,6	450	120	4,4		<4	38		26				< 1		5	
114	7.4.08	48		10	10	1,6	7,9	13	98	4,74	0,83	440	120	< 4		4	35		23				< 1		5	
114	7.4.08	48		20	20	1,5	7,9	13	97	4,8	0,82	430	120	< 4		4	31		21				< 1		5	
114	7.4.08	48		30	30	1,9	7,9	14	103	5,25	1	400	110	< 4		<4	36		26				< 1		5	
114	7.4.08	48		40	40	2,1	7,8	12	90	5,72	1,3	400	120	< 4		4	31		31				< 1		5	
114	7.4.08	48		46	46	2,2	7,7	12	88	5,78	0,94	400	120	< 4		4	43		30				< 1		5	10
114	7.4.08	48		0	4		7,7													1,3	15,4	156		3		
114	7.4.08	48		0	10																			3		
114	21.4.08	48	3,1	0	0	2,3																				
114	21.4.08	48		0	4		8													1,3	14,3	421		23		
114	21.4.08	48		0	8																			22		
114	6.5.08	48	2,9	0	0	5,6	8,1	14,7	121	4,65	2,2	570	< 4	< 2		< 4	54		4,5				< 1		25	11
114	6.5.08	48		5	5	5,5	8,6	14,7	120	4,6	1,9	510	< 4	< 2		< 4	53		4,2				1		15	
114	6.5.08	48		10	10	5,4	8,6	14,3	117	4,63	1,6	600	< 4	< 2		< 4	43		4,2				< 1		15	
114	6.5.08	48		20	20	5,5	8,5	14,6	120	4,68	1,3	490	< 4	< 2		< 4	35		4,5				< 1		15	

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitratityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
114	6.5.08	48		30	30	3,2	8	12,5	97	5,49	0,92	450	59	2		< 4	34		18				< 1		10	
114	6.5.08	48		40	40	3,3	7,8	10,8	85	6,22	1,2	430	96	5		5	34		22				1		10	
114	6.5.08	48		46	46	3,4	7,6	10,2	80	6,4	1,9	500	110	< 2		9	44		28				< 1		10	49
114	6.5.08	48		0	4		8,5													1,3	14,2	260		23		
114	6.5.08	48		0	8																		23			
114	20.5.08	47	3,9	0	0	8,1																				
114	20.5.08	47		0	4		8,7													1,3	14,3	290		11		
114	20.5.08	47		0	8																			10		
114	4.6.08	47	6,9	0	0	11	8,5	11,4	108	4,79	1,8	340	< 4	< 2		< 4	15	< 5	< 5				< 1		15	8,4
114	4.6.08	47		5	5	11	8,5	11,5	108	4,79	1,1	330	< 4	< 2		< 4	17	< 5	< 5				< 1		10	
114	4.6.08	47		10	10	11	8,5	11,3	106	4,79	1	340	< 4	< 2		< 4	14	< 5	< 5				< 1		10	
114	4.6.08	47		20	20	7,5	8,3	11,4	98	5,06	0,99	330	4	< 2		7	20	6,9	6,6				< 1		10	
114	4.6.08	47		30	30	4,2	7,8	10,7	85	5,84	1,4	330	36	< 2		16	29	20	19				< 1		10	
114	4.6.08	47		40	40	3,7	7,7	10,2	80	6,34	1,2	360	75	< 2		12	35	25	24				< 1		10	
114	4.6.08	47		46	46	4	7,6	9	72	6,7	2,3	390	84	< 2		25	44	31	27				< 1		10	45
114	4.6.08	47		0	4		8,5													1,3	15	140		1,7		
114	4.6.08	47		0	10																		1,8			
114	16.6.08	49	4,6	0	0	11																				
114	16.6.08	49		0	4		8,2													1,4	16	310		2,8		
114	16.6.08	49		0	10																		3			
114	1.7.08	47	4,5	0	0	14																				
114	1.7.08	47		0	4		8,1													1,4	17	350		5,3		
114	1.7.08	47		0	10																		5,3			
114	21.7.08	47	3,1	0	0	17	8,6	10,2	108	5,33	1,5	460	< 4	< 2		< 4	34	< 5	< 5				< 1		5	3,7
114	21.7.08	47		5	5	16	8,6	10,1	107	5,36	1,1	430	< 4	< 2		< 4	29	< 5	< 5				1		15	
114	21.7.08	47		10	10	16	8,4	9,8	103	5,36	1	370	< 4	< 2		< 4	17	< 5	< 5				< 1		20	
114	21.7.08	47		20	20	12	7,9	8,2	79	5,42	0,43	340	4	< 2		5	16	< 5	< 5				< 1		5	
114	21.7.08	47		30	30	7,6	7,7	8,8	76	5,55	0,76	380	52	2		22	35	20	20				< 1		10	
114	21.7.08	47		40	40	6,2	7,6	8,3	70	5,8	1,2	410	76	2		34	40	26	24				< 1		10	
114	21.7.08	47		46	46	5,5	7,5	8,5	70	5,89	0,87	400	81	2		29	40	27	25				< 1		10	19

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta	
114	21.7.08	47		0	4		8,6													1,5	15,5	850		13,7			
114	28.7.08	47	3	0	0	19																					
114	28.7.08	47		0	4		8,5													1,5	15,9	320		5,7			
114	28.7.08	47		0	10																			5,7			
114	13.8.08	48	4,2	0	0	17	8,2	9,6	102	4,88	0,94	400	< 4	< 2		< 4	19	< 5	< 5					< 1		10	8,7
114	13.8.08	48		5	5	17	8,3	9,2	98	4,9	0,71	420	< 4	< 2		< 4	21	< 5	< 5					< 1		5	
114	13.8.08	48		10	10	16	8,2	9,2	97	4,95	1,5	440	< 4	< 2		< 4	18	< 5	< 5					< 1		5	
114	13.8.08	48		20	20	16	8,1	8,6	91	5,32	0,92	450	7	< 2		33	20	7	< 5					< 1		5	
114	13.8.08	48		30	30	13	7,8	7,8	77	5,48	1,3	430	23	< 2		39	28	15	11					< 1		5	
114	13.8.08	48		40	40	8,3	7,5	7,7	68	5,88	1,7	660	68	< 2		29	42	29	24					< 1		5	
114	13.8.08	48		46	46	6,9	7,4	7,1	61	6,35	2,5	520	100	< 2		36	54	42	35					2		5	45
114	13.8.08	48		0	4		8,1													1,4	16,3	470		7,4			
114	13.8.08	48		0	10																			7,2			
114	25.8.08	48	4,9	0	0	16																					
114	25.8.08	48		0	4		8,1													1,4	16	270		5,2			
114	25.8.08	48		0	10																			5,1			
114	8.9.08	47	4,2	0	0	15	8,1	9,6	98	5,22	0,57	320	< 4	< 2		6	18	< 5	< 5					< 1		10	< 3
114	8.9.08	47		5	5	15	8,1	9,5	97	5,17	1	330	< 4	< 2		6	17	< 5	< 5					< 1		10	
114	8.9.08	47		10	10	15	8,1	9,4	97	5,21	0,51	330	< 4	< 2		4	18	< 5	< 5					< 1		10	
114	8.9.08	47		20	20	13	7,8	7,9	77	5,61	0,75	330	52	< 2		22	26	15	14					< 1		5	
114	8.9.08	47		30	30	9,9	7,6	7,3	67	5,76	1,3	350	96	< 2		8	35	25	23					1		5	
114	8.9.08	47		40	40	7,4	7,5	7,3	63	6,12	1,2	360	110	< 2		8	44	34	32					< 1		5	
114	8.9.08	47		46	46	6,6	7,4	6,8	58	6,33	1,6	370	120	< 2		8	50	40	37					< 1		5	27
114	8.9.08	47		0	4		8													1,5	16,3	400		6,9			
114	8.9.08	47		0	10																			6,4			
114	22.9.08	47	4,7	0	0	13																					
114	22.9.08	47		0	4		7,9													1,4	16,5	330		5,9			
114	22.9.08	47		0	10																			5			
114	13.10.08	47	5,9	0	0	10	7,9	10,2	94	5,41	1,1	360	33	2		7	26	13	13					1		10	8,2
114	13.10.08	47		5	5	10	7,9	10,2	94	5,41	1,4	350	33	2		7	26	12	14					< 1		10	

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Värluku	Rauta
117	11.9.08	3,5	0,9	0	0	14	7,8	9,2	93	4,89	9,8	460	43	< 2		18	57	23	13				56			
117	11.9.08	3,5		3	3	13	7,8	9,3	91	4,86	10	480	42	< 2		18	63	23	14				46			
117	11.9.08	3,5		0	3																		7,7			
117	14.10.08	3,5	2,7	0	0	10	7,8	10	92	5,1	2,1	370	< 4	< 2		< 4	23	11	7				< 1			
117	14.10.08	3,5		3	3	10	7,9	9,9	91	5,09	2	380	< 4	2		< 4	23	11	7				< 1			
117	14.10.08	3,5		0	3																		6,9			
117	17.11.08	3,5	1,3	0	0	5,6	7,7	10,6	87	5,5	5,6	510	150	4		26	40	29	22				14			
117	17.11.08	3,5		3	3	5,4	7,7	10,7	88	5,5	5	520	150	4		26	38	29	22				23			
123	8.4.08	28	2,7	0	0	2,2	8,3	15	115	4,82	2,3	460	48	< 4		< 10	37		5,7				4			
123	8.4.08	28		13	13	2,1	8,3	15	111	4,82	3,7	450	54	< 4		< 10	36		6,3				5			
123	8.4.08	28		26	26	1,8	7,7	12	88	5,45	1,3	420	130	< 4		< 10	35		22				2			
123	8.4.08	28		0	4																		17			
123	7.5.08	28	3,2	0	0	6,4	8,5	13,8	115	4,72	2,3	440	< 4	< 2		< 4	24		3				< 1			
123	7.5.08	28		13	13	6,2	8,5	14	116	4,71	2	410	< 4	< 2		< 4	25		< 5				< 1			
123	7.5.08	28		27	27	3,3	7,8	11,6	90	5,47	2	350	6	< 2		< 4	32		15				< 1			
123	7.5.08	28		0	4																		11			
123	3.6.08	27	3,7	0	0	11	8,4	11,3	106	4,8	2	370	< 4	< 2		< 4	20	< 5	< 5				2			
123	3.6.08	27		13	13	9,7	8,3	11,3	102	4,9	1,8	390	< 4	< 2		6	22	5,4	5,4				2			
123	3.6.08	27		26	26	4,9	7,8	10,3	83	5,65	2,1	390	35	< 2		39	39	25	22				< 1			
123	3.6.08	27		0	4																		3,1			
123	30.7.08	27	3,3	0	0	19	8,6	10,6	118	5,4	1,5	450	< 4	< 2		< 4	28	< 5	< 5				1			
123	30.7.08	27		13	13	16	8,3	9,8	104	5,49	1,2	390	< 4	< 2		< 4	22	< 5	< 5				1			
123	30.7.08	27		26	26	8,8	7,4	6,7	60	5,64	1,4	390	< 4	< 2		< 4	35	13	9				1			
123	30.7.08	27		0	4																		8,3			
123	18.8.08	27	3	0	0	16	8,2	9,4	98	5,07	1,2	410	< 4	< 2		< 4	28	< 5	< 5				1			
123	18.8.08	27		13	13	16	8	8,7	91	5,41	1,8	360	10	< 2		16	26	9,8	7				2			
123	18.8.08	27		26	26	12	7,7	7,3	70	5,7	4,1	400	44	2		55	37	24	19				1			
123	18.8.08	27		0	4																		9,7			
123	16.9.08	28	4,3	0	0	13	7,8	9,6	97	5,24	0,9	370	25	< 2		27	24	9,2	9				< 1			
123	16.9.08	28		13	13	13	7,9	9,6	94	5,26	1,2	370	24	< 2		25	24	9	9				1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
123	16.9.08	28		26	26	13	8	9,6	94	5,24	1	380	24	< 2		25	27	10	9,6				2			
123	16.9.08	28		0	4																		4,9			
123	20.10.08	28	6,5	0	0	9,6	7,8	10	91	5,71	0,41	350	47	3		13	28	18	18				4			
123	20.10.08	28		13	13	9,6	7,8	10,2	93	5,73	0,85	350	48	2		14	26	18	16				4			
123	20.10.08	28		27	27	9,2	7,6	8,6	78	6,05	1,4	350	74	2		20	35	26	24				1			
123	20.10.08	28		0	4																		3,3			
123	17.11.08	27	3,8	0	0	7,3	7,8	10,5	91	6,23	1,3	400	90	3		13	33	28	26				< 1			
123	17.11.08	27		13	13	7,5	7,8	10,5	91	6,27	1,4	380	87	3		13	32	29	24				2			
123	17.11.08	27		26	26	7,5	7,8	10,6	92	6,28	1,2	360	86	3		12	33	28	24				< 1			
125	15.4.08	28	2,1	0	0	2,8	8	14	105	4,63	3,3	580	79	4		40	55		13				690			
125	15.4.08	28		5	5	2,8	8	14	105	4,64	2,8	540	82	2		38	52		13				520			
125	15.4.08	28		10	10	2,6	8	14	104	4,7	2,5	480	76	3		14	42		36				170			
125	15.4.08	28		20	20	2,4	8	13	101	4,8	2	410	87	3		6	38		20				51			
125	15.4.08	28		27	27	2,3	7,9	14	102	4,83	2,3	470	99	3,3		9	37		23				28			
125	15.4.08	28		0	4		8													1,3	14,8	436		14		
125	22.4.08	28	1,9	0	0	4																				
125	22.4.08	28		0	4		8,3													1,5	14,4	932		50		
125	7.5.08	28	2,5	0	0	7,4	8,7	14,3	122	4,56	3	450	< 4	< 2		< 4	31		< 5				< 1			
125	7.5.08	28		5	5	7	8,7	14,5	123	4,58	3,3	590	< 4	< 2		< 4	45		< 5				< 1			
125	7.5.08	28		10	10	6,6	8,6	14,2	120	4,58	3,7	460	< 4	< 2		< 4	32		< 5				< 1			
125	7.5.08	28		20	20	4,3	8,2	13,1	104	4,97	1,6	380	< 4	< 2		< 4	31		9,5				4			
125	7.5.08	28		27	27	3,3	7,8	11,3	88	5,92	3,6	400	70	< 2		5	38		23				< 1			
125	7.5.08	28		0	4		8,6													1,3	13,8	540		38		
125	19.5.08	28	3,1	0	0	7,8																				
125	19.5.08	28		0	4		8,5													1,3	14,8	370		8		
125	3.6.08	28	3,9	0	0	11	8,4	11,1	104	4,79	1,9	380	< 4	< 2		< 4	19	< 5	< 5				4			
125	3.6.08	28		5	5	11	8,4	11,3	106	4,78	2,1	370	< 4	< 2		< 4	20	< 5	< 5				6			
125	3.6.08	28		10	10	11	8,4	11,3	106	4,78	1,9	370	< 4	< 2		< 4	25	< 5	< 5				5			
125	3.6.08	28		20	20	5,8	8	10,5	87	5,38	1,7	360	19	< 2		19	31	17	16				1			
125	3.6.08	28		27	27	4,4	7,7	9,9	79	5,83	2,4	430	57	< 2		47	51	30	26				< 1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
125	3.6.08	28		0	4		8,4													1,4	15,1	290		2,7		
125	16.6.08	28	4,2	0	0	11																				
125	16.6.08	28		0	4		8,1													1,4	16,2	460		4		
125	2.7.08	28	5,2	0	0	15																				
125	2.7.08	28		0	4		8,1													1,4	16	290		3,3		
125	14.7.08	28	3,1	0	0	17	8,3	10,1	108	5,35	1,7	400	< 4	< 2		< 4	19	< 5	< 5					3		
125	14.7.08	28		5	5	16	8,3	9,8	103	5,35	1,1	440	< 4	< 2		< 4	21	< 5	< 5					1		
125	14.7.08	28		10	10	13	7,9	9,2	90	5,36	0,77	360	< 4	< 2		< 4	15	< 5	7					< 1		
125	14.7.08	28		20	20	9,5	7,6	8	73	5,56	0,83	370	11	< 2		18	38	15	17					< 1		
125	14.7.08	28		27	27	8,3	7,5	7,4	65	5,67	1,7	420	28	< 2		53	37	23	29					< 1		
125	14.7.08	28		0	4		8,2													1,4	16,1	500		7,2		
125	29.7.08	27	2,9	0	0	19																				
125	29.7.08	27		0	4		8,6													1,5	15,4	560		8,5		
125	18.8.08	28	2,9	0	0	16	8,2	9,6	101	5,16	1,3	450	< 4	< 2		< 4	33	< 5	< 5					1		
125	18.8.08	28		5	5	16	8,1	9,2	97	5,24	1,8	420	5	< 2		< 4	32	5,4	< 5					9		
125	18.8.08	28		10	10	16	8,1	8,8	93	5,39	1,8	380	13	< 2		21	26	8,4	6					6		
125	18.8.08	28		20	20	16	8	8,6	91	5,53	1,8	380	14	< 2		37	28	12	9					3		
125	18.8.08	28		27	27	15	7,8	7,4	76	5,54	4,4	400	27	< 2		65	33	21	14					< 1		
125	18.8.08	28		0	4		8,1													1,4	16,4	1 100		17,6		
125	26.8.08	28	3,9	0	0	16																				
125	26.8.08	28		0	4		8,1													1,4	16,4	530		8,7		
125	16.9.08	28	4,3	0	0	13	8	9,7	95	5,12	1,2	360	24	< 2		26	20	8,9	7,9					1		
125	16.9.08	28		5	5	13	7,9	9,5	93	5,12	0,99	380	23	< 2		26	24	9,5	7,2					1		
125	16.9.08	28		10	10	13	7,9	9,4	92	5,11	1,3	360	23	< 2		26	23	9,8	8,4					< 1		
125	16.9.08	28		20	20	13	7,9	9,5	93	5,15	1,3	380	25	< 2		31	25	11	7					3		
125	16.9.08	28		27	27	13	7,9	9,4	92	5,19	4,4	380	28	2		33	31	16	16					1		
125	16.9.08	28		0	4		7,9													1,4	16,9	310		5,4		
125	24.9.08	27	3,9	0	0	12																				
125	24.9.08	27		0	4		8,1													1,4	16,5	750		16,6		
125	20.10.08	28	6,5	0	0	9,6	7,8	10,2	93	5,49	0,59	350	45	2		13	29	17	15					20		

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
125	20.10.08	28		5	5	9,6	7,8	10,1	92	5,49	0,66	350	46	2		14	28	18	15				12			
125	20.10.08	28		10	10	9,7	7,9	10,1	92	5,5	0,75	340	46	2		14	28	18	15				10			
125	20.10.08	28		20	20	9,4	7,7	9	82	5,74	0,79	360	69	2		17	33	24	21				6			
125	20.10.08	28		27	27	9	7,5	7,9	71	6	2,1	390	92	2		21	43	33	28				3			
125	20.10.08	28		0	4		7,7													1,4	16,9	210		3,7		
125	25.11.08	28	2,5	0	0	5,2	7,8	11,1	91	5,77	2,8	430	130	3		9	35	30	25				4			
125	25.11.08	28		5	5	5,2	7,8	10,8	88	5,77	2,7	420	130	3		9	33	30	25				7			
125	25.11.08	28		10	10	5,3	7,8	10,9	89	5,77	2,8	430	130	3		9	32	30	25				6			
125	25.11.08	28		20	20	5,3	7,9	11	90	5,78	2,9	430	130	3		9	32	31	26				5			
125	25.11.08	28		27	27	5,3	7,9	10,9	89	5,8	2,4	420	130	3		9	35	30	25				3			
147	15.4.08	28	2,1	0	0	2,9	8,1	14	105	4,76	2,8	470	66	2		< 4	45		14				17			
147	15.4.08	28		5	5	2,8	8,1	14	104	4,76	3,1	470	69	3		< 4	49		21				18			
147	15.4.08	28		10	10	2,7	8,1	14	104	4,76	2,7	450	83	3		4	42		30				31			
147	15.4.08	28		20	20	2,6	8	14	103	4,79	2,3	430	86	3		5	35		20				24			
147	15.4.08	28		26	26	2,4	8	13	101	4,87	2,1	410	91	3		8	38		23				12			
147	15.4.08	28		0	4		8													1,3	15	461		14		
147	22.4.08	27	1,8	0	0	4,5																				
147	22.4.08	27		0	4		8,4													1,7	14,3	637		43		
147	7.5.08	28	2,9	0	0	6,7	8,6	14,3	121	4,66	2,4	410	< 4	< 2		< 4	29		< 5				14			
147	7.5.08	28		5	5	6,5	8,6	14,2	119	4,66	2,4	430	< 4	< 2		< 4	34		< 5				4			
147	7.5.08	28		10	10	6,3	8,6	14,2	119	4,69	2,3	380	< 4	< 2		< 4	26		< 5				2			
147	7.5.08	28		20	20	5,2	8,4	13,8	112	4,85	2	360	< 4	< 2		< 4	26		6,3				< 1			
147	7.5.08	28		27	27	3,8	7,8	11,1	87	5,33	2,5	450	< 4	< 2		< 4	43		12				1			
147	7.5.08	28		0	4		8,6													1,4	14,1	450		19		
147	19.5.08	27	3	0	0	8,1																				
147	19.5.08	27		0	4		8,5													1,3	14,9	340		6		
147	3.6.08	28	3,8	0	0	12	8,4	11	105	4,72	1,7	380	< 4	< 2		< 4	19	< 5	< 5				2			
147	3.6.08	28		5	5	12	8,4	11,2	106	4,72	1,5	370	< 4	< 2		< 4	19	< 5	< 5				1			
147	3.6.08	28		10	10	11	8,4	11,1	104	4,74	1,3	380	< 4	< 2		< 4	21	< 5	< 5				1			
147	3.6.08	28		20	20	6,5	8	10,6	90	5,18	1,5	370	15	< 2		28	30	16	15				< 1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitratityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
147	3.6.08	28		27	27	4,9	7,8	10,5	85	5,71	1,9	390	39	< 2		30	36	23	21				< 1			
147	3.6.08	28		0	4		8,4													1,3	15,1	270		3,1		
147	16.6.08	27	4,7	0	0	10														1,4	16,6	650		5,3		
147	16.6.08	27		0	4		8,1													1,4	16	430		4,6		
147	2.7.08	27	4,5	0	0	15														1,4	16	430		4,6		
147	2.7.08	27		0	4		8,2													1,4	16	430		4,6		
147	23.7.08	27	3,7	0	0	14	8	9,5	96	5,43	1,5	340	< 4	< 2		< 4	24	< 5	< 5				12			
147	23.7.08	27		5	5	14	8	9,4	95	5,43	1,3	340	< 4	< 2		< 4	21	< 5	< 5				4			
147	23.7.08	27		10	10	11	7,7	8,1	77	5,47	0,74	300	< 4	< 2		5	19	5,4	5,9				< 1			
147	23.7.08	27		20	20	9,1	7,5	7,7	69	5,55	1,6	310	< 4	< 2		< 4	29	14	11				< 1			
147	23.7.08	27		26	26	8	7,4	6,6	58	5,63	2,5	350	< 4	< 2		< 4	44	15	13				4			
147	23.7.08	27		0	4		8													1,5	16,8	660		9,2		
147	29.7.08	27	3	0	0	18																				
147	29.7.08	27		0	4		8,5													1,5	15,6	910		12,2		
147	18.8.08	27	3,1	0	0	16	8,2	9,2	97	4,99	1,3	410	< 4	< 2		< 4	23	< 5	< 5				< 1			
147	18.8.08	27		5	5	16	8,1	9,1	96	5,1	1	400	< 4	< 2		< 4	24	< 5	6				1			
147	18.8.08	27		10	10	16	8	8,6	91	5,42	2,2	410	15	< 2		25	29	12	8				6			
147	18.8.08	27		20	20	16	8	8,3	87	5,49	1,7	380	17	< 2		38	26	12	10				1			
147	18.8.08	27		26	26	12	7,7	7,6	72	5,59	2,5	390	46	< 2		47	35	22	19				3			
147	18.8.08	27		0	4		8,1													1,4	16,1	890		12,4		
147	26.8.08	28	3,9	0	0	16																				
147	26.8.08	28		0	4		8,1													1,4	16,4	580		8,3		
147	11.9.08	27	2,9	0	0	14	7,9	9	90	5,15	1,7	430	57	< 2		29	26	11	9,6				28			
147	11.9.08	27		5	5	14	8	9	90	5,17	2,2	420	58	< 2		30	26	10	10				25			
147	11.9.08	27		10	10	14	7,9	9,1	91	5,19	2,4	410	57	< 2		32	27	12	11				17			
147	11.9.08	27		20	20	14	7,9	9,1	91	5,16	2,3	360	21	< 2		27	25	10	9,3				5			
147	11.9.08	27		26	26	14	7,9	9,3	93	5,19	2,4	360	22	< 2		27	24	12	12				4			
147	11.9.08	27		0	4		7,9													1,4	16,5	200		3,8		
147	24.9.08	27	4	0	0	13																				
147	24.9.08	27		0	4		8													1,3	16,4	690		16,1		

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
147	14.10.08	27	5,5	0	0	10	7,8	9,8	90	5,69	0,58	350	42	3		9	27	19	16				< 1			
147	14.10.08	27		5	5	10	7,8	9,8	90	5,71	0,49	350	45	2		9	26	19	14				2			
147	14.10.08	27		10	10	10	7,8	9,7	89	5,72	0,72	350	47	2		9	23	22	15				1			
147	14.10.08	27		20	20	9,6	7,7	9,1	83	5,89	0,73	370	63	2		14	28	26	22				< 1			
147	14.10.08	27		26	26	8,8	7,5	7,9	71	6,16	2,5	400	89	2		22	39	35	29				2			
147	14.10.08	27		0	4		7,7													1,5	18	200		3,1		
147	17.11.08	27	4,1	0	0	7,1	7,8	10,4	89	6,18	1,4	450	140	4		13	36	30	27				22			
147	17.11.08	27		5	5	7,1	7,8	10,7	92	6,18	1,3	430	140	4		11	36	30	30				23			
147	17.11.08	27		10	10	7,1	7,8	10,8	93	6,18	1,2	450	140	4		11	35	30	30				22			
147	17.11.08	27		20	20	7,2	7,8	10,6	91	6,18	1,3	430	140	4		12	35	31	28				24			
147	17.11.08	27		26	26	7,3	7,8	10,7	93	6,2	1,4	410	110	4		12	36	31	26				5			
148	15.4.08	52	4,2	0	0	2,4	7,9	13	101	5,02	1,3	430	97	3		< 4	46		30				2			
148	15.4.08	52		25	25	2,3	7,9	13	100	5,03	1,2	430	100	3		< 4	43		26				1			
148	15.4.08	52		50	50	2,9	7,7	11	88	6,25	1,6	400	110	< 2		4	43		30				1			
148	15.4.08	52		0	4																			8		
148	7.5.08	51	2,7	0	0	6,8	8,7	14,6	124	4,7	1,8	460	< 4	< 2		< 4	37		< 5				< 1			
148	7.5.08	51		25	25	4	8,1	13,1	104	5,19	1,4	360	4	< 2		< 4	30		12				< 1			
148	7.5.08	51		50	50	3,8	7,7	9,7	77	6,81	2	570	91	< 2		11	47		25				< 1			
148	7.5.08	51		0	4																			41		
148	5.6.08	51	5	0	0	12	8,5	11,6	111	4,79	1,1	330	< 4	< 2		< 4	17	< 5	< 5				< 1			
148	5.6.08	51		25	25	5,4	7,9	10,9	90	5,61	0,65	330	19	2		13	27	18	16				< 1			
148	5.6.08	51		50	50	4	7,5	8,7	70	6,81	1,3	420	88	3		24	45	33	28				< 1			
148	5.6.08	51		0	4																			1,8		
148	30.7.08	51	3	0	0	19	8,6	9,9	111	5,25	2,4	490	< 4	< 2		< 4	29	< 5	< 5				< 1			
148	30.7.08	51		25	25	15	8	7,7	78	5,45	0,62	360	< 4	< 2		< 4	17	< 5	< 5				< 1			
148	30.7.08	51		50	50	6,8	7,5	7,7	66	6,08	1,4	400	51	< 2		13	45	30	27				< 1			
148	30.7.08	51		0	4																			8,7		
148	18.8.08	52	3,9	0	0	17	8,1	9,2	97	4,68	0,86	390	< 4	< 2		< 4	22	< 5	< 5				< 1			
148	18.8.08	52		25	25	16	8	8,4	87	5,47	0,83	360	15	< 2		39	24	10	9				< 1			
148	18.8.08	52		51	51	6,8	7,4	6,1	52	6,72	1,6	400	88	< 2		53	57	50	42				1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitratityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
148	18.8.08	52		0	4																		9,3			
148	16.9.08	52	4,9	0	0	13	7,9	9,7	98	4,84	0,65	370	33	2		26	22	8,4	6,7				< 1			
148	16.9.08	52		25	25	14	8	9,3	93	5,2	0,81	350	16	< 2		37	17	8,1	7				1			
148	16.9.08	52		50	50	10	7,5	7,7	71	6,02	1,1	380	76	2		35	39	29	27				< 1			
148	16.9.08	52		0	4																		6,1			
148	20.10.08	51	6,7	0	0	9,6	7,8	10	91	5,63	0,41	340	44	2		12	27	17	15				4			
148	20.10.08	51		25	25	8,8	7,5	8,4	75	6,07	2	340	86	2		11	37	29	27				1			
148	20.10.08	51		50	50	7,3	7,4	6,8	59	6,73	1,7	380	110	2		25	55	47	42				< 1			
148	20.10.08	51		0	4																		4			
148	25.11.08	51	5,5	0	0	6,7	7,8	10,6	90	5,95	0,69	370	93	< 2		< 4	30	27	23				< 1			
148	25.11.08	51		25	25	6,8	7,8	10,6	90	5,98	1,2	370	93	< 2		< 4	31	27	23				< 1			
148	25.11.08	51		50	50	6,8	7,8	10,5	90	5,98	0,89	370	91	< 2		< 4	31	27	22				< 1			
149	15.4.08	34	3,6	0	0	2,2	7,9	14	102	4,86	1,2	450	100	3		< 4	44		24				1			
149	15.4.08	34		15	15	2,2	7,9	13	99	4,88	2	430	110	3		< 4	44		26				1			
149	15.4.08	34		33	33	2,1	7,8	13	99	4,91	1,5	410	110	3		< 4	33		22				1			
149	15.4.08	34		0	4																		7			
149	13.5.08	33	3,4	0	0	6,8	8,6	14,2	120	4,71	2,1	390	< 4	< 2		< 4	31		< 5				< 1			
149	13.5.08	33		15	15	6,1	8,5	14,1	117	4,82	1,3	320	< 4	< 2		< 4	23		< 5				< 1			
149	13.5.08	33		33	33	3,2	7,8	11	86	5,97	1,3	350	65	< 2		< 4	38		24				< 1			
149	13.5.08	33		0	4																		12			
149	4.6.08	33	6,4	0	0	11	8,5	11,3	107	4,8	1,6	320	< 4	< 2		< 4	14	< 5	< 5				< 1			
149	4.6.08	33		15	15	8,6	8,4	11,5	102	4,98	2,2	330	< 4	< 2		< 4	20	< 5	< 5				< 1			
149	4.6.08	33		33	33	4,3	7,7	9,8	78	5,94	1,4	360	50	< 2		28	36	25	22				< 1			
149	4.6.08	33		0	4																		1,6			
149	14.7.08	34	4	0	0	16	8,4	10,5	110	5,36	1,1	430	< 4	< 2		< 4	19	< 5	5,6				< 1			
149	14.7.08	34		15	15	11	7,8	8,9	84	5,41	0,65	350	< 4	< 2		< 4	23	8,1	6				< 1			
149	14.7.08	34		33	33	7,8	7,7	8,6	75	5,66	0,83	440	42	3		36	34	22	24				< 1			
149	14.7.08	34		0	4																		7,4			
149	18.8.08	34	3,5	0	0	17	8,2	9,3	98	4,88	0,97	410	< 4	< 2		< 4	20	< 5	< 5				< 1			
149	18.8.08	34		15	15	16	8	8,6	89	5,32	0,78	390	12	< 2		28	20	8,9	6				2			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitratityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
149	18.8.08	34		33	33	9,7	7,5	6,9	63	5,76	3,6	410	70	< 2		49	39	32	23				1			
149	18.8.08	34		0	4																		10,1			
149	16.9.08	34	4,5	0	0	13	8	9,5	94	5,1	0,84	350	19	< 2		30	21	9,2	8,5				1			
149	16.9.08	34		15	15	13	7,9	9,4	93	5,13	1,1	370	23	< 2		29	22	10	9,2				< 1			
149	16.9.08	34		33	33	13	7,9	9,2	90	5,18	2,3	390	31	< 2		34	24	13	11				< 1			
149	16.9.08	34		0	4																			3,8		
149	20.10.08	34	6,7	0	0	9,8	7,9	10,1	92	5,42	0,7	340	37	2		10	27	15	13				< 1			
149	20.10.08	34		15	15	9,8	7,8	10	91	5,48	0,6	330	37	2		11	25	15	14				1			
149	20.10.08	34		33	33	8,6	7,6	7,6	68	6,19	1,1	360	100	< 2		9	42	34	32				1			
149	20.10.08	34		0	4																			5,9		
149	25.11.08	34	3,5	0	0	5,6	7,9	10,7	88	5,81	1,6	450	110	2		9	34	28	26				1			
149	25.11.08	34		15	15	5,6	7,8	10,7	88	5,81	1,6	420	110	2		8	32	29	25				< 1			
149	25.11.08	34		33	33	5,7	7,8	10,8	90	5,81	2,1	440	110	2		8	33	30	26				1			
166	7.4.08	48	4	0	0	1,5	7,9	14	100	4,7	1	480	120	< 4		4	47		25				< 1			
166	7.4.08	48		25	25	1,6	7,9	13	100	4,69	1,1	440	120	< 4		<4	46		26				< 1			
166	7.4.08	48		47	47	3	7,5	9,5	74	6,01	1	430	120	< 4		<4	46		33				< 1			
166	7.4.08	48		0	4																			6		
166	6.5.08	48	2,8	0	0	5,9	8,6	14,7	121	4,55	2,4	550	< 4	< 2		< 4	42		3,3				< 1			
166	6.5.08	48		25	25	3,6	8,5	13,1	102	4,99	1,6	480	22	2		< 4	33		15				< 1			
166	6.5.08	48		47	47	3,5	7,5	9,3	73	6,46	1,3	550	100	2		33	41		26				< 1			
166	6.5.08	48		0	4																			24		
166	4.6.08	48	7,1	0	0	11	8,5	11,5	108	4,69	1,3	350	< 4	< 2		< 4	16	< 5	< 5				1			
166	4.6.08	48		25	25	5,9	8	11,3	94	5,29	1,5	320	9	< 2		12	24	12	12				< 1			
166	4.6.08	48		47	47	4	7,4	7,9	63	6,69	2,6	420	90	2		41	44	30	25				< 1			
166	4.6.08	48		0	4																			1,9		
166	21.7.08	48	2,9	0	0	16	8,5	10,1	106	5,3	0,97	420	< 4	< 2		< 4	26	< 5	< 5				< 1			
166	21.7.08	48		25	25	8,8	7,7	8,8	78	5,43	0,63	340	8	< 2		< 4	35	13	12				< 1			
166	21.7.08	48		47	47	4,8	7,5	8,1	66	6,26	0,89	430	96	< 2		60	44	33	29				< 1			
166	21.7.08	48		0	4																			10,2		
166	13.8.08	47	3,9	0	0	17	8,2	8,8	94	5,31	1,3	420	4	< 2		19	28	7	6				< 1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Värluku	Rauta
168	18.8.08	31	3,2	0	0	16	8,2	9,6	101	4,98	1,1	430	< 4	< 2		< 4	25	< 5	< 5				1			
168	18.8.08	31		15	15	16	8	8,4	88	5,48	1,6	380	17	2		42	23	11	8				4			
168	18.8.08	31		30	30	13	7,7	7,1	70	5,6	2,9	400	40	2		62	34	23	18				1			
168	18.8.08	31		0	4																		12,7			
168	16.9.08	30	4,3	0	0	13	8	9,4	92	5,12	1,1	380	22	< 2		28	20	9,8	9,7				1			
168	16.9.08	30		15	15	13	8	9,7	95	5,14	0,91	360	22	< 2		28	18	9,2	7,8				< 1			
168	16.9.08	30		30	30	13	7,9	9,6	94	5,16	2,3	380	27	< 2		28	24	14	13				< 1			
168	16.9.08	30		0	4																			4,9		
168	20.10.08	31	6,5	0	0	9,7	7,8	10	91	5,45	0,44	360	41	3		10	26	16	15				< 1			
168	20.10.08	31		15	15	9,7	7,8	10	91	5,45	0,63	330	43	2		11	23	16	15				2			
168	20.10.08	31		30	30	8,7	7,5	7,8	70	6,07	1,4	360	97	< 2		14	40	32	29				1			
168	20.10.08	31		0	4																			5		
168	25.11.08	31	3,6	0	0	5,6	7,8	10,9	90	5,82	1,6	400	110	2		6	34	30	24				< 1			
168	25.11.08	31		15	15	5,6	7,9	10,4	86	5,82	1,5	420	110	2		8	32	28	24				1			
168	25.11.08	31		30	30	5,6	7,8	10,6	88	5,82	2,1	420	120	2		8	33	31	25				2			
181	7.4.08	14	2,7	0	0	1,9	8	14	104	4,64	1,5	460	89	< 4		<4	41		13				1			
181	7.4.08	14		5	5	1,9	8	14	104	4,64	2	470	91	4		<4	41		14				< 1			
181	7.4.08	14		14	14	1,9	8	14	104	4,64	1,6	450	92	4,2		4	35		14				< 1			
181	7.4.08	14		0	4																			9		
181	6.5.08	15	2,4	0	0	6,7	8,6	14	118	4,37	3	570	< 4	< 2		4	33		< 5				1			
181	6.5.08	15		5	5	6,7	8,6	14,6	123	4,37	3	600	< 4	< 2		< 4	32		< 5				< 1			
181	6.5.08	15		14	14	6,4	8,6	14,1	118	4,39	3,5	540	< 4	< 2		< 4	39		< 5				< 1			
181	6.5.08	15		0	4																			15		
181	2.6.08	15	2,6	0	0	12	8,5	10,7	102	4,58	2,8	390	< 4	< 2		< 4	20	< 5	< 5				< 1			
181	2.6.08	15		5	5	12	8,4	11,2	106	4,6	2,8	390	< 4	< 2		4	19	< 5	< 5				1			
181	2.6.08	15		14	14	8,8	8,1	10,3	92	4,71	5,7	490	< 4	< 2		9	53	16	8,4				< 1			
181	2.6.08	15		0	4																			2,6		
181	15.7.08	15	2,5	0	0	15	8,3	9,9	102	5,21	1,6	440	< 4	< 2		< 4	30	< 5	< 5				< 1			
181	15.7.08	15		5	5	15	8,3	9,7	100	5,21	2,1	410	< 4	< 2		< 4	25	< 5	7				< 1			
181	15.7.08	15		14	14	12	7,4	6,2	59	5,22	1,7	410	< 4	< 2		6	28	8,9	5,2				< 1			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitritityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
181	15.7.08	15		0	4																		13,4			
181	13.8.08	15	2,3	0	0	17	8,1	8,5	91	5,32	2,6	380	11	< 2		15	26	11	8				2			
181	13.8.08	15		5	5	17	8,2	8,6	91	5,31	2,4	380	8	< 2		15	30	9	8				2			
181	13.8.08	15		14	14	17	8,1	8,5	90	5,33	3,1	410	9	< 2		21	31	14	8				1			
181	13.8.08	15		0	4																		5,2			
181	8.9.08	14	2,6	0	0	15	7,9	9,2	94	5,28	2,2	380	25	< 2		21	34	15	13				1			
181	8.9.08	14		5	5	15	7,9	9	92	5,28	1,6	360	25	< 2		23	31	15	14				1			
181	8.9.08	14		13	13	15	7,9	8,9	90	5,26	1,6	380	26	< 2		28	34	16	14				1			
181	8.9.08	14		0	4																		6,1			
181	13.10.08	15	4,2	0	0	11	7,9	10	93	5,16	1,3	390	22	2		21	30	17	15				< 1			
181	13.10.08	15		5	5	11	7,9	10	93	5,17	1,1	370	24	2		20	30	15	16				< 1			
181	13.10.08	15		14	14	11	7,9	9,8	91	5,18	1,7	370	23	2		24	29	16	15				< 1			
181	13.10.08	15		0	4																		5,5			
181	10.11.08	14	3	0	0	7,3	7,8	10,5	90	5,48	1,9	410	92	3		22	33	26	23				1			
181	10.11.08	14		5	5	7,3	7,8	10,6	91	5,48	2,5	410	91	3		22	35	27	24				2			
181	10.11.08	14		14	14	7,3	7,8	10,3	89	5,49	2	410	92	3		23	34	27	24				4			
122*	18.6.2008			0	3					5,29	1,1	340			44		20		< 5				3,6			
122*	24.6.2008			0	3					5,52	1	290			< 4		17		13				3			
122*	1.7.2008			0	3					5,48	1,2	300			< 4		14		5,1				4,1			
122*	8.7.2008			0	3					5,12	2,6	410			< 4		21		< 5				9,7			
122*	16.7.2008			0	3					5,42	1	280			< 4		15		< 5				2,7			
122*	22.7.2008			0	3					5,43	1,3	320			< 4		15		< 5				3,7			
122*	29.7.2008			0	3					5,47	1,2	410			< 4		24		< 5				7			
122*	5.8.2008			0	3					5,44	3,5	360			6		29		7				5,9			
122*	12.8.2008			0	3					5,52	1,4	400			9		27		5				6,6			
122*	19.8.2008			0	3					5,33	1,4	380			8		22		5,8				5,9			
122*	27.8.2008			0	3					5,08	0,76	370			5		19		< 5				7,6			
123*	18.6.2008			0	3					5,38	1,4	310			5		21		< 5				3,3			
123*	24.6.2008			0	3					5,67	1,1	280			5		21		13				3,2			
123*	1.7.2008			0	3					5,5	1	310			< 4		13		< 5				4,4			

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
123*	8.7.2008			0	3					5,2	1,6	390			< 4		20		< 5					8,8		
123*	16.7.2008			0	3					5,51	1,1	300			< 4		21		< 5					3,3		
123*	22.7.2008			0	3					5,51	1,1	310			< 4		18		5,4					3		
123*	29.7.2008			0	3					5,42	1,4	440			45		24		< 5					6,3		
123*	5.8.2008			0	3					5,45	5,7	390			6		36		6					8,3		
123*	12.8.2008			0	3					5,55	2,4	400			9		31		7					6,2		
123*	19.8.2008			0	3					5,42	2,7	400			13		26		8					5,4		
123*	27.8.2008			0	3					5,06	0,98	370			5		20		< 5					7,4		
127*	7.6.2008			0	3					4,75	2,3	430			< 4		18		< 5					3		
127*	14.6.2008			0	3					5,29	1,5	340			< 4		24		< 5					3,8		
127*	28.6.2008			0	3					5,54	1,1	310			< 4		19		7,2					4,2		
127*	5.7.2008			0	3					5,16	1,2	340			< 4		11		< 5					4,6		
127*	12.7.2008			0	3					5,26	2,1	430			< 4		22		< 5					8,7		
127*	19.7.2008			0	3					5,47	1,3	430			< 4		29		< 5					10,7		
127*	26.7.2008			0	3					5,26	0,99	410			< 4		19		< 5					6		
127*	2.8.2008			0	3					5,17	1,5	400			< 4		21		7					6,7		
127*	9.8.2008			0	3					5,37	2,8	430			7		28		5					7,7		
127*	16.8.2008			0	3					5,51	1,5	390			16		27		6					6,1		
127*	23.8.2008			0	3					5,42	4,1	410			5		31		6					9,2		
34*	7.6.2008			0	3					4,56	2,4	380			< 4		18		< 5					2,4		
34*	14.6.2008			0	3					5,19	1,4	380			< 4		23		< 5					3,9		
34*	28.6.2008			0	3					5,47	4,3	320			< 4		24		8,7					7,7		
34*	5.7.2008			0	3					5,13	1,5	370			< 4		15		< 5					5,3		
34*	12.7.2008			0	3					5,23	2	450			< 4		22		< 5					8,3		
34*	19.7.2008			0	3					5,35	1,5	380			< 4		21		< 5					6,5		
34*	26.7.2008			0	3					5,36	2,5	360			< 4		22		< 5					6		
34*	2.8.2008			0	3					5,39	1,4	380			< 4		21		< 5					6,6		
34*	9.8.2008			0	3					5,32	2,7	420			6		27		5					6,1		
34*	16.8.2008			0	3					5,41	3,6	390			16		27		9					5,3		
34*	23.8.2008			0	3					5,35	2,7	400			7		30		9					8,2		

Havaintopaikka	pvm	Kokonaissyvyys	Näkösyvyys	Alkusyvyys	Loppusyvyys	Lämpötila	pH	Happi	Hapen kyllästysaste	Saliniteetti	Sameus	Kokonaistyyppi	Nitraattityppi	Nitriittityppi	NO2 + NO3	Ammoniumtyppi	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	PO4-P (suod.)	Alkaliteetti	TIC	Perustuotantokyky	Escherichia coli	Klorofylli-a	Väriluku	Rauta
36*	7.6.2008			0	3					4,7	2,2	390			5		20		< 5					2,5		
36*	14.6.2008			0	3					5,32	1,6	340			11		26		< 5					5,5		
36*	28.6.2008			0	3					5,54	1,4	310			< 4		25		7,3					6,2		
36*	5.7.2008			0	3					5,08	2,2	420			< 4		22		< 5					8,4		
36*	12.7.2008			0	3					5,25	2,1	410			< 4		24		< 5					10,4		
36*	19.7.2008			0	3					5,39	1,5	440			< 4		34		< 5					14,8		
36*	26.7.2008			0	3					5,42	1,4	360			< 4		20		< 5					4,8		
36*	2.8.2008			0	3					5,39	2	410			< 4		22		< 5					6,7		
36*	9.8.2008			0	3					5,35	3,2	440			< 4		35		< 5					13,9		
36*	16.8.2008			0	3					5,4	3,8	400			18		29		10					5,1		
36*	23.8.2008			0	3					5,35	2,9	410			6		32		10					7,7		
Harakka*	18.6.2008			0	3					5,15	2,6	320			< 4		25		< 5					4,6		
Harakka*	24.6.2008			0	3					5,25	4,1	320			< 4		25		6					6		
Harakka*	1.7.2008			0	3					5,32	2,3	360			< 4		22		< 5					5,7		
Harakka*	8.7.2008			0	3					5,09	2,1	480			< 4		26		< 5					10		
Harakka*	16.7.2008			0	3					5,3	2,9	370			< 4		25		< 5					6,5		
Harakka*	22.7.2008			0	3					5,27	4,4	380			< 4		28		< 5					7,9		
Harakka*	29.7.2008			0	3					5,34	2,2	390			< 4		21		< 5					4,8		
Harakka*	5.8.2008			0	3					5,35	6	370			5		35		9					7,9		
Harakka*	12.8.2008			0	3					5,36	4,3	430			< 4		36		< 5					10,1		
Harakka*	19.8.2008			0	3					5,35	6,4	410			20		33		11					6,2		
Harakka*	27.8.2008			0	3					5,08	1,1	440			5		30		< 5					16,4		
Koirasaari*	18.6.2008			0	3					5,19	0,77	310			5		18		< 5					3		
Koirasaari*	24.6.2008			0	3					5,35	1,1	300			< 4		17		5,4					3,3		
Koirasaari*	1.7.2008			0	3					5,46	1	350			< 4		15		< 5					3,4		
Koirasaari*	8.7.2008			0	3					5,11	2,2	400			< 4		19		< 5					7,9		
Koirasaari*	16.7.2008			0	3					5,39	0,84	290			< 4		18		< 5					3,3		
Koirasaari*	22.7.2008			0	3					5,42	1,3	350			< 4		19		< 5					5,6		
Koirasaari*	29.7.2008			0	3					5,36	1,1	410			< 4		21		< 5					6		
Koirasaari*	5.8.2008			0	3					5,39	2,9	360			4		28		7					5,5		

[illegible]

HELSINGIN KAUPUNKI

Vedenlaadun alueelliset kartoitukset Helsingin ja Espoon edustalla vuonna 2008

Antti Lindfors, Joose Mykkänen, Olli Huttunen & Mikko Kiirikki
Luode Consulting Oy
6.2.2009

Johdanto

Tässä raportissa esitetään vuonna 2008 tehtyjen läpivirtauskartoitusten tulokset Helsingin ja Espoon edustan merialueilta. Mittausten aikana kerättiin vedenlaatutietoa kolmena kertana kaikkiaan 70.000 paikasta. Veden laadun ja fysikaalisten ominaisuuksien alueellista vaihtelua mitattiin jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla. Mittausten aikana kerättiin lisäksi vertailuvesinäytteet 15 paikasta kaikilta kolmelta kerralta. Työn tarkoituksena oli selvittää Helsingin ja Espoon edustan vedenlaadun alueellista jakaumaa sekä jätevesien leviämistä purkupaikkojen läheisyydessä.

Mittausmenetelmä ja -alue

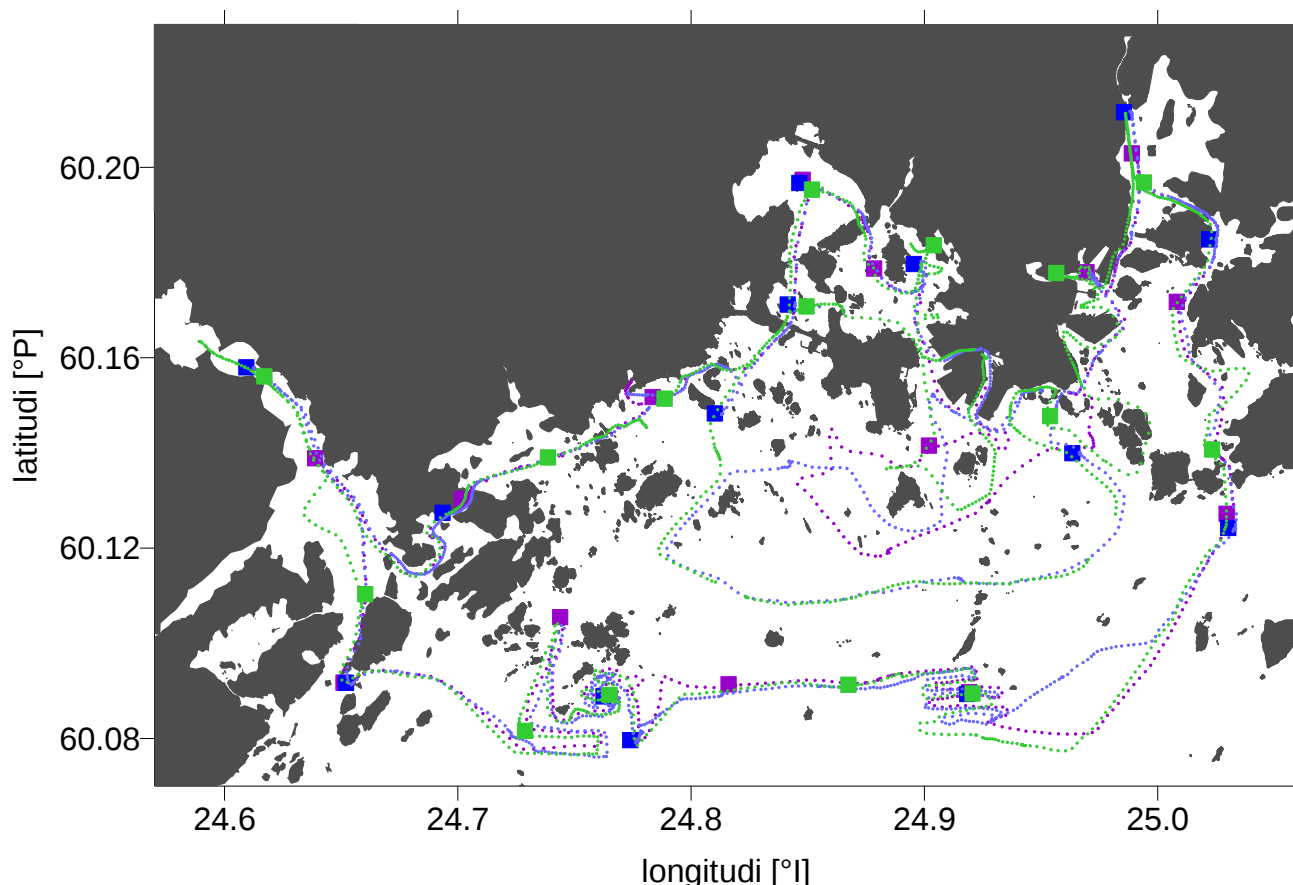
Helsingin ja Espoon edustan merialueella mitattiin pintaveden ominaisuudet veneeseen asennetun läpivirtauslaitteiston avulla toukokuussa, elokuussa ja marraskuussa 2008. Mitattavat muuttujat olivat lämpötila, sameus, suola-, a-klorofylli- ja nitraattityppipitoisuus. Mittausreitti kulki alueen pohjoisosissa Espoonlahden, Laajalahden, Seurasaarenselän sekä Vanhakaupunginlahden kautta. Tämän lisäksi mittauksia tehtiin Katajaluodon ja Rövargrundin jätevesien purkupaikkojen ympäristössä sekä e.m. paikkojen välisellä merialueella (Kuva 1).

Läpivirtausmenetelmässä näytevesi johdetaan mittauslaitteistoon 0,5 m syvyydeltä aluksen alta. Laitteisto koostuu useasta optisesta ja sähköisestä mitta-anturista, joiden läpi analysoitava vesi kiertää. Mittaukset suoritetaan liikkuvasta veneestä yhden sekunnin välein, mikä vastaa ajonopeudesta riippuen 5-15 m matkaa. Laitteistossa on pumppu, joka tasaa ajonopeuden vaihtelusta aiheutuvat muutokset näyteveden virtauksessa. Kaikki mittaustulokset tallennetaan yhdessä satelliittipaikkannukseen perustuvan GPS -paikkatiedon kanssa. Lämpötila ja suolapitoisuus sekä sameus mitattiin YSI 6600-sarjan moniparametrian turilla. Nitraattityppipitoisuus mitattiin S::can spectrolyser UV-VIS laitteistolla. Nitraattityppipitoisuus mitattiin 30 sekunnin välein. Klorofylliarvot mitattiin ensimmäisellä kerralla YSI:n moniparametrian turilla, toisella ja kolmannella mittauskerralla Trios Micro Flu fluorometrillä, joka mittaa fluoresenssiarvot kolmen sekunnin välein. Vesinäytteet otettiin mittauslinjasta, jotta ne vastasivat mitta-antureiden mittaamaa vesimassaa. Näytteet toimitettiin analysoitavaksi Metropolilabiin sekä Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laboratorioon. Taulukossa 1 on esitetty mittauksissa käytetyt instrumentit ja laitevalmistajien ilmoittamat tarkkuudet kullekin instrumentille.

Taulukko 1. Käytetyt instrumentit ja niiden mittaustarkkuudet

Parametri	Instrumentti	Menetelmä	Mittausalue	Resoluutio	Tarkkuus
sameus	YSI 6136	optinen / sironta	0 – 1000 NTU	0,1 NTU	2% tai 0,3 NTU
suolapitoisuus	YSI 6560	johtokyky	0 – 70 ppt	0,01 ppt	1% tai 0,1 ppt
lämpötila	YSI 6560	vastus	-5 – +45°C	0,01°C	0,15°C
nitraattityppi	S::can	optinen / absorptio	0 – 20 mg/l	0,01 mg/l	0,05 mg/l
a-klorofylli	YSI 6025	optinen / fluoresenssi	0 – 400 µg/l	0,1 µg/l	0,25 µg/l
a-klorofylli	Trios MicroFlu	optinen / fluoresenssi	0 – 100 µg/l	0,1 µg/l	0,25 µg/l

Ajoreitit ja näytepisteet 2008



Kuva 1. Ajoreitit (katkoviiva) ja vesinäytepisteet vuonna 2008 tehdyissä kartoituksissa. Vihreä 6.5.2008, sininen 27.8.2008 ja violetti 21.11.2008.

Tulokset

Läpivirtausmenetelmällä kerätyn aineiston perusteella tuloksista laadittiin vedenlaadun alueellista vaihtelua esittävät pintakartat. Kuviin on merkitty vaalean harmaalla ne alueet joilta ei kerätty aineistoa veden mataluuden vuoksi. Liitteenä olevissa kuvissa 7-9 on esitetyt vertailut laboratoriomittausten ja läpivirtausmittausten välillä reitin varrelta kerätyistä vesinäytteistä.

Toukokuun mittaukset 6.5.2008

Toukokuun mittauskerralla lämpötilan vaihteittuminen rannikon ja saariston ulkolaidan välillä näkyi selvästi (Kuva 2A). Lämpötila-arvot vaihtelivat 6-14°C välillä. Korkeimmat lämpötilat mitattiin suojaisimmilla ja matalilla alueilla. Suolapitoisuudessa havaittiin selvänä sama vaihteittuminen sisälahtien ja saariston ulkolaidan välillä (Kuva 3A). Korkeimmat sameusarvot mittausalueella havaittiin Vanhakaupunginlahdella (50 NTU) sekä Espoonlahden pohjoisosissa (Kuva 4A). Molemmat alueet ovat matalia ja niihin vaikuttaa voimakkaana pintavalunnan mukana tuleva savisameus. Myös Suvisaariston alueella ja Seurasaarenselän länsiosissa havaittiin veden mataluudesta aiheutunutta samentumista, joka on seurausta aallokon aiheuttamasta resuspensiosta. Alueella puhalsi mittausten aikaan 1-4 m/s lounaistuuli joka kääntyi päivän aikaan pohjoiseen.

Korkeita klorofyllipitoisuuksia havaittiin koko mittausalueella. Erityisesti saariston sisällä arvot olivat suuria (Kuva 5A). Levämassaa esiintyi halkaisijaltaan joidenkin kilometrien kokoisina laikkuina. Laajalahden ja Seurasaarenselän alueella klorofyllipitoisuudet olivat alhaisia. Myös Suvisaariston eteläpuolisilla alueilla arvot olivat ympäristöään matalampia. Nitraattityppi oli merialueilla kulunut lähes loppuun (Kuva 6A). Luontaista alkuperää olevia korkeampia nitraattityppi-arvojen havaittiin sisälähdillä sekä erityisesti Vantaanjoen vesien vaikutusalueella Vanhakaupunginlahdella ja Sörnäisten sataman alueella. Sekä Espoon että Helsingin jätevesien purkualueet erottuivat ympäristöään korkeampina pitoisuuksina mittausalueen eteläosissa, jätevesien vaikutus näkyy myös alueen suolapitoisuudessa (Kuva 3A). Helsingin jätevesienpurkualueelta vesimassat levisivät pintavirtauksen mukana kohti kaakkoa. Myös Espoon jätevesissä havaittiin lievää kulkeutumista pintavirtauksen mukana mutta alueen suojaisuudesta johtuen vähäisempänä kuin Helsingin purkualueella, minne tuuli pääsee puhaltamaan vallinneella tuulensuunnalla lähes esteettä. Pintavedessä kohonneita nitraattityppipitoisuuksia havaittiin kuitenkin vain joidenkin satojen metrien laajuisella alueella aivan purkupaikan yläpuolella. Espoon jätevesien purkupaikalla arvot olivat korkeampia kuin Helsingin jätevesien purkupaikan ympäristössä havaitut arvot.

Elokuun mittaukset 27.8.2008

Elokuun mittauskerran perusteella alueen lämpötilaerot olivat hyvin pieniä. Korkeimman ja matalimman lämpötilan erotus oli vain kaksi astetta, lämpötilan vaihdellessa 15,5-17,5°C välillä (Kuva 2B). Kuten toukokuussakin, lämpötilan vaihtelevuus rannikon ja avomeren välillä näkyi hyvin selvänä mittauksissa. Saariston ulkopuolella havaittiin yksittäisiä kylmemmän veden alueita. Matalat lahdet sekä Vantaanjoen vesimassa erottuivat ympäristöään lievästi lämpimämpinä.

Suolapitoisuusmittauksissa erottui selvä makeamman veden alue jätevesien purkupaikkojen ympäristössä, missä mitatut suolapitoisuudet olivat noin 0,2-0,4 ppt ympäröiviä vesimassoja alhaisempia (Kuva 3B). Suolapitoisuusmittauksissa näkyi selvänä Vantaanjoen vesien kulkeutuminen Vanhakaupunginlahteen. Espoon sisäsaaristossa, Haukilahden edustalla, havaittiin lievästi ympäristöään suolaisemman vesimassan muodostama vyöhyke. Havaittu suolaisemman veden alue saattaa liittyä aiemmin tapahtuneeseen pienialaiseen kumpuamiseen.

Korkeimmat sameusarvot mittausalueella havaittiin odotetusti Vanhakaupunginlahdella, Laajalahdella sekä Suvisaariston matalilla alueilla (Kuva 4B). Korkeimmat mitatut sameusarvot olivat 15 NTU –yksikön suuruusluokkaa. Saariston ja avomeren välillä havaittiin myös yleinen asteittainen vesimassan kirkastuminen avomerta kohti siirryttäessä. Sisäsaaristossa sameusarvot vaihtelivat 5-10 NTU –yksikön välillä ja avomerellä sameusarvot olivat yleisesti alle 5 NTU –yksikköä. Myös Helsingin satama-alueilla havaittiin muuta ympäristöä korkeampia sameusarvoja. Sameustaso oli koholla erityisesti vilkkaan matkustajalaivaliikenteen vaikutuspiirissä.

Korkeimmat klorofyllipitoisuudet havaittiin Vanhakaupunginlahdella sekä Mustikkamaan ja Sörnäisten sataman alueella arvojen vaihdellessa 25-70 µg/l välillä (Kuva 5B). Korkean klorofyllipitoisuuden alueet olivat jakaantuneet laikuittaisesti ja alueelliset erot olivat suuria. Keskimääräinen klorofyllipitoisuus koko mittausreitillä oli 12 µg/l.

Nitraattityppi oli avoimella merialueilla kulunut loppuun jo ennen toukokuun mittauksia. Elokuun mittauskerralla nitraattityppeä havaittiin pieniä määriä sisälähdillä (Kuva 6B). Ainoat selvästi erottuneet alueet, joissa nitraattityppeä havaittiin suurempina pitoisuuksina, olivat Vanhakaupunginlahti ja Sörnäisten satama sekä Espoon jätevesien purkualue. Helsingin jätevesien purkupaikan ympäristössä nitraattityppipitoisuus oli vain lievästi ympäristöään korkeampi. Jätevesien vaikutus näkyi selvästi myös suolapitoisuudessa (Kuva 3B). Kohonneita

nitraattityppipitoisuuksia havaittiin noin kilometrin etäisyydellä Espoon purkupisteestä. Alueella vallitsi mittausten aikaan 4-5 m/s kaakkoistuuli, mikä näkyi erityisesti Espoon jätevesien kulkeutumisena kohti luodetta. Tuulen vaikutuksesta korkeammat nitraattityppi-arvot mittausalueen salmissa ja lahdilla olivat keskittyneet itärannoille.

Marraskuun mittaukset 21.11.2008

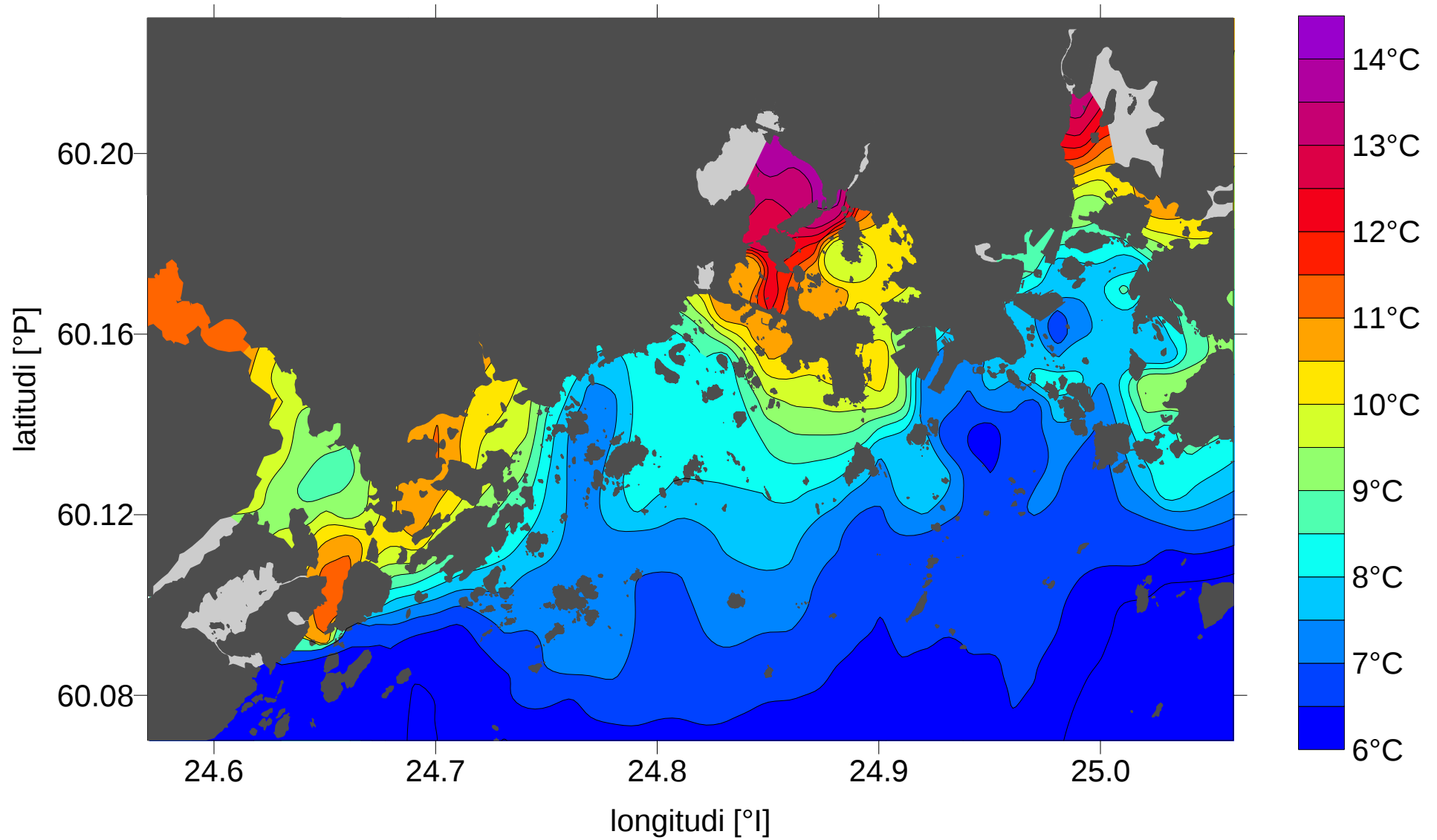
Loppusyksyn mittaukset ajoitettiin marraskuun loppuun, kun merivesi oli jäähtynyt ja matalimmat merenlahdet olivat jo jäässä. Mittausten aikaan puhalsi heikko, 1-3 m/s luoteistuuli. Jokivesien aikaansaama sameus ja ravinnepitoisuuden nousu näkyi voimakkaampana kuin aiemmilla mittauskerroilla. Lämpötilan osalta vaihteittuminen saariston ja avomeren välillä oli kääntynyt päinvastaiseksi verrattuna aiempiin mittauskertoihin (Kuva 2C). Matalat sisäsaariston lahdet olivat mittausten perusteella noin viisi astetta kylmempiä kuin vesimassat avomerellä.

Suolapitoisuudessa (Kuva 3C) nähtiin ympäristöään makeampien jokivesien leviävän laajemmalle alueelle kuin aiemmilla mittauskerroilla, myös sameusarvoissa nähtiin monin paikoin jopa kymmenkertaisia lukemia verrattuna aiempiin mittauskertoihin. Vantaanjoen suistossa Vanhankaupunginlahdella sameusarvot ylittivät 150 NTU –yksikön rajan (Kuva 4C). Klorofyllipitoisuudet olivat laskeneet selvästi toukokuun ja elokuun mittauskerroista (Kuva 5C). Muuta merialuetta korkeampia arvoja mitattiin ainoastaan Laajalahdella sekä Espoon sisäsaaristossa. Myös klorofyllipitoisuuksissa havaittiin selvä vaihteittuminen saariston ja avomeren välillä. Klorofylliarvot olivat marraskuussa selvästi tasaisemmat alueellisesti kuin aiemmilla mittauskerroilla. Vuoden 2008 mittausten korkeimmat nitraattityppihavainnot tehtiin marraskuun mittauskerralla (Kuva 6C). Vantaanjoen vesimassat näkyivät Eteläsataman alueella vielä yli 500 µg/l pitoisuuksina. Myös Espoon jätevesien purkupuutken ympäristössä mitattiin yli 1000 µg/l pitoisuuksia (korkein yksittäinen arvo oli 2900 µg/l). Helsingin jätevesien purkualueen ympäristössä arvot olivat 100-200 µg/l luokkaa pintakerroksessa (korkein yksittäinen arvo 300 µg/l).

Johtopäätökset

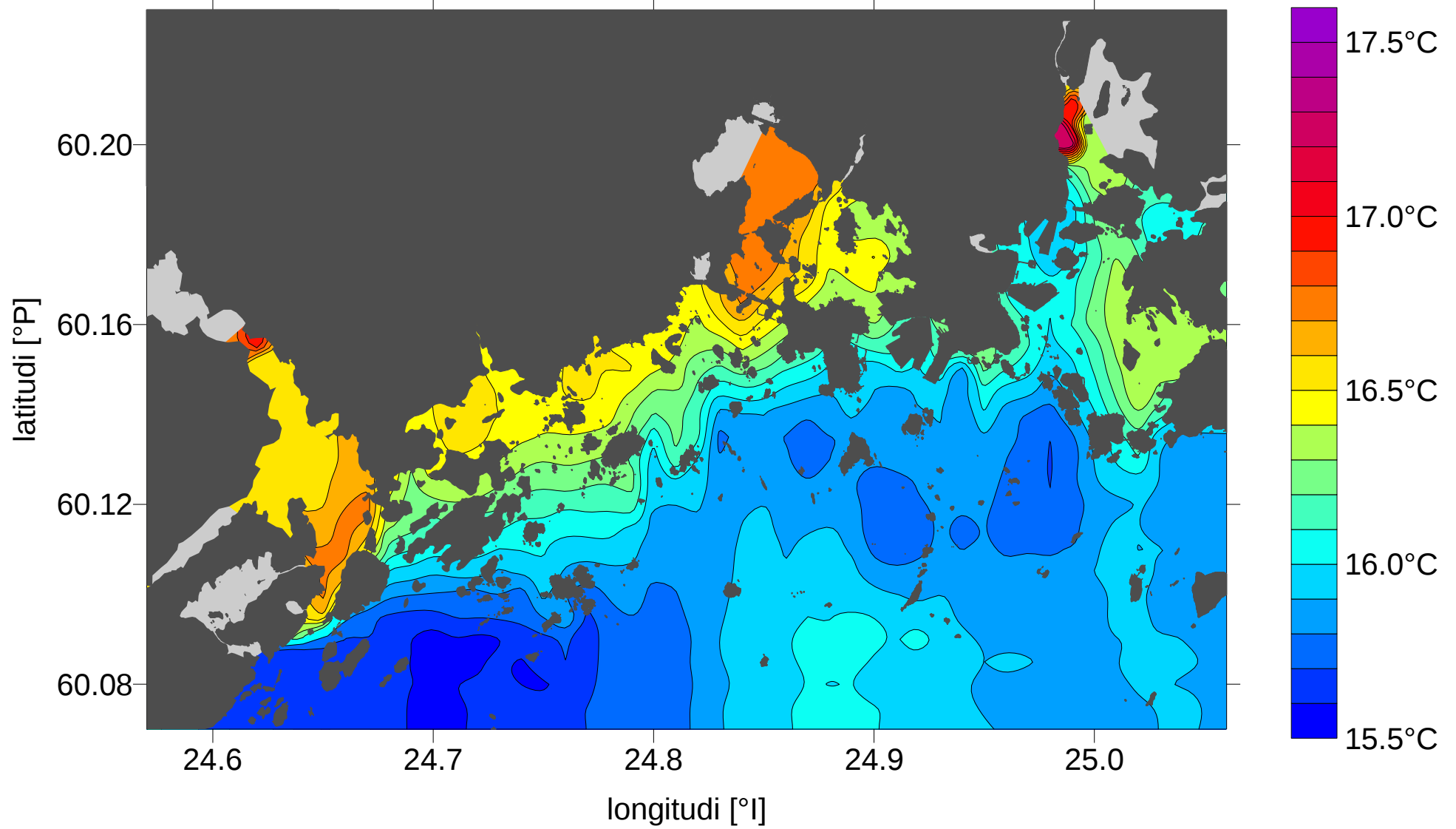
- Helsingin ja Espoon edustan merialueen vedenlaatuun vaikuttaa voimakkaimmin jokivesien mukaan tuoma ravinnekuorma ja savisamennus.
- Espoon jätevesien purkualueella mitatut nitraattityppipitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa Vanhankaupunginlahdella mitattujen Vantaanjoen vesimassojen kanssa.
- Helsingin jätevesien vaikutusalue oli selvästi Espoon jätevesien vaikutusaluetta pienempi ja nitraattityppipitoisuudet alhaisempia vaikka Helsingin jätevesivirtaama on noin kaksinkertainen Espooseen verrattuna.
- Suurin syy havaittuihin eroihin on noin kymmenkertainen tasoero lähtevän jäteveden nitraattityppipitoisuuksissa. Helsingin lähtevässä jätevedessä taso oli syksyllä 2008 1,5 mg/l ja Espoon lähtevässä jätevedessä 15 mg/l.
- Jätevesien vaikutukset eivät näy suoraan purkualueiden klorofyllipitoisuuksissa, koska viive levien ravinteiden oton ja kasvun välillä on hyvissäkin kasvuolosuhteissa useita vuorokausia.
- Merialueelle tyypillisellä 5 cm/s virtausnopeudella jätevesi kulkeutuu yli 4 km vuorokaudessa ja jätevesien ravinnekuormituksen vaikutukset leviävät kymmenien neliökilometrien alueelle.

Lämpötila 6.5.2008



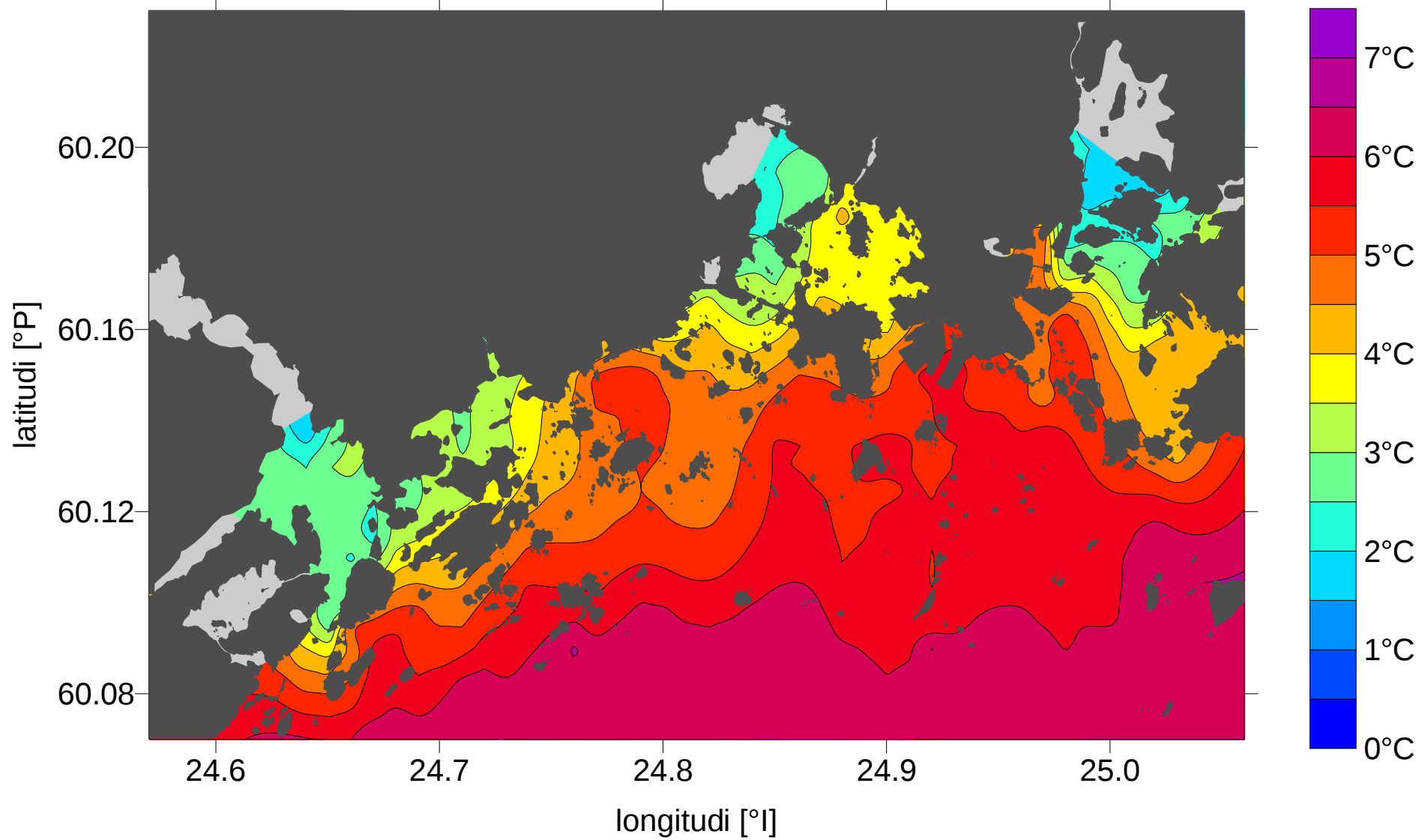
Kuva 2A. Pintaveden lämpötila 6.5.2008.

Lämpötila 27.8.2008



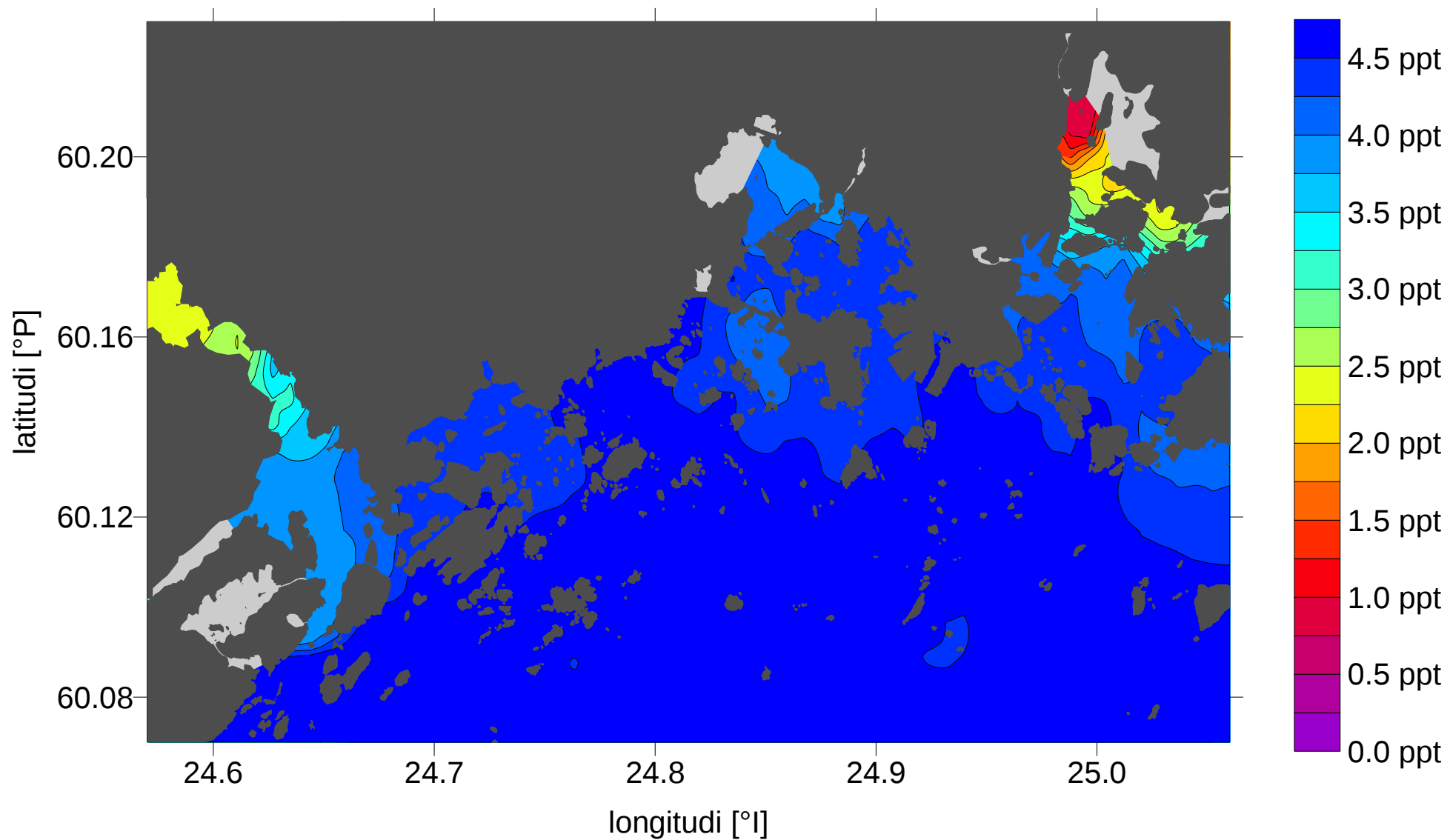
Kuva 2B. Pintaveden lämpötila 27.8.2008.

Lämpötila 21.11.2008



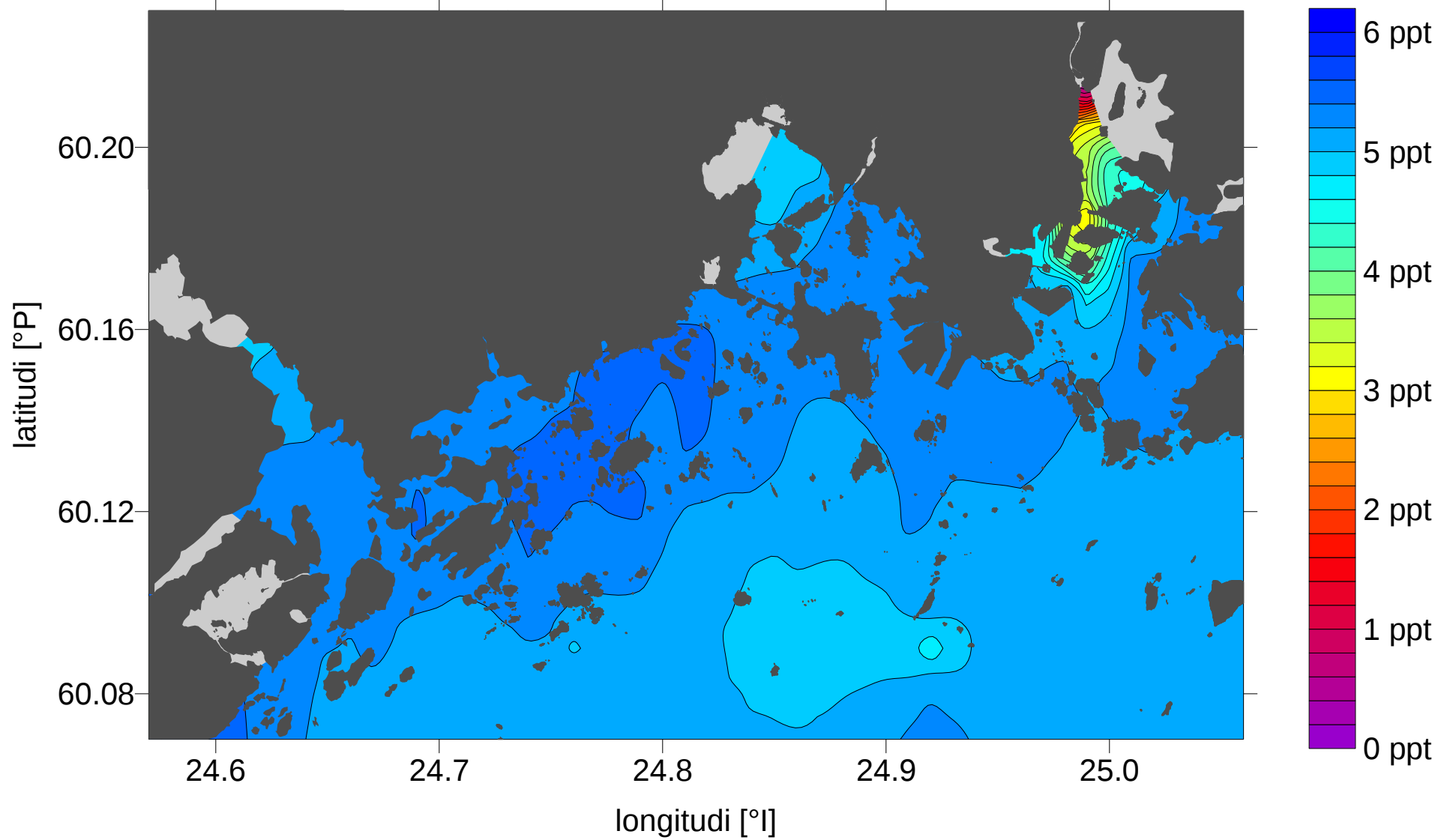
Kuva 2C. Pintaveden lämpötila 21.11.2008.

Suolapitoisuus 6.5.2008



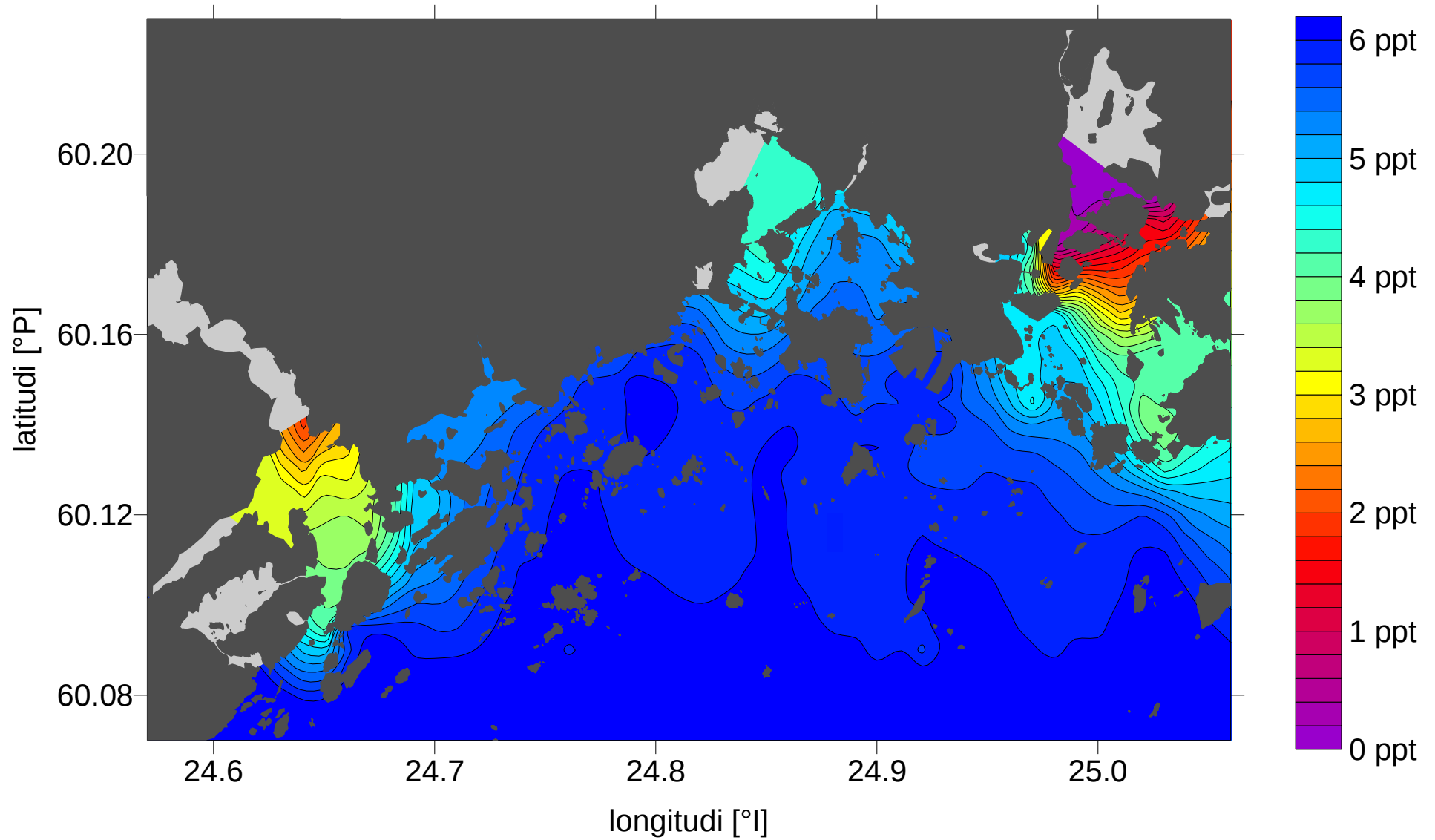
Kuva 3A. Pintaveden suolapitoisuus 6.5.2008.

Suolapitoisuus 27.8.2008



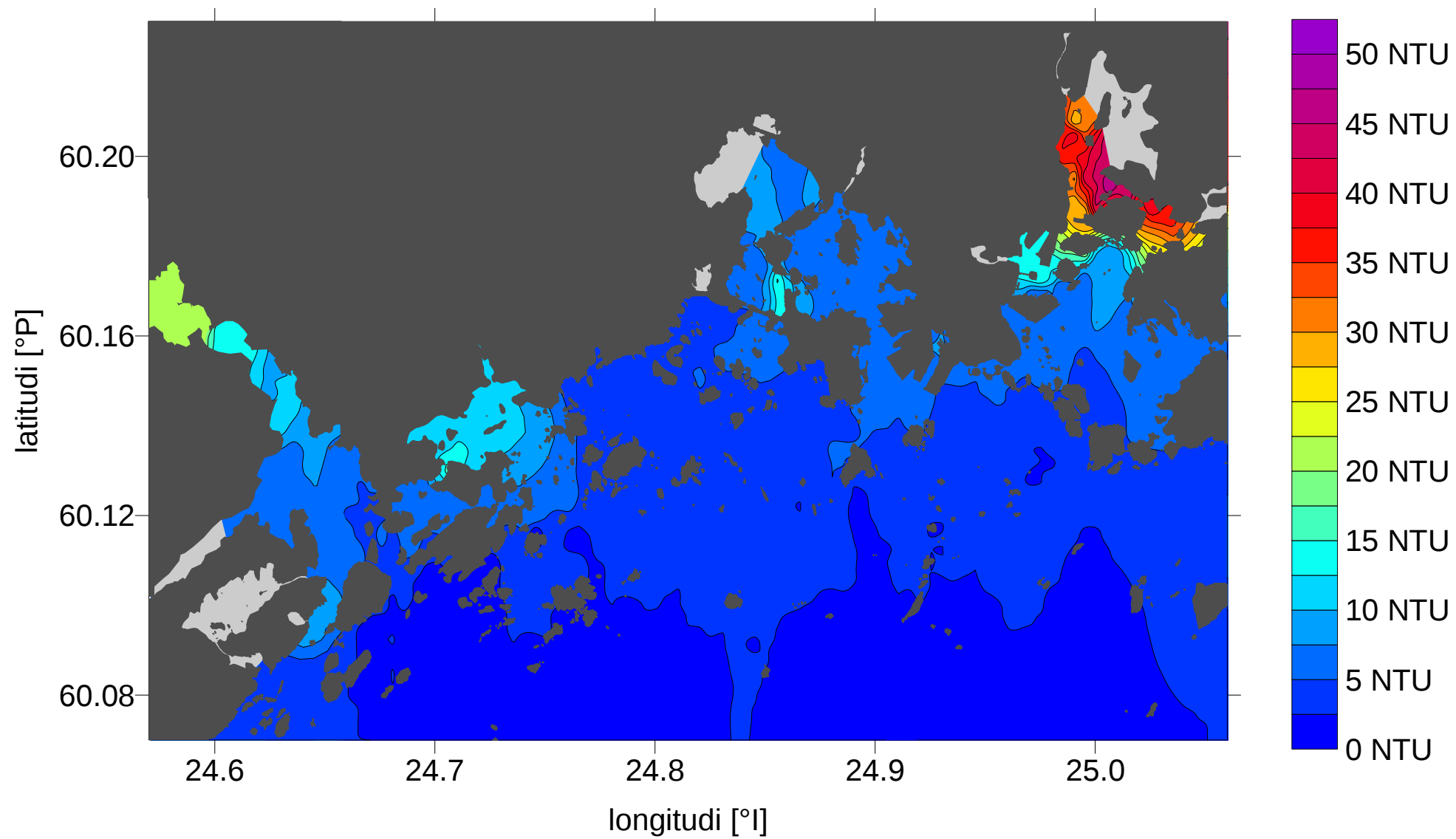
Kuva 3B. Pintaveden suolapitoisuus 27.8.2008.

Suolapitoisuus 21.11.2008



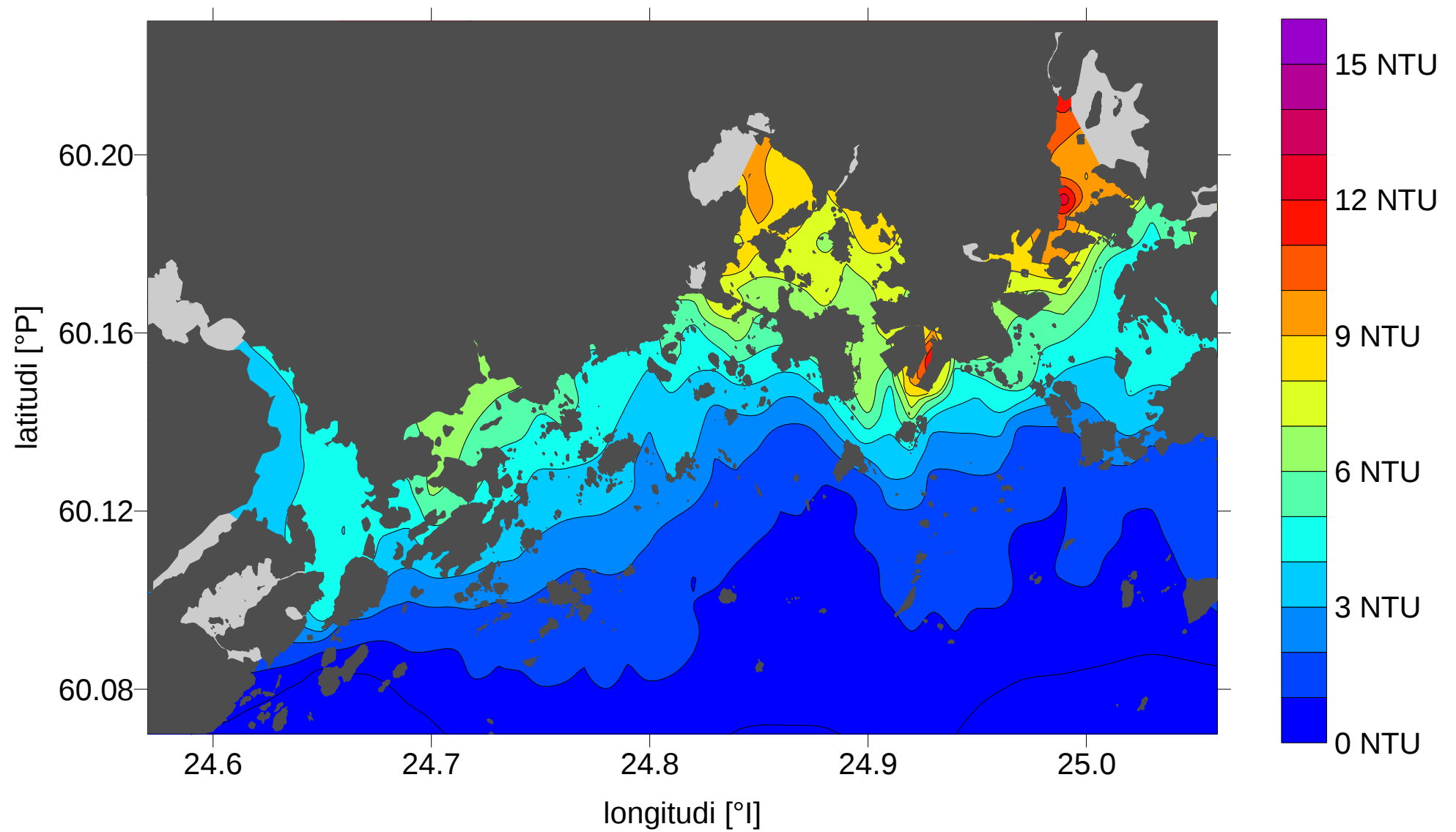
Kuva 3C. Pintaveden suolapitoisuus 21.11.2008.

Sameus 6.5.2008



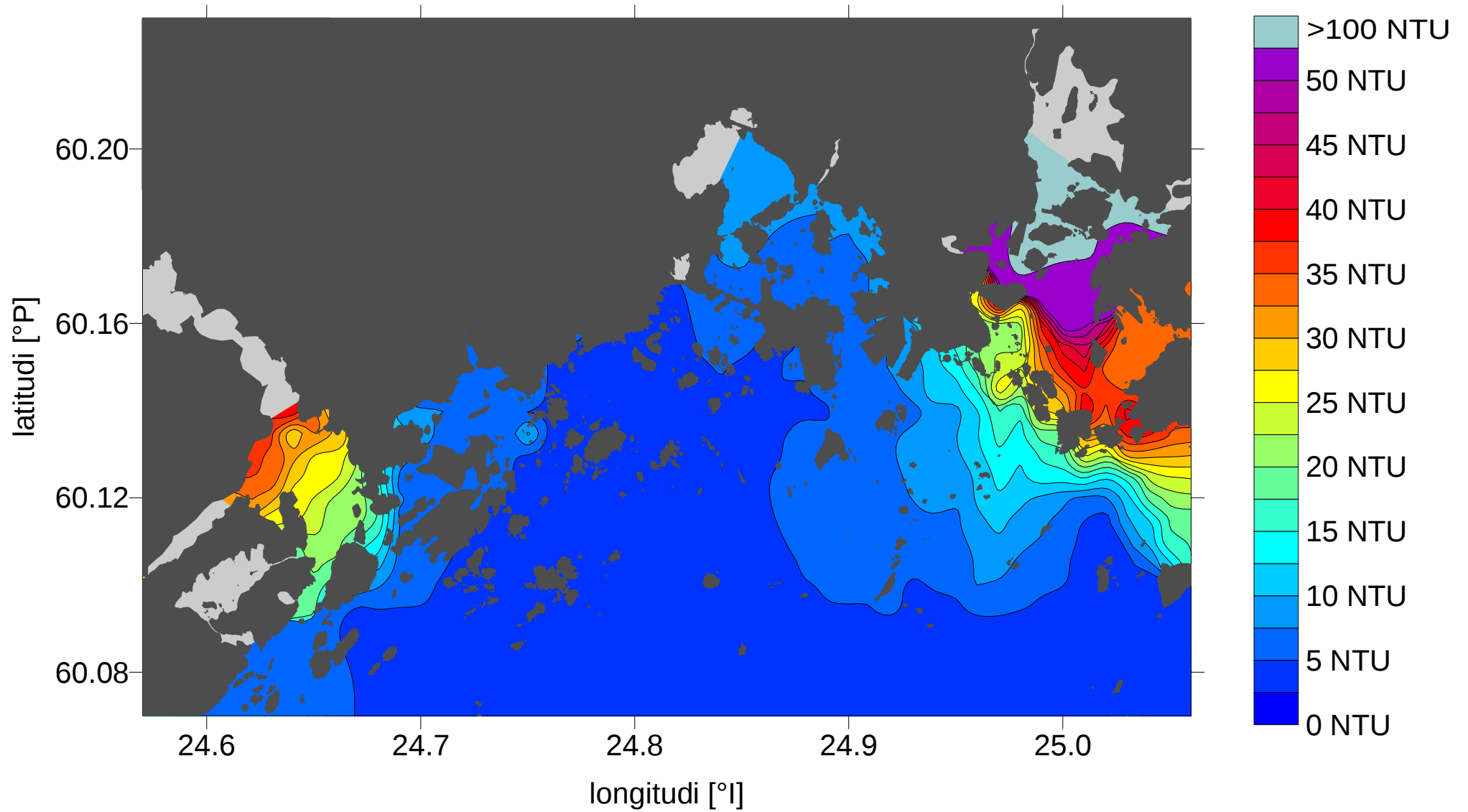
Kuva 4A. Pintaveden sameus 6.5.2008.

Sameus 27.8.2008



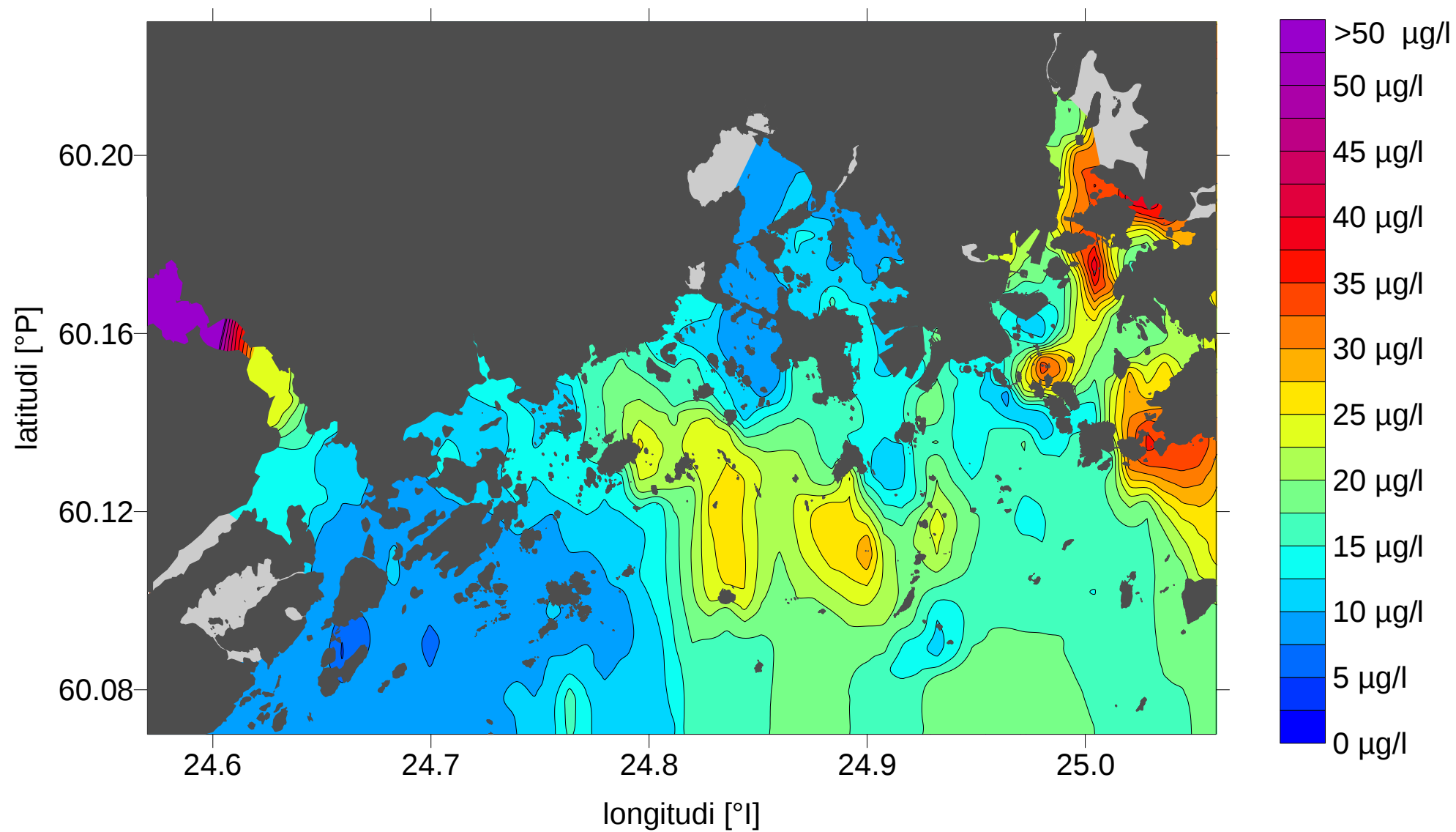
Kuva 4B. Pintaveden sameus 27.8.2008.

Sameus 21.11.2008



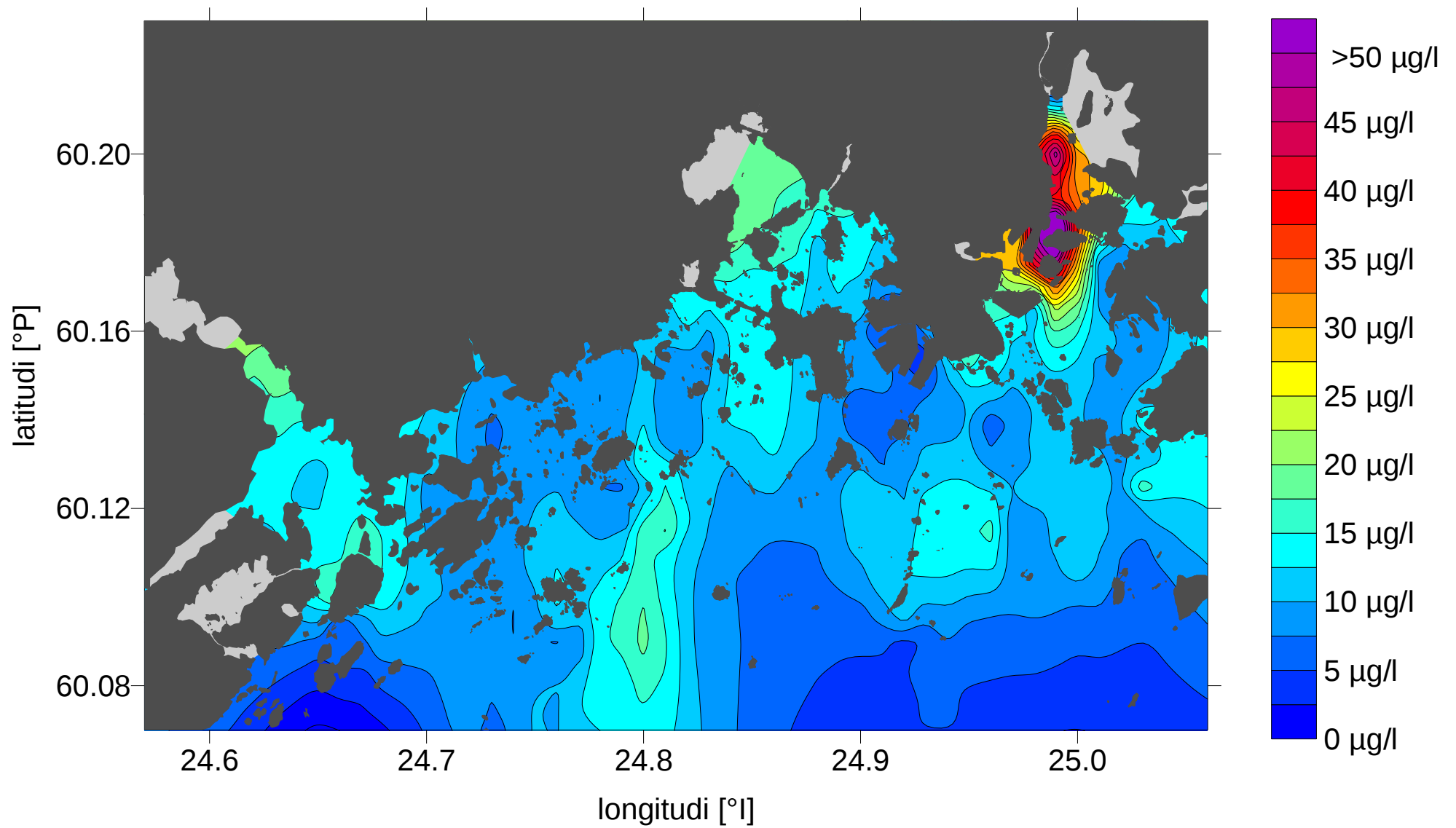
Kuva 4C. Pintaveden sameus 21.11.2008.

Klorofyllipitoisuus 6.5.2008



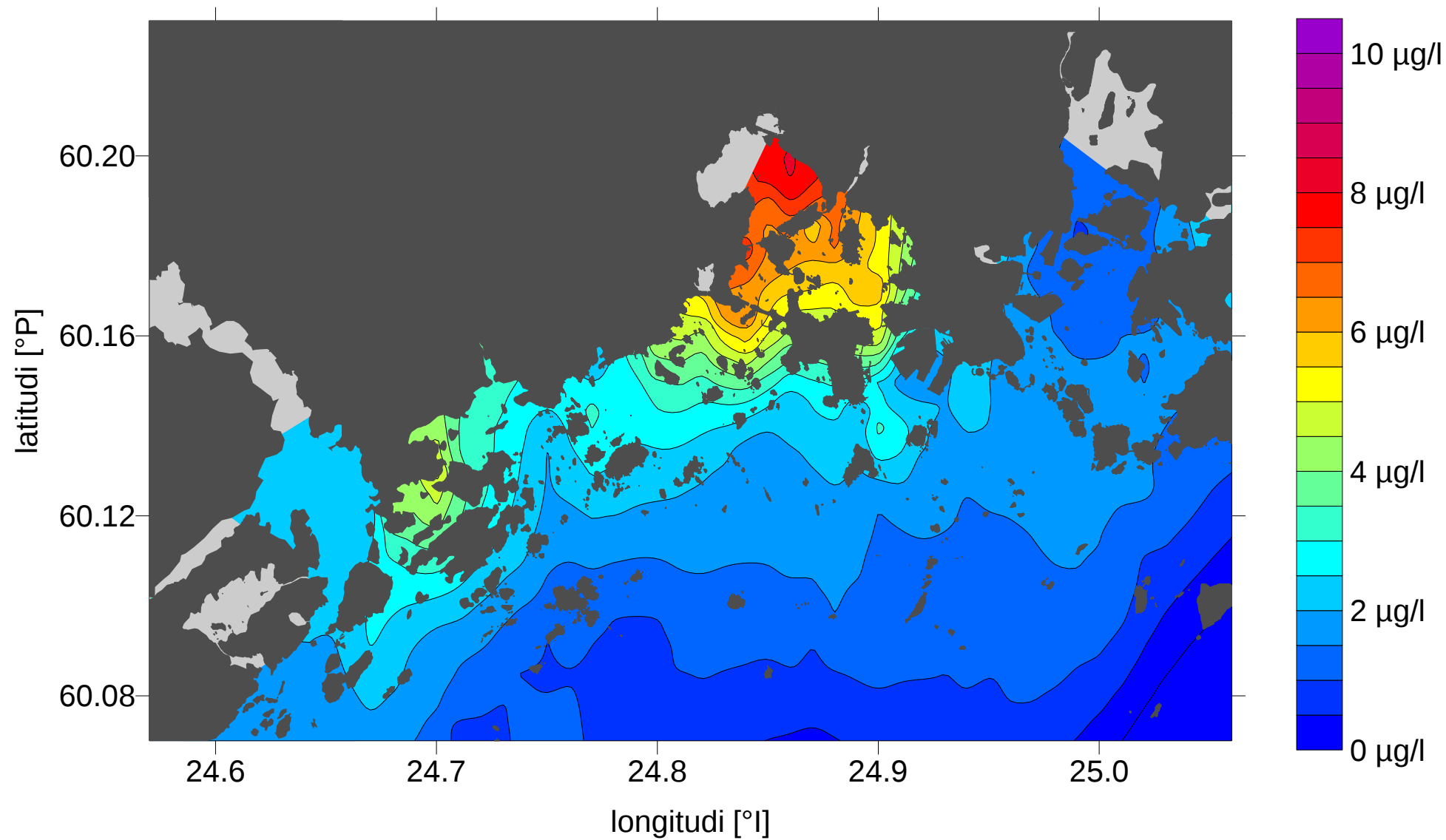
Kuva 5A. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus 6.5.2008.

Klorofyllipitoisuus 27.8.2008



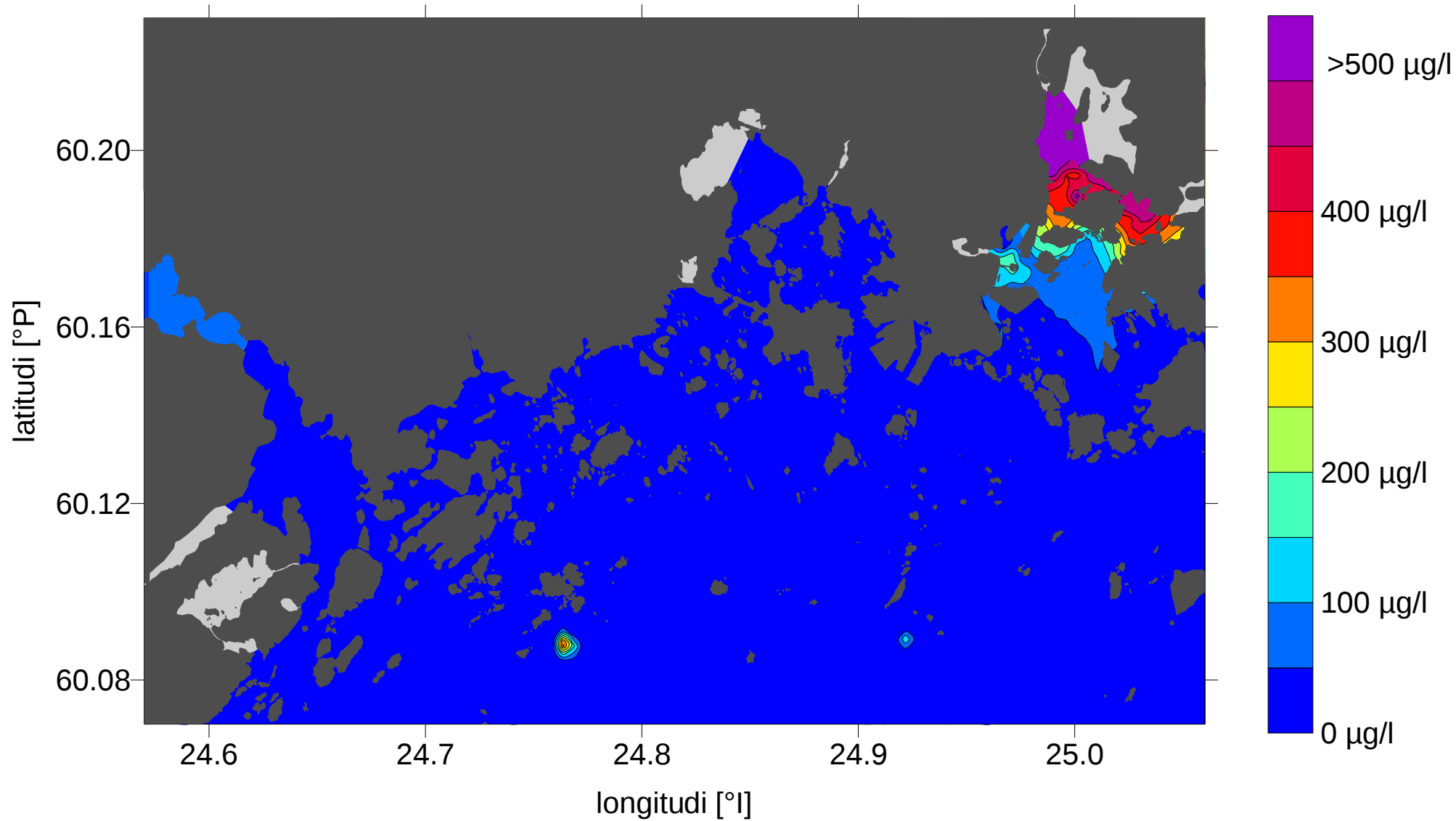
Kuva 5B. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus 27.8.2008.

Klorofyllipitoisuus 21.11.2008



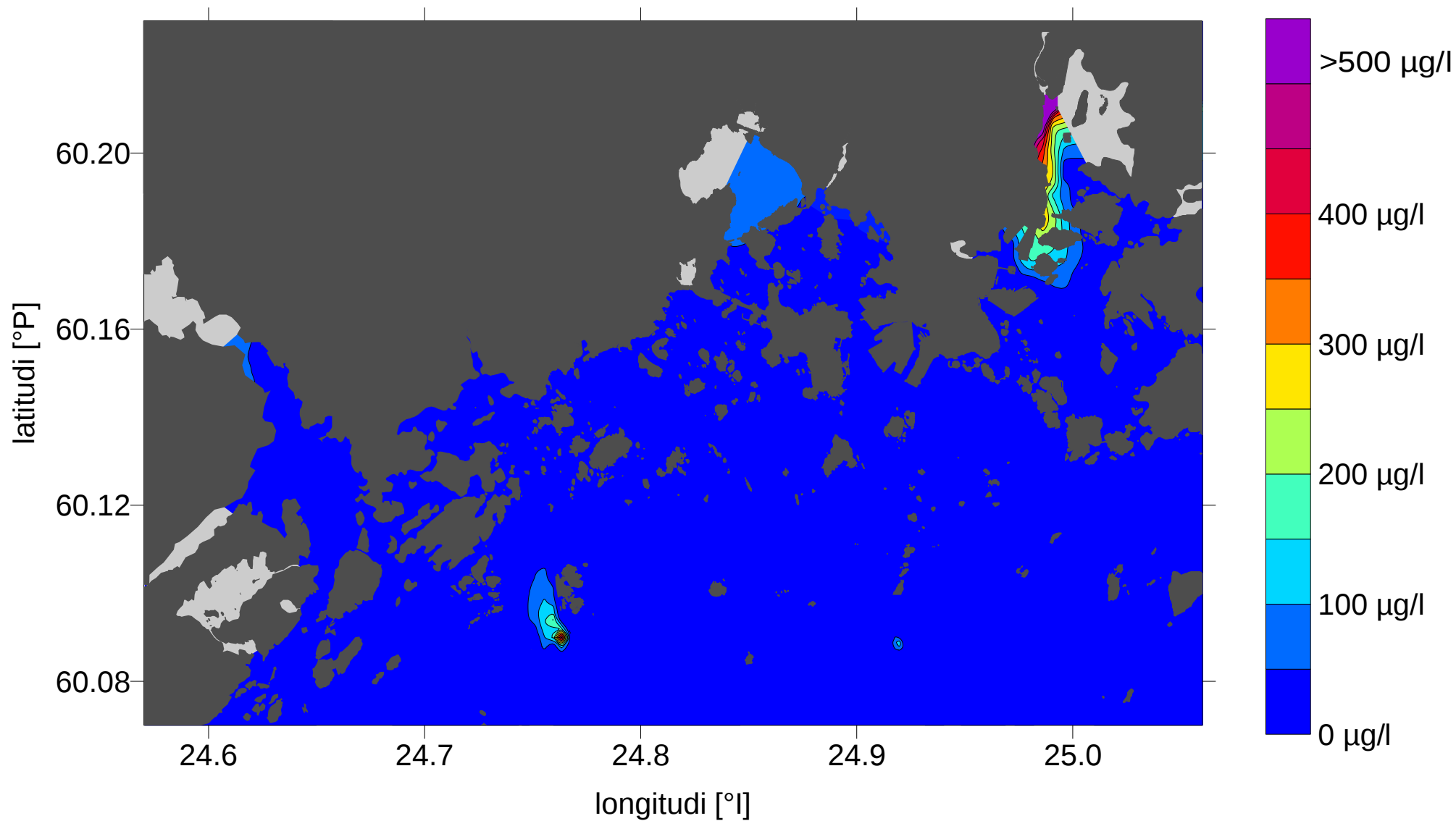
Kuva 5C. Pintaveden a-klorofyllipitoisuus 21.11.2008.

Nitraattityppipitoisuus 6.5.2008



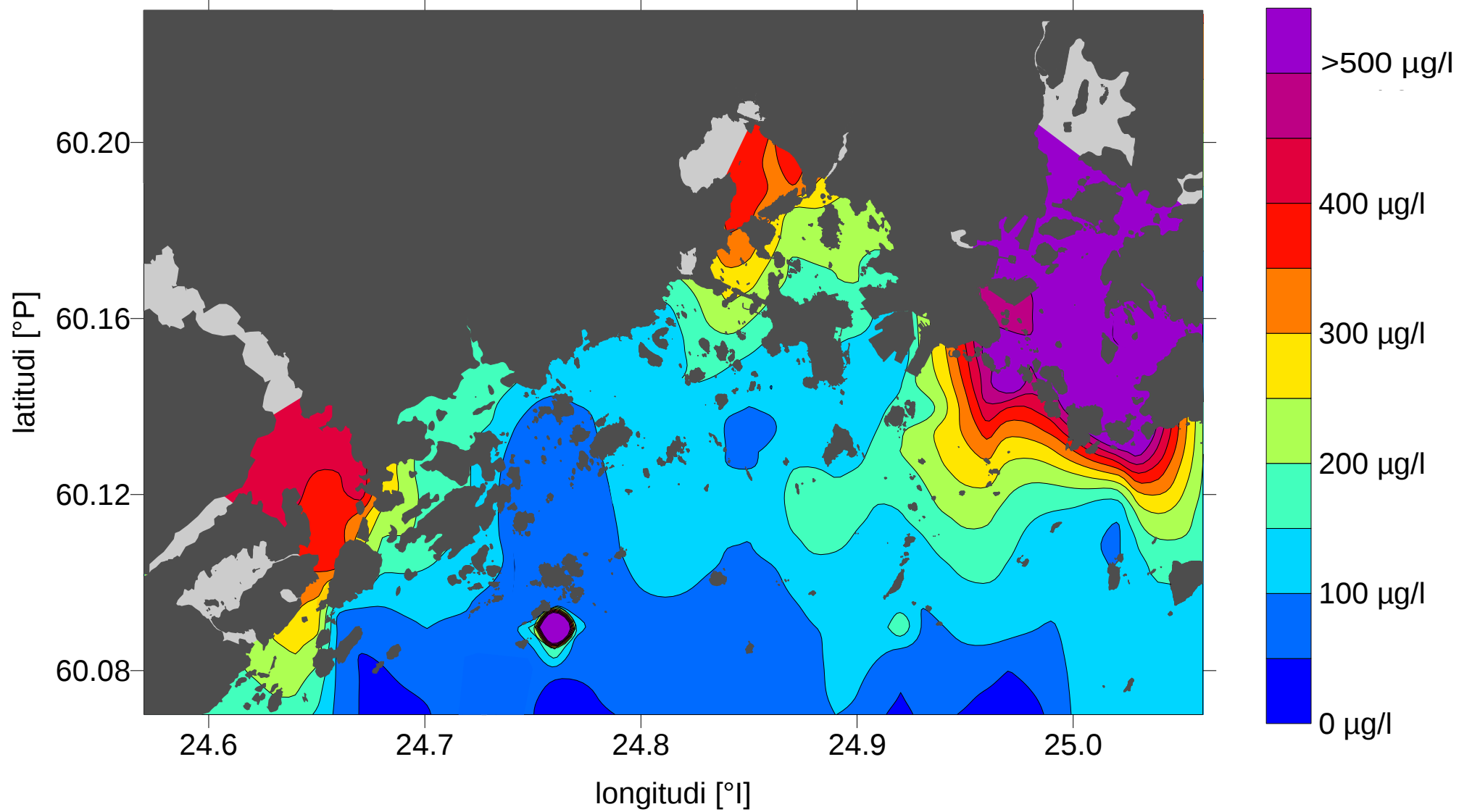
Kuva 6A. Pintaveden nitraattityppipitoisuus 6.5.2008.

Nitraattityppi 27.8.2008

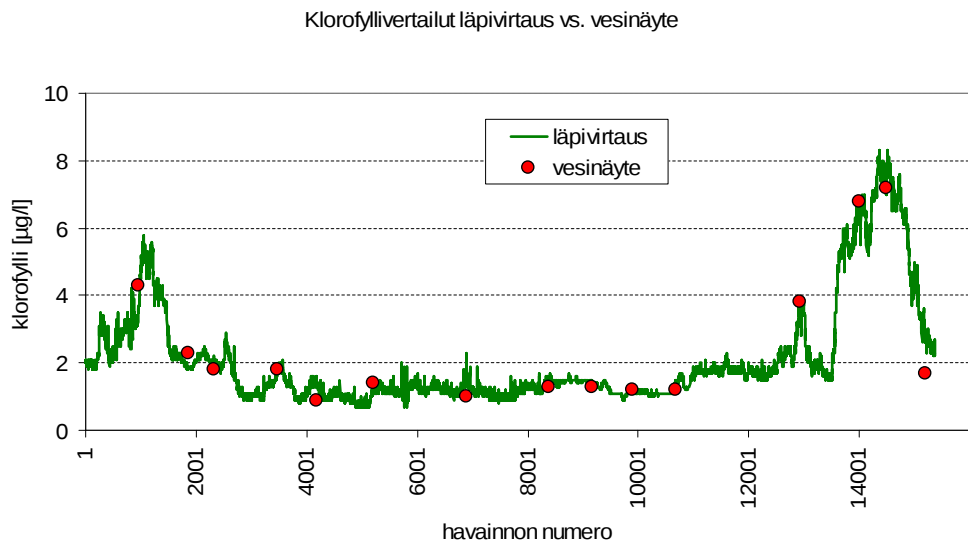
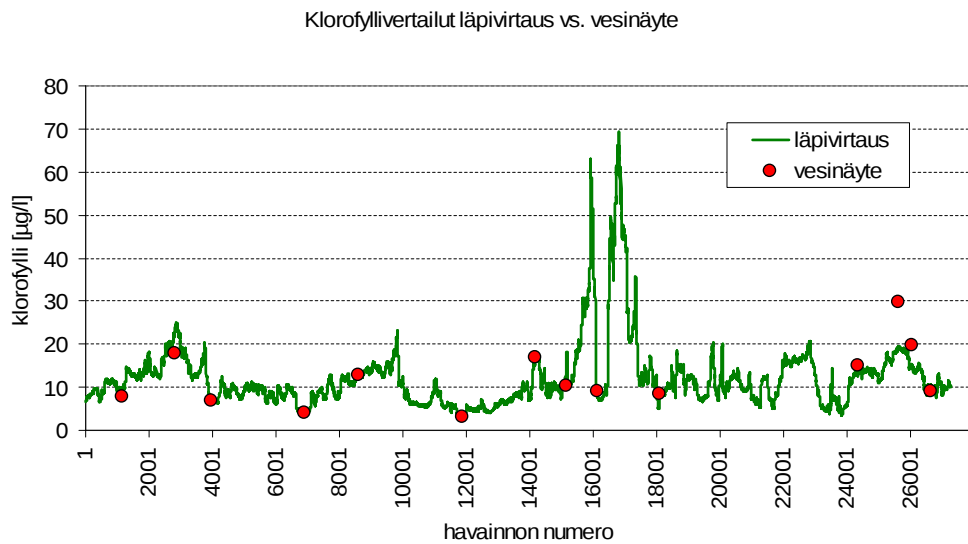


Kuva 6B. Pintaveden nitraattityppipitoisuus 27.8.2008.

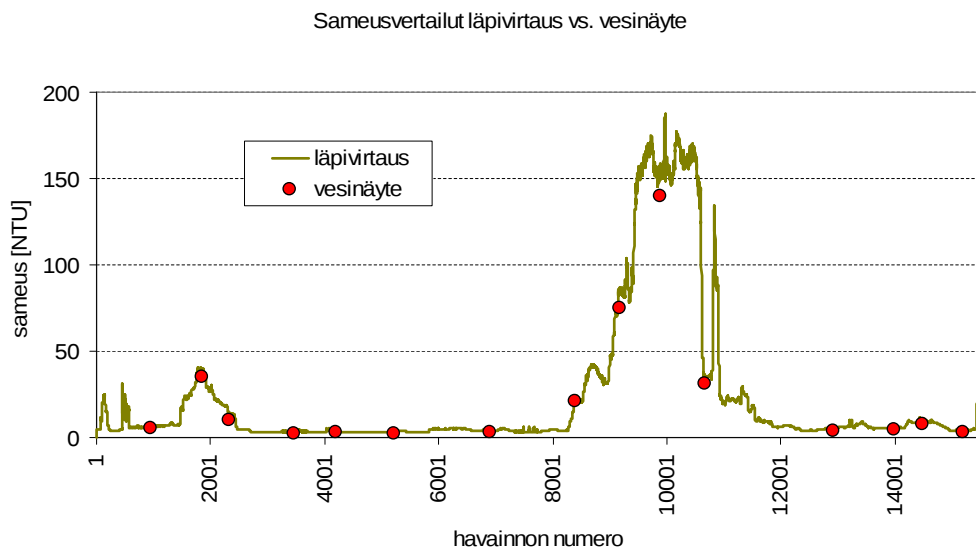
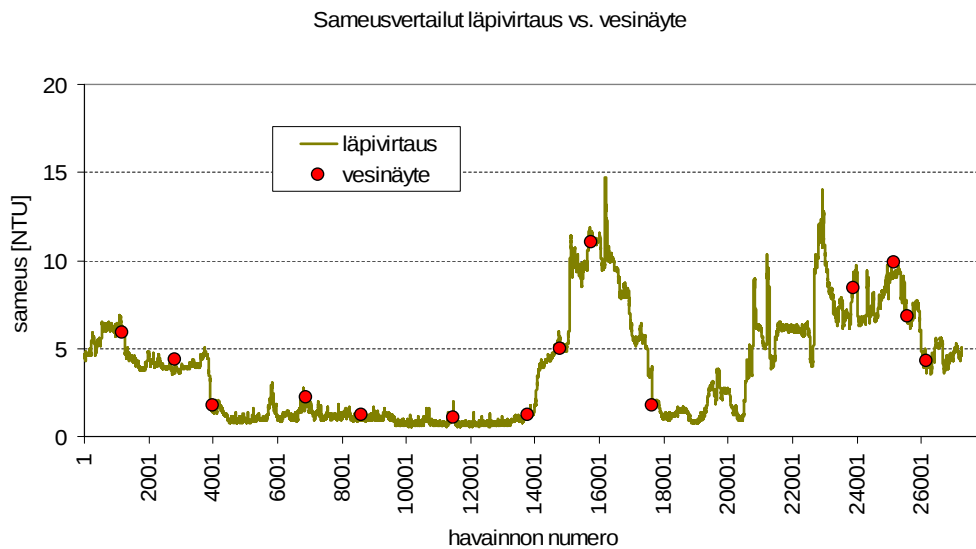
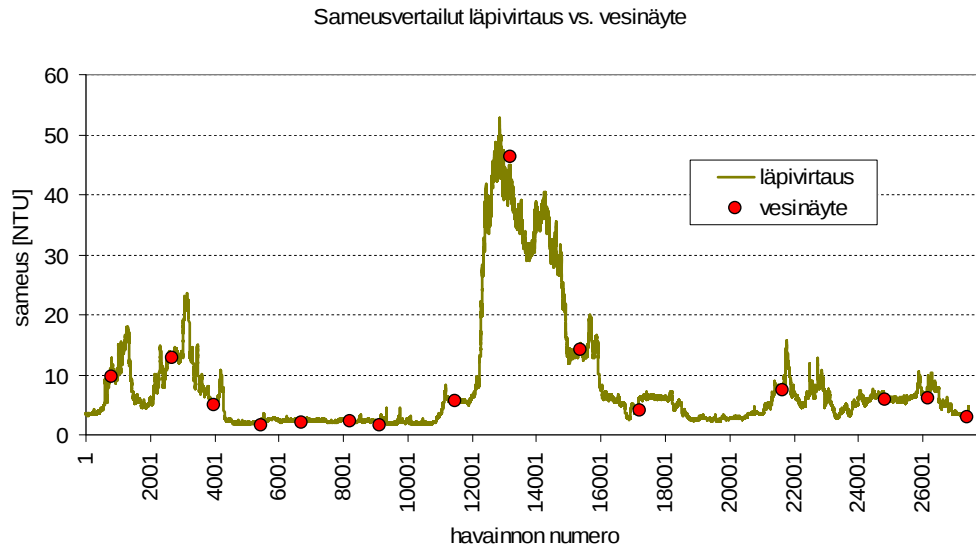
Nitraattityppi 21.11.2008



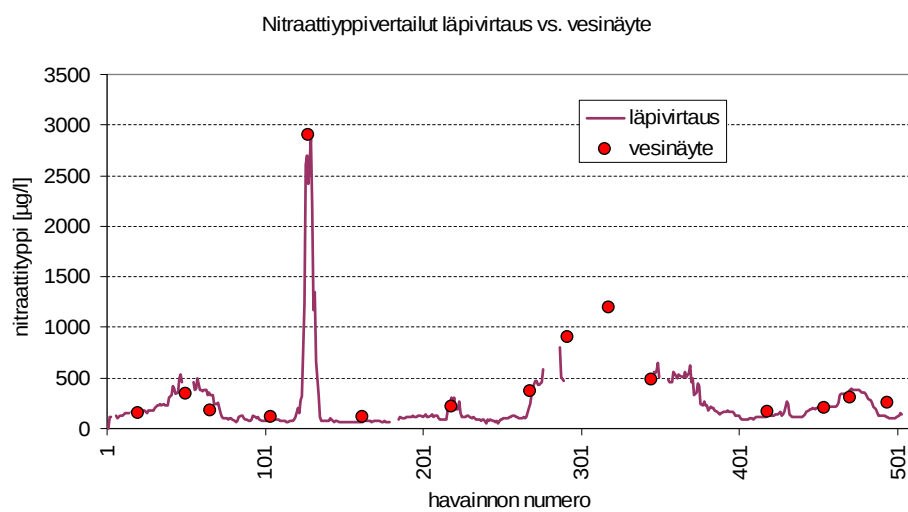
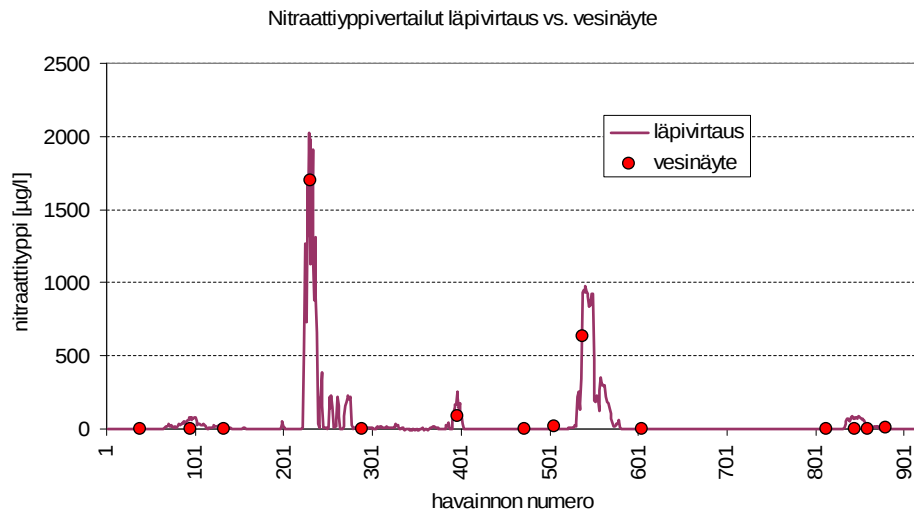
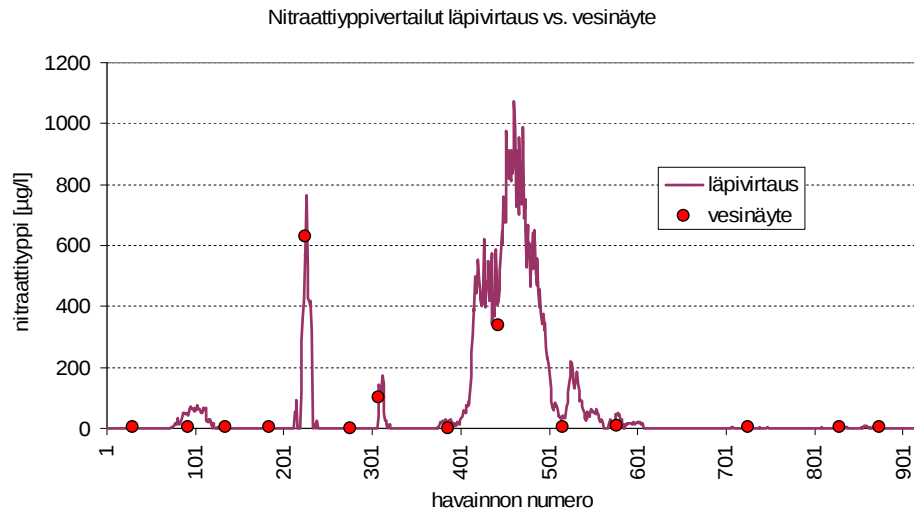
Kuva 6C. Pintaveden nitraattityppipitoisuus 21.11.2008.



Kuva 7A-C. Läpivirtauskartoituksen ja laboratoriotulosten vertailukuvaaja klorofyllipitoisuudesta. Yläkuva toukokuun, keskimäinen kuva elokuun ja alimmainen kuva marraskuun mittauskerroilta.



Kuva 8A-C. Läpivirtauskartoituksen ja laboratoriotulosten vertailukuvaaja sameudesta. Yläkuva toukokuun, keskimäinen kuva elokuun ja alimmainen kuva marraskuun mittauskerroilta.



Kuva 9A-C. Läpivirtauskartoituksen ja laboratoriotulosten vertailukuvaaja nitraattityppipitoisuudesta. Yläkuva toukokuun, keskimäinen kuva elokuun ja alimmainen kuva marraskuun mittauskerroilta. Marraskuussa korkeimmat sameusarvot estivät mittaukset Vanhakaupunginlahdella.

KUVAILULEHTI / PRESENTATIONSBLAD / DOCUMENTATION PAGE

Julkaisija Utgivare Publisher	Helsingin kaupungin ympäristökeskus Helsingfors stads miljöcentral City of Helsinki Environment Centre	Julkaisuaika/Utgivningstid/ Publication time Huhtikuu 2009 / April 2009
Tekijä(t)/Författare/Author(s)	Ilppo Kajaste, Jyrki Muurinen, Marjut Räsänen, Emil Vahtera ja Jari-Pekka Pääkkönen	
Julkaisun nimi Publikationens titel Title of publication	Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2008. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Havsområdets tillstånd inom Helsingfors och Esbo år 2008. Den ålagda övervakningen av avloppsvattnens inverkningar. The state of the sea area outside Helsinki and Espoo in 2008. Mandatory monitoring of sewage water impacts.	
Sarja Serie Series	Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja Helsingfors stads miljöcentrals publikationer Publications by City of Helsinki Environment Centre	Numero/Nummer/No. 7/2009
ISSN 1235-9718	ISBN 978-952-223-421-6	ISBN (PDF) 978-952-223-422-3
Kieli Språk Language	Koko teos / Hela verket / The work in full Yhteenveto/Sammandrag/Summary Taulukot/Tabeller/Tables Kuvatekstit/Bildtexter/Captions	fin fin, sve fin fin
Asiasanat Nyckelord Keywords	Vesistötutkimus, veden laatu, jätevedet, Suomenlahti, Helsinki, Espoo Vattenforskning, vattenkvalitet, avloppsvatten, Finska viken, Helsingfors, Esbo Water research, quality of water, sewage water, Gulf of Finland, Helsinki, Espoo	
Lisätietoja Närmare upplysningar Further information	Jari-Pekka Pääkkönen Puh./tel. (09) 310 31536 Sähköposti/e-post/e-mail: jari-pekka.paakkonen@hel.fi	
Tilaukset Beställningar Distribution	Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Asiakaspalvelu PL 500, 00099 Helsingin kaupunki Helsingfors stads miljöcentral, Kundtjänst PB 500, 00099 Helsingfors stad City of Helsinki Environment Centre, Customer Service P.O. Box 500, FIN-00099 CITY OF HELSINKI Puh./tel. +358-9-310 13000 Sähköposti/e-post/e-mail: ymk@hel.fi	

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2008

1. Puttonen, J., Terhemaa, L. Jätehuolto Helsingin venesatamissa vuonna 2007
2. Vuorela, M., Koskela, T., Kauppinen, I. Helsingin kaupungin ympäristöjohtamisen arviointi
3. Luontotieto Keiron Oy. Haltialan aarnialueen luonnonsuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma
4. Luontotieto Keiron Oy. Pitkälän rinnelehtojen luonnonsuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma
5. Luontotieto Keiron Oy. Ruutinkosken luonnonsuojelualueen hoito- ja käyttösuunnitelma
6. Munne, P., Muurinen, J., Pääkkönen, J.-P., Räsänen, M. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2007. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu.
7. Pienmunne, E., Pakarinen, R., Pääk, P., Nummi, P. Kauppatorin lokkitutkimus 2007
8. Saarikivi, J. Helsingin matelija- ja sammakkoeläinlajisto sekä tärkeät matelija- ja sammakkoeläinalueet vuonna 2007
9. Yrjölä, R. Vuosaaren satamahankkeen linnustoseuranta 2007
10. Ilmansuojelutyöryhmä. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008 - 2016
11. Ilmarinen, K., Oulasvirta, P. Vesikasvillisuus Espoon ulkosaariston–Helsingin itäisen ulkosaariston alueella kesällä 2007
12. Viinanen, J., Pitkälä, E. (toim.). Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008 - 2016. Terveys- ja ympäristövaikutusten arviointi.
13. Åberg, R., Nousiainen, L.-L., Lampinen, H., Klemmtilä-Kirjavainen, E. Graavisuolatun ja kylmäsavustetun kalan hygieeninen laatu ja säilytyslämpötilat vähittäismyynnissä ja laitoksissa
14. Åberg, R. Sushituotteiden valmistus, HACCP ja valmistukseen liittyvät hygieeniset riskit
15. Niskanen, I., Päivänen, J., Virrankoski, L., Alanko, M., Jokinen, S., Pesu, M., Leppänen, P., Gröhn, L. Helsingin kaupungin meluntorjunnan toimintasuunnitelma 2008
16. Helsingin luonnonsuojeluohjelma 2008 - 2017
17. Hakkarainen, T., Pönkä, A., Kivikoski, L. Yleisten uimarantojen hygieeninen taso Helsingissä vuonna 2008
18. Pönkä, A., Järveläinen, A., Kalso, S. Irtojätteen ja veden mikrobiologinen laatu helsinkiläisissä kesäkielissä
19. Munne, P., Pääkkönen, J.-P., Tiensuu, M., Vahtera, E. Töölönlahden tila ja meriveden juoksutuksen vaikutus vuosina 2006-2008

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 2009

1. Kiema, S., Saarenoksa, R. Kivinkosken pohjoisen metsäalueen kääpä- ja orvakkainventointi 2006–2007
2. Muotka, K. Helsingin ulkoilureittien ja puistojen roskaantumisen
3. Salla, A. Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet sekä pitoisuudet puistoissa ja kerrostalojen pihalla Helsingissä
4. Niskanen, I., Päivänen, J., Virrankoski, L., Alanko, M., Jokinen, S., Pesu, M., Leppänen, P., Gröhn, L. Helsingfors stads handlingsplan för bullerbekämpning 2008
5. Dictus, J., Creed, A. (eds). Towards Environmental Sustainability. Report of the Peer review of the city of Helsinki.
6. Yrjölä, R. Vuosaaren satamahankkeen linnustoseuranta 2008
7. Kajaste, I., Muurinen, J., Räsänen, M., Vahtera, E., Pääkkönen, J.-P. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2008. Jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu.