

Alg@line-seurantatutkimus Suomenlahdella vuonna 2000

Katja Pellikka (toim.)

Sisällys

YHTEENVETO	3
SAMMANDRAG	4
SUMMARY	5
1. JOHDANTO	6
1.1. LÄHDELUETTELO	6
2. HELSINGIN EDUSTA	8
2.1. AINEISTO JA MENETELMÄT	8
2.2. FYSIKAALIS-KEMIALLISET OMINAISUUDET	9
2.2.1. Lämpötila	9
2.2.2. Suolaisuus	9
2.2.3. Ravinteet	10
2.3. KASVIPLANKTON JA A-KLOROFYLLIPITOISUUS	10
3. SUOMEN RANNIKKO	16
3.1. AINEISTO JA MENETELMÄT	16
3.2. TULOKSET	16
3.2.1. Lämpötila	16
3.2.2. Suolaisuus	17
3.2.3. Liukoiset ravinteet	17
3.2.4. Fosforin ja typen kokonaispitoisuudet	17
3.2.5. Klorofylli-a	18
3.2.6. Kasviplanktonlajisto	18
4. VIIPURINLAHDEN YHTEISSEURANTA	21
4.1. AINEISTO JA MENETELMÄT	21
4.2. TULOKSET	22
4.3. KASVIPLANKTONTUTKIMUS	24
4.4. JOHTOPÄÄTÖKSET	26
4.5. KIRJALLISUUS	26
5. SUOMENLAHDEN AVOMERIALUE	27
5.1. LEVÄKUKINNAT AVOMERELLÄ VUONNA 2000	27
5.2. KASVIPLANKTONLAJISTON JA A-KLOROFYLLIPITOISUUKSIEN KEHITYS VUONNA 2000 LÄNTISELLÄ SUOMENLAHDELLA	27

Liitteet:

Liite 1. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja α -klorofyllipitoisuus Kruunuvuorenselällä havaintopaikalla WQ1.

Liite 2. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja α -klorofyllipitoisuus Helsingin ulkosaaristossa havaintopaikalla WQ3.

Liite 3. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja α -klorofyllipitoisuus Helsingin edustalla, ulkomerellä, havaintopaikalla WQ5.

Liite 4. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus Silja Serenaden reitillä Utössä vuosina 1999–2000.

Liite 5. Pintaveden fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus Silja Serenaden reitillä Längdenillä vuosina 1999–2000.

Liite 6. Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus Silja Serenaden reitillä Porkkalanniemen edustalla vuosina 1999–2000.

Liite 7. Kasviplanktonlajisto ja lajien runsaus Viipurinlahdella vuonna 2000.

Yhteenveto

Suomenlahden tilaa on tutkittu vuodesta 1997 alkaen matkustajalaivoihin asennetuilla jatkuvatoimisilla mittauslaitteistoilla. Vuonna 2000 mittalaitteistoilla varustettuja laivoja oli neljä: Finnpartner Helsinki–Lyypekki-välillä, Silja Serenade Helsinki–Tukholma-välillä, Finnjet Helsinki–Tallinna-välillä ja Kristiina Regina itäisellä Suomenlahdella. Yhteistyöohjelma on osa laajempaa Alg@line-projektia.

Tässä tutkimuksessa käytettiin laitteistojen mittaamia veden lämpötila-, suolaisuus- ja *in vivo* -klorofyllituloksia sekä tietyiltä havaintopaikoilta määritettyjä *a*-klorofylli-, ravinne- ja kasviplanktonituloksia. Tulosten perusteella selvitettiin Suomenlahden tilaa vuonna 2000 verrattuna aikaisempiin vuosiin.

Pintaveden lämpötila oli kesällä 2000 muutaman asteen matalampi kuin edellisenä kesänä, sillä kesä oli varsin kolea. Lisäksi syvältä tuleva vesi kumpusi Suomen rannikolla useita kertoja. Kumpuava vesi oli kylmää, suolaista ja ravinnerikasta

Ravinnepitoisuudet olivat Helsingin edustalla kesällä 2000 keskimäärin hieman pienempiä kuin edellisenä kesänä ja kumpuamiset suurensivat vain ajoittain ravinnepitoisuuksia. Suomenlahden rannikolla ei havaittu eroa ravinnepitoisuuksissa vuosien 1999 ja 2000 välillä.

Lauhan talven ja lämpimän varhaiskevään takia kasviplanktonin kevätkukinta oli vuonna 2000 aikaisempia vuosia hieman aiemmin huhti-toukokuun vaihteessa. Piilevät ja etenkin panssarisiimalevät olivat runsaslukuisia. Piilevien osuus oli pienempi kuin vuonna 1999. *Scrippsiella hangoei* -panssarisiimalevä oli keväällä erittäin runsaslukuinen ja värjäsi veden paikoitellen ruskeaksi. Kevätmaksimin jälkeen tavattiin paljon klorofyllittömiä *Ebria tripartita* -siimaeliöitä ja *Chrysochromulina*-tarttumaleviä. Heinäkuussa valtaosa kasviplanktonbiomassasta oli *Aphanizomenon*- ja jonkin verran myös myrkyllistä *Nodularia spumigena* -sinilevää. Aikaisempina vuosina runsaina tavatut *Eutreptiella*-silmälevät ja *Heterocapsa tiquetra* - sekä *Prorocentrum minimum* -panssarisiimalevät eivät esiintyneet vuonna 2000 huomattavan runsaina.

Sinileviä esiintyi vuonna 2000 runsaimmin heinä-elokuussa, joskin kesän tuulisuu-den ja ravinnetilanteen takia niiden määrät eivät yleisesti olleet yhtä suuria kuin aikaisempina lämpiminä kesinä. Aiempien vuosien tapaan sinilevien massaesiintymiä, sinilevälauttoja, tavattiin eniten avomerellä Suomenlahden suualueella.

Viipurinlahti ja Nevanlahti ovat Itämeren kuormitetuimpia alueita. Vesi on alueilla runsasravinteista, kasviplanktonin määrä on suuri ja sinileviä esiintyy runsaasti. Klorofyllipitoisuudet ovat Viipurinlahdella noin viisinkertaisia Suomenlahden tavanomaisiin arvoihin verrattuna.

Alg@line-övervakningen på Finska viken år 2000

Sammandrag

Sedan 1997 har Finska vikens tillstånd undersökts med hjälp av automatiska, fortlöpande mättningsinstrument monterade på passagerarfartyg. År 2000 var fyra fartyg utrustade med sådana mättningsinstrument: Finnpartner mellan Helsingfors och Lybeck, Silja Serenade mellan Helsingfors och Stockholm, Finnjet mellan Helsingfors och Tallinn (Reval), och Kristina Regina på östra Finska viken. Mätningarna utgör ett samarbetsprojekt som är en del av det större Alg@line-projektet.

I denna studie utnyttjades resultaten från de automatiska mätningarna av vattnets temperatur, salthalt och *in vivo*-klorofyll samt de klorofyll *a*-, näringsämne- och växtplanktonresultat som uppmättes från särskilda provtagningsstationer. På basen av resultaten utreddes Finska vikens tillstånd år 2000 jämfört med åren innan.

Ytvattentemperaturen var på grund av det svala vädret år 2000 ett par grader lägre än sommaren innan. Uppvällningar av kallt, salt och näringsrikt vatten från de djupare skikten förekom dessutom flera gånger vid den finländska kusten.

Halterna av näringsämnen utanför Helsingfors var i genomsnitt något lägre än sommaren innan, och uppvällningarna ökade näringshalterna endast temporärt. Några skillnader i näringshalterna inom Finska vikens kustområden mellan 1999 och 2000 gick inte att påvisa.

På grund av den milda vintern och den varma våren var växtplanktonets vårblomning något tidigare än åren dessförinnan, i månadsskiftet april-maj. Det förekom rikligt med kiselalger och framförallt dinoflagellater. Andelen kiselalger var mindre än år 1999. Dinoflagellaten *Scrippsiella hangoei* förekom i synnerligen rikliga mängder på våren och färgade lokalt vattnet brunt. Efter vårmaximat förekom det stora mängder av flagellaten *Ebria tripartita* som saknar klorofyll samt av haptofyten *Chrysochromulina*. I juli bestod största delen av växtplanktonbiomassan av den blågröna algen *Aphanizomenon* samt i någon mån av den likaså blågröna och dessutom giftiga algen *Nodularia spumigena*. De under tidiga år rikliga till ögnalgerna hörande *Eutreptiella* samt dinoflagellaterna *Heterocapsa*- och *Prorocentrum minimum* förekom inte i några större mängder år 2000.

Det förekom mest blågröna alger i juli-augusti år 2000, men på grund av näringsämnessituationen och den blåsiga sommaren var mängderna i allmänhet inte lika stora som under tidigare varma somrar. Liksom tidigare observerades de största massförekomsterna av blågröna alger (flottor) på öppna havet nära Finska vikens mynning.

Den Viborgska viken och Nevabukten hör till de hårdast belastade områdena inom Östersjön. Näringsämnessalterna samt mängderna av såväl växtplankton som blågröna alger är höga på området. Klorofyllhalterna i Viborgsviken är ungefär fem gånger högre än de övriga värdena från Finska viken.

Alg@line monitoring in the Gulf of Finland in 2000

Summary

The state of the Gulf of Finland has since 1997 been monitored with the aid of automatic logging instruments installed on passenger ships. In 2000, four ships were provided with instruments: Finnpartner between Helsinki and Lybeck, Silja Serenade between Helsinki and Stockholm, Finnjet between Helsinki and Tallinn, and Kristina Regina on the eastern Gulf of Finland. This co-operation project is part of the more extensive Alg@line project.

This study used the temperature, salinity and *in vivo*-chlorophyll data measured on the ships as well as some additional data on chlorophyll *a*, nutrients and phytoplankton from discrete sampling points. The results were used to estimate the state of the Gulf of Finland in the year 2000 and to compare it to earlier years.

Since the summer in 2000 was quite cool, the surface water temperatures were a few degrees lower than the year before. Upwellings of cold, nutrient-rich and saline water from the depths also occurred several times in the Finnish coastal waters.

The concentrations of nutrients in the waters outside Helsinki were on the whole slightly lower in the summer of 2000 than the year before, and the upwellings caused only temporary peaks. No changes in the nutrient concentrations of the coastal waters of the Gulf of Finland were observed between the years 1999 and 2000.

Due to the mild winter and the warm spring in 2000, the phytoplankton spring bloom occurred in late April and early May, a little earlier than in the years before. Diatoms and especially dinoflagellates were abundant. The relative share of the diatoms was a little lower than in 1999. The dinoflagellate *Scrippsiella hangoei* was very abundant in spring, and locally coloured the water brown. After the spring maximum the colourless flagellate *Ebria tripartita* and the prymnesiophyte *Chrysochromulina* abounded. In July, most of the phytoplankton biomass consisted of blue-green algae: mainly *Aphanizomenon*, but also some of the toxic *Nodularia spumigena*. The euglenoid *Eutreptiella* and the dinoflagellates *Heterocapsa* and *Prorocentrum minimum* which were abundant in the late 1990s were not found in very large numbers in 2000.

The highest numbers of blue-green algae in 2000 occurred in July-August, but due to the windiness and the nutrient concentrations the numbers were in general not as high as in earlier, warmer summers. As in earlier years, most aggregated mass occurrences of blue-green algae were observed in the open sea area near the mouth of the Gulf of Finland.

The Vyborg Bay and the Neva Estuary are among the most loaded areas in the Baltic Sea. The water in the bays is rich in nutrients and the numbers of both phytoplankton and blue-green algae are high. The concentration of chlorophyll is about five times higher in the Vyborg Bay than elsewhere in the Gulf of Finland.

1. Johdanto

Suomenlahti on Itämeren rehevöitynyt osa-alue, jossa sinilevien massaesiintymiset ovat olleet 1990-luvulla lähes jokavuotisenä riesana. Osa sinileväkannoista on todettu myrkyllisiksi, mutta myrkyttömätkin massaesiintymät ovat esteettisesti epämiellyttäviä ja rannoille ajauduttuaan haisevat mädäntyessään. Haitallisten levien seuranta on tärkeää, sillä Suomenlahtea käyttävät miljoonat ihmiset mm. virkistysalueenaan. Sinilevälautat muodostuvat useimmiten avomerelle, josta ne voivat suotuisissa olosuhteissa nopeasti ajautua rannoille.

Jatkuvatoimisilla mittauslaitteistoilla voidaan laajoja vesialueita seurata lähes samanaikaisesti, tiheällä näytepaikkavälillä ja perinteistä näytteenottoa huomattavasti edullisemmin. Usein ja kattavasti toteutettu näytteenotto mahdollistaa haitallisten leväkukintojen havainnoinnin lisäksi esimerkiksi kesäajan syvän veden kumpuamisen seurannan. Samalla kerätään tietoa veden ravinteisuudesta, suolaisuudesta ja lämpötilasta.

Itämeren on tutkittu vuodesta 1997 lähtien laivoihin asennettujen jatkuvatoimisten mittalaitteistojen avulla. Vuonna 2000 Suomenlahdella oli laitteisto neljällä aluksella: Finnpartner Helsinki–Lyypekki-välillä, Silja Serenade Helsinki–Tukholma-välillä, Finnjet Helsinki–Tallinna-välillä ja Kristiina Regina (Cristina Cruises -yhtiö) itäisellä Suomenlahdella. Seurantamenetelmää on aiemmin selostettu useissa eri julkaisuissa (mm. Rantajärvi & Leppänen 1994; Leppänen ym. 1995; Tamelander & Viljamaa 1997; Rantajärvi (toim.) 1998; Rantajärvi ym. 1998; Pellikka & Viljamaa 1999; Pellikka & Viljamaa 2000).

Laivaseuranta on osa laajempaa Alg@line-yhteistyöprojektia, jossa ovat Merentutkimuslaitoksen lisäksi mukana Uudenmaan, Länsi-Suomen, Lounais-Suomen ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskukset, Viron merentutkimuslaitos ja Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Laivojen keräämä uusien tietojen 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 leväautoista.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Suomenlahden tila vuonna 2000 laivaseurantatuloksien avulla. Tässä selostuksessa tarkastellaan vuoden 2000 tilannetta niin kasviplanktonlevien, ravinteiden kuin suolaisuuden ja lämpötilan osalta vertailemalla tilannetta edellisiin vuosiin.

1.1. 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.

Pellikka, K & Viljamaa, H. 2000: Alg@line-seurantatutkimus Helsingin merialueella vuonna 1999. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 4/2000. 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. 1994: 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.

Tamelaender, 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.

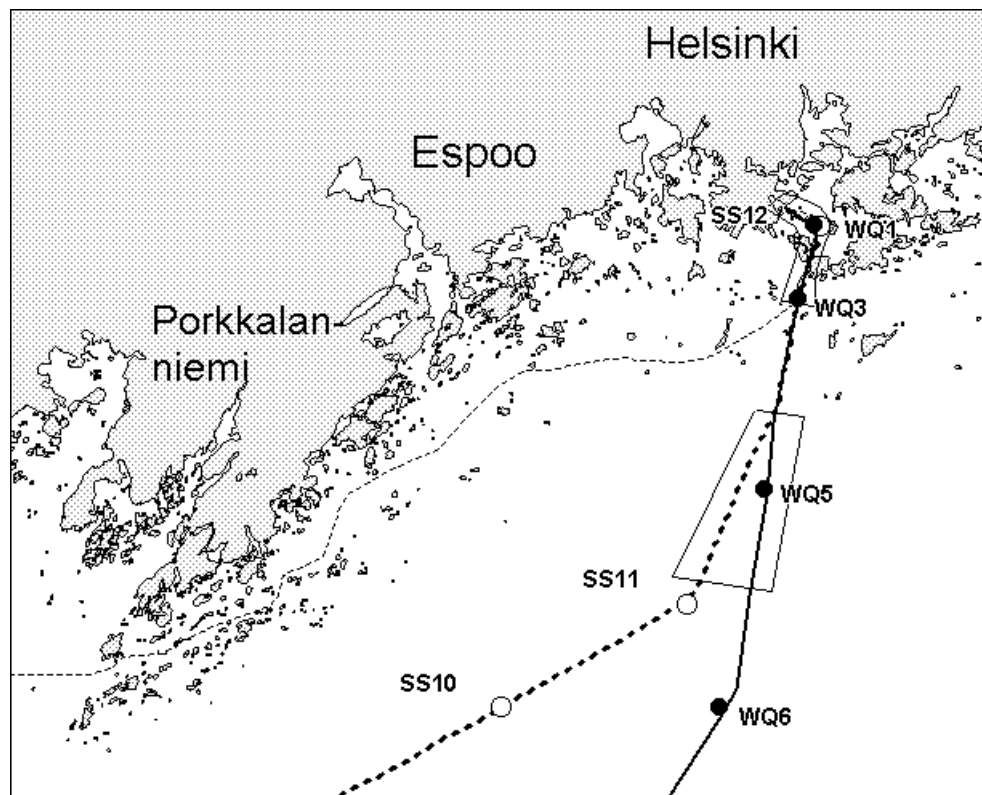
2. Helsingin edusta

Katja Pellikka, Helsingin kaupungin ympäristökeskus

2.1. Aineisto ja menetelmät

Automaattiset veden laadun mittauslaitteistot on Silja Line -yhtiön Finnjet- ja Silja Serenade -aluksilla. Finnjet liikennöi väliä Helsinki–Tallinna ja Silja Serenade väliä Helsinki–Tukholma. Molemmat laivat kulkevat Eteläsatamasta Kustaanmiekan kautta lounaaseen Porkkalanniemen ohi (kuva 1). Silja Serenade kulkee ajoittain myös rantareittiä, joka kulkee Helsingistä lähdettyä Espoon ulkosaariston halki ja Porkkalanniemen edustalta. Tässä työssä käsitellään Helsingin edustan kolmen Finnjetin ja yhden Silja Serenaden havaintopisteen tuloksia. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteessa 3/2001 käsiteltiin muun muassa Silja Serenaden Helsingin ja Espoon edustan rantareitin klorofyllituloksia.

Vuosina 1998–99 Finnjetin nykyiset laitteistot olivat Wasa Queen -aluksella, joka liikennöi myöskin väliä Helsinki–Tallinna. Vuonna 1999 reitti kulki Helsingin Eteläsataman jälkeen Särkän kautta etelään. Ensimmäisen näytepisteen, WQ1, pituuspiirikoordinaatti oli tämän vuoksi vuonna 1999 hieman poikkeava muista vuosista. Vuosina 1998–99 näytevesi kerättiin laivan mennessä Helsingistä Tallinnaan, mutta vuonna 2000 laivan tullessa Tallinnasta Helsinkiin. Veden viipymä putkistossa on aiheuttanut sen, että todelliset näytepisteet ovat hieman eri kohdissa vuonna 2000 verrattuna aiempiin vuosiin. Finnjet otti näytteitä vuonna 2000 maaliskoulukuussa ja Silja Serenade helmijoulukuussa.



© Maanmittauslaitos, lupa nro 205/MYY/00

Kuva 1. Finnjet-laivan reitti (yhtenäinen viiva) ja näytepisteet WQ1–WQ5 (mustat pallot) sekä Silja Serenade -laivan normaali reitti (paksu katkoviiva) ja rannikkoreitti (ohut katkoviiva) sekä näytepisteet SS10–SS12 (valkoiset pallot) sekä a-

klorofyllipitoisuuden vertailuun käytetyt kaksi vyöhykettä (laatikot) Helsingin edustan merialueella.

Laivojen mittauslaitteistot koostuivat lämpötila-anturista, salinometristä, fluorometristä ja näytteenottolaitteistosta. Lämpötilaa, suolaisuutta ja *in vivo* -*a*-klorofylliä (fluoresenssi) mitattiin laivojen reitiltä noin viiden metrin syvyydestä ja noin 100 metrin välein. Lisäksi määrättyiltä näytepisteiltä otettiin kerran viikossa näytevetä. Näytteestä analysoitiin laboratoriossa viikoittain kasviplanktonlajisto (Silja Serenadelta vain tietyiltä näytepisteiltä) ja *a*-klorofyllipitoisuus. Näytteiden *a*-klorofyllipitoisuuksien avulla muunnettiin automaattisesti mitatut fluoresenssiarvot klorofyllilukemiksi. Keskimäärin kerran kuukaudessa näytevedestä määritettiin lisäksi ravinnepitoisuudet (kokonaistyyppi ja -fosfori, nitriitti- ja nitraattityyppi sekä fosfaattifosfori), suolaisuus ja sameus (sekä Silja Serenadelta silikaatti).

Veden *a*-klorofyllipitoisuuden vaihtelua tutkittiin lisäksi kahdella vyöhykkeellä (Helsingin edustan sisäsaaristo ja ulkomeri) laivojen jatkuvatoimisten fluorometrien mittaamien *in vivo* -*a*-klorofyllitulosten avulla (kuva 1).

Näyteveden viipymä automaattilaitteiston putkistossa ennen fluorometriä aiheuttaa siirtymän tiedostoon kirjautuneiden ja todellisten sijaintikoordinaattien välille. Siirtymä on sitä pienempi, mitä nopeampi veden virtaus laitteistossa saavutetaan. Siirtymä määritettiin Finnjetille maaliskuu-marraskuun 2000 tuloksista vertaamalla lämpötila- ja suola-anturin lämpötilasensorin tuloksia. Lämpötila-anturi sijaitsee sisään-tuloputkessa ja suola-anturi kuplanerotuskammiossa huomattavasti kauempana laitteistossa.

Finnjetin näytteiden fysikaalis-kemialliset ja klorofyllianalyysit tehtiin vuonna 2000 Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa ja Silja Serenaden Suomen ympäristökeskuksen laboratoriossa. Kasviplanktonin analysoinnin teki Viron Merentutkimuslaitos Finnjetin seitsemällä näytepisteellä (WQ1, 3, 5, 7, 9, 10 ja 11), joista tässä käsitellään WQ1, 3 ja 5.

2.2. Fysikaalis-kemialliset ominaisuudet

2.2.1. Lämpötila

Pintavesi oli vuonna 2000 Kruunuvuorenselällä lämpimintä heinäkuun lopulla (19 °C) ja ulkomerellä heinäkuun alussa (18 °C) (liitteet 1–3). Kumpuamiset laskivat pintaveden lämpötilaa erityisesti kesäkuun puolivälissä, heinäkuun alussa, elokuun alussa sekä elo-syyskuun vaihteessa. Verrattaessa kesään 1999 oli lämpimän veden kausi kesällä 2000 hieman lyhytkestoisempi, mutta kumpuamiset eivät laskeneet lämpötilaa yhtä voimakkaasti kuin edellisenä kesällä. Kumpuaminen tuo pinnalle syvemältä kylmempää, suolaisempaa ja ravinnerikkaampaa vettä.

2.2.2. Suolaisuus

Huhti-toukokuussa 2000 suolaisuus oli pienin lumien sulamisvesien takia. Kesällä pintaveden suolaisuus vaihteli 5,0–5,8 ‰ (liitteet 1–3). Kumpuamiset nostivat suolaisuutta noin puoli promillea. Veden suolapitoisuus oli koko kesän 2000 jonkin verran pienempi (ka. WQ5:llä 5,4 ‰) kuin edellisenä kesänä (ka. WQ5:llä 5,7 ‰). Verrattaessa suola-anturin tuloksia Helsingin ympäristökeskuksen laboratorion mittaamiin suolaisuustuloksiin ne olivat keskimäärin 0,4 ‰ suurempia.

2.2.3. Ravinteet

Fosfaattifosforin pitoisuus laski maaliskokuussa 2000 nopeasti kesän minimiarvoihin (liitteet 1–3). Kesäaikaan pitoisuus vaihteli Kruunuvuorenselällä 6–12 mg P m⁻³, ulkosaaristossa 2–11 mg P m⁻³ ja ulkomerellä 1–6 mg P m⁻³. Verrattaessa edelliseen kesään oli fosfaattifosforin pitoisuus heinä-syyskuussa 2000 selvästi pienempi. Kesä- ja syyskuun kumpuamiset suurensivat hieman fosfaattifosforipitoisuutta etenkin WQ5:lla. Fosfaattifosforin pitoisuudet kasvoivat kaikilla alueilla lokajoulukuussa talven tavanomaisiin lukemiin.

Fosforin kokonaispitoisuus oli suurin huhti-toukokuussa 2000 kevätkukinnan aikaan (maksimi WQ3:lla 86 mg P m⁻³). Kruunuvuorenselällä kesä-syyskuussa kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin 24 mg P m⁻³ ja ulompana 18 mg P m⁻³. Pitoisuudet olivat heinä-syyskuussa 2000 edelliskesää pienempiä. Kumpuamiset eivät juurikaan näyttäneet vaikuttavan kokonaisfosforin määriin.

Nitriitti- ja nitraattityypen pitoisuus pieneni huhtikuun aikana vuonna 2000 kesäminimiin (1–12 mg N m⁻³). Pitoisuudet olivat kaikilla havaintopisteillä koko kesän hyvin pieniä. Kesän jälkeen pitoisuudet alkoivat kasvaa lokakuussa kohti talven suu-rempia arvoja.

Tyypen kokonaispitoisuus oli suurin huhti-toukokuun vaihteessa 2000 Kruunuvuorenselällä ja ulkosaaristossa (WQ3). Ulkomerellä kokonaistyyppipitoisuus pieneni kesällä varsin vähän kevään lukemista toisin kuin rantaa lähempänä olevilla havaintopisteillä. Heinäkuun kumpuaminen suurensi tyyppipitoisuutta varsinkin ulommilla havaintopisteillä. Tyyppipitoisuudet eivät juurikaan suurentuneet syksyllä lukuun ottamatta Kruunuvuorenselkää (marras-joulukuussa 1300 mg N m⁻³).

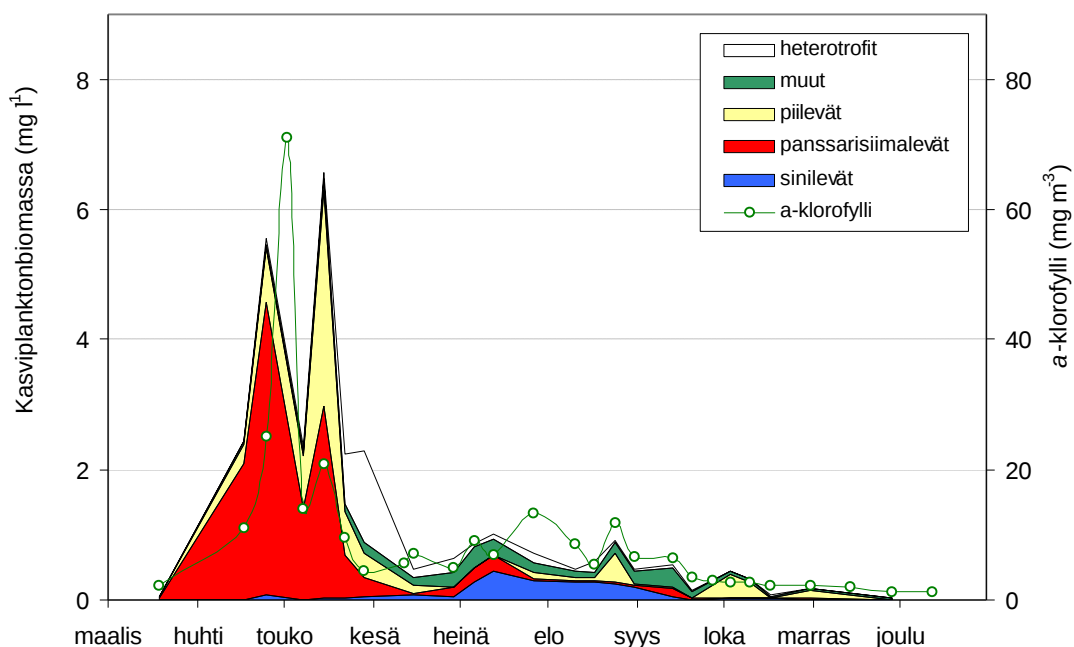
2.3. Kasviplankton ja *a*-klorofyllipitoisuus

Planktonleviä oli maaliskuun puolivälissä vuonna 2000 vielä hyvin vähän (kuvat 2–4). Huhti-toukokuun vaihteessa kevätkukinta oli suurimmillaan eli pari viikkoa edelliskevättä aiemmin. Maksimi havaittiin ulkosaaristossa WQ3:lla (48 mg l⁻¹), kun panssarisiimalevä *Scrippsiella hangoei* esiintyi erittäin runsaana. Panssarisiimalevistä esiintyivät Helsingin edustalla myös *Peridiniella catenata* ja *Gymnodinium* spp. Piilevistä *Thalassiosira baltica*, *Achnanthes taeniata* ja *Skeletonema costatum* olivat runsaita. Ulompana merellä esiintyi myös *Melosira arctica* -piilevä varsin runsaana. Yleisimmät lajit olivat samoja kuin edellisinäkin keväinä, mutta piileviä oli aikaisempaa vähemmän myös sisäsaaristossa.

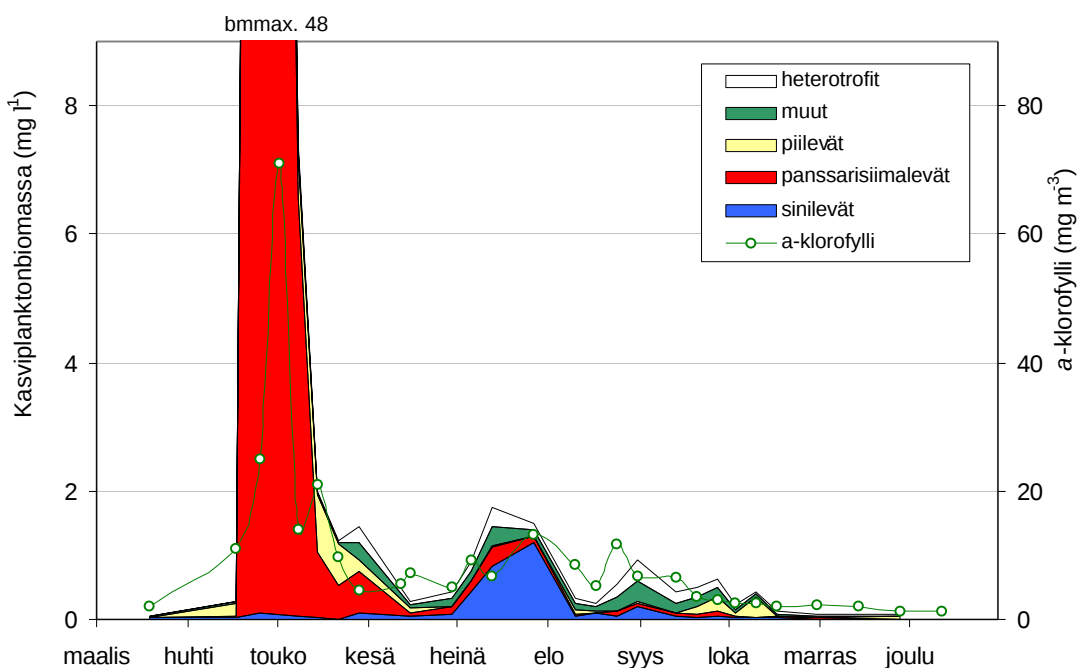
Panssarisiimalevämaksimin jälkeen *a*-klorofyllipitoisuus romahti kesäkuun minimiin. Kasviplanktonissa oli Kruunuvuorenselällä paljon muun muassa *Ebria tripartita* -toisenvaraista (heterotrofista) panssarisiimalevää, jossa ei ole klorofylliä. Ulompana oli paljon heterotrofista *Gymnodinium*-panssarisiimalevää ja *Aphanizomenon*-sinilevää.

Heinäkuussa kasviplanktonbiomassa kasvoi, kun sinilevät esiintyivät runsaina. *Aphanizomenon* oli selvästi runsain sinilevälaji, mutta ulkomerellä esiintyi jonkin verran myös myrkyllistä *Nodularia spumigena*. Muita heinä-elokuussa biomassaltaan runsaita lajeja olivat *Heterocapsa* spp. (panssarisiimalevä), *Ebria tripartita* ja *Nitzschia acicularis* (piilevä). Pienet siimalliset levät eri leväryhmistä (*Pyramimonas* sp., *Chrysochromulina* spp., *Plagioselmis prolunga* ja *Hemiselmis virescens*) olivat myöskin lukumäärältään runsaita.

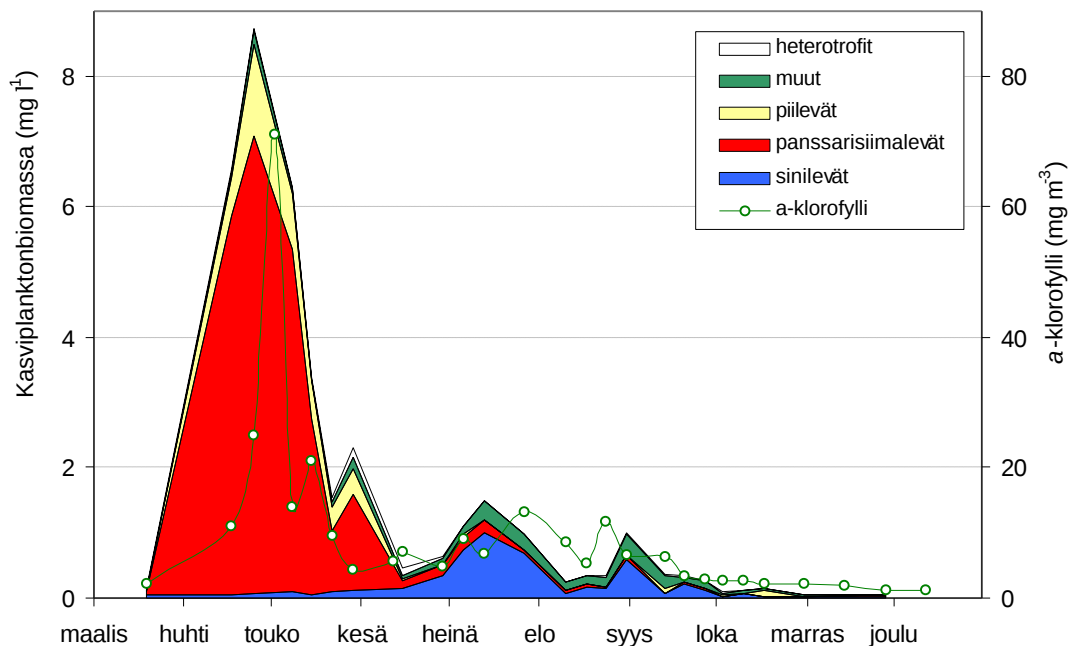
Syys-lokakuussa 2000 *Teleaulax acuta* -nielulevä, *Coscinodiscus granii* -piilevä ja *Aphanizomenon*-sinilevä olivat biomassaltaan valtalajit. Lukumäärältään runsaimpina esiintyivät edelleen pienet siimalliset levät. Edellisestä syksystä poiketen *Prorocentrum minimum* -levää ei vuonna 2000 juurikaan tavattu.



Kuva 2. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja *a*-klorofyllipitoisuus Kruunuvuorenselällä (WQ1) vuonna 2000.



Kuva 3. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja *a*-klorofyllipitoisuus Helsingin ulkosaaristossa (WQ3) vuonna 2000.

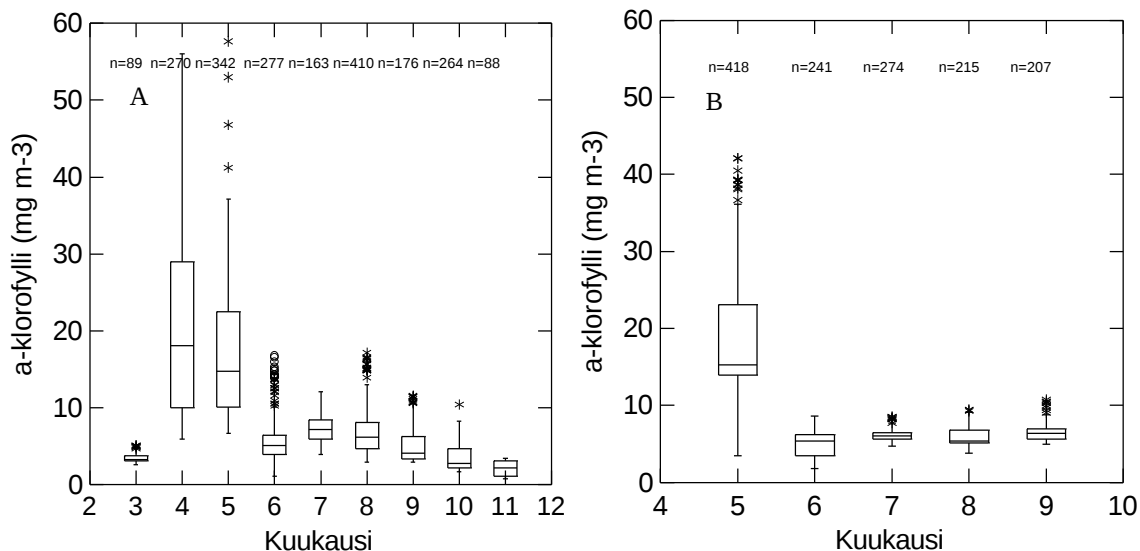


Kuva 4. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja *a*-klorofyllipitoisuus ulkomerellä, Helsingin edustalla (WQ5) vuonna 2000.

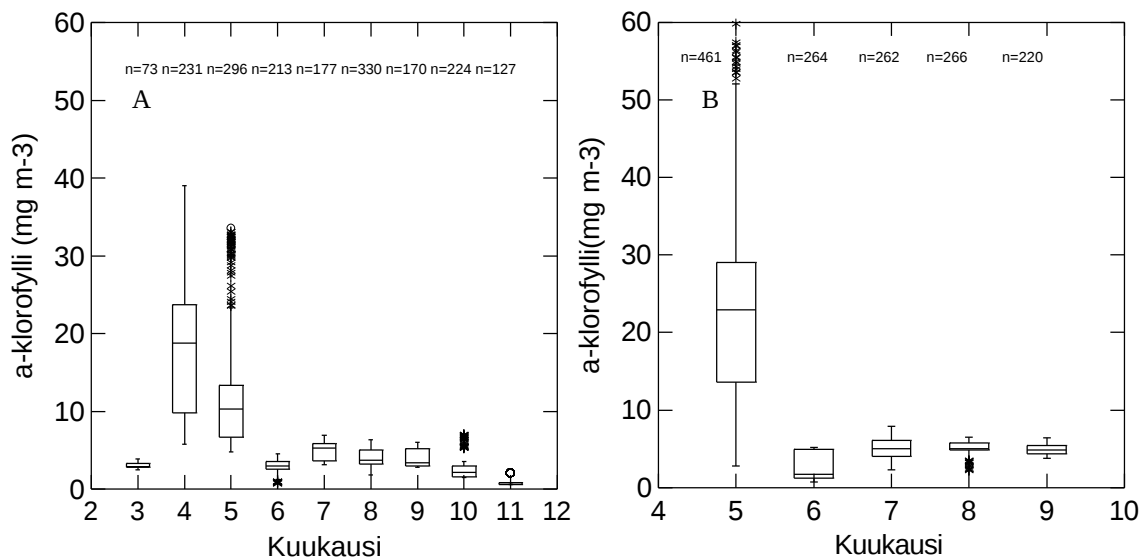
Verrattaessa sisä- ja ulkosaariston (kahden vyöhykkeen sijainnit kuvassa 1) *a*-klorofyllipitoisuutta oli vaihtelu sisäsaaristossa ulkosaaristoa suurempi (kuvat 5-6). Huhtikuussa 2000 klorofyllipitoisuuden keskiluku (mediaani) oli sisäsaaristossa ja ulkosaaristoa suunnilleen sama, mutta toukokuusta lähtien se oli ulkosaaristossa hieman pienempi. Verrattaessa edelliseen vuoteen oli klorofyllipitoisuus ulkosaaristossa toukokuussa 2000 pienempi, mutta kesä-syyskuussa ei eroja juurikaan havaittu.

Verrattaessa vuosia 1998–2000 oli kevätukinta voimakkain vuonna 2000, mutta kesäajan kasviplanktonin määrä oli suurin vuonna 1998 (taulukot 1–3). Poikkeuksellisesti ulkomerellä (WQ5) kevätukinta oli vuonna 2000 aikaisempia vuosia pienempi (taulukko 3). Sinilevien kuukausittaisia keskiarvoja tarkasteltaessa niitä oli heinäkuussa vuonna 2000 eniten, mutta elo-syyskuussa taas vuonna 1998. Sinilevien esiintymishuippu oli siis vuonna 2000 edellisiä vuosia aikaisemmin, lyhytkestoinen ja runsas.

Helsinki–Tallinna-välillä ei voitu vuonna 2000 erottaa klorofyllipitoisuuden perusteella selkeitä vyöhykkeitä (kuva 7). Helsingin ja Tallinnan satamien edustalla havaittiin kapeat korkeamman klorofyllipitoisuuden alueet, mutta muutoin Helsingin ulkosaariston, Viron rannikon ja avoimen Suomenlahden keskustan alueet eivät poikenneet toisistaan.



Kuva 4. Veden *a*-klorofyllin vaihtelu sisäsaaristossa A) vuonna 2000 ja B) vuonna 1999 Finnjetin reitillä (vuonna 2000 mukana myös Silja Serenaden tietoja; yleensä kaksi transsektia viikossa). Laatikon reunat kuvaavat ylä- ja alakvartiileja ja vaakaviiva mediaania. Tähdet ovat poikkeavia arvoja. n = havaintojen lukumäärä. Kuvassa A ei näy huhtikuun poikkeavat arvot, joiden maksimilukema oli 160 mg m⁻³.



Kuva 5. Veden *a*-klorofyllin vaihtelu ulkosaaristossa A) vuonna 2000 ja B) vuonna 1999 Finnjetin reitillä (vuonna 2000 mukana myös Silja Serenaden tietoja; yleensä kaksi transsektia viikossa). Laatikon reunat kuvaavat ylä- ja alakvartiileja ja vaakaviiva mediaania. Tähdet ja pallot ovat poikkeavia arvoja. n = havaintojen lukumäärä.

Taulukko 1. Veden *a*-klorofyllipitoisuuden ja kasviplanktonin biomassan (tuorepaino) kuukausikeskiarvot Kruunuvuorenselällä (WQ1) vuosina 1998–2000.

	<i>a</i> -klorofylli (mg m ⁻³)				Kasviplanktonbiomassa (mg l ⁻¹)		
	1998 WQ1	1999 WQ1	2000 WQ1	2000 SS12	1998 WQ1	1999 WQ1	2000 WQ1
maalis			(2)	3			(0,1)
huhti	11		16	8	3,6		4,0
touko	23	19	24	26	6,1	3,4	3,4
kesä	12	6	6	6	1,3	0,7	0,6
heinä	17	7	10	8	1,7	0,6	0,9
elo	17	6	8	7	3,5	0,9	0,6
syys	9	6	4	6	0,9	1,5	0,4
loka	7		2	4	0,3	0,9	0,3
marras	3		2	(3)			(0,03)
joulu	(2)		(1)	1			

Suluissa, jos vain yksi havainto.

Taulukko 2. Veden *a*-klorofyllipitoisuuden ja kasviplanktonin biomassan (tuorepaino) kuukausikeskiarvot Helsingin ulkosaaristossa (WQ3) vuosina 1998–2000.

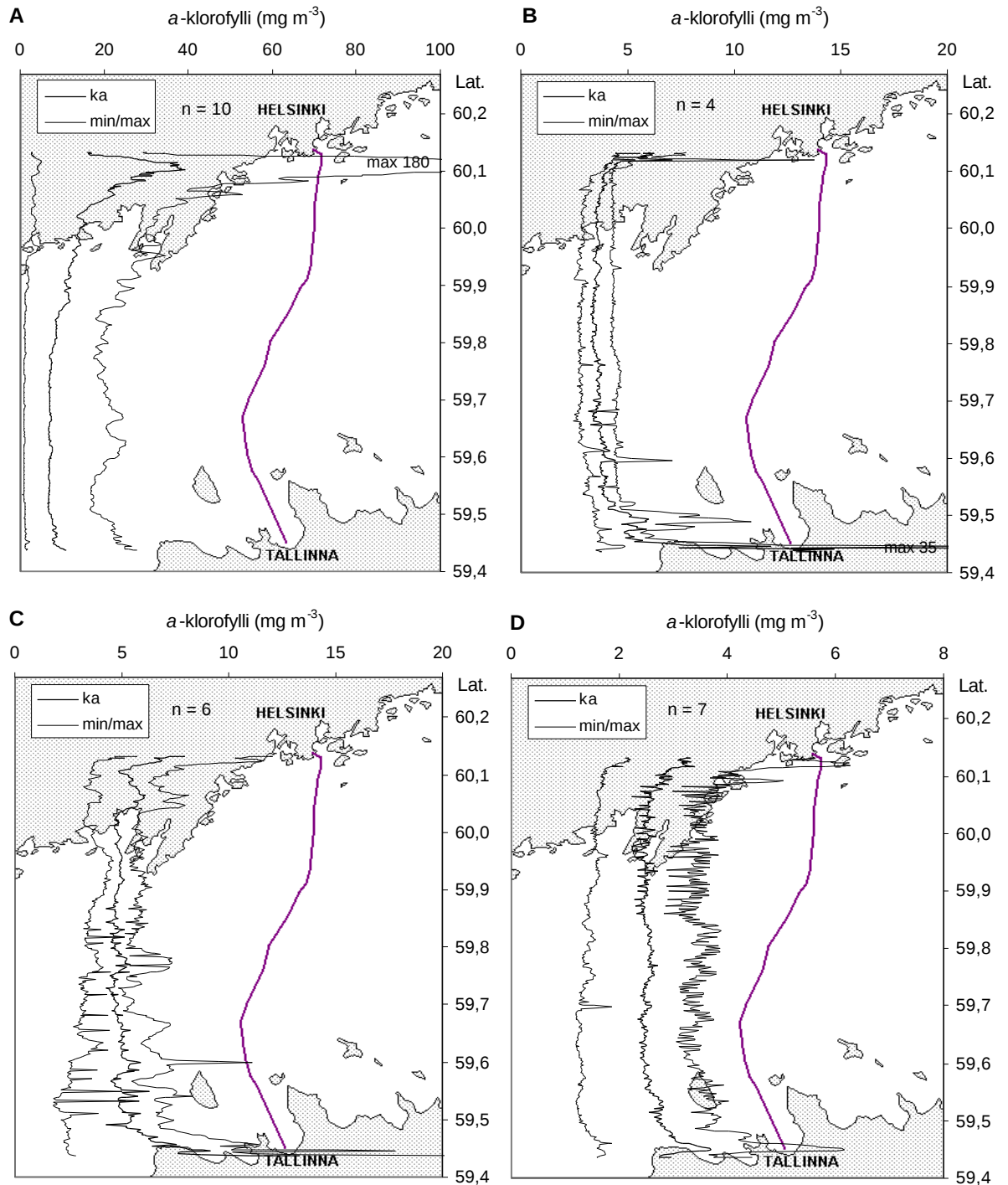
	<i>a</i> -klorofylli (mg m ⁻³)			Kasviplanktonbiomassa (mg l ⁻¹)		
	1998 WQ3	1999 WQ3	2000 WQ3	1998 WQ3	1999 WQ3	2000 WQ3
maalis			(4)			(0,05)
huhti	20		40	(14,4)	(0,7)	24,4
touko	30	26	27	9,5	7,4	2,9
kesä	6	3	4	0,7	0,4	0,3
heinä	10	5	6	1,9	0,8	1,1
elo	9	6	5	2,2	1,2	0,4
syys	4	6	4	0,4	1,3	0,4
loka	4		2	0,3	1,0	0,2
marras	6		1			(0,1)
joulu	(2)		(0,5)			

Suluissa, jos vain yksi havainto.

Taulukko 3. Veden *a*-klorofyllipitoisuuden ja kasviplanktonin biomassan (tuorepaino) kuukausikeskiarvot Helsingin edustalla, ulkomerellä (WQ5) vuosina 1998–2000.

	<i>a</i> -klorofylli (mg m ⁻³)			Kasviplanktonbiomassa (mg l ⁻¹)		
	1998 WQ5	1999 WQ5	2000 WQ5	1998 WQ5	1999 WQ5	2000 WQ5
maalis			(3)			(0,2)
huhti	26		19	23,7	4,2	7,7
touko	14	23	14	5,9	11,6	3,4
kesä	3	2	4	0,6	0,6	0,6
heinä	5	4	5	1,3	1,1	1,2
elo	5	5	4	1,4	1,1	0,5
syys	5	5	3	0,4	0,9	0,3
loka	3		2	0,3	0,6	0,1
marras	11		1			(0,1)
joulu			(0,3)			

Suluissa, jos vain yksi havainto.



Kuva 6. Veden a -klorofyllipitoisuuden vaihtelu Helsinki–Tallinna-välillä A) maaliskuu, B) kesäkuu, C) heinä-elokuu ja D) syys-lokakuu vuonna 2000. Keskiarvo (paksu viiva), minimi ja maksimi (hennot viivat) kerran viikossa tulevista tanssekteista eli matkoista halki Suomenlahden. Kuvissa näkyy myös Finnjetin reitti. n = tanssektiien lukumäärä.

3. Suomen rannikko

Mikaela Ahlman, Uudenmaan ympäristökeskus

3.1. Aineisto ja menetelmät

Silja Serenade liikennöi Helsingin ja Tukholman välillä ja pysähtyy matkalla Ahvenanmaalla. Helsingin ja Porkkalanniemen välillä laiva kulkee useimmiten ulkoreittiä ja harvemmin sisäistä rantareittiä (kuvat 1 ja 7). Näytteenottoasemia on 12, joista ensimmäinen Tukholman saaristossa, toinen ja kolmas Ahvenanmaan saaristossa, neljäs asema on Utön eteläpuoli Pohjoisella Itämerellä ja muut kahdeksan Suomenlahdella: Bengtskär, Hankoniemi/Tvärminne, Jussarö, Inkoo, läntinen Porkkalanselkä, itäinen Porkkalanselkä, Helsingin edusta ja Kruunuvuorenselkä. Havaintolaitteisto ja sen toiminta on kuvattu luvussa 2.1. Silja Serenaden ravinne- ja suolaisuusnäytteet on analysoitu Suomen ympäristökeskuksen laboratorioissa ja kasviplanktonnäytteet asemilta Utö, Länden, Porkkala ja Ahvenanmeri on laskenut Viron merentutkimuslaitos.



Kuva 7. Silja Serenade -aluksen reitti ja havaintopaikat välillä Helsinki–Tukholma vuonna 2000.

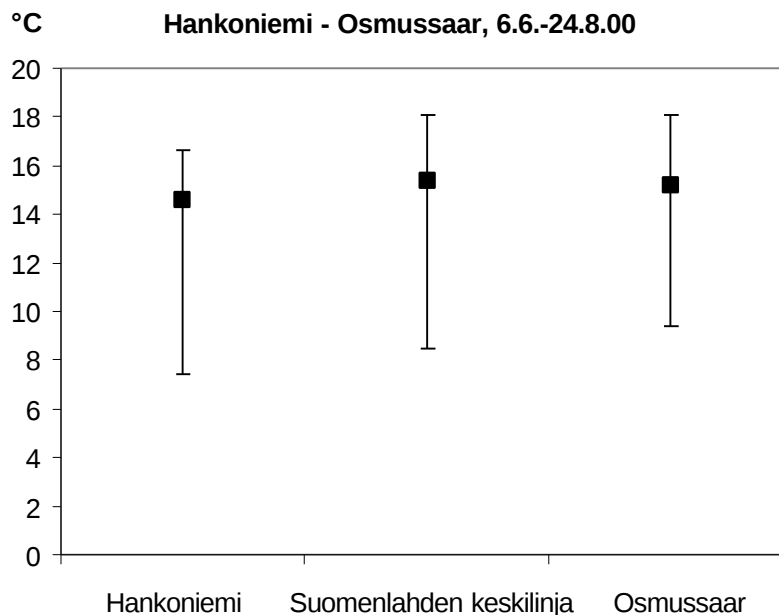
3.2. Tulokset

3.2.1. Lämpötila

Toukokuun alku vuonna 2000 oli lämmin ja kuiva, mutta sen jälkeen sää jatkui melko koleana ja tuulisena juhannukseen asti. Tuulten vuoksi pintavesi sekoittui ja kolea ilma hidasti veden lämpenemistä. Lämpötila nousi hitaammin kuin edellisellä keväänä (liitteet 4–6) ja 15 asteen raja rikkoutui vasta heinäkuun alussa. Lämpimimmillään pintavesi oli heinäkuun loppupuolella, noin 16–17 astetta. Lämpimän veden kausi oli lyhyempi kuin edellisellä kesänä eikä kumpuaminen pitkin Suomen rannikkoa näkynyt jyrkkinä lämpötilanvaihteluina, kuten rannikkovesissä. Syksyllä vesi viileni hitaammin kuin edellisellä syksynä, koska syys- ja lokakuu olivat kuivia ja myös melko lämpimiä. Marraskuussa pintaveden lämpötila oli vielä 8–10 astetta.

Kesäkuukausina pintavesi ei ollut juuri sen lämpimämpää keskellä Suomenlahtea tai lähempänä Viron rannikkoa kuin Suomen rannikollakaan. Lämpötilavertailu linjalla

Hankoniemi–Osmussaar osoittaa, että lämpötilavaihtelut olivat samantapaiset Suomenlahden suulla koko kesän (kuva 8).



Kuva 8. Pintaveden lämpötila linjalla Hankoniemi–Suomenlahden keskilinja–Osmussaar 6.6.–24.8.2000. Kuvassa vaihteluväli esitetty pystyviivalla ja keskiarvo mustalla neliöllä.

3.2.2. Suolaisuus

Suolapitoisuus oli korkeimmillaan vuonna 2000 talvella ja laski 0,5–1,0 psu toukokuun alkuun mennessä (liitteet 4–6). Kesän kumpuamiset aiheuttivat suuria vaihteluita suolapitoisuudessa Hankoniemen ja Porkkalan välillä. Edellisenä kesänä kumpusi myös, mutta vaikutukset suolapitoisuuteen olivat silloin maltillisemmat, mutta lämpötilavaihtelut nopeita.

3.2.3. Liukoiset ravinteet

Kevättalvella 2000 liukoisten ravinteiden pitoisuudet Pohjoisella Itämerellä Utön eteläpuolella olivat 20–22 µg/l fosfaattifosforia ja 70–80 µg/l nitraatti-nitriittityppeä (liite 4). Hankoniemen kohdalla pitoisuudet olivat hieman korkeammat, 23–25 µg/l fosfaattia ja noin 100 µg/l liukoista typpeä (liite 5). Lähempänä Helsinkiä, Porkkalan itäpuolella ja Helsingin edustalla, fosfaattipitoisuudet nousivat hieman yli 30 µg/l ja nitriitti-nitraattipitoisuudet 120–140 µg/l (liite 6). Kesällä pitoisuudet olivat alhaiset ja nousivat kumpuamisen tuloksena sisäsaaristossa elokuussa (näkyä Helsingin ja Porkkalan välillä, koska laiva kulki rantareittiä) ja myös ulompana avomereillä syyskuun alussa. Syksy oli aurinkoinen ja lämmin. Kasviplanktonin määrä väheni hitaasti ja loka-marraskuussa liuenneiden ravinteiden pitoisuudet alkoivat nousta kohti talviarvoja.

3.2.4. Fosforin ja typen kokonaispitoisuudet

Fosforin ja typen kokonaispitoisuudet olivat suurimmillaan vuonna 2000 huhti-toukokuun vaihteessa. Utön asemalla maksimipitoisuudet olivat korkeammat kuin edellisenä keväänä ja Porkkalan asemalla alhaisemmat, kuten myös kasviplankton-

määrät kevätkukinnan aikana (liitteet 4–6). Myöhemmin kesällä pitoisuudet ja niiden vaihtelut eivät poikenneet edellisestä kesästä.

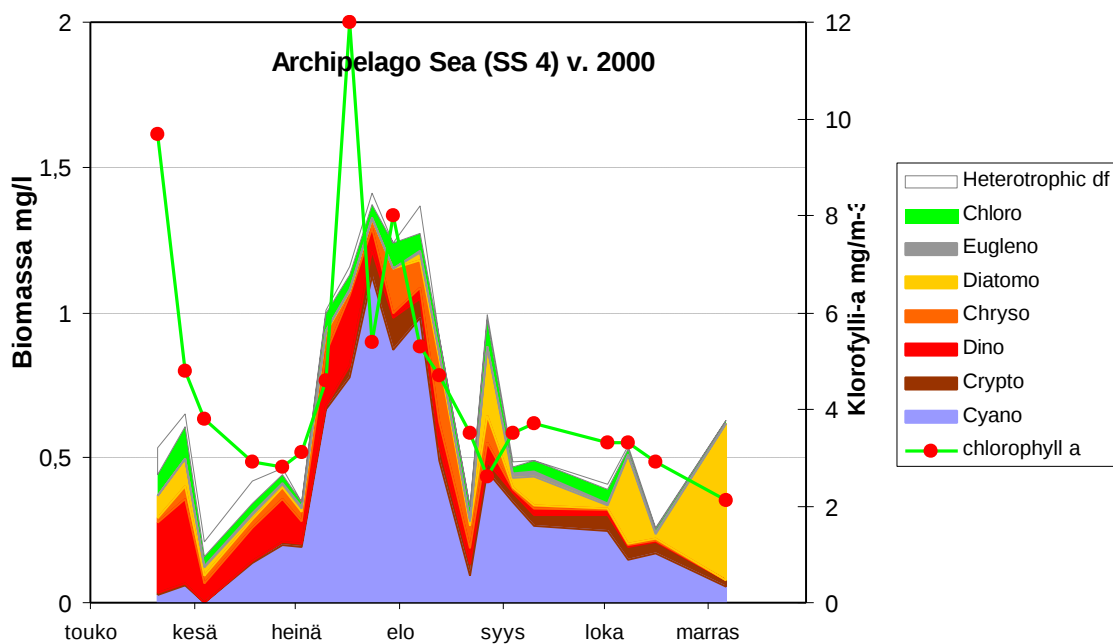
3.2.5. Klorofylli-a

Levien kevätkukinta alkoi vuonna 2000 huhtikuussa ja oli voimakkaimmillaan huhtitoukokuun vaihteessa kaikilla havaintoasemilla. Utön ja Hankoniemen asemilla klorofyllipitoisuudet nousivat noin 25–30 µg/l ja ylittivät siten edellisen kevään maksimiarvot. Porkkalan klorofylliarvoissa ei ollut vuosien välistä eroa. Kesän korkeimmat klorofylliarvot, 8–12 µg/l, mitattiin sinileväaikaan heinäkuussa. Elokuu alkoi kylmänä ja tuulisena ja klorofyllimäärät laskivat jyrkästi. Elokuun lopulla sää muuttui taas kesäiseksi ja kasviplanktonyhteisö voimistui. Sinilevät yleistyivät uudestaan ja klorofylliarvot nousivat noin 4–5 µg/l. Lämmin syksy pidensi kasvukauden. Vielä lokakuussa, kun suuret piilevät runsastuivat ja nostivat biomassa-arvoja syyshuippuun, klorofyllimäärätkin kohosivat.

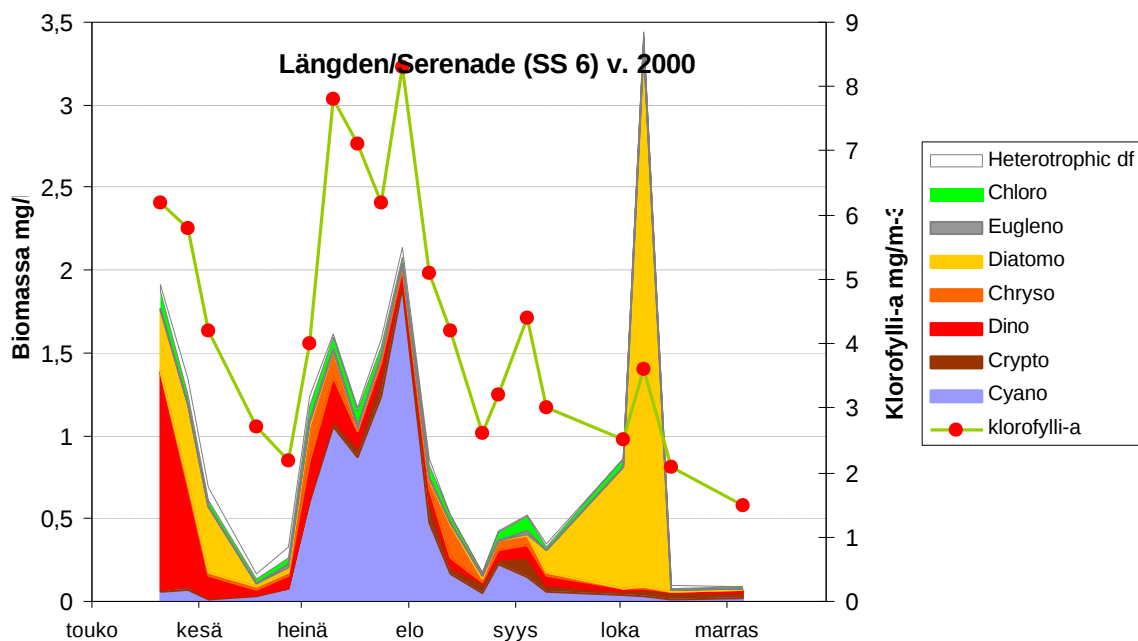
3.2.6. Kasviplanktonlajisto

Lajistoanalyysit aloitettiin toukokuun lopulla 2000, jolloin lajisto koostui keväisistä panssari- ja piilevistä (*Scripsiella*, *Peridiniella* ja *Thalassiosira*) (kuvat 9–11). *Mesodinium rubrum* oli myös yleinen. Kesäminimin jälkeen *Chrysochromulina*-solujen määrä kasvoi kesä-heinäkuun vaihteessa räjähdysmäisesti Porkkalanselällä ja Hankoniemen edustalla, missä solumäärät nousivat yli neljään miljoonaan soluun litrassa. Utön asemalla solumäärät kasvoivat maksimiinsa (2,5 ja 3,5 milj. solua/l) vasta myöhemmin, heinä-elokuun vaihteessa. Kukinta oli lyhytaikainen, mutta solumäärät vaihtelivat voimakkaasti koko kesän.

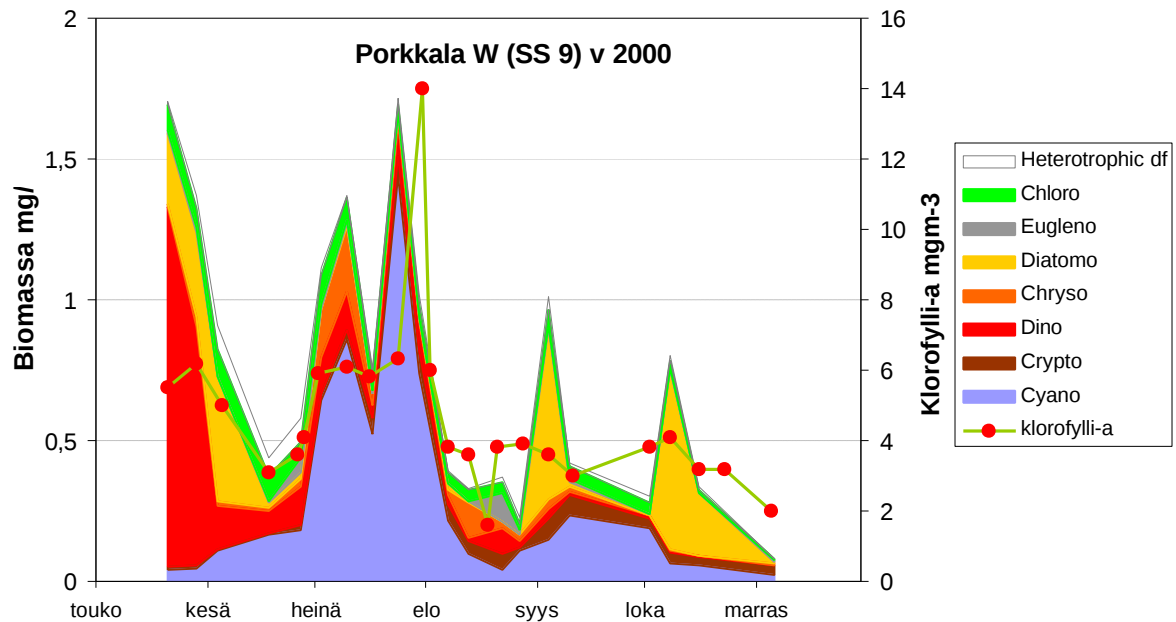
Heinäkuussa sinilevät muodostivat suurimman osan biomassasta. *Aphanizomenon flos aquaen* ohella tavattiin myös hieman myrkyllistä *Nodularia spumigenaa*. Avomerinäytteissä *Nodularian* määrä oli suurempi kuin rannikolla, mutta ei noussut lähelle lämpimien kesien tasoa. Keskikesän lajistoon kuului myös panssarileviä, muun muassa *Dinophysis acuminata* sekä runsaasti pieniä nielu- ja viherleviä



Kuva 9. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja klorofylli-a-pitoisuus Saaristomerellä vuonna 2000.



Kuva 10. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja klorofylli-a-pitoisuus Längdenillä vuonna 2000.



Kuva 11. Kasviplanktonbiomassa (tuorepaino) ja klorofylli-*a*-pitoisuus Porkkalanniemen edustalla vuonna 2000.

ja muita flagellaatteja. Nielulevien lukumäärä kasvoi kun *Chrysochromulina* väistyi. Elokuussa yleistyivät myös panssarilevät *Heterocapsa triquetra* ja *H. rotundata*, mutta eivät kukinnaksi asti.

Elokuun lopulla vallitsi lämmin kesäsää ja sinilevät yleistyivät uudestaan. Lajistoon kuului myös runsaasti viher- ja nieluleviä (*Pyraminomas*, *Hemiselmis*, *Teleaulax*) sekä muita pieniä auto- ja heterotrofisia flagellaatteja. *Eutreptiella*-silmälevä runsastui hetkellisesti Porkkalanselällä ja 1–2 viikkoa myöhemmin Hakoniemen edustalla ja Utön kohdalla.

Syyskuu jatkui aurinkoisena ja lämpimänä. Sinilevä *Aphanizomenon flos-aquae* oli kuun alussa yleinen, myöhemmin *Coscinodiscus*-piilevät yleistyivät ja nostivat biomassan syysmaksimiinsa.

4. Viipurinlahden yhteisseuranta

Pentti Välipakka, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus

Pauli Haimi, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus

Eugenia Lange, Luoteis-Venäjän hydrologian, meteorologian ja ympäristönseurannan laitos

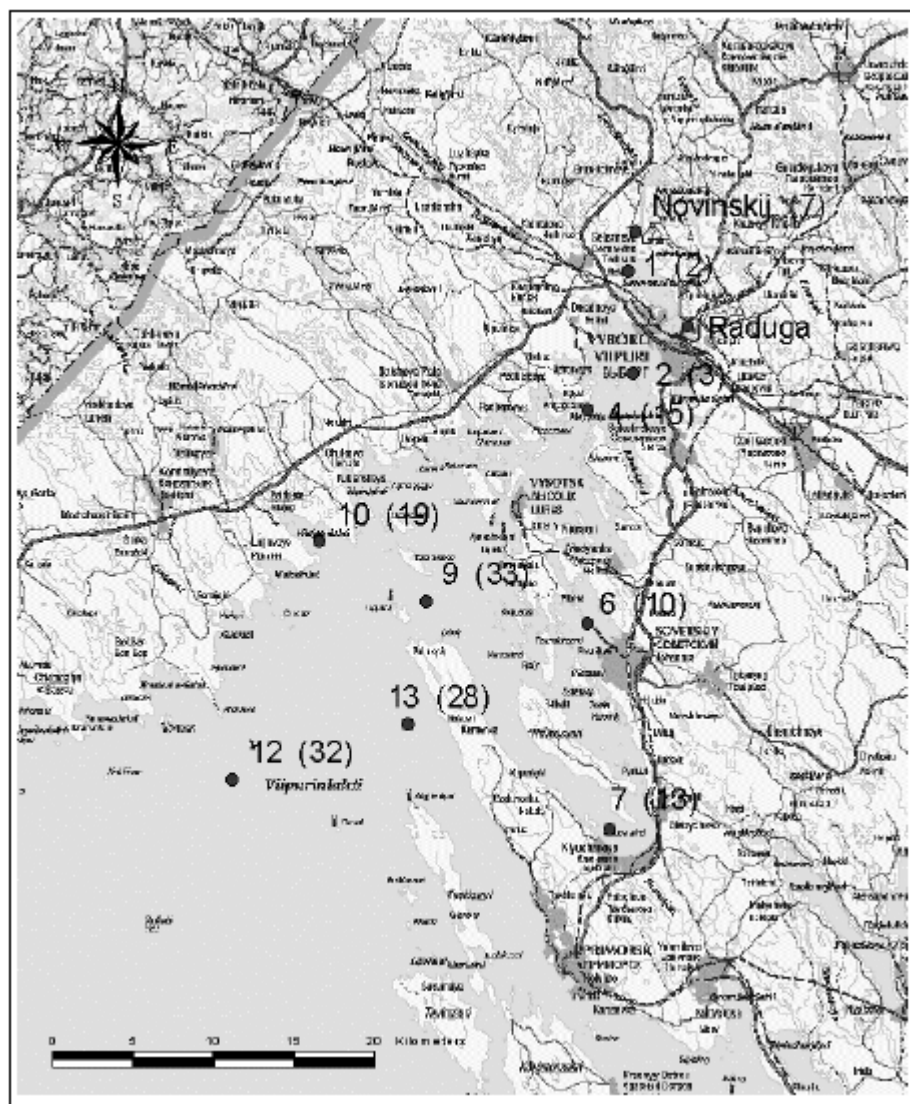
4.1. Aineisto ja menetelmät

Vuonna 1996 Kaakkois-Suomen ympäristökeskus aloitti yhteistyössä Viipurin hydrologian aseman kanssa Viipurinlahden yhteisseurannan. Lahden tekee erikoiseksi se, että Kipeportin niemi sekä saariryhmä jakavat sen kahteen eli sisäiseen ja ulkoiseen osaan. Lahden sisäisen osan Viipurista Vysotskin satamaan asti erottaa Suomenlahdesta vielä saariryhmä, johon kuuluvat muun muassa Tshernovoin, Peredovikin, Krepyshin, Vysotskin sekä Maiskin saaret. Tämä osa lahdesta on matala, syvyys on vain 3–5 metriä, lukuun ottamatta syvää alusten kulkuväylää. Viipurinlahden sisäisen osan veden vaihtuvuus ulkolahteen verrattuna on vähäistä. Vysotskin saaren takana Suomenlahden suunnassa vesi syvenee 15–20 metriin ja Vihrevoin saaren takana paikoitellen 42 metriin.

Suomen rajaan Koskelanjoen suun eteläpuolella rajoittuvat Suomenlahden vesi- ja saaristoalueet aiotaan Venäjän ja Suomen välisen luonnonsuojelu- ja raja-alueiden monimuotoisuuden säilyttämistä koskevan sopimuksen perusteella liittää alueelliseen monipuoliseen ”Prigranitchni”-luonnonsuojelualueeseen sekä valtiolliseen ”Ingermandlandski”-rauhoitusalueeseen. Suomen vesialue, mukaan lukien saarialue, on otettu myös Natura 2000 -ohjelman mukaiseen EU:n luonnonsuojelualueiden luetteloon.

Klorofylli-*a*:n, lämpötilan ja suolaisuuden automaattiset määritykset on tehty vuodesta 1997 lähtien Merentutkimuslaitoksen kehittämän laitteiston avulla (kuvaus laitteistosta kappaleessa 2.1). Laitteisto on asennettu Kristiina Regina -alukseen, joka liikennöi Itämeren satamien kuten Kotkan, Viipurin ja Pietarin välillä. Vuonna 2000 laivan reitti oli suotuisa vasta elokuun alusta lähtien. Toukokuussa laiva oli Välimerellä, kesäkuussa laiva liikennöi Pohjan ja Barentsin merellä ja heinäkuussa Lappeenrannan ja Viipurin välillä. Vuonna 2000 suola-anturin toiminta oli epäluotettava.

Vesi- ja kasviplanktonnäytteet otettiin kuvassa 12 esitetyiltä havaintopaikoilta.



Karttopohja: © Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01

Kuva 12. Viipurinlahden näytteenottoasemat (syvyydet on merkitty sulussa).

Kasviplanktonlevät laskettiin tilavuudeltaan 0,02 ml:n Nazhotta-astiassa läpivalossa käyttäen Ergaval-mikroskooppia (Karl Zeiss Jena) 256- ja 640-kertaisilla suurennuksilla. Kaikki tavatut levälajit tunnistettiin lajitasolle, myös hyvin yksinkertainen klorofyllia sisältävä *Mesodinium rubrum* -ripsieläin. Levien määrän ja biomassan laskentayksiköt ja arviointimenetelmät valittiin HELCOMin suositusten mukaisesti (HELCOM, 1988).

Kasviplanktonin runsaus arvioitiin puolimäärämenetelmän asteikolla 1–5 (1 = vähäinen, 5 = runsas):

- | | | |
|----|--------------------|--------|
| 1. | 1 - 50 000 | yks/l |
| 2. | 51 - 200 000 | yks/l |
| 3. | 200 001 - 500 000 | yks/l |
| 4. | 500 001 - 1000 000 | yks/l |
| 5. | yli 1000 000 | yks/l. |

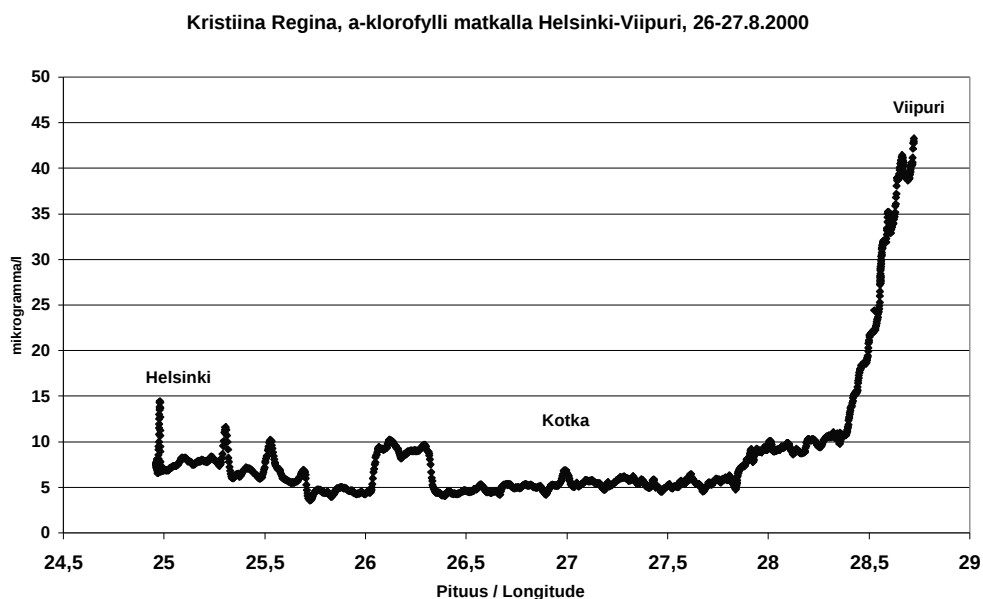
4.2. Tulokset

Klorofyllipitoisuuksien, samoin kuin kasviplanktonin kehittymisen vaihtelussa, on havaittavissa vuosittain kaksi huippua - keväinen ja vähäisempi syksyinen. Viipurinlahden sisäosassa pitoisuudet (ravinteet ja α -klorofylli) nousevat hyvin korkeiksi

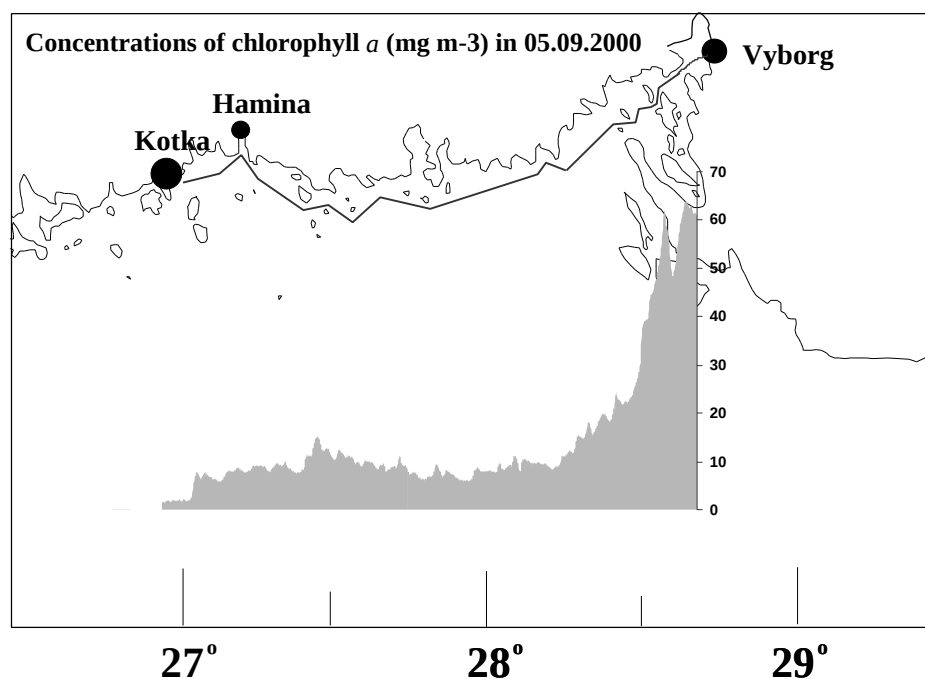
(kuvat 13–14). Esimerkiksi havaintopaikalla 2 (Viipurin kaupungin alueella) klorofyllipitoisuudet toukokuussa 1996 olivat 135 µg/l. Lahden avointa osaa kohti mentäessä klorofyllipitoisuudet laskevat.

Suomenlahden kulkuväylän alueella pitoisuudet muuttuvat 5–15 µg/l ja Viipuria lähestyessä pitoisuudet kohoavat maksimiarvoihinsa.

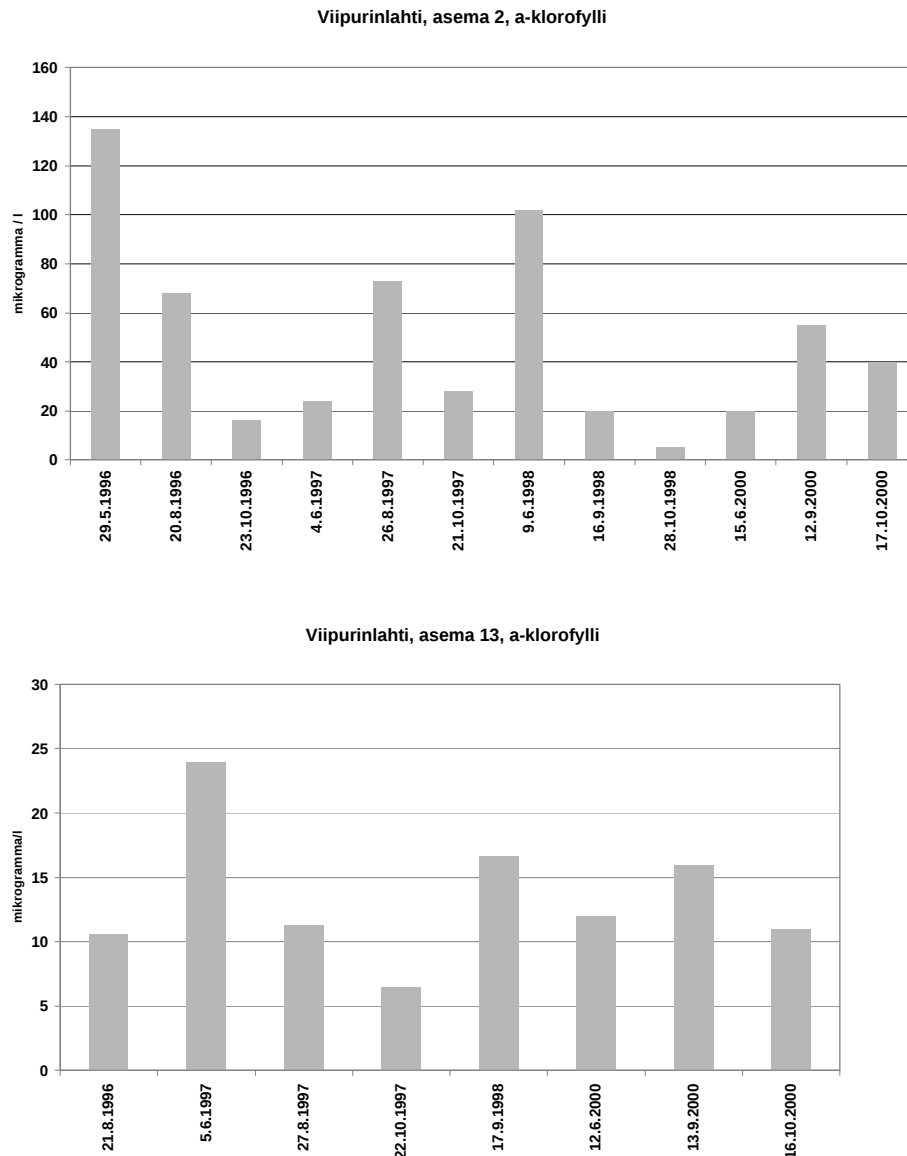
Viipurinlahden yhteisseurannan tuloksista esitämme *a*-klorofyllin analyysitulokset kahdelta havaintopaikalta (2 - kaupungin edustalla ja 13 - lahden ulkoinen osa) (kuva 15).



Kuva 13. Veden *a*-klorofyllipitoisuuden vaihtelu Kristiina Regina -aluksen reitillä Helsinki–Viipuri 26.–27.8.2000.



Kuva 14. Veden *a*-klorofyllipitoisuuden vaihtelu Kristiina Regina -aluksen reitillä Kotka–Viipuri 5.9.2000.



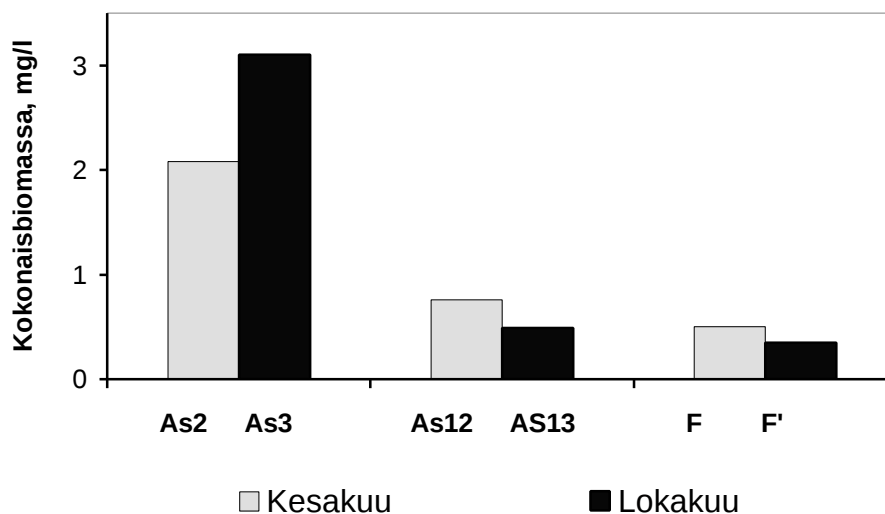
Kuva 15. Veden *a*-klorofyllipitoisuus Viipurinlahdella havaintopaikoilla 2 ja 13 vuosina 1996–2000.

Ravinnepitoisuuksien, erityisesti nitriitti- ja nitraattipitoisuuksien muutoksille on ominaista kausivaihtelu. Pitoisuudet laskevat jyrkästi kevästä lähtien kesän loppuun saakka johtuen levistä, jotka kehittyessään käyttävät ravinteita.

Seurannan tulokset todistavat selkeästi, että sisäinen kuormitus Viipurinlahdessa on merkittävä. Happivajausolosuhteissa fosfori vapautuu sedimentistä, joka on mustaa lietettä.

4.3. Kasviplanktonitutkimus

Kasviplanktonlajisto tutkittiin Viipurinlahden pohjukasta, sen avoimesta osasta sekä Suomen vesialueelta eli avomereltä. Kasviplanktonitutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa määritettiin levälajistoa ja lajien välisiä suhteita. Kasviplanktonlajien lukumääriä arvioitiin puolimäärämenetelmällä. Vuonna 1999 ja 2000 määritettiin myös levien biomassa.



Kuva 16. Kasviplanktonbiomassa Viipurinlahden ja Suomenlahden havaintopaikoilta vuonna 2000.

Vuonna 1999 heinäkuussa Viipurinlahden yleisimmät kasviplanktonlajit olivat sini-levät *Achroonema proteiforme*, *Aphanizomenon gracile*, *A. issatschenkoi*, *Planktothrix agardhii* ja *Pseudanabaena limnetica* sekä 7–14 µm:n kokoiset nielulevät ja kaksisiimaiset 3x5 µm:n kokoiset flagellaatit. Nieluleviä lukuun ottamatta kaikki yleisimmät lajit esiintyivät runsaimpina lahden sisäosissa, jossa vesi on vähemmän suolaista kuin lähempänä lahden suuta. Veden suolaisuuden lisäksi myös ravinteisuuden voidaan päätellä vaikuttaneen kasviplanktonlajistoon, sillä ainakin *A. proteiforme*, *P. agardhii* ja nielulevät esiintyvät tyypillisesti likaantuneissa ja rehevöityneissä vesissä. Viipurinlahden vesi oli ravinteikkainta lahden pohjukassa.

Vuonna 1999 lokakuussa runsaimpia kasviplanktonlajeja olivat *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena limnetica*, pienten (7–14 µm) nielulevien ja kaksisiimaisten flagellaattien lisäksi suuremmat nielulevät (12–20 µm), piilevä *Chaetoceros subtilis* sekä viherlevä *Monoraphidium contortum*. Näistä vain *M. contortum* oli selvästi runsain lähempänä lahden suuta, kun muut lajit esiintyivät yleisimpinä lahden sisäosissa. Kuitenkin myös *M. contortum*in tiedetään suosivan erityisesti eutrofisia vesiä, joten sen esiintyminen yleisenä vielä Viipurinlahden suullakin saattaa kertoa lahden uloimpienkin osien rehevyydestä.

Vuoden 2000 kasviplanktonlajisto on esitetty liitteessä 7. Tutkimusjakson aikana havaittiin 88 levälajia mukaan lukien erikokoiset Monada- ja Flagellata-muodot. Levälajisto koostuu pääosin viherlevistä (29 taksonia), sinilevistä (18) ja piilevistä (19), jotka muodostivat 74 % taksonien kokonaismäärästä. Muilla systemaattisilla ryhmillä (nielu-, panssarilevät ja muut) ei ollut ratkaisevaa roolia lajistossa. Sinilevistä *Merismopedia tenuissima* (runsas ”3”), viherlevistä *Monoraphidium contortum* (3) ja piilevistä *Diatoma tenuis* (5), *Aulacoseira italica* var. *tenuissima* ja *Skeletonema subsalsum* (4) dominoivat Viipurinlahden lajistossa.

Sekä kesäkuussa että lokakuussa levien lajien kokonaismäärä pienenee Viipurinlahden pohjukasta Suomenlahteen.

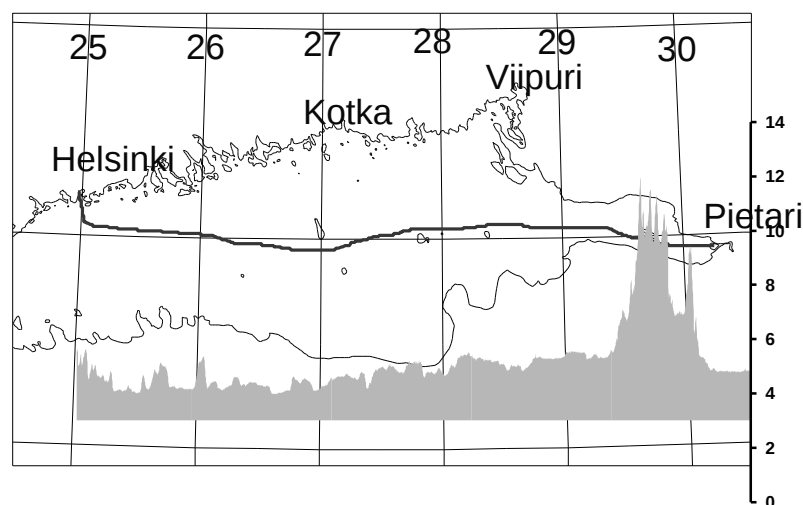
Vuonna 2000 havaittiin viisi potentiaalisesti myrkyllistä levälajia (Leppänen ym. 1995, Hallegraeff ym. 1995) (vuonna 1999 niitä havaittiin 8): *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria* spp., *Planktothrix agardhii*, *Dinophysis norvegica*, *Dinophysis*

acuminata. Niistä *Planktothrix agardhii* populaation esiintyminen oli suurin – 470 000 kpl/l.

Kasviplanktonin biomassa vaihteli vuonna 2000 0,5 ja 2,00 mg/l rajoissa kesäkuussa ja 0,35 ja 3,1 mg/l lokakuussa (kuva 16). Biomassan suurimmat arvot mitattiin Viipurinlahden sisäalueella ja pienimmät lahden ulkopuolella.

Vuonna 2000 Kristiina Regina -laiva kulki myös Helsinki–Pietari ja Kotka–Pietari-reiteillä. Esitämme 9.-10.8.2000 saadut tulokset, jotka osoittavat, että *a*-klorofyllin korkeimmat pitoisuudet havaitaan Pietarin padon ulkopuolella ja sen lähellä (kuva 17).

A-chlorophyll (mg/m³), St-Petersburg-Helsinki, 9-10.8.2000



Kuva 17. Veden *a*-klorofyllipitoisuuden vaihtelu Kristiina Regina -aluksen reitillä Pietari–Helsinki 9.–10.8.2000.

4.4. Johtopäätökset

Itäinen Suomenlahti, johon kuuluvat Viipurinlahti ja Nevanlahti, on Itämeren kuormitetuimpia osia. Kuormitus näkyy voimakkaana rehevyytenä, syvänteiden happiongelmina sekä vuotuisina sinilevähaittoina.

Seurannan tietojen perusteella voidaan todeta, että Viipurinlahden tila on jopa huonompi kuin aikaisemmin oletettiin ja vaati vesistösuojelun toimenpiteitä.

4.5. Kirjallisuus

HELCOM 1988: Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the third stage: Part D. Biological Determinands. - Baltic Sea Environment Proceedings 27 D. 161 s.

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

Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M., Cembella, A.D (Eds), 1995. Manual on Harmful Marine Microalgae.-IOC Manuals and Guides, No.33. UNESCO: 551.

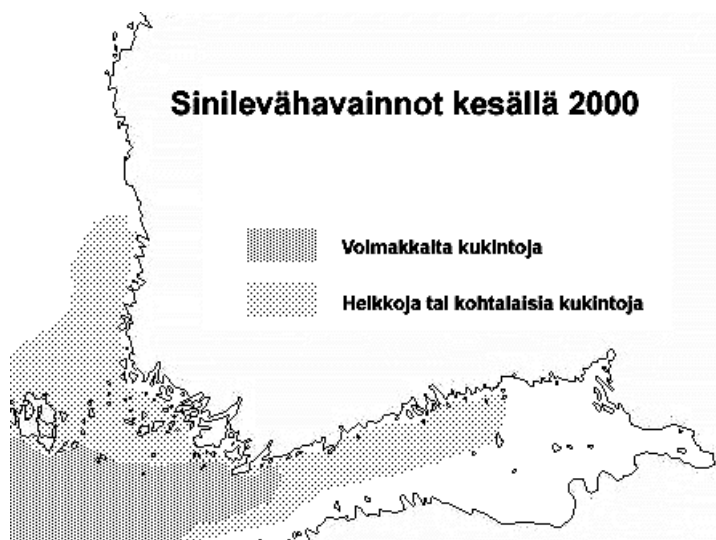
5. Suomenlahden avomerialue

Seija Hällfors, Vivi Fleming ja Eija Rantajärvi; Merentutkimuslaitos

5.1. Leväkukinnat avomerellä vuonna 2000

Kesällä 2000 sinilevien pintaesiintymät levittäytyivät normaaliin tapaan Suomenlahdelle, kukintojen voimakkuus avomerellä jäi kesän ravinnetilanteen ja tuulisen kesän seurauksena keskimääräistä heikommaksi. Jokakeväinen pii- ja panssarisiimalevien kukinta värjäsi veden paikoitellen ruskeaksi. Huhtikuun puolivälissä panssarisiimalevä *Scrippsiella hangoei* oli voimakkaan kevätukinnan valtalajina Helsingin edustalla.

Sinilevien määrä lisääntyi heinäkuun alussa Suomenlahdella. Kuun puolivälissä pitkän Suomenlahtea muodostui hajanaisia pintaesiintymiä tuulisuuden estäessä voimakkaiden esiintymien synnyn. Heinäkuun lopulla, tuulen tyyntyessä, muodostui voimakkaampia pintalauttoja. Avomeren sinileväkukintojen valtalajina oli myrkytön *Aphanizomenon*-sinilevä, mutta myrkyllistä *Nodularia*a esiintyi myös paikoin runsaasti. Rannikolla valtalajeina esiintyi *Aphanizomenon*in rinnalla *Anabaena*a. Rannikolle ajautui myös avomereltä *Nodularia*-sinilevää. Avomeren levälautat olivat runsaimmillaan elokuun alussa, elokuun lopulla tyynen sääjakson aikana yhteisempiä levälauttoja muodostui jälleen. Syyskuun alussa runsas tuulisuus sekoitti levät vesimassaan eikä suuria sinilevien pintaesiintymiä enää muodostunut.



Kuva 17. Sinileväkukinnat Suomenlahden avomerialueella kesällä 2000.

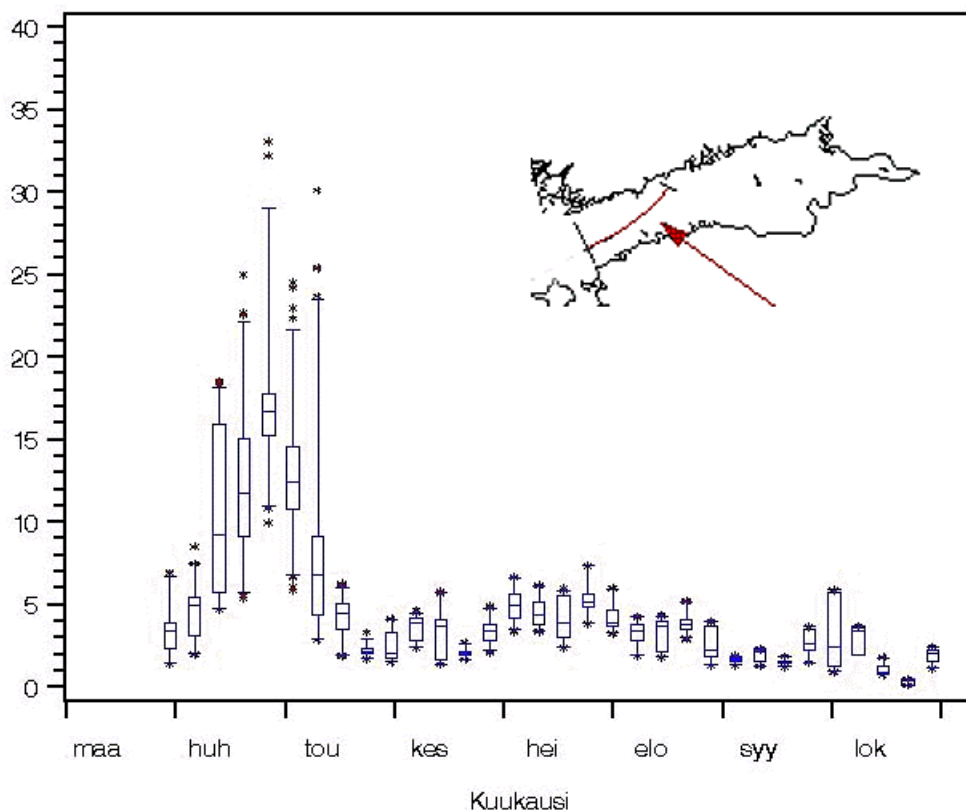
5.2. Kasviplanktonlajiston ja α -klorofyllipitoisuuksien kehitys vuonna 2000 läntisellä Suomenlahdella

Keväisten planktonlevien määrä alkoi kasvaa maaliskuun vaihteessa ja saavutti huippunsa huhtikuun viimeisellä viikolla. Maksimissaan klorofyllipitoisuudet olivat 35 mg m^{-3} , arvot vastasivat 1990-luvun keskimääräistä kevätukinnan voi-

makkuutta. (1970-luvulla maksimiarvot saavuttivat vain noin 20 mg m^{-3} klorofyllipitoisuuden.) Kevätkukinta oli ohitse toukokuun kolmannella viikolla, jolloin klorofyllipitoisuudet vaihtelivat $3\text{--}7 \text{ mg m}^{-3}$. Kesäkuussa kasviplanktonin pitoisuudet olivat minimissään ja pääosa arvoista oli alle 5 mg m^{-3} . Heinäkuussa sinilevien runsastuessa pitoisuudet kohosivat, mutta olivat korkeimmillaankin alle 10 mg m^{-3} . Syys-lokakuun vaihteessa havaittu pieni nousu pitoisuuksissa johtui todennäköisesti *Coscinodiscus granii* -piilevän runsastumisesta. Kyseiseltä viikolta ei ole lajistotietoja, mutta loka-marraskuun näytteissä laji oli suhteellisen yleinen.

Huhtikuun alussa, kasviplankton määrän ollessa vielä vähäinen, lajistoa dominoivat piilevät ja panssarisiimaleviäkin esiintyi jonkin verran. Huhtikuun puolivälissä kevätkukinnan aikana piilevät vallitsivat edelleen (*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros wighamii*, *C. ceratosporus*, *Thalassiosira baltica*, *T. levanderi*, *Achnanthes taeniata*) ja myös panssarisiimalevät olivat yleistyneet (*Scrippsiella hangoei*, *Peridiniella catenata*). Kevätkukinnan huippuvaiheessa huhtikuun viimeisellä viikolla oli eniten panssarisiimaleviä (*Scrippsiella hangoei*, *Peridiniella catenata*), mutta myös piileviä oli runsaasti (*Achnanthes taeniata*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros wighamii*, *C. holsaticus* ja *Thalassiosira baltica*). Pieniä siimaleviä esiintyi lajistossa kohtalaisesti (*Pyramimonas* spp., *Plagioselmis prolunga*, *Teleaulax* spp.). Toukokuun puolivälissä useimpien piilevien määrä väheni selvästi, ainoastaan *Thalassiosira baltica* oli edelleen yleinen, samoin panssarisiimalevän *Peridiniella catenata* muodostamia ketjuja oli melko paljon. Nanoplanktonissa dominoivat siimalevät (*Heterocapsa rotundatum*).

Kevätkukinnan jälkeen kasviplanktonin määrä oli pieni, niukkaa lajistoa vallitsivat viherlevä *Monoraphidium contortum* ja saman leväryhmän pienet koloniaaliset lajit. Siimalevistä runsaimpia olivat kultalevät *Pseudopedinella* spp. ja *Dinobryon*.



Kuva 18. A-klorofyllipitoisuuksien vaihtelu (mg m^{-3}) läntisellä Suomenlahdella. Tiedot perustuvat Finnpartnerilla tehtyihin automaattimittauksiin ja lähtöarvoina

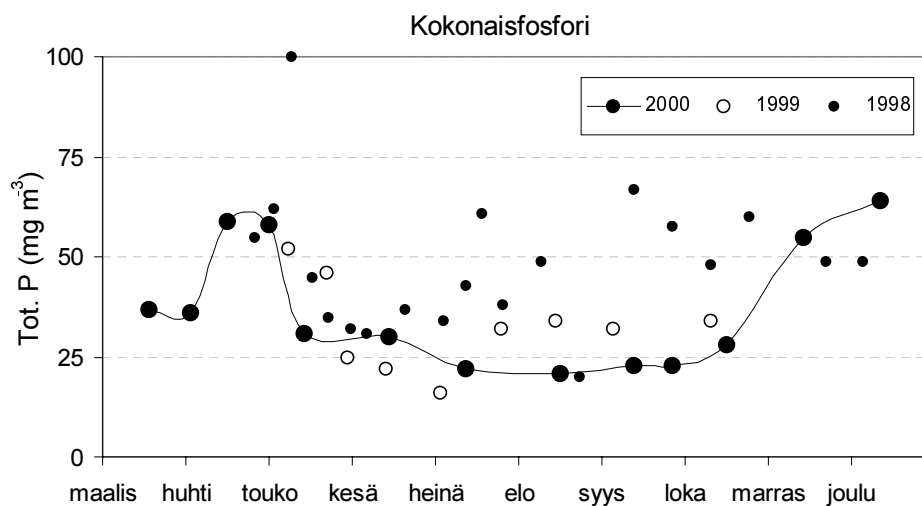
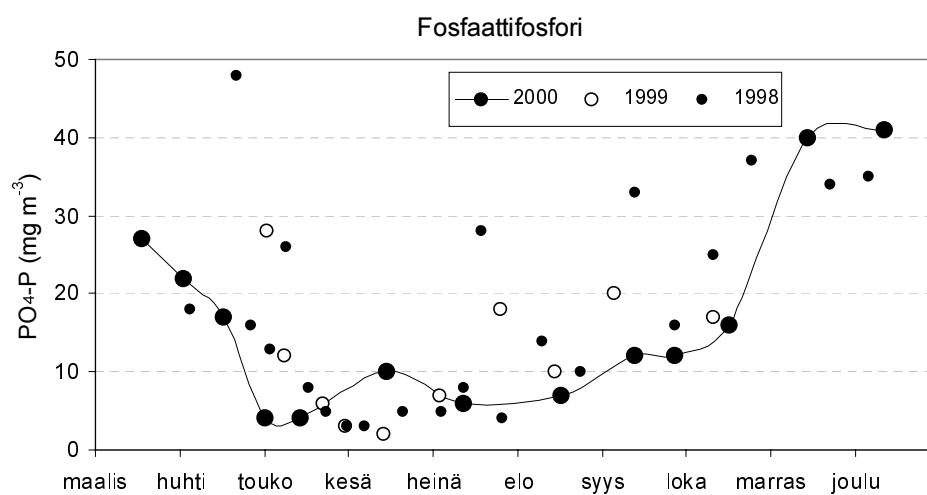
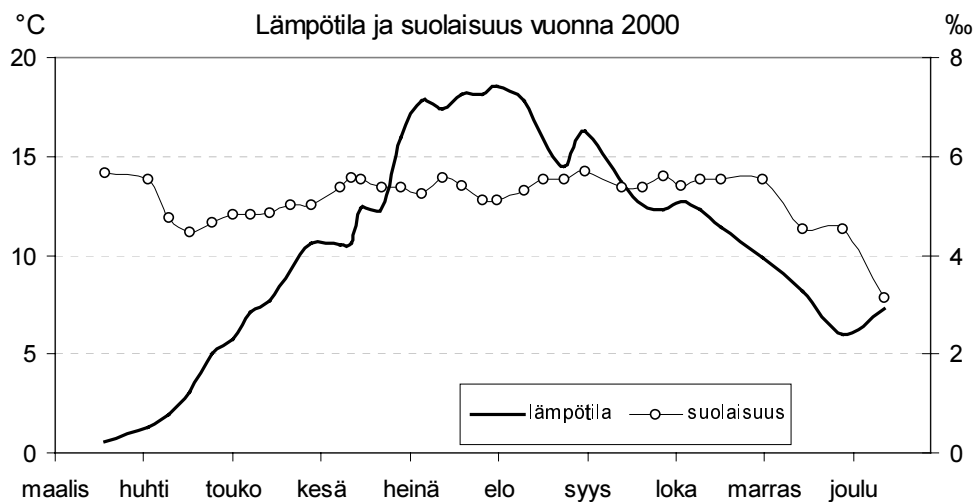
ovat puolen merimailin keskiarvot. Laatikon sisään jää 50 % arvoista ja viiva kertoo mediaanin sijainnin. Laatikosta lähtevien janojen sisään jää 98 % arvoista. Minimit ja maksimit on esitetty astereina.

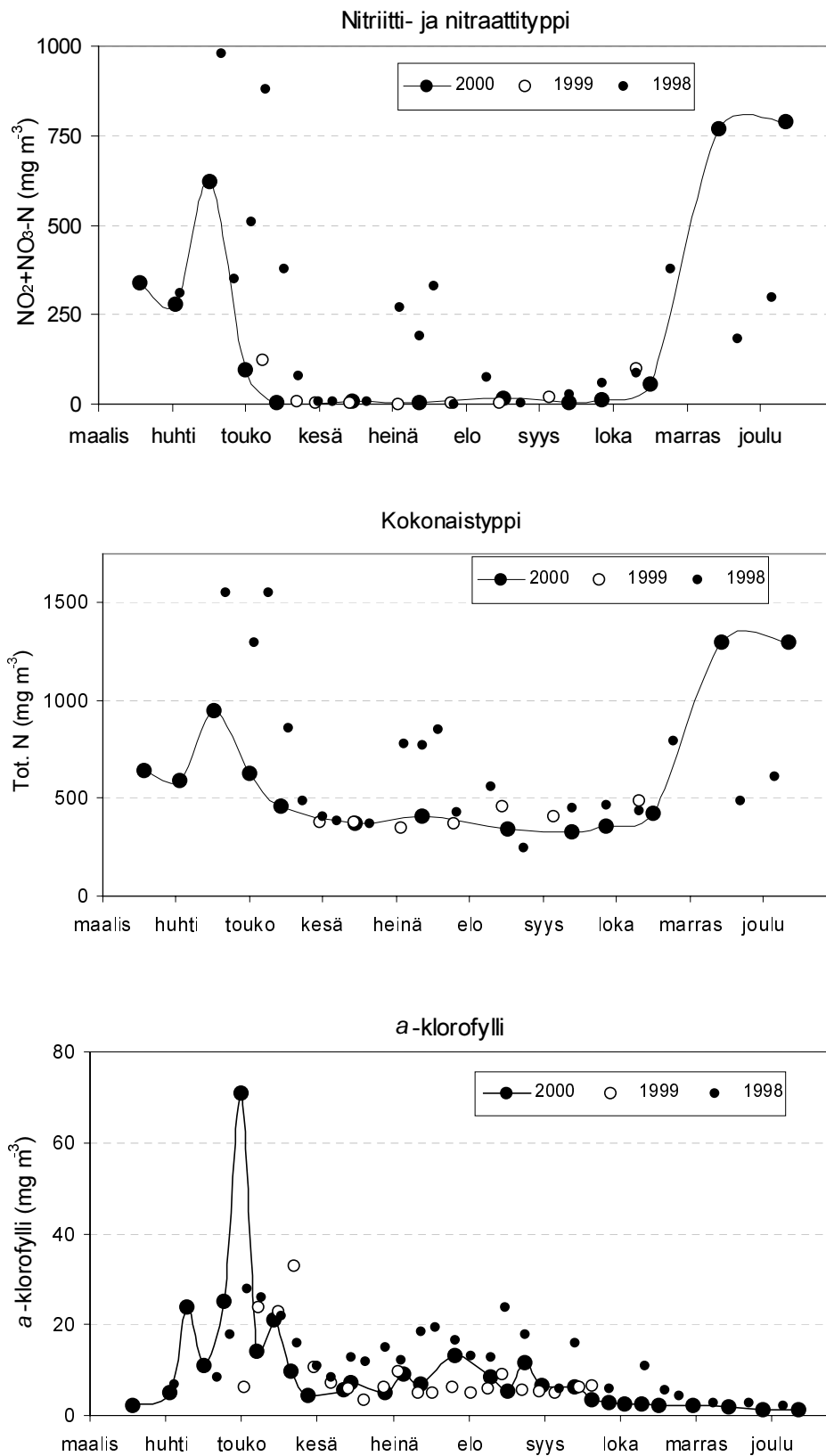
faculiferum, nielulevät (*Plagioselmis prolunga*) sekä silmälevä *Eutreptiella gymnastica*.

Heinäkuun alussa alkoivat sinilevät runsastua. *Aphanizomenon* sp. oli runsain, kun taas *Nodularia spumigena* -lajia ei juuri tavattu. Tarttumaleviä (*Chrysochromulina* spp.) oli paikoin kukintatiheyteen asti (noin 6 miljoonaa solua litrassa). Heinäkuun aikana *Nodularia spumigena* ja pienet koloniaaliset sinilevät runsastuivat, mutta *Aphanizomenon* sp. ja pienet siimalevät olivat edelleen vallitsevina. Läntisellä Suomenlahdella oli myös *Dinophysis*-suvun panssarileviä vuodenaikaan nähden normaalisti, toisin kuin keskisen Suomenlahden näytteissä, joissa todettiin potentiaalisesti myrkyllisen *D. acuminatan* soluja enimmillään lähes 9000 litrassa.

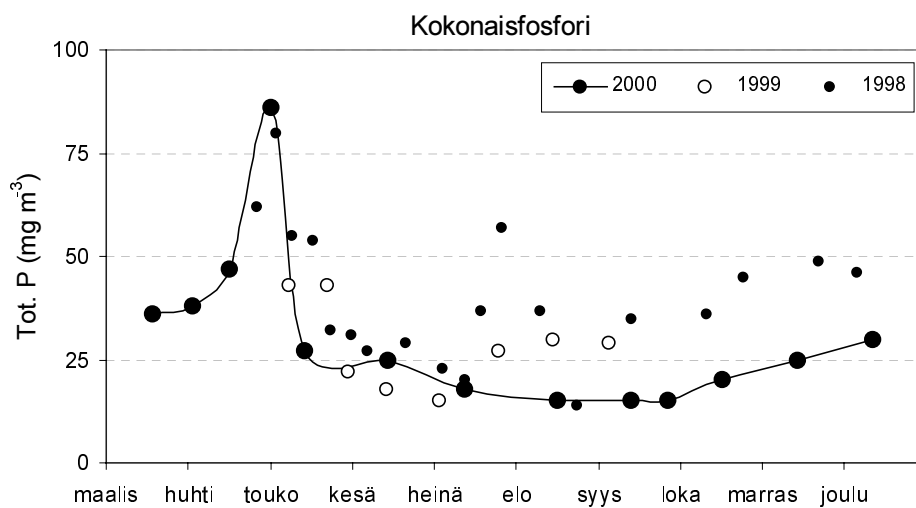
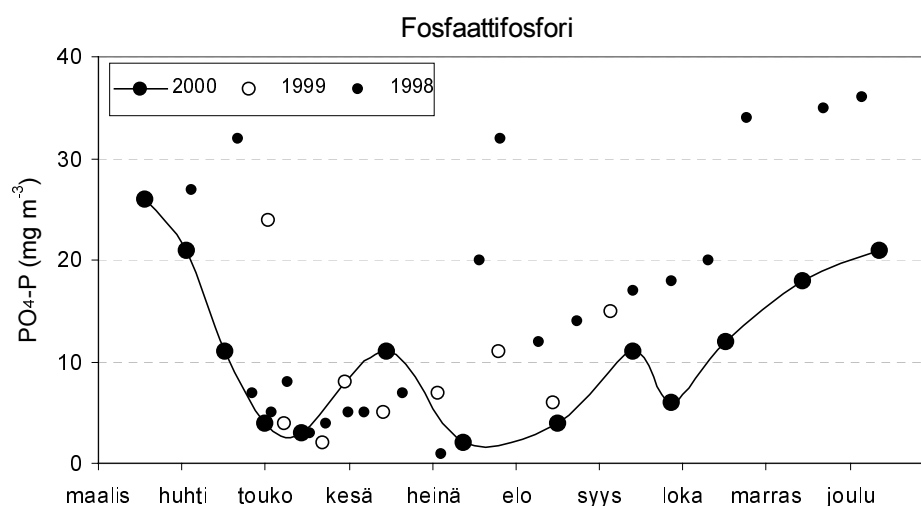
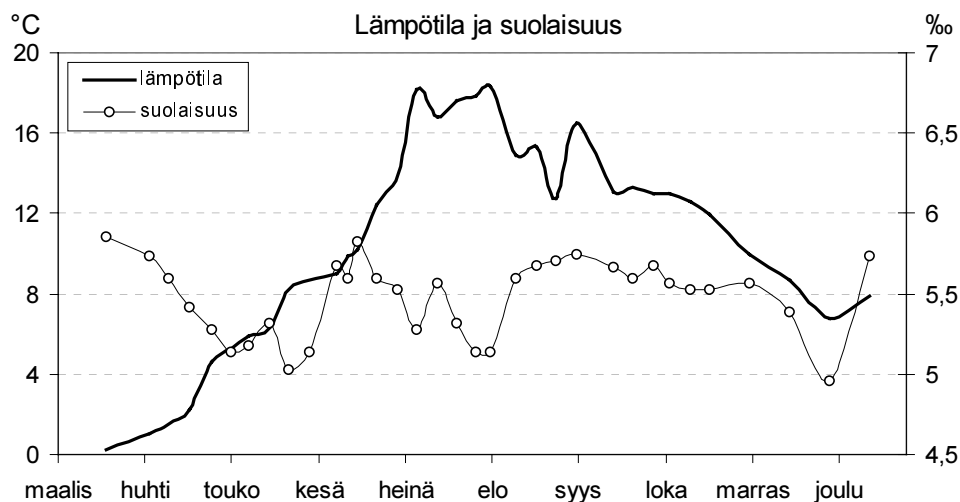
Elokuun aikana runsain sinilevä oli edelleen *Aphanizomenon* sp., *Nodularia spumigena* ja *Anabaena lemmermannii* esiintyivät melko vähäisinä määrinä. Pienet sentriset piilevät *Cyclotella choctawhatseeana* ja *Chaetoceros thronsdonii* runsastuivat elokuun keskivaiheilla. Elokuun lopulla myös *Oocystis*-suvun viherleviä oli melko paljon ja siimaleviä oli edelleen runsaasti.

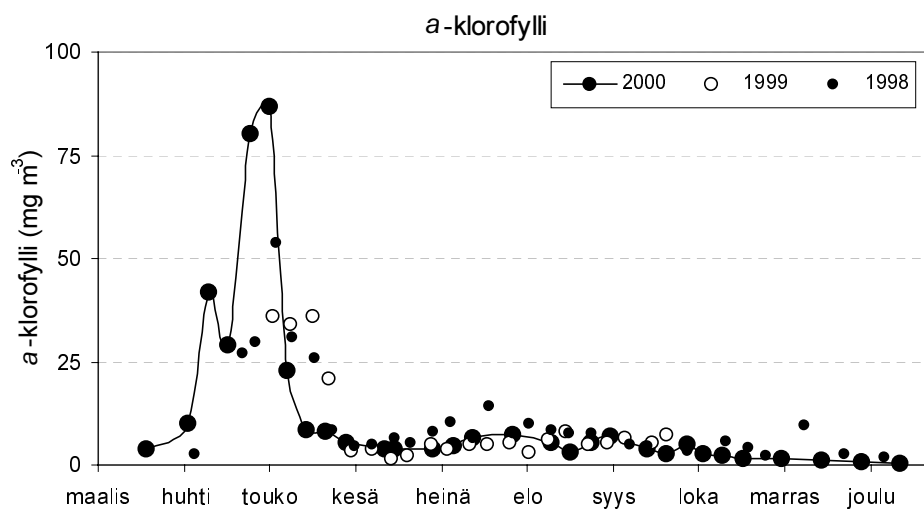
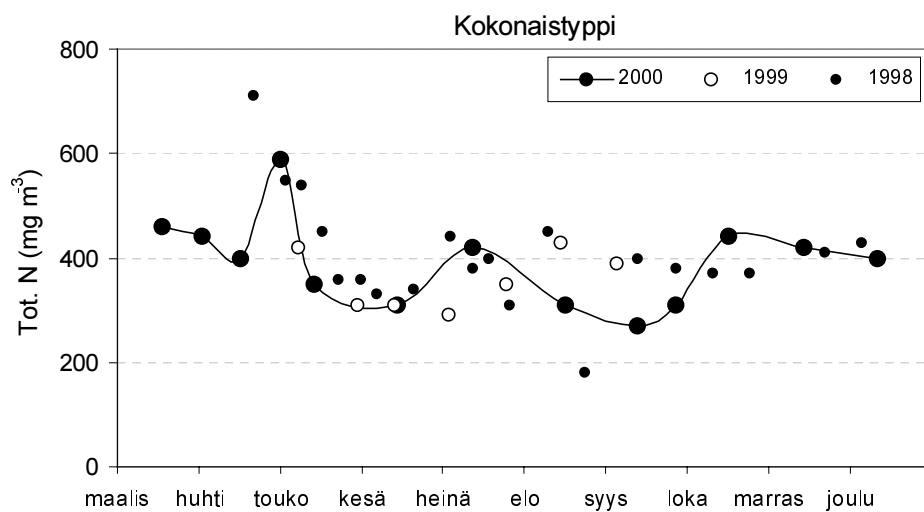
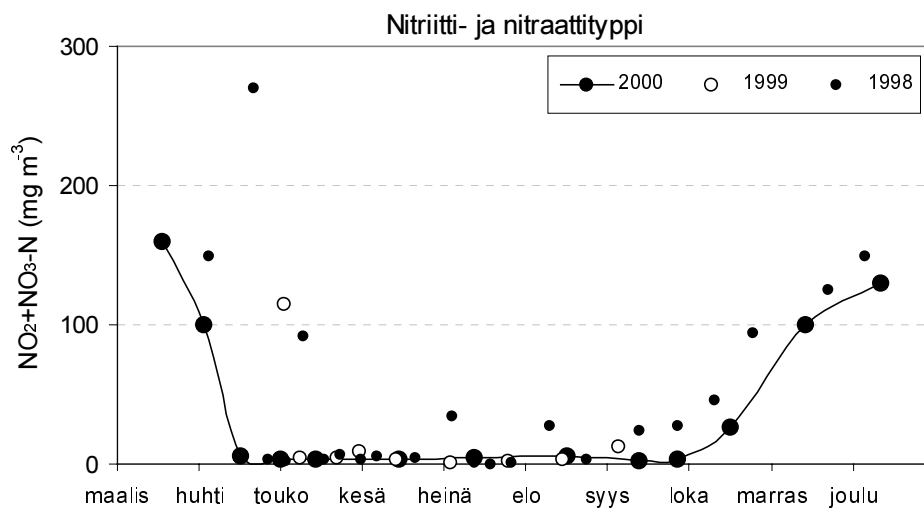
Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja α -klorofyllipitoisuus Kruunuvuorenselällä havaintopaikalla WQ1.



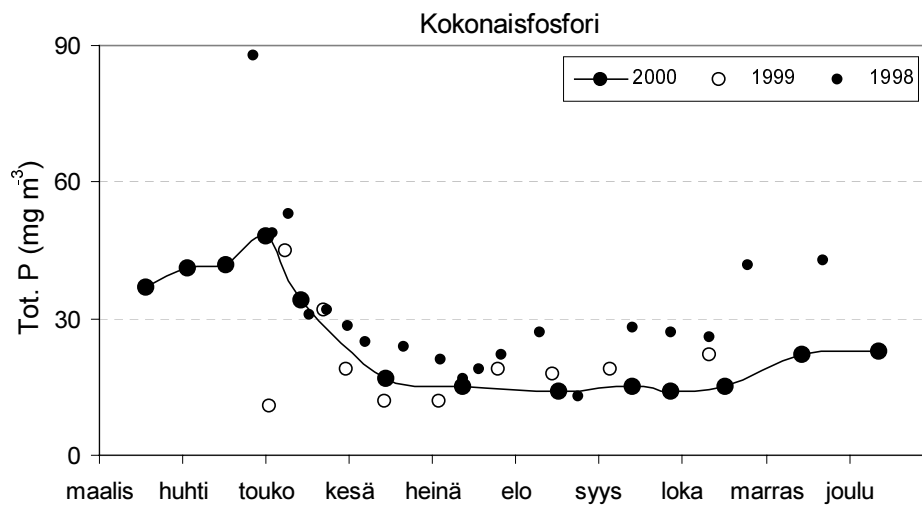
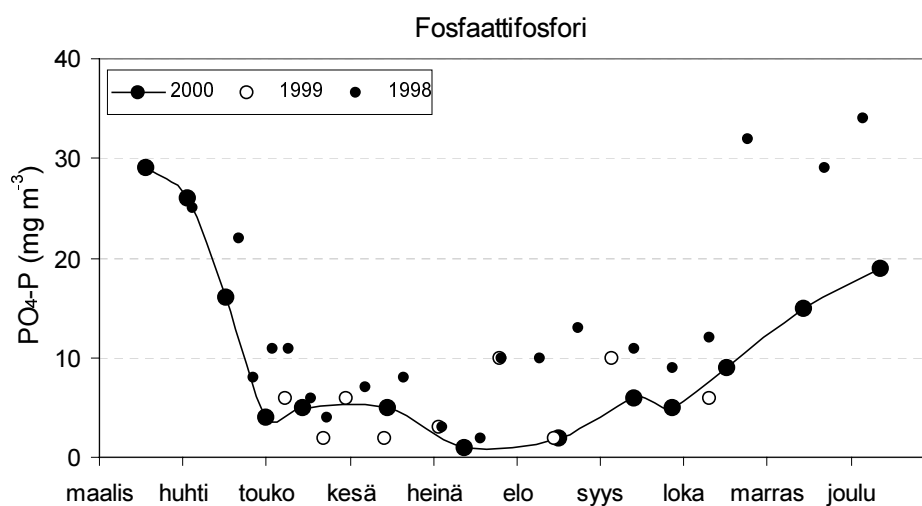
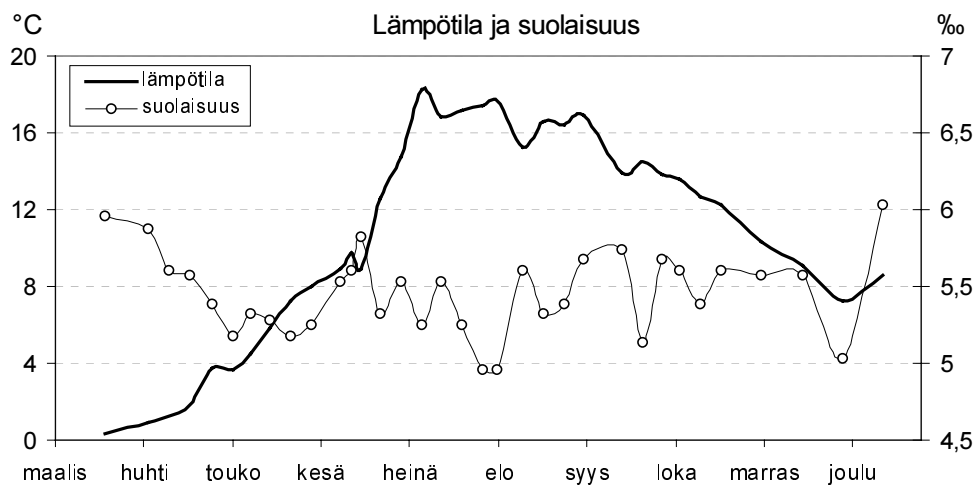


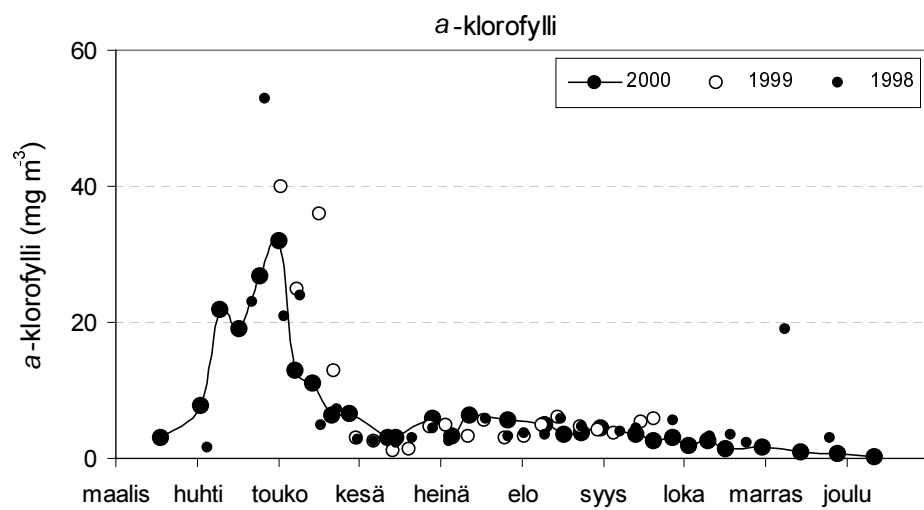
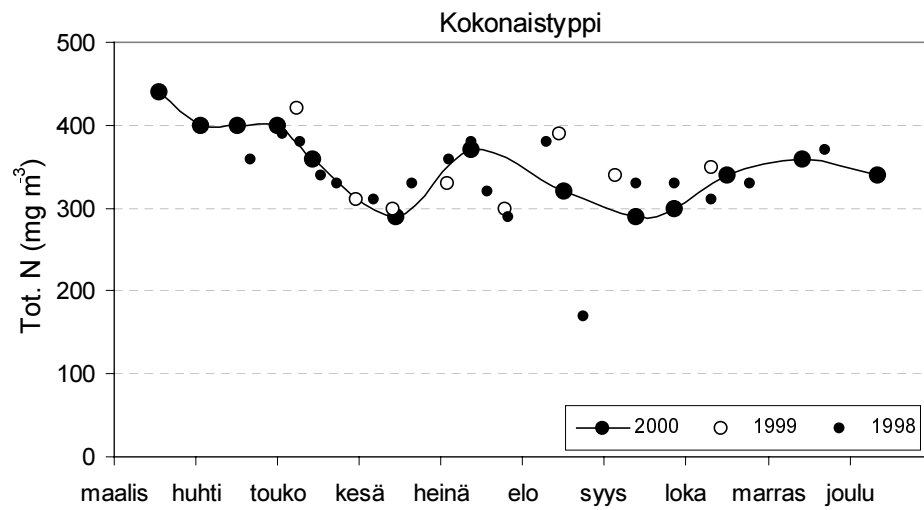
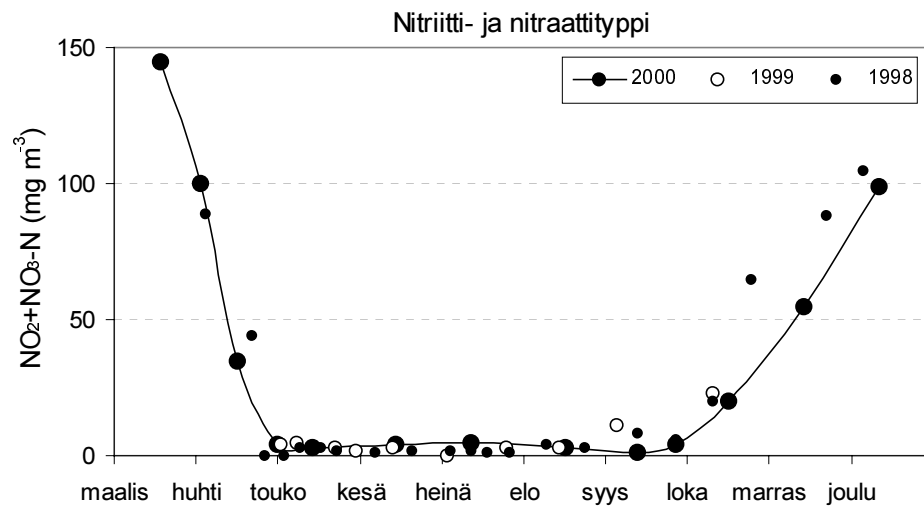
Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja α -klorofyllipitoisuus Helsingin ulkosaaristossa havaintopaikalla WQ3.



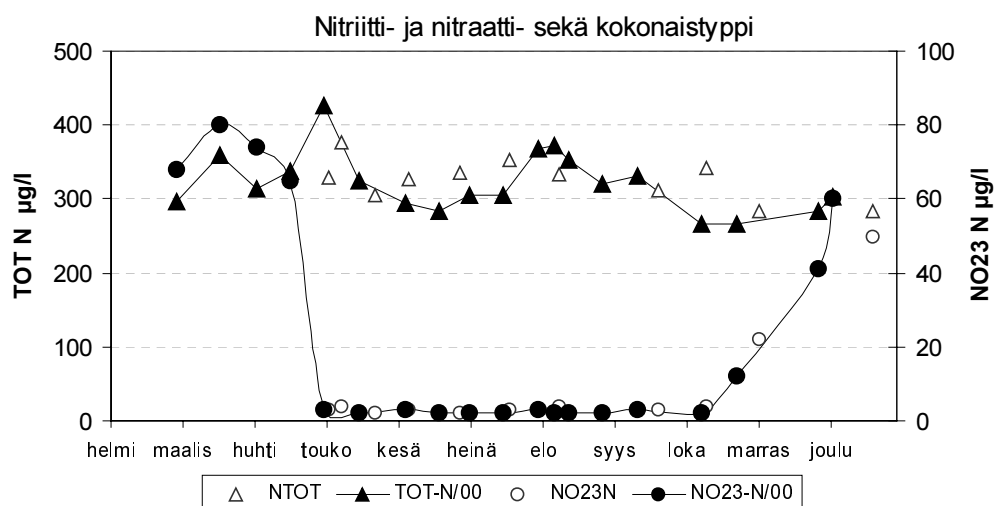
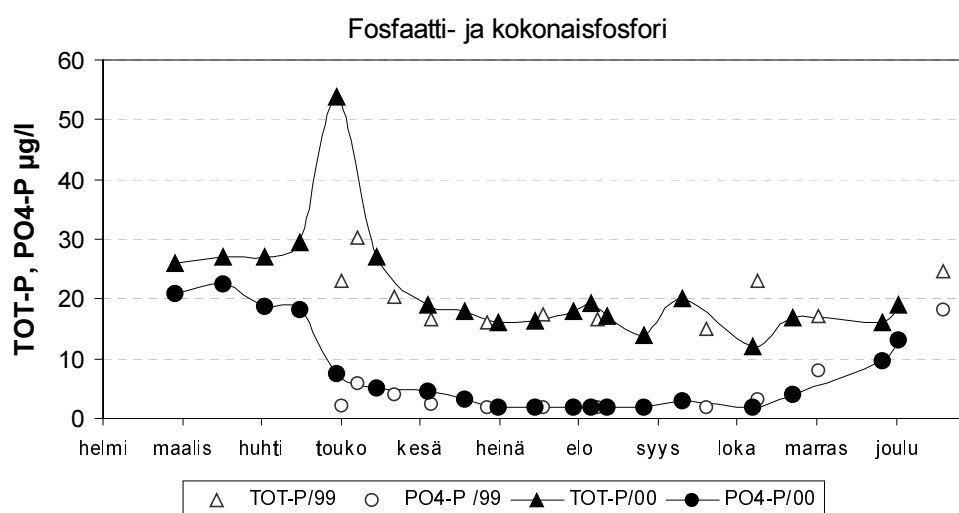
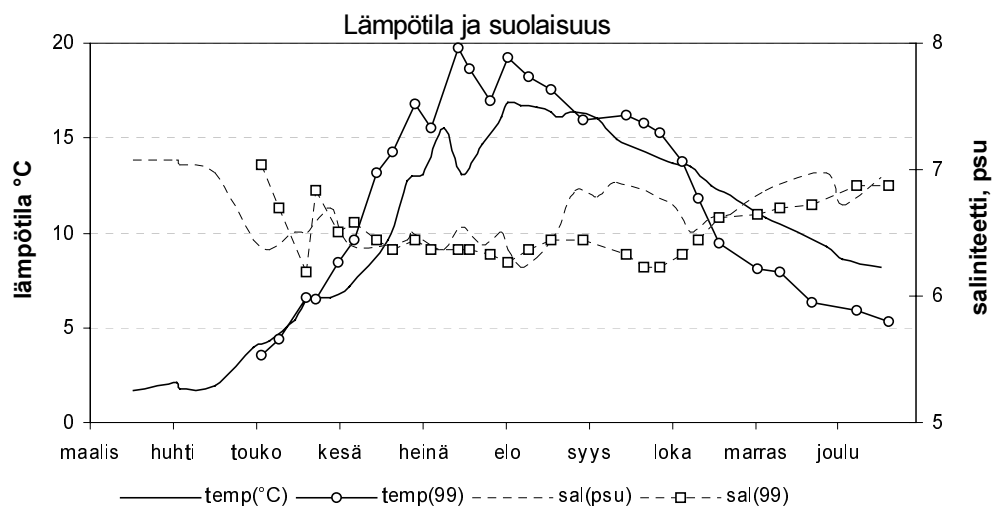


Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus ja α -klorofyllipitoisuus Helsingin edustalla, ulkomerellä, havaintopaikalla WQ5.

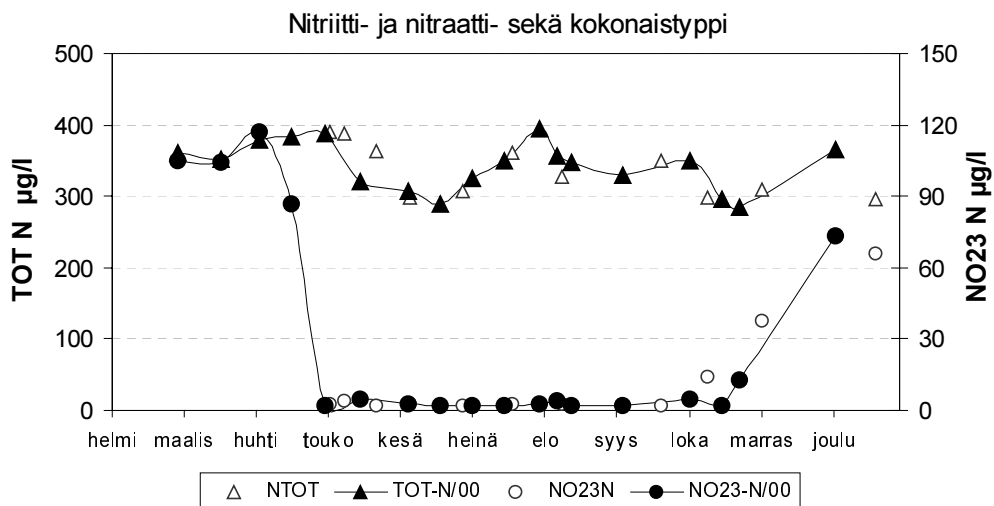
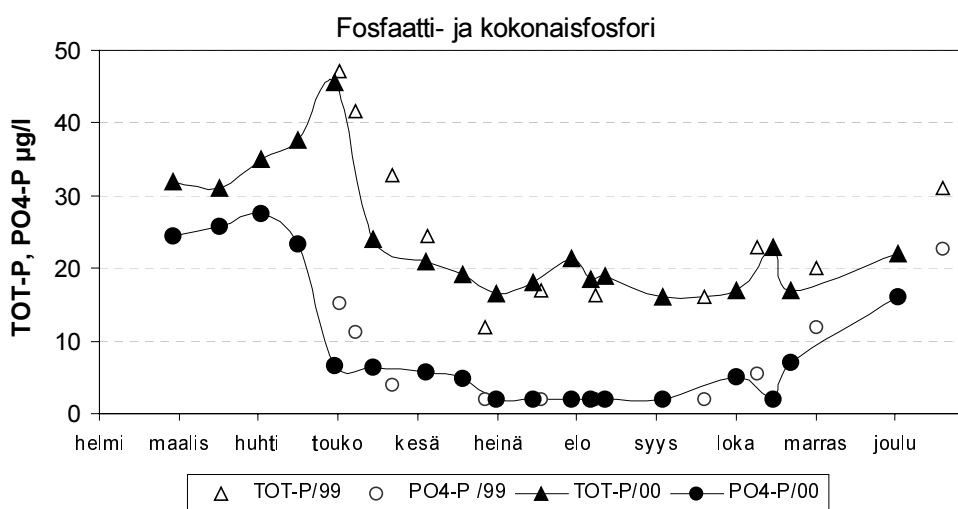
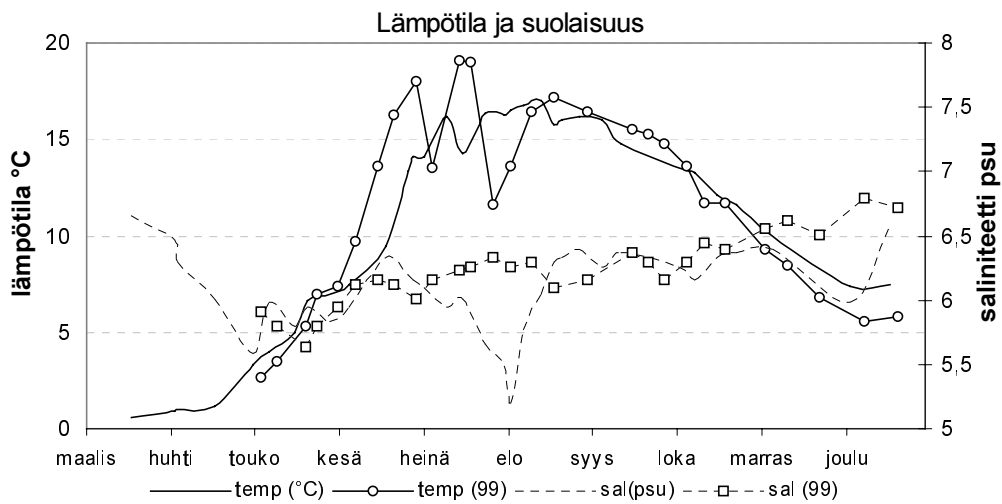




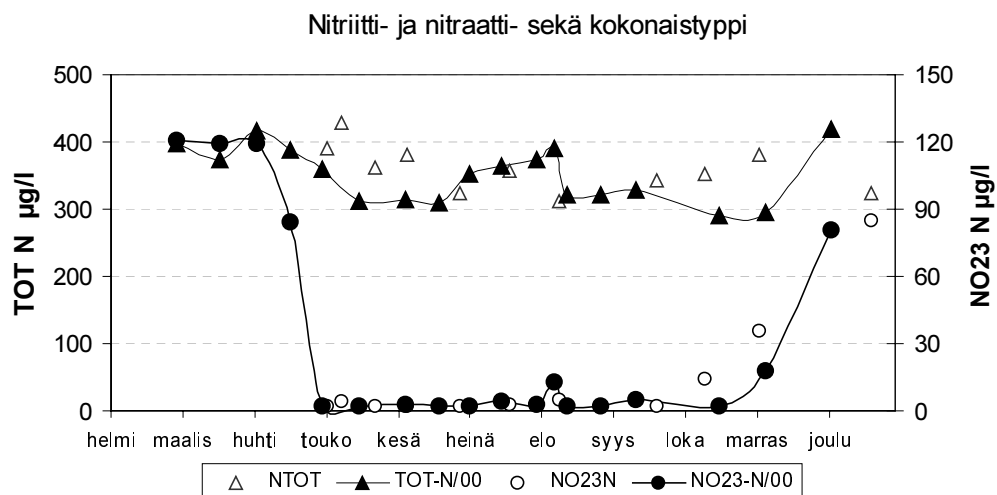
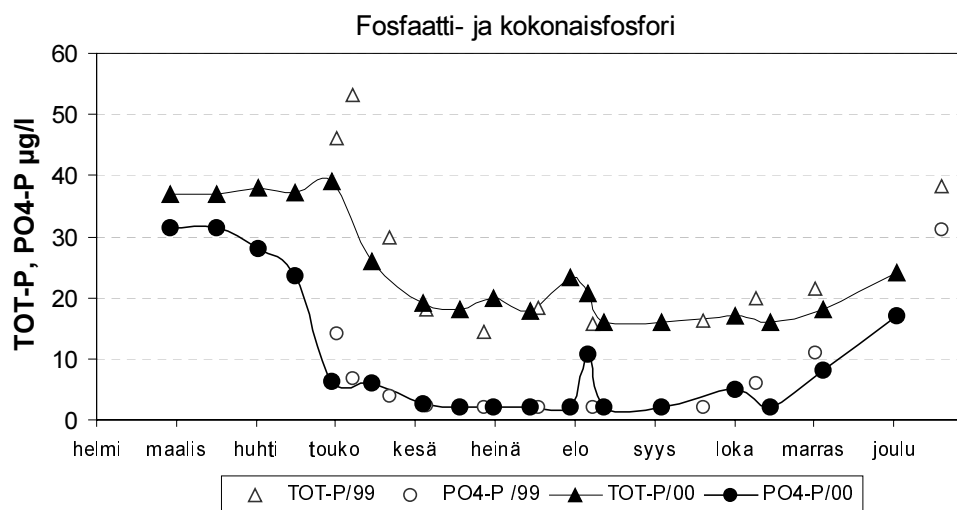
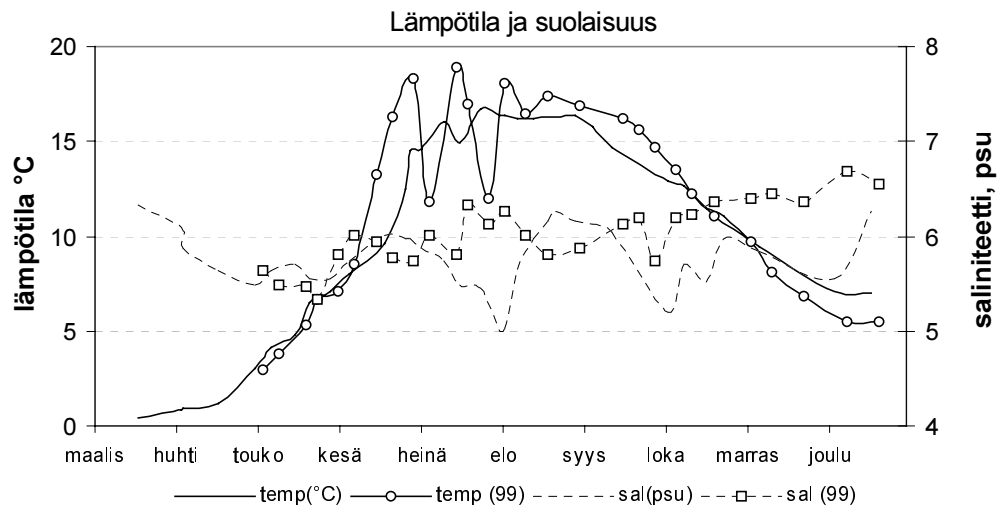
Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus Silja Serenaden reitillä Utössä vuosina 1999–2000.



Pintaveden fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus Silja Serenaden reitillä Längdenillä vuosina 1999–2000.



Pintaveden lämpötila, suolaisuus, fosfaatti- ja kokonaisfosforipitoisuus, nitriitti- ja nitraatti- sekä kokonaistyyppipitoisuus Silja Serenaden reitillä Porkkalanniemen edustalla vuosina 1999–2000.



Kasviplanktonlajisto ja lajien runsaus Viipurinlahdella vuonna 2000.

Laji		Asema	Kesäkuu			Lokakuu		
			As2	As12	F*	As3	As13	F***
Cyanophyceae								
1.	<i>Aphanocapsa conferta</i>						1	
2.	<i>Aphanocapsa inserta</i>			1				
3.	<i>Chroococcus dispersus</i>		2	2	4			
4.	<i>Lemmermanniella pallida</i>				1			
5.	<i>Merismopedia tenuissima</i>			3				
6.	<i>Snowella septentrionalis</i>						1	1
7.	<i>Woronichinia compacta</i>		1			1	1	1
8.	<i>Woronichinia</i> spp.			1				
9.	<i>Achroonema lentum</i>					2	1	
10.	<i>Aphanizomenon gracile</i>					1		
11.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>						1	1
12.	<i>Limnithrix planctonica</i>			1				
13.	<i>Oscillatoria</i> spp.			2		2	1	
14.	<i>Planktolyngbya subtilis</i>						1	1
15.	<i>Planktothrix agardhii</i>		2	1		3	1	
16.	<i>Pseudanabaena</i> spp.					2		
17.	<i>Pseudanabaena acicularis</i>		2			2	1	
18.	<i>Pseudanabaena limnetica</i>		3	2	1	1	1	1
Cryptophyceae								
19.	Cryptomonadales #A 7-14µm			1			2	2
20.	Cryptomonadales #E12-20µm					1	2	2
21.	<i>Cryptomonas</i> sp. #20-26x10-13µm					1	1	1
Dinophyceae								
22.	<i>Entzia acuta</i>		1					
23.	<i>Ebria tripartita</i>				1		1	1
24.	<i>Dinophysis acuminata</i>							1
25.	<i>Dinophysis norvegica</i>							1
26.	<i>Glenodinium</i> spp.				1			
27.	<i>Peridiniella catenata</i>				1			
28.	<i>Protoperedinium brevipes</i>				1			
29.	<i>Protoperidinium bipes</i>				1			
30.	<i>Protoperidinium granii</i>				1			

Laji		Asema	Kesäkuu			Lokakuu		
			As2	As12	F *	As3	As13	F ***
Chrysophyceae								
31.	<i>Pseudopedinella elastica</i>					1	1	
Diatomophyceae								
32.	<i>Actinocyclus octonarius</i>							1
33.	<i>Aulacoseira italica</i> var. <i>tenuissima</i>	4				1		
34.	<i>Chaetoceros muelleri</i>					1		
35.	<i>Chaetoceros subtilis</i>					5	1	
36.	<i>Chaetoceros wighamii</i>		1	1				
37.	<i>Centric diatomae</i> # 10 - 12µm	1				1		
38.	<i>Centric diatomae</i> # 20µm	1		1				
39.	<i>Rhizosolenia minima</i>					1		
40.	<i>Skeletonema costatum</i>			4			1	
41.	<i>Skeletonema subsalsum</i>	4				5	2	
42.	<i>Amphiprora paludosa</i>					1		
43.	<i>Asterionella formosa</i>	1				1		
44.	<i>Diatoma tenuis</i>	5	4			5		
45.	<i>Fragilaria berolinensis</i>	1						
46.	<i>Fragilaria nanana</i>	1				1		
47.	<i>Fragilaria ulna</i>	1				1		
48.	<i>Navicula</i> sp.# 12x70µm					1	1	1
49.	<i>Nitzschia aicularis</i>	1	1					
50.	<i>Nitzschia longissima</i>						1	
Euglenophyceae								
51.	<i>Euglena</i> sp. #10x50µm	1						
52.	<i>Eutreptiella</i> sp.		1	1				
53.	<i>Phacus pyrum</i>					1		
54.	<i>Trachelomonas hispida</i>					1		
55.	<i>Trachelomonas volvocina</i>					1		
56.	<i>Trachelomonas planctonica</i>	1						
Prasinophyceae								
57.	<i>Pyramimonas</i> spp.						3	1

Laji		Asema	Kesäkuu			Lokakuu		
			As2	As12	F [*]	As3	As13	F ^{***}
Chlorophyceae								
58.	<i>Actinastrum hantzschii</i>	1						
59.	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>				1			
60.	<i>Chlamydomonas conferta</i>				1			
61.	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	1			1			
62.	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	1	1	1	1			
63.	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	1						
64.	<i>Elakatothrix genevensis</i>						1	
65.	<i>Golenkinia radiata</i>	1						
66.	<i>Kirchneriella contorta</i>	1						
67.	<i>Koliella</i> sp.				1			
68.	<i>Lagerheimia genevensis</i>				1			
69.	<i>Monoraphidium contortum</i>	1	3	5	2	1	1	
70.	<i>Monoraphidium griffithii</i>				1			
71.	<i>Monoraphidium minutum</i>				2			
72.	<i>Oocystis borgei</i>				1	1		
73.	<i>Oocystis submarina</i>			1				
74.	<i>Oocystis lacustris</i>					1		
75.	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>				1			
76.	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1						
77.	<i>Scenedesmus ecornis</i>	1	1		1			
78.	<i>Scenedesmus intermedius</i>	1						
79.	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1	1		1			
80.	<i>Scenedesmus sempervirens</i>	1			1			
81.	<i>Scenedesmus spinosus</i>	1						
82.	<i>Schroederia setigera</i>				1			
83.	<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	1	1		1			
84.	<i>Planktonema lauterbornii</i>			1	1			
85.	<i>Closterium acutum</i>				1			
86.	Monada # 2-3 µm						2	
87.	Flagellata biflag # 3-5µm				2	1	1	
88.	Flagellata biflag # 6-10µm						1	
	<i>Mesodinium rubrum</i>		1	1		1	1	
Yhteensä kaikki lajit		32	18	17	45	26	20	

* - St. F (N60°26,571'; E27°30,851'); ** - St.F' (N60°26,54'; E27°31,03').