

4/2000



HELSINGIN KAUPUNGIN

YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA

Alg@line-seurantatutkimus Helsingin merialueella vuonna 1999



Katja Pellikka ja Hilikka Viljamaa

Helsinki 2000

Etukannen kuva: Silja Serenade -alus Suomenlinnan edustalla (Silja Linen kuva-arkisto)

Painettu pohjoismaisen ympäristömerkin saaneelle paperille

Katja Pellikka ja Hilikka Viljamaa

ALG@LINE-SEURANTA TUTKIMUS HELSINGIN MERIALUEELLA
VUONNA 1999

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 2000

ISSN 1235-9718
ISBN 951-718-463-8
Painopaikka: Helsingin kaupungin hankintakeskus
Helsinki 2000

Alg@line-seurantatutkimus Helsingin merialueella vuonna 1999

Katja Pellikka ja Hilikka Viljamaa

Sisällys

YHTEENVETO	1
SAMMANDRAG	2
SUMMARY	3
1. JOHDANTO.....	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3. TULOKSET	6
3.1. FYSIKAALIS-KEMIAALLISET OMINAISUUDET	6
3.1.1. <i>Lämpötila</i>	6
3.1.2. <i>Suolaisuus</i>	6
3.1.3. <i>Ravinteet</i>	6
3.2. KASVIPLANKTON JA <i>A</i> -KLOROFYLLIPITOISUUS.....	7
3.2.1. <i>Laivatulosten vertailu perinteiseen havainnointiin</i>	12
4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ.....	14
5. LÄHDELUETTELO	14

Liitteet:

Liite 1. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraattisekä kokonaistyyppipitoisuus ja *a*-klorofyllipitoisuus Kruunuvuorenselällä.

Liite 2. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraattisekä kokonaistyyppipitoisuus ja *a*-klorofyllipitoisuus Helsingin ulkosaaristossa vuonna 1999.

Liite 3. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraattisekä kokonaistyyppipitoisuus ja *a*-klorofyllipitoisuus ulkomerellä Helsingin edustalla.

Yhteenveto

Helsingin edustan merialueen tilaa tutkittiin vuonna 1999 vuonna 1997 aloitetun yhteistyöohjelman mukaisesti Silja Linen matkustajalaivoihin asennetuilla jatkuvatomittimilla mittauslaitteistoilla. Yhteistyöohjelma on osa laajempaa Alg@line-projektia.

Työssä käytettiin Helsinki–Tallinna-väliä kulkevan Wasa Queen -laivan viiden ja Helsinki–Tukholma-reittiä kulkevan Silja Serenade -laivan kahden Helsingin lähellä olevan näytenäytteen tuloksia (ravinteet, suolaisuus, lämpötila, *a*-klorofylli ja kasviplankton). Lisäksi käytettiin *in vivo* -*a*-klorofyllituloksia Wasa Queenin reitiltä. Laivojen tuloksia verrattiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen samoilla alueilla sijaitsevien havaintopaikkojen tuloksiin.

Pintaveden lämpötila oli kesällä 1999 muutaman asteen korkeampi kuin edellisellä kesänä. Tämä johtui siitä, että syvältä tuleva vesi kumpusi Helsingin edustalla useita kertoja. Kumpuava vesi oli kylmää, suolaista ja ravinteikasta.

Ravinnepitoisuudet olivat kesällä 1999 keskimäärin hieman pienempiä kuin edellisellä kesänä. Kumpuamiset nostivat fosfaattifosforin pitoisuuksia etenkin ulkomerellä.

Kasviplanktonin kevätukinta ajoittui vuonna 1999 toukokuun puoliväliin. Sisäsaaristossa piilevät ja ulkosaaristossa ja ulkomerellä etenkin *Scrippsiella hangoei* -panssarisiimalevä olivat runsaslukuisia. Saaristossa tavattiin heinäkuussa paljon *Eutreptiella*-silmlälevää ja elokuussa *Heterocapsa*-panssarisiimalevää. Syyslokakuussa esiintyi potentiaalisesti myrkyllinen *Prorocentrum minimum* runsaana. Laji ei ole aiemmin esiintynyt Helsingin merialueella yhtä runsaslukuisena.

Sinileviä esiintyi vuonna 1999 runsaimmin heinä-syyskuussa. Yleisimmät lajit olivat *Aphanizomenon* sp., *Nodularia spumigena* ja *Woronichinia* sp. Suomenlahden avomerialueella kesällä 1999 tavattuja sinilevälauttoja ei havaittu Helsingin edustalla, mutta sinilevien määrä oli selvästi edellistä kesää suurempi.

Perinteisellä näytteenotolla saatujen tulosten täydentäminen laivanäytetuloksilla mahdollistaa Helsingin koko merialueen tilan havainnoinnin samanaikaisesti. Tämän ansiosta voidaan kaupunkilaisille, viranomaisille ja päättäjille tiedottaa esim. kesän levätilanteesta kattavasti ja ajankohtaisesti mm. Internetin (Itämeritietokanta osoitteessa <http://meri.fimr.fi> ja Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen Internet-sivut <http://www.hel.fi/y mk>) ja lehdistötiedotteiden avulla.

Alg@line-övervakningen på Helsingfors havsområden år 1999

Sammandrag

Havsområdets tillstånd utanför Helsingfors undersöktes år 1999 med hjälp av kontinuerliga mätningssinstrument som installerats på Silja Lines passagerarfartyg enligt det år 1997 påbörjade samarbetsprogrammet. Detta program är en del av det mer omfattande Alg@line-projektet.

I det här arbetet användes resultat (näringsämnen, salthalt, temperatur, klorofyll *a* och växtplankton) från fem mätningstationer nära Helsingfors mätta av Wasa Queen, som trafikerar mellan Helsingfors och Tallinn, och från två liknande mätningstationer mätta av Silja Serenade, som går mellan Helsingfors och Stockholm. Dessutom användes *in vivo* – klorofyll *a* – resultat från Wasa Queens rutt. Dessa resultat jämfördes med resultaten från Helsingfors stads miljöcentrals mätningstationer från samma områden.

Ytvattnets temperatur var under sommaren 1999 någon grad högre än året innan. Uppvällningar av kallt, salt och näringsrikt vatten från djupare områden förekom flera gånger under sommaren 1999.

Näringshalterna var sommaren 1999 i medeltal något lägre än sommaren innan. Uppvällningarna ökade dock i synnerhet halterna av fosfatfosfor, speciellt i de yttre havsregionerna.

Växtplanktonvårblomningen inträffade år 1999 i mitten av maj. Kiselalger var rikliga i den inre skärgården och dinoflagellaten *Scrippsiella hangoei* i ytterskärgården och på öppna havet. I skärgården förekom rikliga mängder euglenoider (*Eutreptiella*) i juli och dinoflagellater (*Heterocapsa*) i augusti. I september-oktober var den potentiellt giftiga *Prorocentrum minimum* riklig. Arten har inte tidigare förekommit i lika riklig mängd inom Helsingfors havsområde.

Blågröna alger förekom år 1999 rikligast under perioden juli-september. De allmännaste arterna var *Aphanizomenon* sp., *Nodularia spumigena* och *Woronichinia* sp. Sådan massförekomst av blåbasgröna alger som förekom på Finska vikens yttre havsområden sommaren 1999 observerades inte på Helsingfors havsområden, men de blågröna algerna var klart rikligare än sommaren innan.

Genom att komplettera den traditionella provtagningen med resultat från passagerarfartygen kan hela Helsingfors havsområdes tillstånd granskas samtidigt. På så vis är det möjligt att informera stadsborna, myndigheterna och beslutsfattarna om t.e.x. sommarens algsituation både täckande och aktuellt med hjälp av bl.a. Internet (Östersjö-databasen på <http://meri.fimr.fi> och Helsingfors stads miljöcentrals Internetsidor på <http://www.hel.fi/y mk>) och pressmeddelanden.

Alg@line monitoring in the Helsinki sea area in 1999

Summary

In 1999, the state of the sea area outside Helsinki was studied with the aid of continuous measuring instruments installed on Silja Line's passenger ferries according to the co-operative programme started in 1997. This programme is part of the larger Alg@line-project.

This study used data (nutrients, salinity, temperature, chlorophyll *a* and phytoplankton) from five measuring points close to Helsinki measured by Wasa Queen (Helsinki-Tallinn) and from two similar points measured by Silja Serenade (Helsinki-Stockholm). In addition, *in vivo* - chlorophyll *a* - results from the route of Wasa Queen were used. The data from the ferries was compared to the results from the measuring stations of the Helsinki City Environment Centre in the same area.

The temperature of the surface water was slightly higher in the summer of 1999 than the summer before. Upwellings of deeper water occurred several times outside Helsinki during the summer of 1999. The upwelling water was cold, saline and rich in nutrients.

The nutrient concentrations were on average slightly lower in the summer of 1999 than the year before. The upwellings raised the concentrations of especially phosphate-phosphorus, particularly in the open sea area.

The phytoplankton spring bloom occurred in the middle of May in 1999. Diatoms were abundant in the inner archipelago and dinoflagellates (*Scrippsiella hangoei*) in the outer archipelago and in the outer sea region. In the archipelago, euglenophytes (*Eutreptiella*) were abundant in July and dinoflagellates (*Heterocapsa*) in August. The potentially toxic *Prorocentrum minimum* was abundant in September-October. This species has not occurred in as big numbers outside Helsinki before.

Blue-green algae were quite abundant from July to September. The most common species were *Aphanizomenon* sp., *Nodularia spumigena* and *Woronichinia* sp. Mass occurrences of blue-green algae, which were found in the pelagic area of the Gulf of Finland in the summer of 1999, were not observed outside Helsinki, but there were clearly more blue-green algae than the summer before.

Combining the results from the traditional sampling programme with the data from the passenger ferries makes it possible to observe the state of the entire sea area of Helsinki simultaneously. This makes it possible to inform the citizens, officials and decision-makers of e.g. the algal situation both extensively and on-line with the aid of e.g. the Internet (the Algaline Database at <http://meri.fimr.fi> and the web pages of the Helsinki City Environment Centre at <http://www.hel.fi/ymk>) and press releases.

1. Johdanto

Helsingin seudun merialueen tilaa tutkittiin vuonna 1999 vuonna 1997 aloitetun yhteistyöohjelman mukaisesti Helsingin kaupungin havaintopaikoilla sekä laivoihin asennetuilla jatkuvatoimisilla mittausrakenteilla. Tätä suomalais-virolaisen yhteistyöprojektin toteuttamaa jatkuvatoimista seurantamenetelmää on aiemmin selostettu useissa eri julkaisuissa (mm. Rantajärvi & Leppänen 1994; Leppänen ym. 1995; Tamelander & Viljamaa 1997; Rantajärvi (toim.) 1998; Rantajärvi ym. 1998; Pelikka & Viljamaa 1999).

Alg@line on yhteistyöprojekti, jossa ovat Merentutkimuslaitoksen lisäksi mukana Uudenmaan, Länsi-Suomen ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskukset, Viron merentutkimuslaitos ja Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Hanke toimii myös yhteistyössä Itämeren suojelukomission (HELCOM), Kansainvälisen Merentutkimusneuvoston (ICES) ja EuroGOOS-organisaation kanssa. Laivayhtiöt, etenkin Silja Line, ovat tukeneet projektia. Alg@line seuraa Itämeren tilassa tapahtuvia muutoksia mahdollisimman tosiaikaisesti yhdistämällä erilaisia menetelmiä. Apuna ovat etenkin useille kauppalaivoille asennetut automaattiset mittalaitteet, satelliittikuvat, perinteiset rannikon havaintoasemat ja Merentutkimuslaitoksen tutkimusalus Aranda. Laivojen keräämä uusin tieto on kaikkien ulottuvilla Internetissä olevassa Itämeritietokannassa (<http://meri.fimr.fi>) suomen-, ruotsin-, viron- ja englanninkielisenä. Tietokannasta löytyy myös raportteja, tiedotteita ja muuta tietoa Itämeren tilasta. Alg@line tarjoaa lisäksi satelliittikuvia veden pintalämpötiloista ja levälautoista.

Kasviplankton esiintyy vedessä yleensä laikuittaisesti, jolloin pistemäisen näytteenoton antama tieto edustaa huonosti laajempaa vesialuetta. Jatkuvatoimiset mittausrakenteet mahdollistavat laajojen vesialueiden seurannan lähes samanaikaisesti ja tiheällä näytteenottovälillä, mutta mitattavat ominaisuudet eivät toistaiseksi voi olla kovin yksityiskohtaisia. Tiheä näytteenotto mahdollistaa lisäksi esimerkiksi kesäajan syvän veden kumpuamisen seurannan.

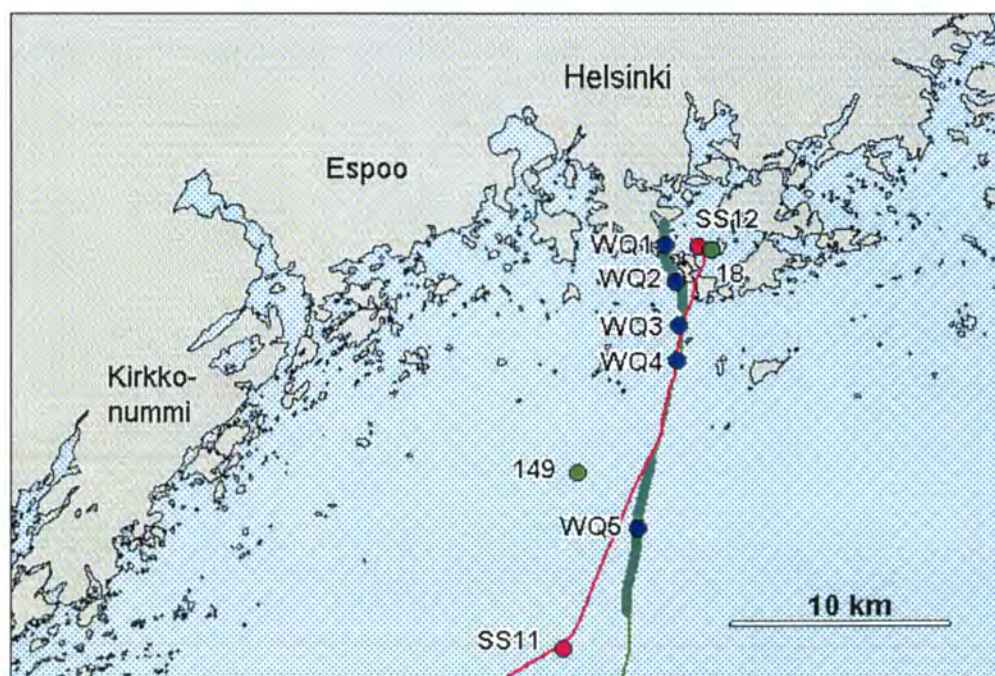
Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkkailla Helsingin seudun merialueen tilaa tehokkaasti ja verrata laivamittausten tuloksia perinteisen havainnoinnin antamiin tuloksiin. Tässä selostuksessa tarkastellaan vuoden 1999 tilannetta vertailemalla sitä edelliseen vuoteen.

2. Aineisto ja menetelmät

Automaattiset veden laadun mittausrakenteet on asennettu Silja Line -yhtiön laivoihin, joista Wasa Queen -laiva liikennöi välillä Helsinki–Tallinna kulkien Eteläsatamasta Särkän kautta etelään ja Silja Serenade Eteläsatamasta Kustaanmiekan kautta lounaaseen Porkkalanniemen ohi (kuva 1). Tässä työssä käsitellään Helsingin edustan viiden Wasa Queenin ja kahden Silja Serenaden havaintopisteen tuloksia. Vuonna 1998 Wasa Queenin reitti kulki Helsingin Eteläsataman jälkeen Kustaanmiekan kautta. Ensimmäisen näytepisteen, WQ1, pituuspiirikoordinaatti oli tämän vuoksi vuonna 1999 hieman poikkeava edellisestä vuodesta. Pisteen näytteenottokoordinaattien muuttuminen länteen päin ei oletettavasti ole vaikuttanut tuloksiin, sillä siirtymän takia vesi oli joka tapauksessa otettu jo heti laiturista irtautumisen jälkeen mittausrakenteiston putkistoihin (ja veden analysointi mittalaitteistossa tapahtui näytekoordinaattien kohdalla). Syyskuun alussa Wasa Queenin laitteisto siirrettiin Finnjetille, joka siirtyi liikennöimään Helsinki–Tallinna-reitille. Finnjet kulki Katajanokalta Kustaanmiekan kautta Tallinnaan ja otti näytteet aikai-

semmasta poiketen Tallinnasta Helsinkiin tullessaan. Wasa Queenilta ja Silja Serenadelta saatiin tuloksia toukokuusta alkaen. Laitteisto ei toiminut Finnjetillä moitteettomasti, joten tässä tarkastelussa Helsinki–Tallinna-reitin tuloksia on käsitelty ajankohdilta touko-syyskuu.

Laivojen mittauslaitteistot koostuivat lämpötila-anturista, salinometristä, fluorometristä ja näytteenottolaitteistosta. Lämpötilaa, suolaisuutta ja *in vivo* - α -klorofylliä (fluoresenssi) mitattiin laivojen reitiltä noin 5 metrin syvyydestä ja noin 100 metrin välein. Lisäksi määrättyiltä näytepisteiltä otettiin kerran viikossa näytettä. Näytteestä analysoitiin laboratoriossa viikoittain kasviplanktonlajisto ja fluoresenssiarvon kalibrointia varten määritettiin α -klorofyllipitoisuus. Keskimäärin joka toinen viikko näytevedestä määritettiin lisäksi ravinnepitoisuudet (kokoainestyyppi ja -fosfori, nitriitti- ja nitraattityppi sekä fosfaattifosfori) ja suolaisuus. Ammoniumtyyppiä ei määritetty vuonna 1999, sillä tulokset eivät olleet edellisenä vuonna luotettavia.



© Maanmittauslaitos, lupa nro 205/MYY/00

Kuva 1. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen havaintopaikat 18 ja 149 (vihreät pisteet), Wasa Queen -laivan reitti (vihreä viiva), Wasa Queenin näytepisteet WQ1–WQ5 (siniset pallot), Silja Serenade -laivan reitti (punainen viiva), Silja Serenaden näytepisteet SS11 ja SS12 (punaiset pisteet) sekä α -klorofyllipitoisuuden vertailuun käytetyt kaksi vyöhykettä (paksut viivat) Helsingin merialueella.

Veden α -klorofyllipitoisuuden vaihtelua tutkittiin lisäksi kahdella vyöhykkeellä (sisäsaaristo ja ulkomeri) laivan jatkuvatoimisen fluorometrin mittaamien *in vivo* - α -klorofyllitulosten avulla (kuva 1).

Automaattilaitteiston tuloksia (mm. ravinteet) verrattiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kahden havaintopaikan pintaveden tuloksiin. Laivahavaintoja verrattiin Kruunuvuorenselän havaintopaikkaan numero 18 ja ulkomerellä havaintopaikkaan numero 149, joista näytteitä otettiin perinteisillä menetelmillä kerran kuukaudessa. Havaintopaikalta 18 otettiin kuitenkin klorofyllinäytteitä kaksi kertaa kuukaudessa. Kahden vyöhykkeen *in vivo* - α -klorofyllitulosten vertailussa käytet-

tiin lisäksi sisäsaaristossa havaintopaikkojen 16, 18 ja 44 ja ulkomerellä havaintopaikkojen 39, 125, 149 ja 168 α -klorofyllituloksia.

Näyteveden viipymä automaattilaitteiston putkistossa ennen fluorometriä aiheuttaa siirtymän tiedostoon kirjautuneiden ja todellisten sijaintikoordinaattien välille. Siirtymä on sitä pienempi, mitä nopeampi veden virtaus laitteistossa saavutetaan. Pumpun tehottomuus sekä putkien limoittuminen ja likaantuminen pienentävät virtausta. Siirtymä määritettiin touko-heinäkuun 1999 niistä tiedostoista, joissa molemmat lämpötila-anturit ovat olleet kunnossa. Siirtymä mitattiin vertaamalla lämpötila- ja suola-anturin lämpötilasensorin tuloksia. Lämpötila-anturi sijaitsee sisääntuloputkessa ja suola-anturi kuplanerotuskammiossa huomattavasti kauempana laitteistossa.

Wasa Queenin näytteiden fysikaalis-kemialliset analyysit tehtiin kesä-syyskuussa 1999 Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa ja muina aikoina Suomen ympäristökeskuksen laboratorioissa. Kasviplanktonin analysoinnin teki Viron Merentutkimuslaitos kahdeksalta näytepisteeltä (WQ1, 2, 3, 5, 7, 9, 10 ja 11), joista tässä käsitellään WQ1, 2, 3 ja 5. Finnjetin ja Silja Serenaden (tässä näytepisteet SS11 ja SS12) näytteiden analysoinnit tehtiin Suomen ympäristökeskuksen laboratorioissa.

3. Tulokset

3.1. Fysikaalis-kemialliset ominaisuudet

3.1.1. Lämpötila

Pintaveden lämpötila oli heinä-syyskuussa 1999 keskimäärin 16 °C. Se oli erityisesti kesäkuukausina muutaman asteen korkeampi kuin kesällä 1998. Lämpötila oli lähellä Helsingin satamaa korkein kesäkuun lopussa (18–19 °C), mutta ulkomerellä lämpötila heittelehti varsin paljon (liitteet 1–3). Molempien laivojen lämpötilakäyrät olivat lähes samanlaisia, joten lämpötilan nopeita nousuja ja laskuja voidaan pitää todellisina. Kumpuaminen oli selvintä toukokuun lopussa sekä heinäkuun alussa ja lopussa. Kumpuaminen tuo pinnalle syvemältä kylmää ja yleensä suolaista ja ravinteista vettä. Havaintopaikalla 149 ei kumpuamista havaittu, sillä näytteenottoväli oli liian pitkä.

3.1.2. Suolaisuus

Keväällä suolaisuus oli pienin lumien sulamisvesien takia. Kesällä pintaveden suolaisuus vaihteli 5 ja 6 ‰:n välillä (liitteet 1–3). Laiva-aineistoissa suolapitoisuudet olivat keskenään varsin samansuuntaisia kesäkuun alun yhtä havaintoajan kohtaa lukuun ottamatta (liitteet 1 ja 2). Ympäristökeskuksen mittaustulokset olivat jonkin verran pienempiä kuin laivojen suola-anturien lukemat. Ympäristölaboratorion tulokset olivat myös syksyllä 1999 järjestetyssä Alg@line-projektin laboratorioden välisessä interkalibroinnissa hieman pienempiä kuin muiden yhteistyökumppaneiden tulokset. Suolaisuudessa kumpuamisen vaikutus näkyi selvimmin ulkosaaristossa.

3.1.3. Ravinteet

Fosfaattifosforin pitoisuus oli kesällä 1999 Kruunuvuorenselällä ja ulkosaaristossa yleensä alle 10 mg P m⁻³ ja ulkomerellä alle 5 mg P m⁻³ (liitteet 1–3). Kruunuvuorenselällä havaintopaikkojen 18 ja SS12 fosfaattipitoisuudet olivat lähes samat, mutta WQ1:n pitoisuudet poikkesivat edellisistä. Wasa Queenin näytepiste WQ1

oli kesällä 1999 varsinaisen Kruunuvuorenselän ulkopuolella (jos veden virtaus oli laitteistossa hyvä), mikä saattoi olla syynä erilaisiin tuloksiin. Ulkosaaristossa kumpuaminen näkyi myös fosfaattifosforin pitoisuuksien kasvamisena toukokuun ja erityisesti heinäkuun lopussa. Ulkomerellä SS11:llä fosfaattifosforin pitoisuus oli koko kesän pieni. WQ5:llä pitoisuudet kasvoivat heinäkuun lopussa ja syyskuun alussa. Havaintopaikalla 149 havaittiin poikkeuksellisen suuri fosfaattipitoisuus (63 mg P m^{-3}) heinäkuun puolivälissä. Piikki näkyi myös muissa ravinteissa. Kyseessä on voinut olla esimerkiksi päästö jostain veneestä, sillä viisi päivää myöhemmin pitoisuus oli pienentynyt normaaliksi. Fosfaattifosforin pitoisuudet kasvoivat kaikilla alueilla marras-joulukuussa talven tavanomaisiin lukemiin.

Fosforin kokonaispitoisuus oli niin Kruunuvuorenselällä kuin ulkomerelläkin vuonna 1999 pienempi kuin edellisenä vuonna (liitteet 1 ja 3). Kruunuvuorenselällä kokonaisfosforipitoisuus oli kesällä 1999 $25\text{--}35 \text{ mg P m}^{-3}$ ja ulkomerellä $15\text{--}20 \text{ mg P m}^{-3}$. Poikkeuksena oli havaintopaikalla 149 havaittu maksimipitoisuus heinäkuun puolivälissä (75 mg P m^{-3}). Kokonaisfosforin pitoisuudet kasvoivat joulukuussa talven lukemiin.

Nitriitti- ja nitraattityypen pitoisuus oli kesäaikaan vuonna 1999 hyvin pieni (alle 10 mg N m^{-3}) (liitteet 1–3). Pitoisuudet kasvoivat syksyä kohti, ja joulukuussa oli Kruunuvuorenselällä pitoisuus jo 1050 mg N m^{-3} . Toukokuun lopun kumpuaminen näkyi pitoisuuksien kasvamisena ulkosaaristossa.

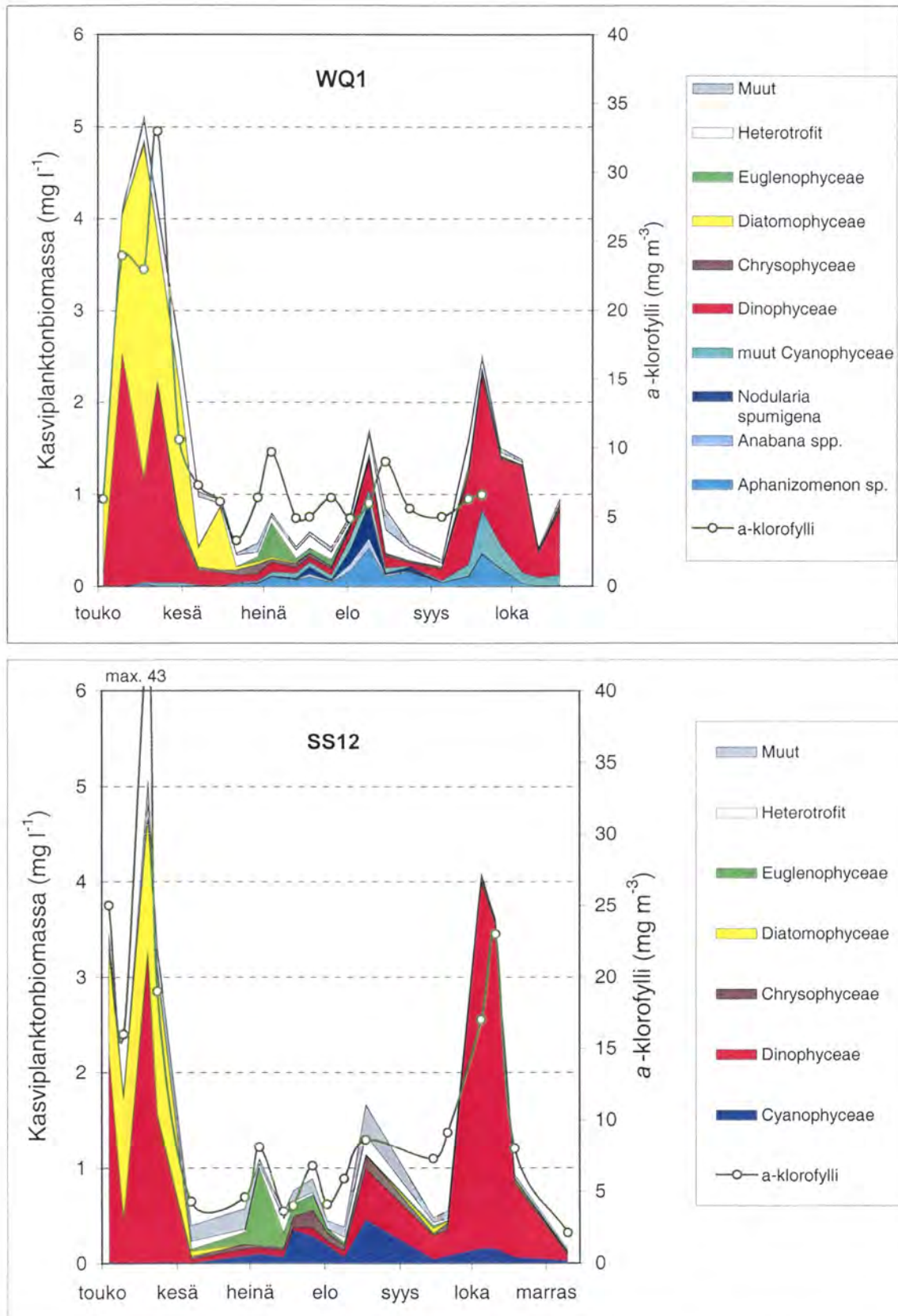
Typen kokonaispitoisuus oli Kruunuvuorenselällä kesällä 1999 noin 400 mg N m^{-3} ja ulkosaaristossa ja -merellä $300\text{--}400 \text{ mg N m}^{-3}$ (liitteet 1–3). Kruunuvuorenselällä typpipitoisuus oli joulukuun loppupuolella jopa 1450 mg m^{-3} . Kesäkuukausina se oli hieman pienempi kuin kesällä 1998. Ulkomerellä kokonaistypen pitoisuus ei juurikaan vaihdellut vuoden aikana, mutta oli hieman suurempi kuin edellisenä vuonna. Kokonaisfosforin tapaan yllättävän suuri typpipitoisuus (670 mg N m^{-3}) havaittiin havaintopaikalla 149 heinäkuun puolivälissä.

3.2. Kasviplankton ja *a*-klorofyllipitoisuus

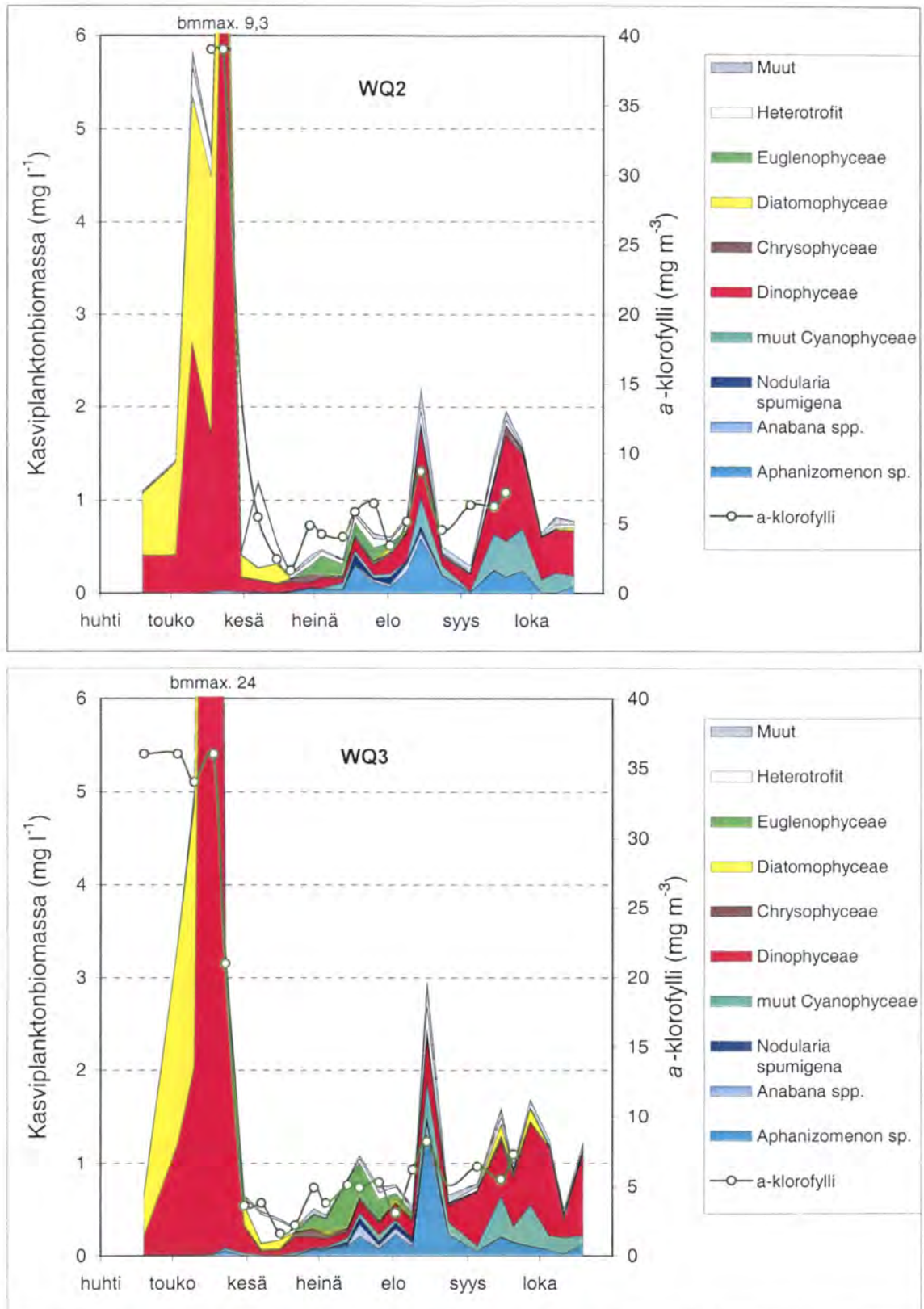
Planktonlevien kevätmaksimi ajoittui vuonna 1999 toukokuun puoliväliin Helsingin merialueella (liitteet 1–3). Piilevistä lajit *Achnanthes taeniata*, *Melosira* sp., *Thalassiosira baltica* ja *Skeletonema costatum* olivat runsaita. Samaan aikaan esiintyi runsaasti myös panssarisiimaleviä, joista *Scrippsiella hangoei* oli selvästi yleisin. Laji oli ulkomerellä runsaampi kuin lähellä rannikkoa. Ulompana merellä esiintyi myös *Peridiniella catenata* –panssarisiimalevä runsaana. Yleisimmät lajit olivat samoja kuin edellisenäkin keväänä.

Sisäsaariston klorofyllipitoisuus toukokuussa 1999 ei juurikaan eronnut toukokuusta 1998, kun tarkastellaan fluoresenssituloksista saatuja klorofyllipitoisuuksia (kuvat 5–7). Levien määrä vedessä vaihteli keväällä nopeasti ja vaihteluväli oli suuri. Ulkosaaristossa klorofyllipitoisuuden mediaani oli toukokuussa 1999 paljon suurempi kuin toukokuussa 1998. Toukokuussa 1999 klorofyllipitoisuus vaihteli $0\text{--}60 \text{ mg m}^{-3}$ (kuvat 5–6).

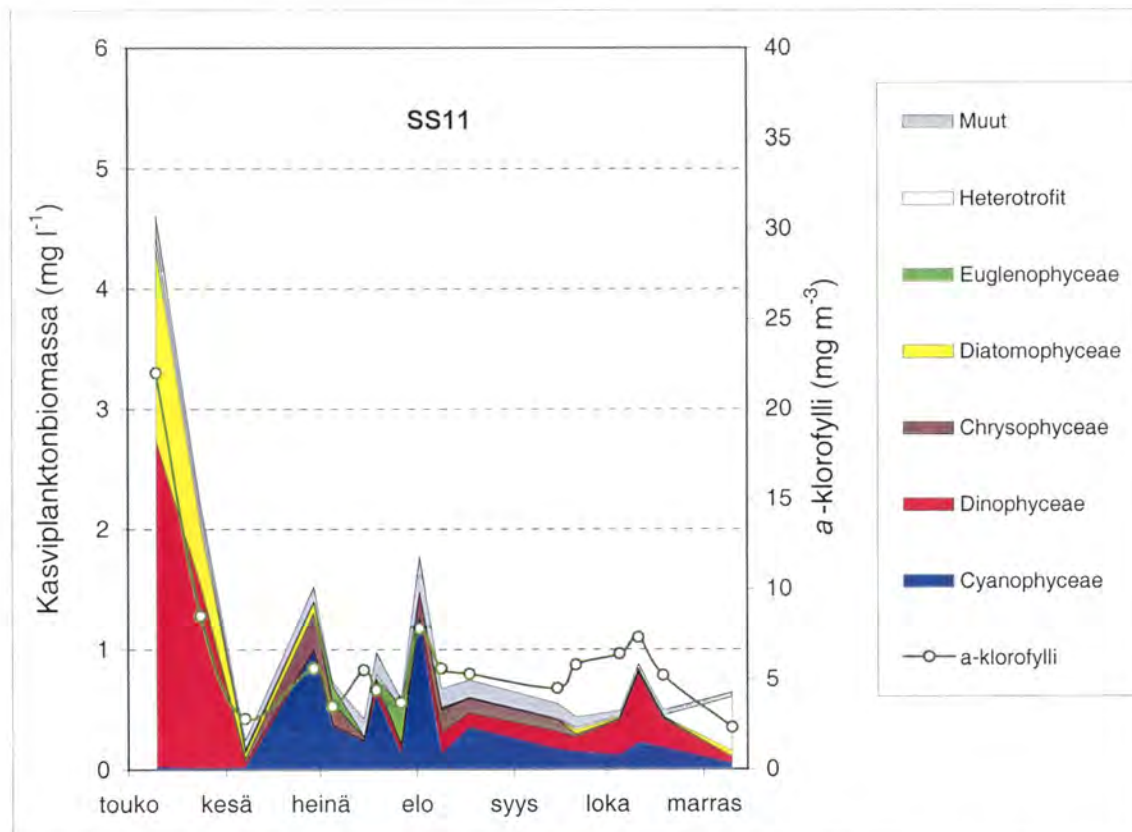
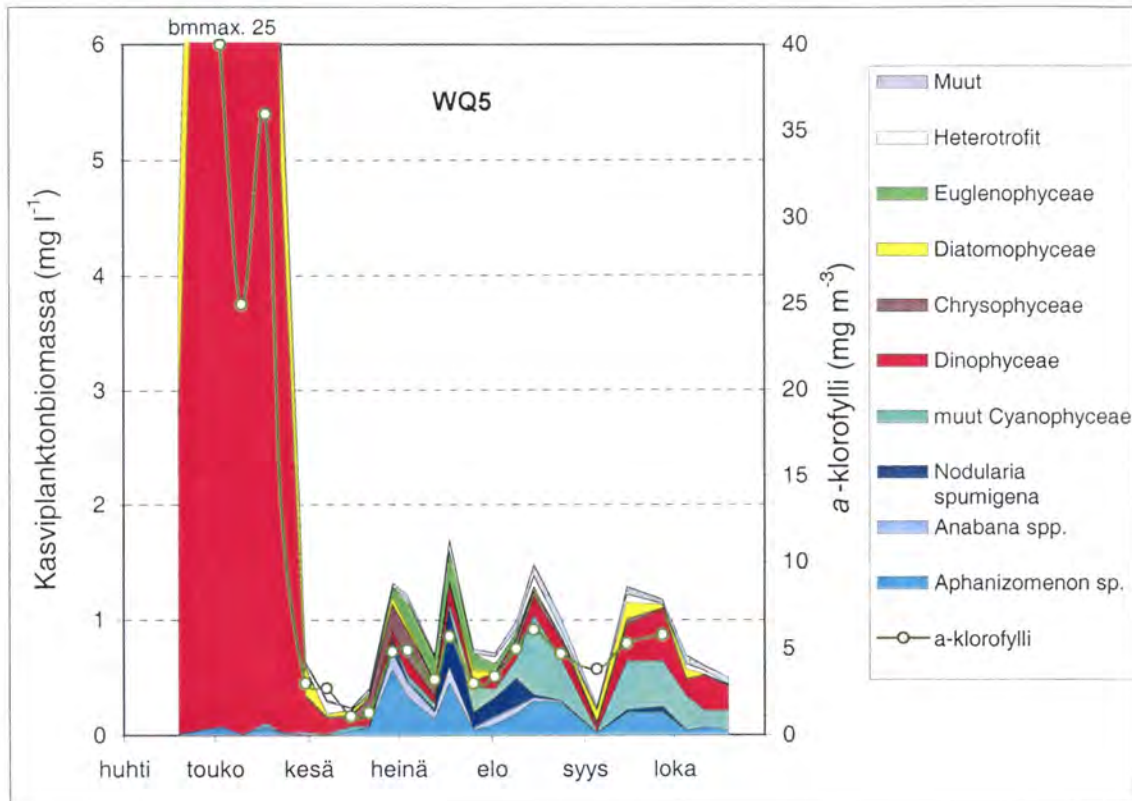
Panssarisiimalevämaksimin jälkeen *a*-klorofyllipitoisuus romahti kesäkuun miniimiin. Kasviplanktonissa oli paljon mm. *Ebria tripartita* -toisenvaraista (heterotrofi) panssarisiimalevää, jossa ei ole klorofylliä ja *Chrysochromulina* -tarttumaleviä. Ulkomerta lukuun ottamatta *a*-klorofyllipitoisuus kasvoi heinäkuussa, kun *Eutreptiella gymnastica* -silmälevää oli paljon. Elokuussa *Heterocapsa* sp.



Kuva 2. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja a -klorofyllipitoisuus Kruunuvuorenselällä vuonna 1999.



Kuva 3. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja *a*-klorofyllipitoisuus Helsingin ulkosaaristossa vuonna 1999.



Kuva 4. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja a -klorofyllipitoisuus ulkomerellä, Helsingin edustalla vuonna 1999.

Taulukko 1. Veden α -klorofyllipitoisuuden ja kasviplanktonin biomassan (tuorepaino) kuukausikeskiarvot Kruunuvuorenselällä vuosina 1998–1999.

	α -klorofylli (mg m^{-3})			Kasviplanktonbiomassa (mg l^{-1})		
	1998 WQ1	1999 WQ1	1999 SS12	1998 WQ1	1999 WQ1	1999 SS12
huhti	11			3,6		
touko	23	19	26	6,1	3,4	3,4
kesä	12	6	6	1,3	0,7	0,5
heinä	17	7	6	1,7	0,6	0,8
elo	17	6	6	3,5	0,9	0,8
syys	9	6	8	0,9	1,5	0,5
loka	7		16	0,3	0,9	2,9
marras	3		2			0,1
joulu	(2)		1			

Suluissa, jos vain yksi havainto.

Taulukko 2. Veden α -klorofyllipitoisuuden ja kasviplanktonin biomassan (tuorepaino) kuukausikeskiarvot Helsingin ulkosaaristossa vuosina 1998–1999.

	α -klorofylli (mg m^{-3})				Kasviplanktonbiomassa (mg l^{-1})			
	1998 WQ2	1998 WQ3	1999 WQ2	1999 WQ3	1998 WQ2	1998 WQ3	1999 WQ2	1999 WQ3
huhti	13	20			(7,0)	(14,4)	1,1	0,7
touko	26	30	(39)	26	7,6	9,5	4,4	7,4
kesä	12	6	4	3	2,1	0,7	0,6	0,4
heinä	14	10	5	5	2,5	1,9	0,6	0,8
elo	12	9	5	6	2,9	2,2	1,0	1,2
syys	8	4	7	6	0,5	0,4	1,3	1,3
loka	6	4			0,3	0,3	0,7	1,0
marras	5	6						
joulu	(2)	(2)						

Suluissa, jos vain yksi havainto.

Taulukko 3. Veden α -klorofyllipitoisuuden ja kasviplanktonin biomassan (tuorepaino) kuukausikeskiarvot Helsingin edustalla, ulkomerellä vuosina 1998–1999.

	α -klorofylli (mg m^{-3})			Kasviplanktonbiomassa (mg l^{-1})		
	1998 WQ5	1999 WQ5	1999 SS11	1998 WQ5	1999 WQ5	1999 SS11
huhti	26			23,7	(4,2)	
touko	14	23	15	5,9	11,6	3,4
kesä	3	2	3	0,6	0,6	0,9
heinä	5	4	4	1,3	1,1	0,7
elo	5	5	6	1,4	1,1	1,1
syys	5	5	5	0,4	0,9	0,5
loka	3		6	0,3	0,6	0,6
marras	11		2			(0,2)
joulu			1			

Suluissa, jos vain yksi havainto.

-panssarisiimalevä muodosti biomassasta huomattavan osan. Ulkomerellä sinilevät (lähinnä *Aphanizomenon* sp. ja *Nodularia* spp.) muodostivat suurimman osan kesän 1999 biomassasta. Suomenlahden avomerellä havaittiin kesällä 1999 useita sinilevälauttoja, mutta Helsingin merialueella sinileviä ei esiintynyt massaesiintyminä. Niitä oli kuitenkin niin Helsingin saaristossa kuin ulkomerelläkin selvästi enemmän kuin edellisenä kesänä. Verrattaessa kesään 1998 oli *Eutreptiellaa* kesällä 1999 enemmän ja se esiintyi kuukautta aiemmin. *Heterocapsaa* oli sitä vas-

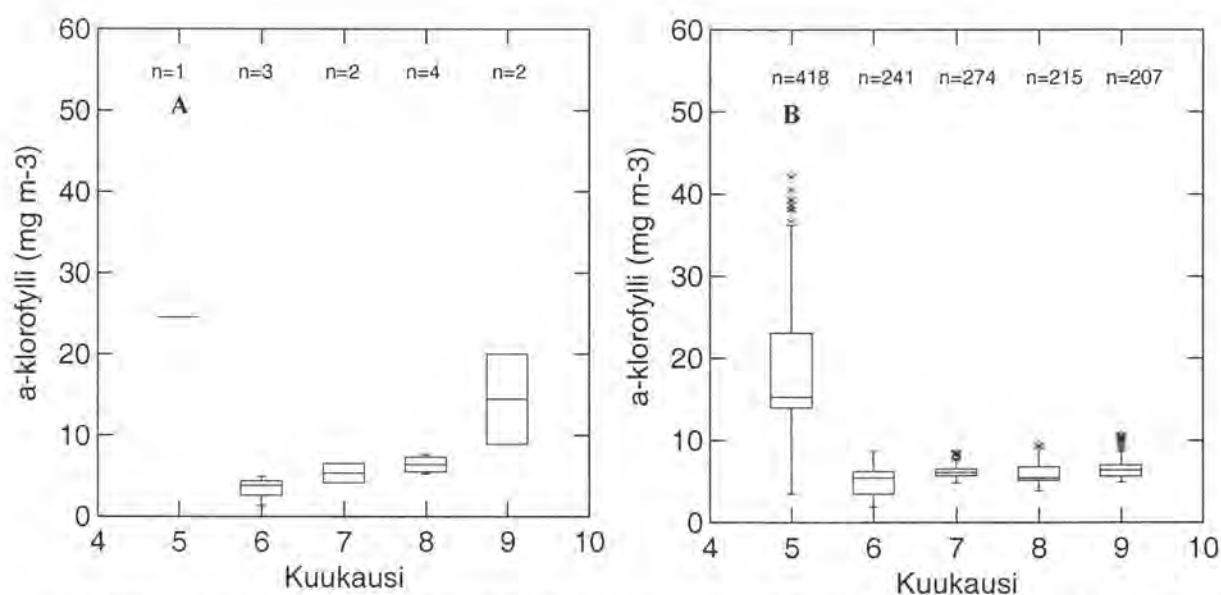
toin kesällä 1999 selvästi edellisestä vähemmän. Kuten keväällä, oli kasviplanktonin biomassa koko kesän 1999 edellisestä pienempi (taulukot 1–3, kuvat 5–7).

Syys-lokakuussa 1999 *a*-klorofyllipitoisuus kasvoi etenkin sisäsaaristossa, kun *Prorocentrum minimum* –panssarisiimalevä esiintyi runsaana. *P. minimum* –maksimia ei havaittu syksyllä 1998. Laji on potentiaalisesti myrkyllinen, mutta myrkyllisyysmäärittelyä ei tehty syksyllä 1999. Samaan aikaan tavattiin varsin paljon myös sinileviä, joista runsaimpia olivat lajit *Aphanizomenon* sp., *Lemmermanniella* sp. ja *Woronichinia* sp. Ulkomerellä klorofyllipitoisuuden kasvu oli syys-lokakuussa vähäistä. Syksyn tiedot ovat hieman puutteellisia, sillä Finnjettiin siirretty laitteisto ei toiminut syyskuussa moitteettomasti. Myös lokakuun kasviplanktonitulokset WQ-havaintopaikoilta ovat epäluotettavia huonon veden virtauksen vuoksi. Näin ollen lokakuun WQ-tulokset kuvaavat lähinnä tilannetta yleensä välillä Helsinki–Tallinna.

3.2.1. Laivatulosten vertailu perinteiseen havainnointiin

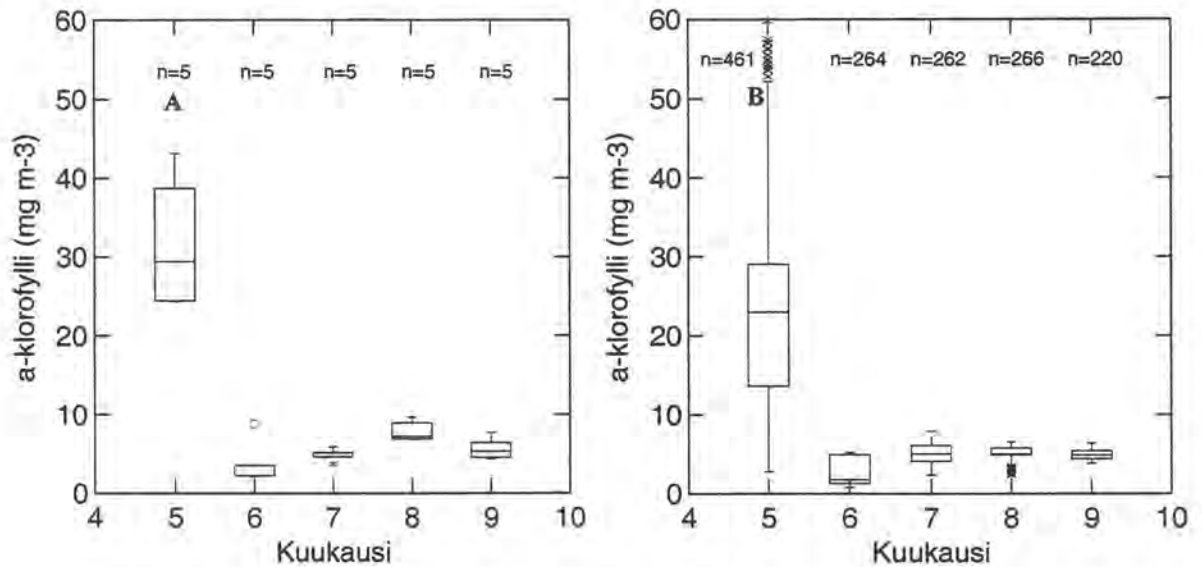
Perinteisellä näytteenotolla saatuja *a*-klorofyllituloksia verrattiin jatkuvatoimisen laitteiston tuloksiin samalta alueelta. Ero oli selvä erityisesti keväällä (kuvat 5–6). Toukokuussa klorofyllipitoisuus vaihteli paljon, joten sisäsaaristossa yksi ympäristökeskuksen näytteenotto antoi kuvan vain hetkellisestä tilanteesta. Suuret ja pienet lukemat – klorofyllin vaihteluskaala – jäi huomioimatta myös ulkosaaristossa perinteistä näytteenottoa käyttäen. Kesä-elokuussa tulokset olivat hyvin samanlaisia molemmilla näytteenottotavoilla, ulkosaaristossa myös syyskuussa.

Sisäsaaristossa otettiin syyskuussa perinteisin menetelmin vain kaksi havaintoa, joiden perusteella klorofyllipitoisuuden keskiarvo oli huomattavasti suurempi kuin satoihin havaintoihin perustuva jatkuvatoiminen näytteenotto.

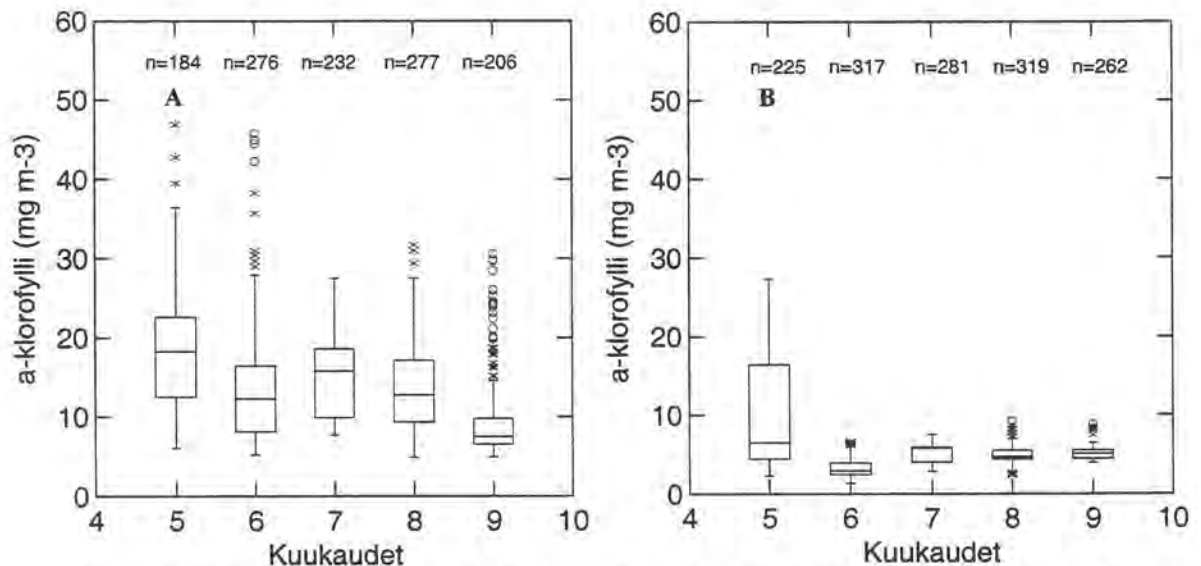


Kuva 5. Veden *a*-klorofyllin vaihtelu sisäsaaristossa A) ympäristökeskuksen havaintopaikoilla (16, 18 ja 44) ja B) Wasa Queenin reitillä vuonna 1999 (kaksi transektiä viikossa).

Laatikon reunat kuvaavat ylä- ja alakvartiileja ja vaakaviiva mediaania. Tähdet ovat poikkeavia arvoja. n = havaintojen lukumäärä.



Kuva 6. Veden *a*-klorofyllin vaihtelu ulkosaaristossa A) ympäristökeskuksen havaintopaikoilla (39, 125, 149 ja 168) ja B) Wasa Queenin reitillä vuonna 1999 (kaksi transsektiä viikossa). Laatikon reunat kuvaavat ylä- ja alakvartiileja ja vaakaviiva mediaania. Tähdet ja pallot ovat poikkeavia arvoja. n = havaintojen lukumäärä.



Kuva 7. Veden *a*-klorofyllin vaihtelu Wasa Queenin reitillä A) sisäsaaristossa ja B) ulkosaaristossa vuonna 1998 (kaksi transsektiä viikossa). Laatikon reunat kuvaavat ylä- ja alakvartiileja ja vaakaviiva mediaania. Tähdet ja pallot ovat poikkeavia arvoja. n = havaintojen lukumäärä.

Vuonna 1998 Wasa Queenilla näytteenoton siirtymän arvioitiin olevan noin 900 metriä. Seuraavana vuonna veden virtaus oli laitteistossa huonompi, ja siirtymä oli touko-elokuussa 1999 noin 2,6 km. Ravinteiden kohdalla siirtymä oli ilmeisesti vielä suurempi, sillä ravinteet määritetään näytesarjan jälkimmäisistä pulloista (näytepisteellä otetaan kaksi näytepulloista vettä).

4. Johtopäätöksiä

Laivoihin asennetut automaattimittauslaitteistot antavat arvokasta lisätietoa erityisesti leväkukintojen ja kumpuamisen horisontaalisesta levinneisyydestä paremmin kuin perinteinen pistenäytteenotto. Helsinki–Tallinna-väliä kulkevan Finnjet-laivan näytteenotolla saadaan varsin hyvä kuva Helsingin edustan merialueelta pintaveden levätilanteesta.

Helsingin ja Tukholman reitillä liikennöivä Silja Serenade kulkee kiristyneen aikataulun vuoksi vain satunnaisesti Espoon saariston kautta Porkkalanniemen ohi, joten se ei sovellu Espoon merialueen seurantaan. Helsingin merialueen tarkkailussa Silja Serenaden tulokset mahdollistavat mielenkiintoisen jatkuvan vertailun Finnjetin tuloksiin, joten viat ja epäluotettavat tulokset saadaan nopeasti selvitettyä.

Finnjetille vuoden 1999 lopussa hankittu uusi, tehokas pumppu nopeuttaa veden virtausta laitteistossa oleellisesti. Seuraavina vuosina siirtyä todennäköisesti pienenee, joten tulokset tulevat olemaan luotettavampia.

Ravinteiden määrittäminen kerran kuukaudessa ei mahdollista kumpuamisen seurantaan. Olisikin mielekkäämpää vähentää havaintopaikkojen määrää ja analysoida ravinteita esimerkiksi joka toinen viikko, mieluiten joka viikko.

Laivanäytetulosten täydentäminen perinteisellä näytteenotolla mahdollistaa Helsingin koko merialueen tilan havainnoinnin samanaikaisesti. Tämän ansiosta voidaan kaupunkilaisille, viranomaisille ja päättäjille tiedottaa esim. kesän levätilanteesta kattavasti ja ajankohtaisesti mm. Internetin ja lehdistötiedotteiden avulla.

5. Lähdeluettelo

Leppänen, J-M., Rantajärvi, E., Hällfors, S., Kruskopf, M. & Laine, A. 1995: Unattended monitoring of potentially toxic phytoplankton species in the Baltic Sea in 1993. –*Journal of Plankton Research* 17 (4): 891–902.

Pellikka, K. & Viljamaa, H. 1999: Helsingin seudun merialueen tarkkailu automaattisin ja perinteisin menetelmin vuonna 1998. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen moniste 2/99. Helsinki.

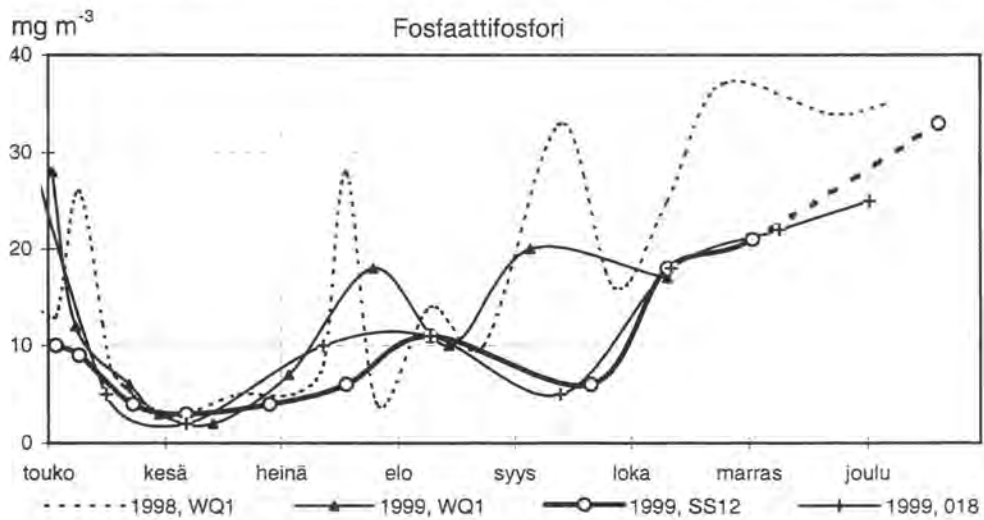
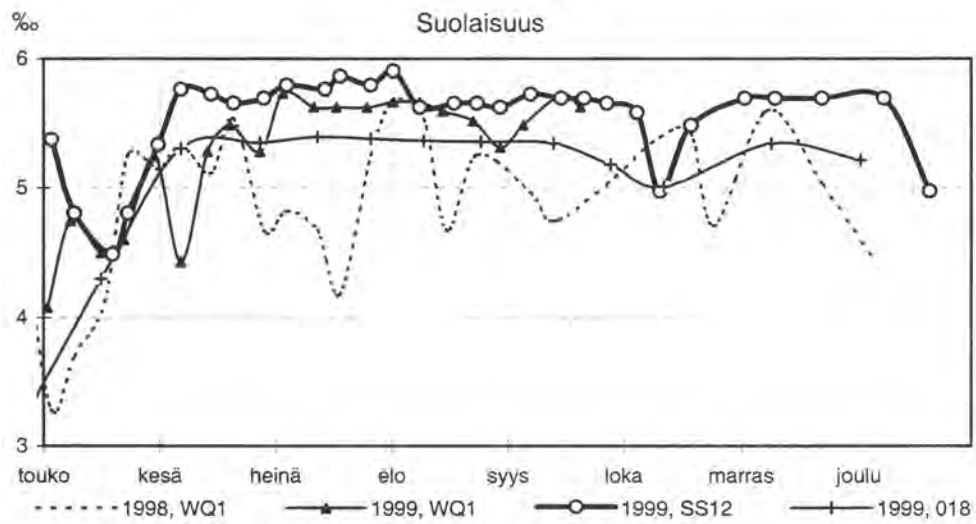
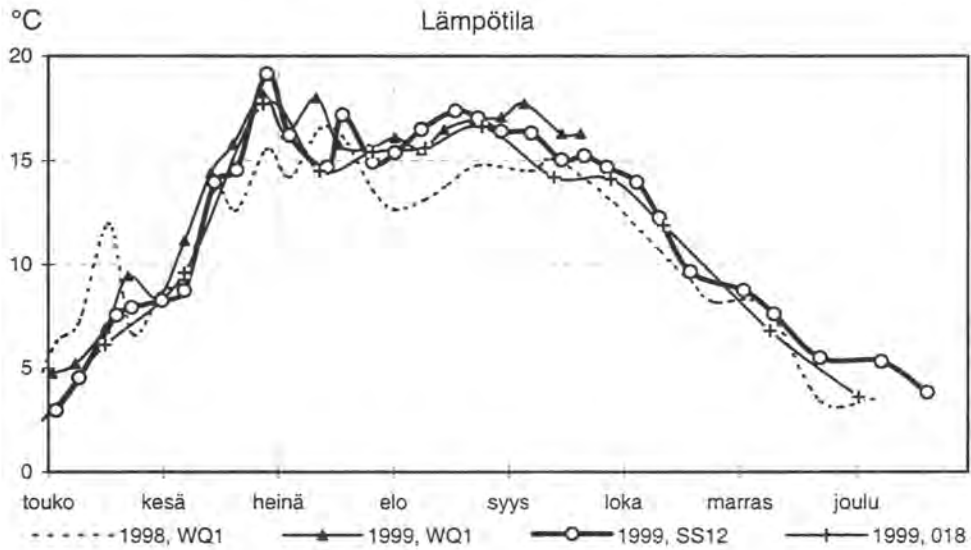
Rantajärvi, E. (toim.) 1998: Leväkukintatilanne Suomen merialueilla ja varsinaisella Itämerellä vuonna 1997. MERI - Report Series of Finnish Institute of Marine Research No. 36. ISBN 951-53-1841-6. ISSN 1238-5328. Helsinki.

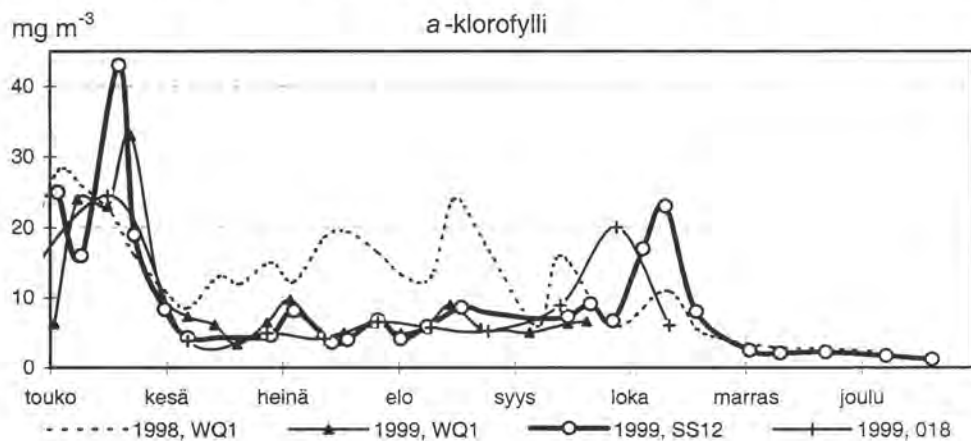
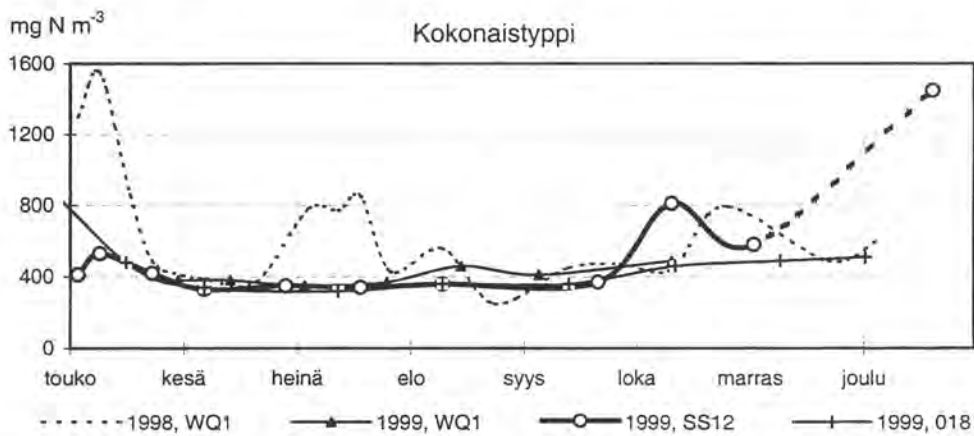
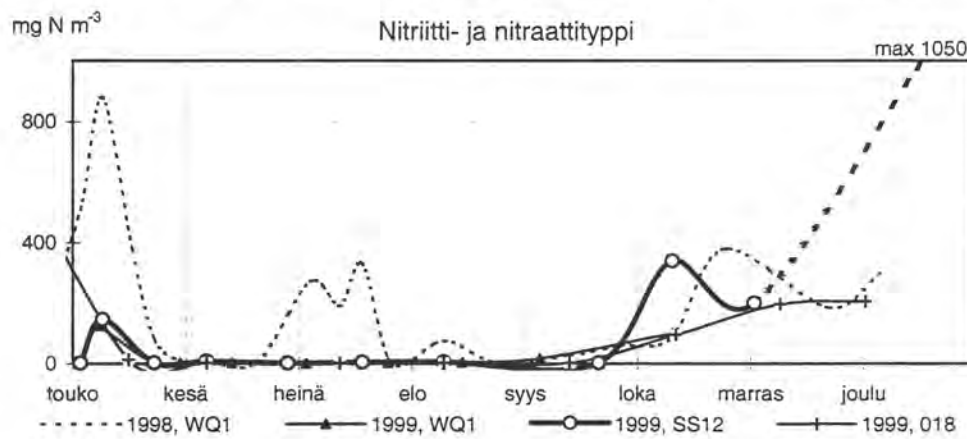
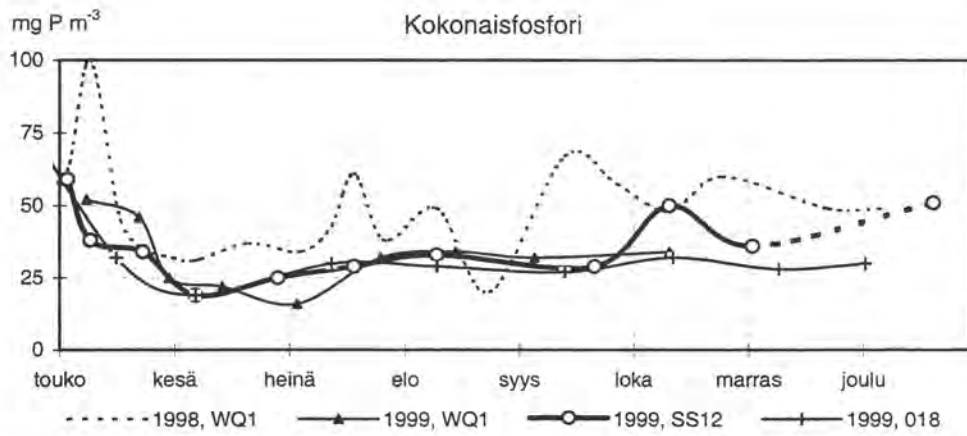
Rantajärvi, E. & Leppänen J-M. 1995: Unattended algal monitoring on merchant ships in the Baltic Sea. *TemaNord* 1994: 546. 68 s. ISBN 92 9120 463 3. ISSN 0908-6692.

Rantajärvi, E., Olsonen, R., Hällfors, S., Leppänen, J-M. & Raateoja, M. 1998: Effect of sampling frequency on detection of natural variability in phytoplankton: unattended high-frequency measurements on board ferries in the Baltic Sea. – *ICES Journal of Marine Science* 55: 697–704.

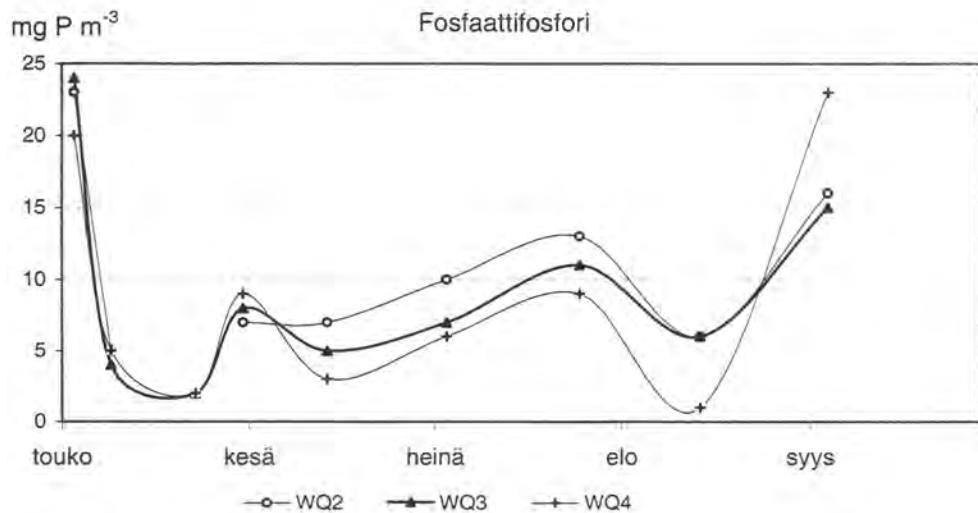
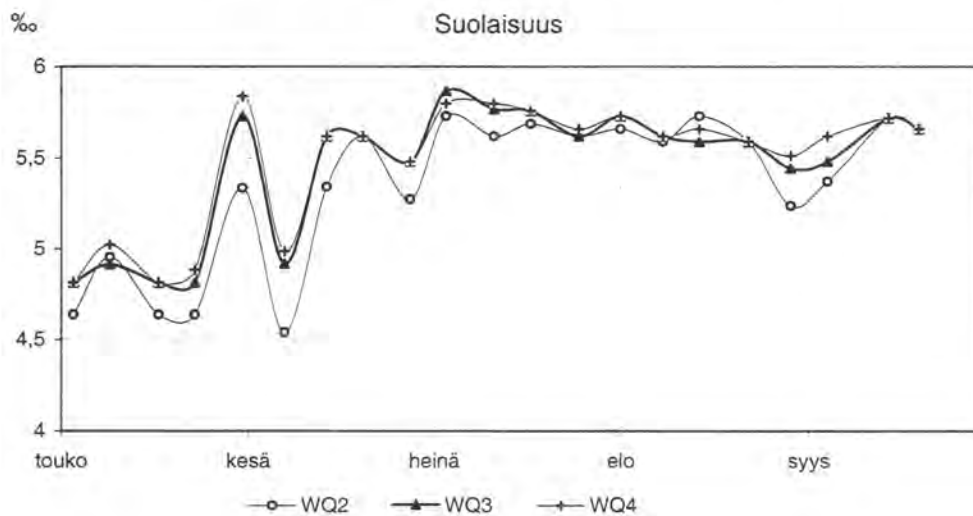
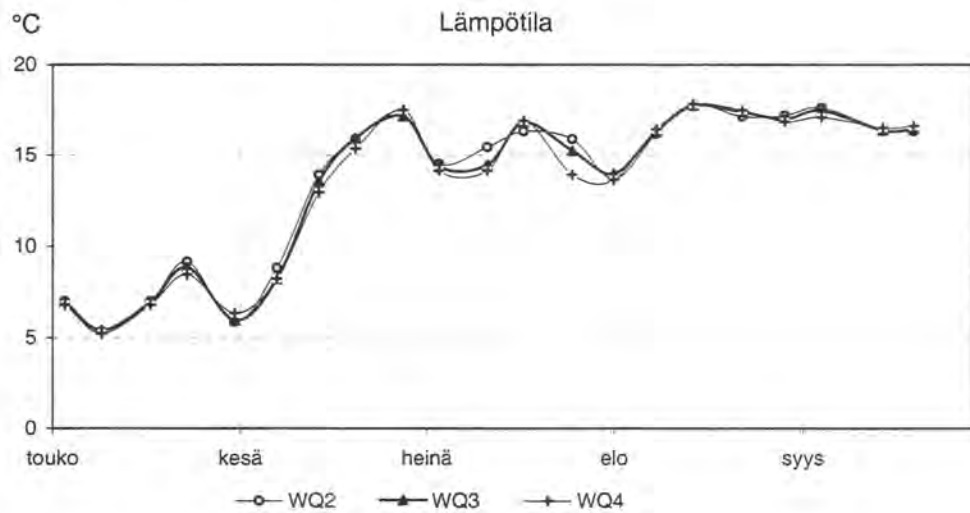
Tamela, J. & Viljamaa, H. 1997: Alg@line – Joint operational monitoring programme for the Baltic Sea. – Teoksessa: Hyytiäinen, U-M. & Viitasalo, I. (toim.). *Marine Bioindicators off Helsinki and Tallinn*. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen moniste 14/97. Helsinki.

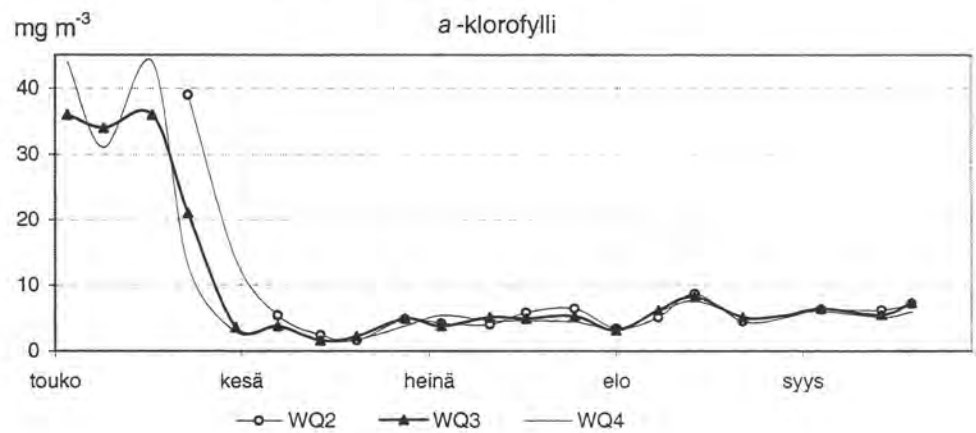
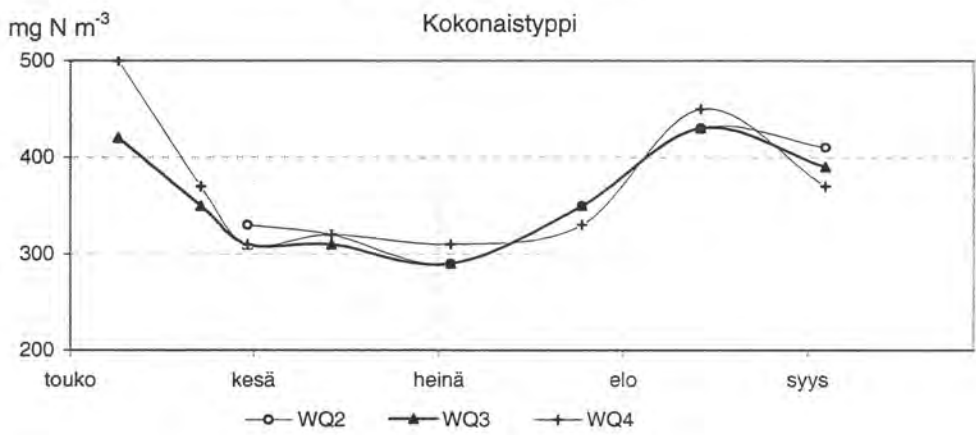
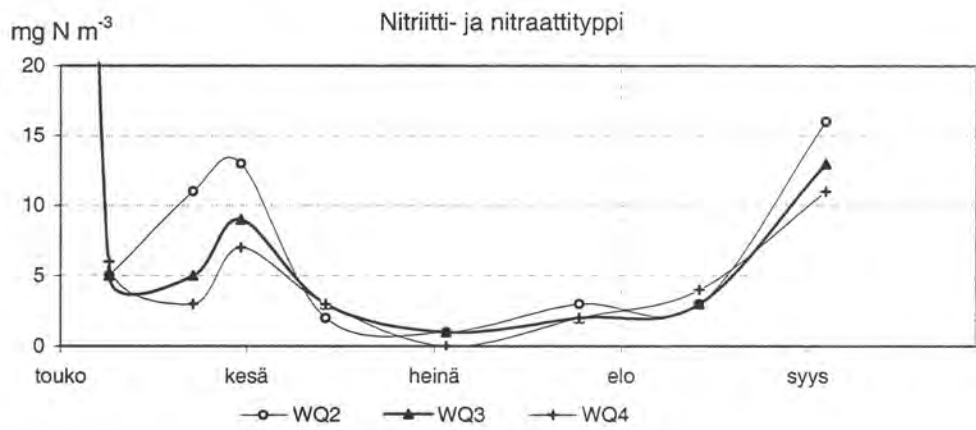
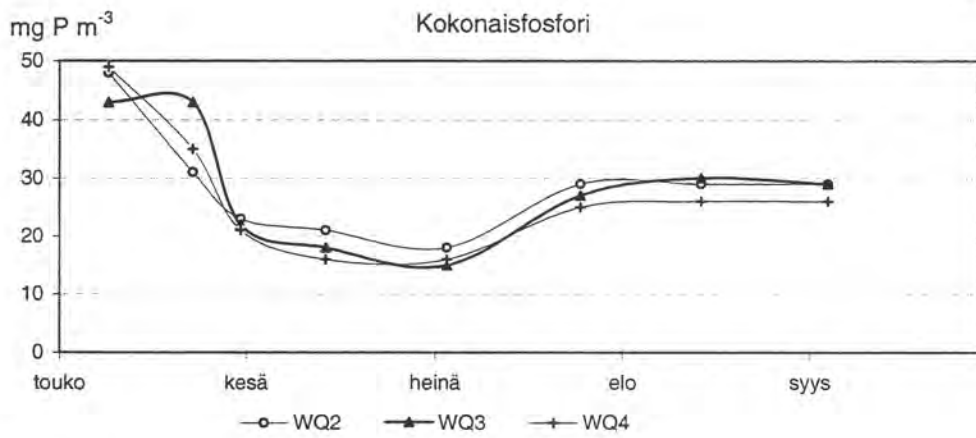
Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja *a*-klorofyllipitoisuus Kruunuvuorenselällä.



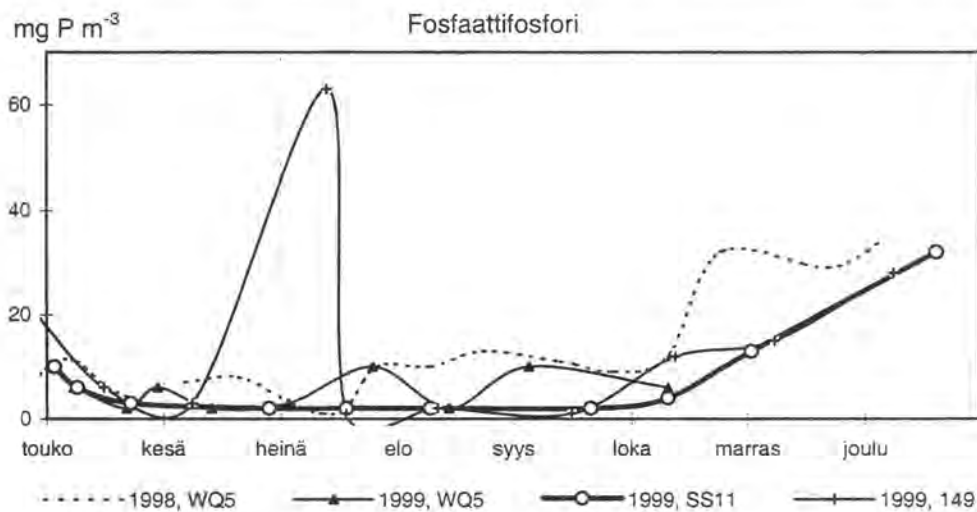
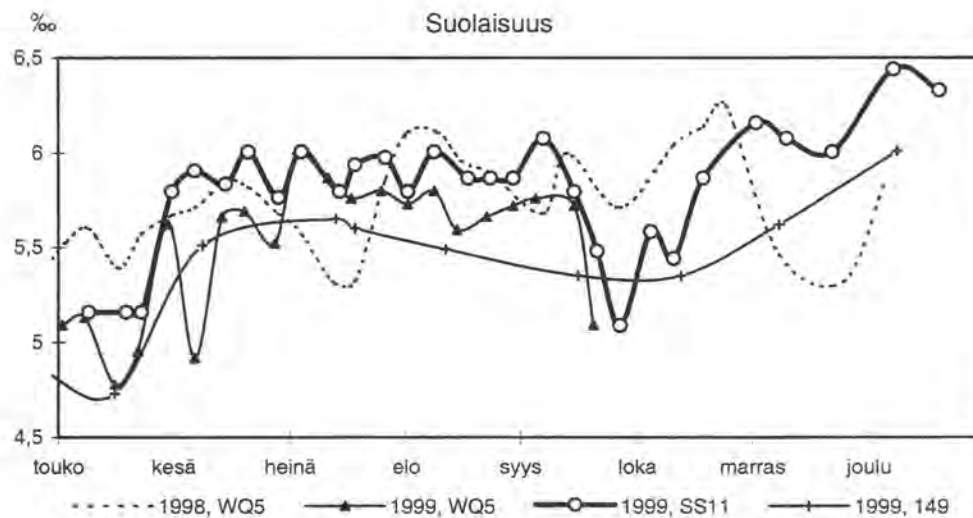
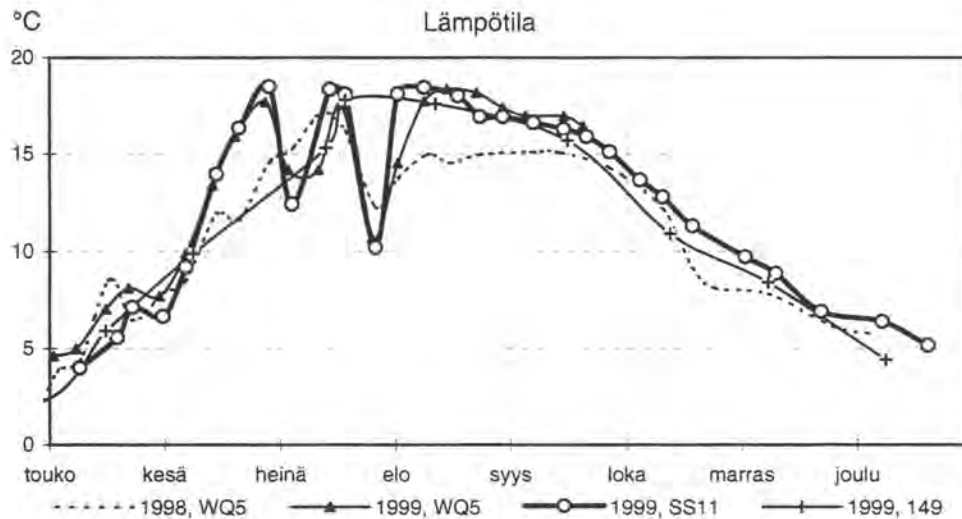


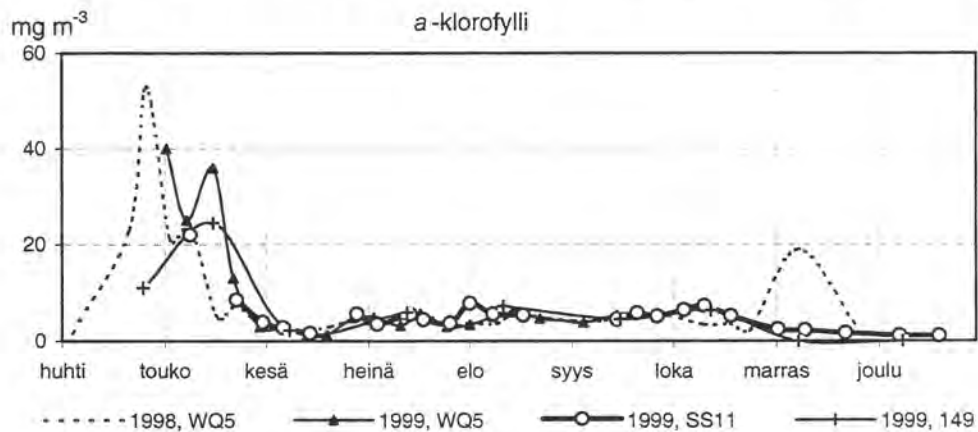
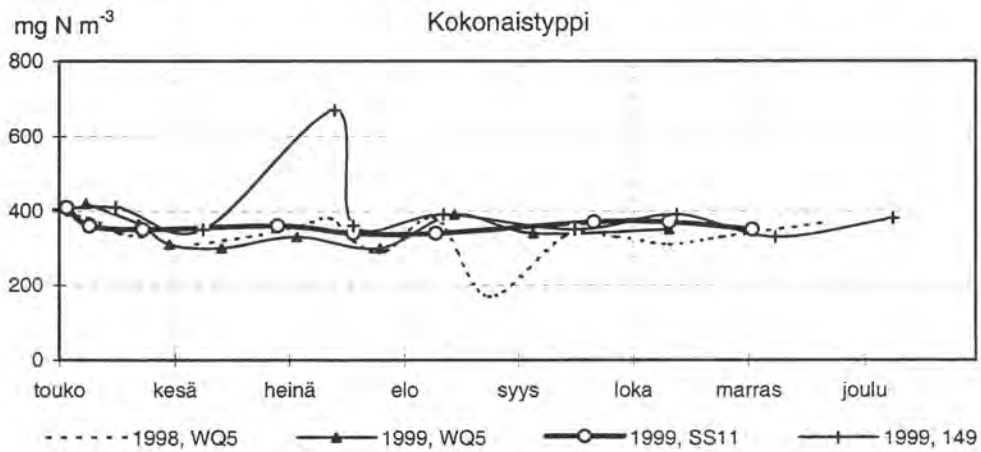
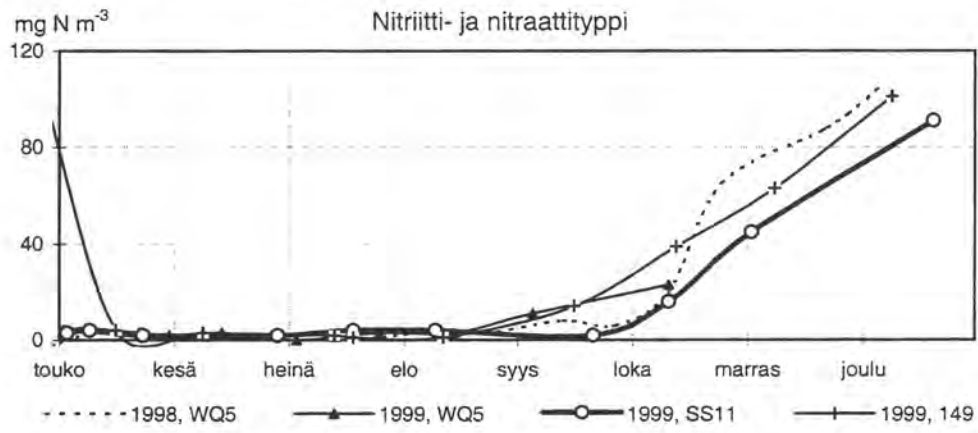
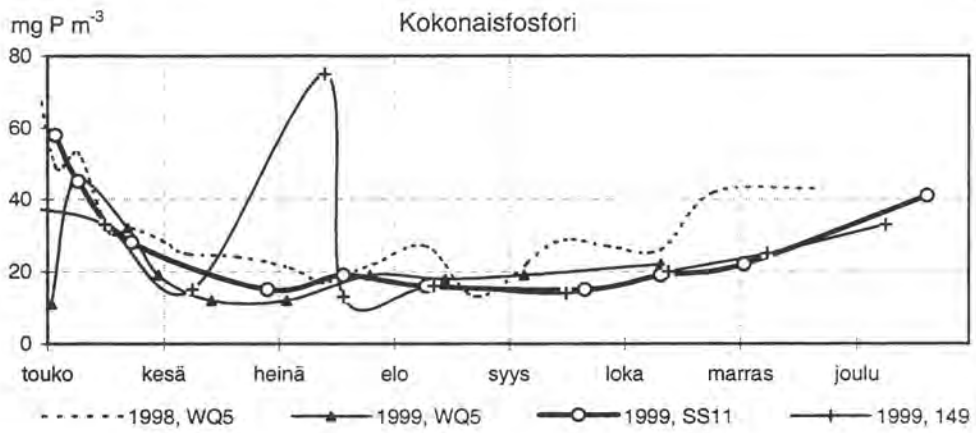
Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja *a*-klorofyllipitoisuus Helsingin ulkosaaristossa vuonna 1999.





Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja *a*-klorofyllipitoisuus ulkomerellä Helsingin edustalla.





KUVAILEHTI/ PRESENTATIONSBLAD/ DOCUMENTATION PAGE

Tekijä(t)/Författare/Author(s)

Katja Pellikka ja Hilka Viljamaa

Nimike/Publikation/Title of publication

Alg@line-seurantatutkimus Helsingin merialueella vuonna 1999
Alg@line-övervakningen på Helsingfors havsområdet år 1999
Alg@line monitoring in the Helsinki sea area in 1999

Julkaisija/Utgivare/Published by

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsingfors stads miljöcentral
City of Helsinki, Environment Centre

Julkaisuaika/Utgivningsår/Publication year

2000

Sivumäärä/Sidantal/Pages

15

Liitteet/Bilagor/Appendices

3

Sarjan nimike/Seriens namn/Series (key title)

Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja
Helsingfors stads miljöcentralers publikationer
Publications by City of Helsinki Environment Centre

Numero/Nummer/No.

4/2000

ISSN

1235-9718

ISBN

951-718-463-8

Kieli/Språk/Language

Koko teos/Hela verket/The work in full

fin

Yhteenvedo/Sammandrag/Summary

fin, swe, eng

Taulukot/Tabeller/Tables

fin

Kuvatekstit/Bildtexter/Captions

fin

Avainsanat/Nyckelord/Keywords

merivesi, kasviplankton, ravinteet, a-klorofylli, monitorointi, Suomenlahti,
*Helsingin merialue, jatkuvatoiminen mittalaitteisto**havsvatten, växtplankton, näringsämnen, klorofyll a, övervakning, Finska viken,*
*Helsingfors havsområde, kontinuerliga mätningssinstrument**sea water, phytoplankton, nutrients, chlorophyll a, monitoring, the Gulf of Finland,*
Helsinki sea area, continuous measuring instrument

Lisätietoja/Närmare upplysningar/Further information

Katja Pellikka, puh./fn/Tel. +358-9-7312 2616, e-mail katja.pellikka@ymk.hel.fi
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1998

1. *Pakkala T, Tiainen J, Pitkänen M. Helsingin lintuatlas. Pesimälimmusto 1996 - 97*
2. *Vuori T (toim.) Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 1998*
3. *Mikkola-Roos M, Oesch T. Viikki-Vanhankaupunginlahti. Ekologinen tila, kunnostus- ja hoitosuunnitelma*
4. *Pesonen L (toim.) Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1997*
5. *Pönkä A, Saari S, Hämäläinen M-R, Janatuinen P, Mattila K, Holopainen M. Kaupunkilaisten näkemys ympäristöterveydenhuollon merkityksestä ja järjestämisestä Helsingissä*
6. *Ruth O. Mätäjoki - nimeään parempi. Kaupunkipuron virtaama, aineskuljetus ja veden laatu sekä valuma-alueen virkistyskäyttö*
7. *Ketola T. Veden laatu ja ainekuljetus Mellunkylänpurossa, Itä-Helsingissä*
8. *Levonen L, Kurtto A, Seimola T. Helsingin läisten Harakka*
9. *Partanen T, Ahonen S, Aminoff I, Haglund B, Jämsen P, Siltanen I, Weber T, Pönkä A. Päiväkoti-ikäisten lasten ravinnonsaanti päiväkodissa ja kotona*
10. *Pyy V, Lyly O. PCB elementtitalojen saumuusmassoissa ja pihojen maaperässä*
11. *Viljanen M, Kettunen A-V, Makkonen M, Kangas R, Järnefelt P. Rakenneratkaisut ja sisäilman laatu. 1990-luvun asuinkerrostalotutkimus*
12. *Pellikka K, Viljamaa H. Eläinplankton Helsingin merialueella 1969 - 1996*
13. *Pönkä A, Pitkälä A, Aminoff I, Kalso S. Jauhelihan laatu helsinkiläisissä vähittäismyymälöissä*
14. *Kulmonen A, Aminoff I, Pitkälä A, Raussi V, Niiranen M. Silakkajalosteet Helsingin Silakkamarkkinoilla 1986 - 1997*
15. *Pyrylä R. Saastuneen maa-alueen kunnostuskustannukset*
16. *Koskimies P. Östersundomin lintuvesien linnusto ja suojelu*
17. *Koskimies P. Östersundomin lintuvesien käyttö- ja hoitosuunnitelma*

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1999

1. *Pönkä A, Pitkälä A, Kalso S, Niiranen M. Savusilakan ja savusiian mikrobiologinen ja aistinvarainen laatu Helsingissä vuosina 1995 - 1998*
2. *Lyly O. Sisäilman VOC-arvot. Ehdotus sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden viitearvoiksi*
3. *Korpinen P, Silfverberg K. The State of the Environment in Helsinki. Summary Report*
4. *Haapanen E. Menneisyyden Helsingin eläimet. Pääkaupungin nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet arkistolähteissä vuosina 1850 - 1980*
5. *Lehtimäki M. Internet osallistumisen välineenä. Helsingin paikallisagenda 21-prosessin Internet-osallistumisen analyysi*
6. *Jalonen P (toim.) Helsingin kaupungin ympäristöohjelma 1999 - 2002*
7. *Jalonen P (red.) Helsingfors stads miljöprogram 1999 - 2002*
8. *Pietilä H. Helsingin eläinatlasi. Nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet*
9. *Piilo T. Pohjaveden pilaantumiseriskit Helsingissä. Vuosaaren, Kallahden, Tattariharjun ja Vartiokylänlahden pohjavesialueet*
10. *Ranta E-L. Helsingin viljelyspalsta-alueiden raskasmetallipitoisuudet*
11. *Niiranen J. Sisäilman laatu ja asukkaiden oireet nuorissa asunnoissa*
12. *Pönkä A, Lindström P-C, Pitkälä A, Kalso S, Rantti P, Tarkkonen T. Pintahygieniatutkimusmenetelmien soveltuvuus elintarvikehuoneistojen seurantaan*
13. *Suominen P, Rantti P, Blomqvist R, Aronen K, Pitkälä A, Pönkä A. Helsingin tarjoilukioskeissa ja katukeittiöissä tarjoiltavien ruokien mikrobiologinen laatu sekä hygieeniset olosuhteet vuonna 1998*
14. *Tikkanen P, Savola T, Pönkä A. Biogeeniset amiinit tonnikalassa ja soijakastikkeissa*
15. *Salla A. Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet Helsingissä. Eräiden alkuaineiden ja orgaanisten yhdisteryhmien luontaisten ja ilmaperäisten pitoisuuksien summat Helsingin maaperän pintakerroksissa*

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 2000

1. *Kemikaalionnettomuustyöryhmä. Vaarallisten aineiden onnettomuuksiin varautuminen*
2. *Hiltunen K. Sisäilman ammoniakki suomalaisissa asunnoissa*
3. *Paavola T, Huotari H, Pönkä A, Kalso S. Riisin ja lihan hygieeninen laatu Helsingin aasialaisissa ravintoloissa*
4. *Pellikka K, Viljamaa, H. Alg@line-seurantatutkimus Helsingin merialueella vuonna 1999*