
HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUS
MONISTE 1

**HELSINGIN JA ESPOON MERIALUEIDEN VELVOITE-
TARKKAILU VUOSINA 1987 - 1994**

**L. Pesonen, T. Norha, I. Rinne, I. Viitasalo ja
H. Viljamaa**

Helsinki 1995

**HELSINGIN JA ESPOON MERIALUEIDEN VELVOITE-
TARKKAILU VUOSINA 1987 - 1994**

Tiivistelmä

Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusta meressä on tarkkailtu 60-luvun puolivälistä lähtien. Tarkkailualue käsittää Helsingin ja Espoon kaupunkien sekä osittain Kirkkonummen kunnan itäisimmät ja Sipoon kunnan läntisimmät merialueet. Alue on osa Suomenlahden pohjoisrannikon saaristovyöhykettä. Tarkkailualueeseen kuuluu myös saariston ulkopuolella olevaa avomerivyöhykettä.

Vielä 70-luvun alussa oli Helsingissä ja Espoossa lukuisia jätevedenpuhdistamoita (Helsingissä 11, Espoossa 1), joista pääosin biologisesti käsitellyt jätevedet johdettiin rantavesiin lähelle puhdistamoita. Vuoden 1994 loppuun mennessä jätevedenpuhdistus oli Helsingissä keskitetty yhteen puhdistamoon. Siten alueella oli toiminnassa enää kaksi jätevedenpuhdistamoa: Helsingissä Viikinmäen jätevedenpuhdistamo ja Espoossa Suomenojan jätevedenpuhdistamo. Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamon käsittelemät jätevedet on johdettu jo vuodesta 1974 lähtien kalliotunnelissa ulkosaaristoon Gåsgrundetin saaren itäpuolelle noin 7 km päähän puhdistamolta, aluksi kemiallisesti, vuodesta 1980 lähtien myös biologisesti puhdistettuina. Tunneliin johdettiin vuonna 1994 noin 30 milj.m³ biologis-kemiallisesti puhdistettua jätevettä. Helsingissä oli biologiseen jätevedenpuhdistukseen vuoteen 1979 mennessä lisätty fosforin kemiallinen poisto. Vuoden 1987 alussa otettiin käyttöön Katajaluodon jätevesitunneli, johon tuolloin johdettiin pääosa Helsingin puhdistamoiden käsittelemistä jätevesistä. Vuoden 1994 syksyyn mennessä johdettiin kaikki Helsingin jätevedenpuhdistamoilla käsitellyt jätevedet, noin 90 milj.m³, biologis-kemiallisesti puhdistettuina saariston ulkopuolelle noin 7 km päähän rannikosta. Näin ollen tarkkailujakson lopussa oli alueella kaksi jätevesien purkupaikkaa, jotka sijaitsevat ulkosaaristossa tai saariston ulkopuolella, itä-länsi-suunnassa noin 8 km päässä toisistaan.

Kuormitus

Jätevesien puhdistusasteen nostaminen ja jätevesien johtamisen painopisteen siirtyminen saariston ulkoreunaan on vaikuttanut merkittävästi merialueen veden laatuun.

Merkittävin pitkällä aikavälillä Helsingin ja Espoon edustan lahti-alueiden veden kemiallisessa laadussa tapahtunut muutos on aikaisemmin voimakkaasti kuormitettujen lahtialueiden paraneminen kaikkien tarkasteltujen parametrien osalta. Veden laadun paraneminen jatkuu edelleen. Tätä kehitystä hidastavat lahtien sisäinen kuormitus sekä Vanhankaupunginselällä Vantaanjoen mukanaan tuomat ravinteet ja voimakas savisamennus.

Fysikaalinen, kemiallinen ja hygieeninen laatu

Ulkosaaristossa 1970-1980 -luvuilla todettu meriveden typpipitoisuuden kasvu on pysähtynyt tai jopa kääntynyt lievään laskuun. Myös fosforipitoisuus on alkanut lievästi alentua. Koska varsinkaan alueen typpikuormitus ei liene merkittävästi vähentynyt, voidaan olettaa ravinnepitoisuuden alenemisen johtuvan Suomenlahden vesirungon hydrografisten olosuhteiden muuttumisesta. Tällainen koko Suomenlahden vesirunkoon kohdistunut muutos on suolaisuuskerrostuneisuuden häviäminen Suomenlahdelta 80-luvun puolivälin jälkeen, minkä seurauksena Suomenlahden syvien osien ja pohjasedimentin happitilanne on parantunut. Myös aikaisemmin todettu meriveden samenmenti näyttää pysähtyneen ja näkösyvyys on jopa alkanut kasvaa. Muutosten pysyvyys selviää vasta useiden vuosien kuluessa.

Itämeren suolaisuuden mahdollinen muuttuminen ja pysyvän halokliinin muodostuminen uudelleen Suomenlahdelle tulee huonontamaan ravinnetilannetta koko Suomenlahdella ja siten myös tarkkailualueella. Helsingin ja Espoon jätevesien purkupaikoilla Katajaluodon ja Knaperskärin ympäristössä on jätevesien vaikutus nähtävissä sekä ravinnepitoisuuksien nousuna että ennen kaikkea hygieenisen laadun heikkenemisenä.

Rehevöi- tyminen

Kasviplanktontutkimusten mukaan oli ulkosaariston rehevöityminen voimakkainta 1970-luvulla. Mm. sinilevien massaesiintymät olivat yleisiä varsinkin vuosikymmenen lopussa ja 80-luvun alussa. Ulkosaariston ja avomerivyöhykkeen rehevöitymisellä näyttää olleen yhteys koko Suomenlahden yleiseen rehevöitymiskehitykseen. 80-luvun alusta lähtien varsinkin lahtialueiden rehevöityneisyys on selvästi alentunut ja myös planktonlajisto on lahtialueilla muuttunut vähemmän sinilevävaltaiseksi. Lahtialueiden tilan parantuminen on seurausta jätevesien puhdistamisen tehostamisesta ja viime kädessä purkupaikkojen siirtämisestä ulkosaaristoon. Myös ulkosaaristossa on rehevöityneisyys viime vuosina jonkin verran alentunut, mikä liittyy paitsi jätevesien puhdistusasteen nostamiseen, myös Suomenlahden vesirungon yleiseen kehitykseen. Halokliinin häviäminen on johtanut Suomenlahden pohjan happitilanteen parantumiseen ja mm. lisännyt fosforin sitoutumista pohjasedimenttiin. Mikäli Itämeren suolaisuus tulevaisuudessa nousee ja halokliini Suomenlahdella vahvistuu, jäänee tämä kehitys kuitenkin tilapäiseksi.

Ranta- vyöhykkeen kasvillisuus

Ranta-alueiden kasvillisuusselvitysten mukaan likaantuneet alueet ovat viime vuosina supistuneet Helsingin ja Espoon edustalla. Häiriintyneet alueet ovat toipuneet ja muuttuneet lievästi häiriintyneiksi. Luonnontilainen rantavyöhyke ei toisaalta ole laajentunut. Jätevesien johtamisen lopettaminen Vuosaaren edustalle tulee mitä todennäköisimmin edelleen parantamaan rantavesien tilaa Helsingin itäisillä vesialueilla. Sisälahtien tilan parantuminen nykyisestä edellyttää toimenpiteitä vielä jäljellä olevan hajakuormituksen vähentämiseksi, ja mahdollisesti pahimmin likaantuneiden alueiden kunnostamista.

Pohja- eläimistö

Jätevesien purkupaikkojen siirto lahtialueilta ulkosaaristoon on parantanut myös pohjan tilaa ranta-alueilla ja pohjaeläimistö on hitaasti elpynyt. Lahtialueilla valtaryhminä ovat harvasukasmatot ja surviaissääskien toukat, mutta myös muiden lajien osuus on lisääntynyt. Mm. itämerensimpukkaa esiintyy koko merialueella Espoonlahtea lukuunottamatta. Saaristossa tavataan itämerensimpukan kaikkia kokoluokkia, lahdissa vain nuoria yksilöitä. Espoon lahdella ajoittain esiintyvät alhaiset happipitoisuudet rajoittavat eläimistön lähes yksinomaan monisukasmatoihin ja surviaissääskien toukkiin. Hapettomuutta ja "kuolleita" pohjia esiintyy myös paikoin saaristossa kynnysten rajaamissa syvänteissä.

Saariston valtalajisto on muuttunut siten, että aikaisemmin vallinneiden merellisten lajien, itämerensimpukan ja valkokatkan, sijasta runsaimpina esiintyvät saaristossakin harvasukasmatot. Jätevesien purkupaikkojen lähistöllä yksilömäärät laskivat 80-luvun puolivälin jälkeen, mutta ovat sen jälkeen uudelleen kohonneet lähinnä harvasukasmatojen lisääntymisen vuoksi. Vuonna 1990 löydettiin uusi monisukasmatolaji (*Marenzelleria viridis*) Katajaluodon alueelta. Sen määrä kasvoi aluksi nopeasti koko merialueella sisimpiä lahtialueita lukuunottamatta, mutta vuonna 1994 niitä löytyi enää muutama yksilö.

Helsingin ja Espoon merialueille on tyypillistä pohjaeläimistön määrässä ja lajistossa tapahtuva voimakas vaihtelu, eikä tätä voi suoraviivaisesti yhdistää kuormituksen vaihteluihin. Lahtialueiden kuormituksen väheneminen on luonut selvästi paremmat olosuhteet lahtien pohjaeläimistölle, mutta se ei selitä ulkosaaristossa tapahtuneita jyrkkiä muutoksia.

Espoon jätevedet on johdettu ulkosaaristoon vuodesta 1974 lähtien ja vuoden 1987 alusta lähtien ulkosaaristoon on johdettu myös pääosa Helsingin jätevesistä. Kun saariston veden laatu on jonkin verran parantunut, ovat jätevesien purkupaikkoja ympäröivät vesialueet alkaneet erottua muusta ulkosaaristosta laadultaan heikompina. Muutokset veden laadullisessa käyttökelpoisuudessa (laatuluokitus) ovat sittemmin olleet verraten vähäisiä lukuunottamatta Helsinkiä ympäröiviä lahtialueita, jotka ovat edelleen parantuneet vielä 90-luvullakin. Pitemmällä aikavälillä eli 1970-luvun puoliväliin verrattuna on laadullinen käyttökelpoisuus parantunut merkittävästi varsinkin Helsinkiä ympäröivillä lahtialueilla. Huonoimpaan laatuluokkaan (heikko, V) luetaan nykyisin vain Iso-Huopalahti. Vanhankaupunginselkä, pohjoinen Kruunuvuorenselkä, Porolahti, Töölönlahti ja Kaisaniemenlahti ovat parantuneet luokasta heikko (V) luokkaan välttävä (IV), ja Laajalahti, Lehtisaarenselkä sekä Seurasaarenselkä luokkaan tyydyttävä (III). Espoossa on Suvisaariston pohjoispuolinen alue parantunut luokasta välttävä (IV) luokkaan tyydyttävä (III). Tyydyttäväksi luokitellun alueen ulkoraja on Helsingin niemen edustalla ja Espoon saaristossa vetäytynyt selvästi lähemmäksi rannikkoa eli tilanne on parantunut myös saaristossa. Ulkosaaristossa on suppeahkoilla alueilla todettavissa molempien ulkosaariston purkutunneleiden vaikutus (veden laatu tyydyttävä, luokka III) sekä itäisessä saaristossa Vuosaaren puhdistamon purkupuutken vaikutus (laatuluokka välttävä, IV). Muu osa ulkosaaristoa luokiteltiin hyväksi (luokka II). Laatuluokkaan erinomainen (I) kuuluvia vesialueita ei seurannan piiriin kuuluvalla alueella tavata.

*Veden
laadullinen
käyttö-
kelpoisuus*

HELSINGIN JA ESPOON MERIALUEIDEN VELVOITETARKKAILU VUOSINA 1987-1994

SISÄLLYS

1	Johdanto	1
2	Tarkkailualueen kuvaus, tarkkailumenetelmät ja tarkkailujakson sääolot	
	2.1 Tarkkailualue	5
	2.2 Menetelmät	10
	2.3 Sääolot ja katsaus meriveden hydrografiaan	11
3	Merialueen kuormitus	
	3.1 Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevedet	17
	3.2 Vantaanjoki	25
4	Kemiallinen, fysikaalinen ja hygieeninen tarkkailu	29
5	Kasviplankton	
	5.1 Kasviplanktonin lajisto ja biomassa sekä klorofylli <i>a</i>	65
	5.2 Kasviplanktonin perustuotanto	101
6	Litoraalin kasviyhdyskunnat	115
7	Pohjaeläimistö Helsingin ja Espoon merialueilla vuosina 1987-1994	123
8	Veden laatuluokitus Helsingin ja Espoon merialueilla	139

1

JOHDANTO

Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesien mereen johtamisen vaikutuksia on vesioikeuden päätösten mukaisesti seurattu säännöllisesti 1960-luvun puolivälistä alkaen. Tänä aikana on tapahtunut huomattavia muutoksia sekä jätevesien käsittelyssä että niiden mereen johtamisessa. Merkittävimmit vesiensuojelua edistäneet toimenpiteet ovat olleet jätevesien biologisen käsittelyn tehostaminen ja ulottaminen koskemaan kaikkia kunnallisia jätevesiä, viemäröinnin täydentäminen, fosforinpoiston toteuttaminen kaikilla puhdistamoilla sekä jätevesien johtaminen ulkosaaristoon tai sen ulkopuolelle. Tässä selostuksessa tarkastellaan pääasiassa vuodesta 1987 alkavaa ajanjaksoa, jolloin em. toimenpiteet oli jo pääosin tehty.

Alueella oli 1970 -luvun alussa yhteensä 12 kunnallista jätevedenpuhdistamoa (Helsingissä 11, Espoossa 1). Näiden käsittelemät jätevedet johdettiin pääasiassa ranta- ja lahtivesiin. Ankarimmin kuormitettuja olivat Laajalahti ja Seurasaarenselkä sekä myöhemmin mm. Rajasaaren puhdistamon lopettamisen jälkeen erityisesti Vanhankaupunginselkä. Vuonna 1987 alueella oli yhteensä seitsemän kunnallista jätevedenpuhdistamoa (Helsingissä kuusi, Espoossa yksi). Näiden käsittelemät jätevedet johdettiin pääasiassa ulkosaaristoon kahta kalliotunnelia pitkin. Espoon Suomenojan puhdistamon jätevedet johdettiin Ison-Lehtisaaren ulkopuolelle ja Helsingistä Kyläsaaren, Viikin ja Munkkisaaren puhdistamoiden käsittelemät jätevedet johdettiin Katajaluodon ulkopuolelle ja Vuosaaren, Lauttasaaren ja Laajasalon puhdistamoiden jätevedet erillisille purkupaikoille lähivesiin. Vuodesta 1994 lähtien alueella on ollut enää kaksi kunnallista jätevedenpuhdistamoa: Viikinmäki Helsingissä ja Suomenoja Espoossa. Myös purkupaikkoja on kaksi. Espoon jätevedet on johdettu kalliotunnelissa ulkosaaristoon vuodesta 1974. Vuodesta 1987 lähtien pääosa (vuoden 1994 syksystä lähtien kaikki) Helsingin jätevedet on niin ikään johdettu ulkosaaristoon.

Vuonna 1970 aloitettiin Talissa kokeilut fosforin vähentämiseksi jätevedestä. Suomenojan puhdistamolla fosforinpoisto aloitettiin suorasaostuksena vuonna 1975. Vuoteen 1979 mennessä oli fosforin simultaanisaostus käytössä kaikilla Helsingin jätevedenpuhdistamoilla ja vuonna 1980 siirryttiin simultaanisaostukseen myös Suomenojan puhdistamolla. Fosforinpoistoa ovat koskeneet kaikilla jätevedenpuhdistamoilla vesioikeuden asettamat rajat ja tavoitteet, jotka on puhdistamoilla myös saavutettu. Myöhemmin on tullut esille seikkoja, jotka näyttävät osoittavan, että ainakin määrätyissä oloissa tuotannon minimitekijä Suomenlahdella olisi typpi. Typenpoiston käyttöönottoa ovat hidastaneet mm. epäily typen poiston vähäisestä vaikuttavuudesta (johtuen typen komplisoidusta kierrosta ekosysteemissä, ilmähän typen sitoutumisesta kasviplankton tuotantoon ja luonnossa tapahtuvan denitrifikaation aiheuttamasta typen häviämisestä vesistöstä sekä jätevesien pienestä osuudesta typen kokonaiskuormituksessa) sekä typenpoiston kalleus ja vaikea hallittavuus. Typenpoistoon liittyvät tutkimukset ovat meneillään sekä Helsingissä että Espoossa. Lisäksi Espoon kaupungin voimassa oleva jätevesien johtamislupa sisältää velvoitteen typenpoiston aloittamiseksi.

Jätevesien vaikutusten tarkkailu on perustunut Helsingissä Länsi-Suomen vesioikeuden päätökseen No 72/1979 A, 15.6.1979, jota muutettiin poistotunneliin johdettavien jätevesien osalta päätöksellä No 69/1990/1, 13.9.11.1990, ja Vuosaaren jätevedenpuhdistamon osalta päätöksellä 9/1988/1, 3.2.1988. Espoossa tarkkailu perustui tarkasteltavan jakson alussa Länsi-Suomen vesioikeuden päätökseen No 85/1982 A, 23.9.1982 ja myöhemmin päätökseen No 101/1990/1 14.11.1990.

Vesistövaikutusten seurannasta on vuosittain laadittu selostus vesiviranomaiselle ja näitä selostuksia on ollut myös mm. yleisön saatavissa. Viimeisin julkaistu vuosiraportti on laadittu vuonna 1993 toteutetusta tarkkailusta. Edellinen pitemmän aikavälin tarkastelu laadittiin vuosilta 1970 - 1986¹. Kuitenkin myös vuosiraportit ovat yleensä sisältäneet katsauksia pitemmän aikavälin kehitykseen.

Tässä selostuksessa esitetään yhteenveto Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutuksesta meren tilaan vuosina 1987 - 1994. Tarkkailu on tehty yhteistarkkailuna vesi- ja ympäristöhallituksen ja Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin hyväksymien ohjelmien mukaisesti ja tarkkailun tuloksia käsitellään tässä selvityksessä yhteisesti sekä Helsingin että Espoon kaupungin velvoitteen osalta. Molempien kaupunkien jätevedet ovat laadullisesti likimain samanlaisia ja niiden vaikutusalueet osittain yhtenevät.

Tarkkailussa on keskitytty seuraaviin meriveden, meren rantavyöhykkeen ja merenpohjan laatua kuvaaviin parametreihin:

- fysikaaliset parametrit (näkösyvyys, saliniteetti, pH, sameus)
- kemialliset parametrit (kasvinravinteet, klorofylli, happi)
- biologiset parametrit (kasviplankton, eläinplankton, kasviplanktonin tuotanto, pohjaeläimistö, litoraalin kasvillisuus)
- hygieeniset parametrit (fekaaliset indikaattoribakteerit)

Raportissa tarkastellaan tuloksia parametreittain. Tulokset esitetään diagrammeina, karttoina ja taulukkoina. Veden fysikaalista, kemiallista ja hygieenistä tilaa sekä klorofylli a-pitoisuutta ja kasviplanktonin perustuotantoa koskeva havaintoaineisto on havaintojen teon jälkeen toimitettu Helsingin vesi- ja ympäristöpiiriin sekä vesi- ja ympäristöhallituksen vedenlaaturekisteriin.

Tarkkailun on suorittanut Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen vesistötutkimus (vuoteen 1992 asti Helsingin kaupungin vesi- ja viemärlaitoksen tutkimustoimisto), Kyläsaarencatu 10, 00580 Helsinki, missä alkuperäismateriaalia samoin kuin mahdollisesti tämän selostuksen ulkopuolelle jätettyä aineistoa säilytetään.

¹ Helsingin ja Espoon edustan merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1970-1986. - Tutkimustoimiston tiedonantoja nro 17, Helsinki 1988. 264 s + liitteet.

Vuosina 1987 - 1994 toteutettua Helsingin ja Espoon jätevesien vaikutusten tarkkailua koskien ovat ilmestyneet seuraavat selvitykset:

L. Pesonen, I. Rinne, R. Varmo ja H. Viljamaa, 1988: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoite-tarkkailu vuonna 1987. - Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos, käyttöosasto/KT, 31.5.1988. 113 s + liitteet.

L. Pesonen, I. Rinne, R. Varmo ja H. Viljamaa, 1989: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoite-tarkkailu vuonna 1988. - Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos, käyttöosasto, tutkimustoimisto, 29.5.1989. 136 s.

L. Pesonen, I. Rinne, R. Varmo, I. Viitasalo, H. Viljamaa ja K. Vuorivirta, 1990: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1989. - Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos, käyttöosasto, tutkimustoimisto, 31.5.1990. 77 s + liitteet.

L. Pesonen, I. Rinne, R. Varmo, H. Viljamaa ja K. Vuorivirta, 1991: Helsingin ja Espoon merialuei-den velvoitetarkkailu vuonna 1990. - Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos, käyttöosasto, tutkimustoimisto, 31.5.1991. 66 s + liitteet.

L. Pesonen, I. Rinne, R. Varmo, H. Viljamaa ja K. Vuorivirta, 1992: Helsingin ja Espoon merialuei-den velvoitetarkkailu vuonna 1991. - Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos, käyttöosasto, tutkimustoimisto, 28.4.1992. 111 s + liitteet.

L. Pesonen, T. Norha, I. Rinne, R. Varmo ja H. Viljamaa, 1993: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1992. - Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 9/93. - Helsinki 1993. 103 s.

L. Pesonen, T. Norha, I. Rinne ja H. Viljamaa, 1994: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoite-tarkkailu vuonna 1993. - Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/94. - Helsinki 1994. 115 s.

R. Varmo, 1994: Pohjaeläimistö Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1991. - Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/94. Helsinki 1994. Ss. 1-26 + liitteet.

R. Varmo ja T. Riiheläinen, 1994: Pohjasedimentti Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1991. - Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/94. Helsinki 1994. Ss. 27-36 + liitteet.

I. Viitasalo, 1990: Rantavyöhykkeen uposkasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1988. Vertailu vuosiin 1979 ja 1984. (English summary) - Tutkimustoimiston tiedonantoja 18. Helsinki 1990. 32 s + liitteet.

I. Viitasalo, A. Laine, G. Martin ja P. Ryhänen, 1994: Rantavyöhykkeen uposkasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1993. - Helsingin kaupunki, ympäristökeskus, 15.6.1994. 40 s + liitteet.

2 TARKKAILUALUEEN KUVAUS, TARKKAILUMENETELMÄT JA TARKKAILUJAK- SON SÄÄLOLOT

2.1 Tarkkailualue

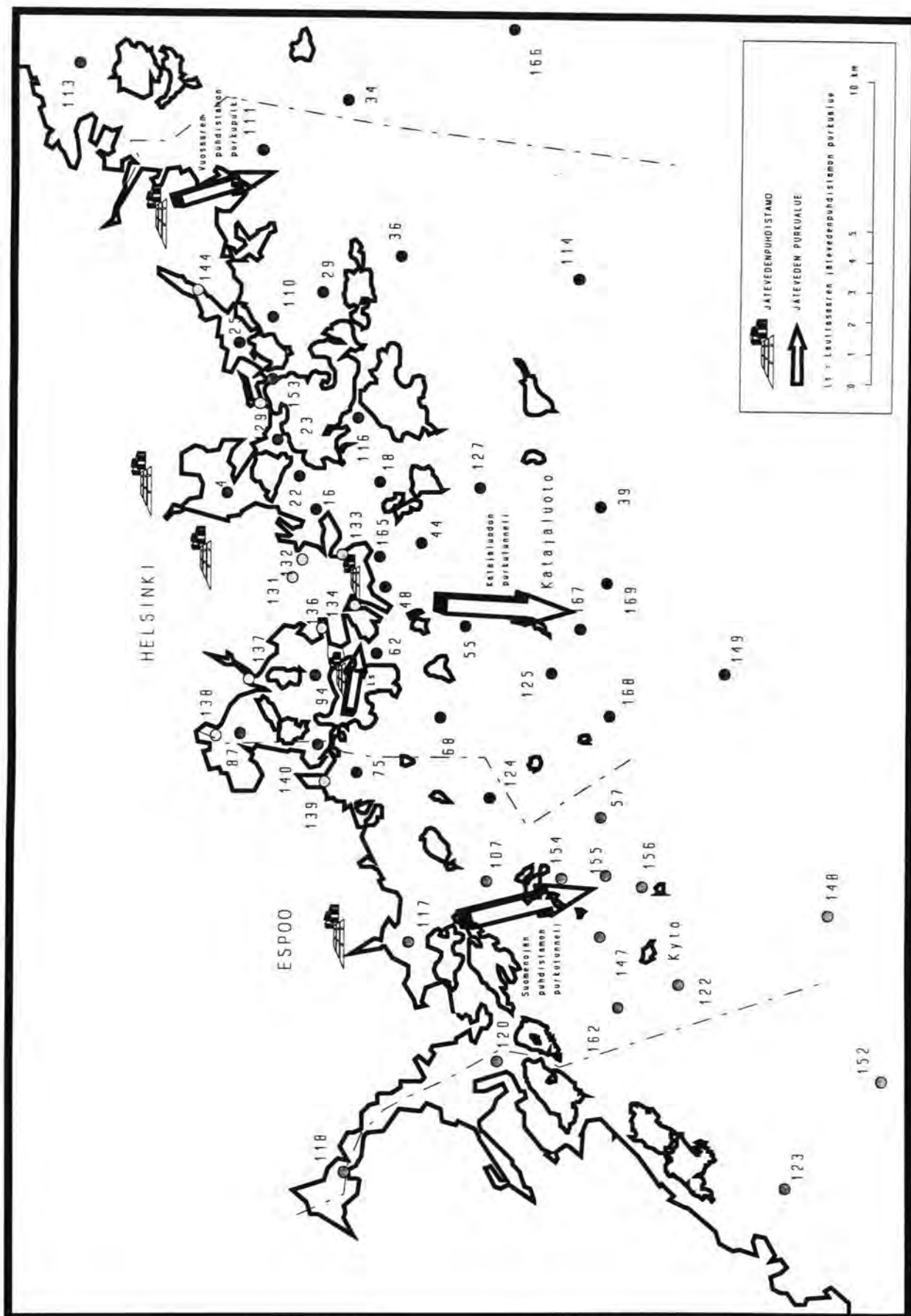
Tarkkailualue käsittää Helsingin ja Espoon kaupunkien sekä osittain Kirkkonummen ja Sipoon kuntien merialueet. Alue ulottuu idässä Sipoonselälle ja lännessä Porkkalanniemeen (kuva 2.1). Alueen laajuus on liki 1000 km². Uloimmat havaintopaikat sijaitsevat noin 15 km mantereen uloimmista kohdista, missä vielä tarkkailujakson alkaessa tavattiin "pysyvä" primaari halokliini 40-50 m syvyydessä. Tarkkailujakson aikana halokliini on Itämeren suolapitoisuuden alenemisesta johtuen hävinnyt tarkkailualueelta.

Alue kuuluu Suomenlahden pohjoisrannikon saaristo- ja lahtivyöhykkeeseen. Se koostuu suhteellisen eristettyjen lahtien vyöhykkeestä, missä veden keskisyvyys on vain 1-3 m, tämän vyöhykkeen ulkopuolella olevasta 7-10 km levyisestä saaristovyöhykkeestä (syvyys 10-20 m), sekä uloinna olevasta avomeren vyöhykkeestä (syvyys yleensä yli 30 m). Kaupunkien jätevedet johdettiin aluksi lahtivyöhykkeelle, mutta 80-luvun puolivälistä alkaen pääasiassa ulkosaaristoon tai saariston ulkopuolelle noin 7 km päähän rannikosta. Aluetta on laajemmin kuvattu useissa aikaisemmissa velvoitetarkkailuselvityksissä [mm. Lauri Pesonen (toim.) 1988: Helsingin ja Espoon edustan merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1970 - 1986].

Fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen tarkkailun havaintopaikat on esitetty kuvissa 2.2 ja 2.3. Muuten havaintopaikkojen sijainti on esitetty parametrikohtais-
ten tarkastelujen yhteydessä. Taulukossa 2.1 on esitetty havaintopaikkojen ja havaintokertojen lukumäärä vuosina 1987-1994.

Kuva 2.1
Tarkkailualue

1 : 200 000



Kuva 2.2 Helsingin ja Espoon merialueiden veden laadun fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen tarkkailun havaintopaikat vuosina 1987 - 1990.

Kuva 2.3
Helsingin ja Espoon merialueiden veden laadun fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen tarkkailun havaintopaikat vuosina 1991 - 1994.

Taulukko 2.1

Havaintopaikkojen ja -kertojen lukumäärä parametreittain vuosina 1987 - 1994

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Fysikaalinen ja kemiallinen seuranta	58 (6)	57 (6)	58 (6)	58 (6)	54 (2-10) ¹	55 (2-12) ¹	55 (2-12) ¹	55 (2-12) ¹
Hygieeninen tarkkailu	58 (6)	57 (6)	58 (6)	58 (6)	54 (1-10) ¹	55 (2-12) ¹	55 (2-12) ¹	55 (2-12) ¹
Kasviplanktonin lajisto ja biomassa ja klorofylli <i>a</i>	15 (12) ²	15 (12) ²	25 (12) ²	25 (12) ²	15 (12) ²	24 (12) ²	16 (12) ²	16 (12) ²
Kasviplanktonin perustuotantokyky	23 (12) ²	24 (12) ²	28 (12) ²	27 (12) ²	13 (12) ²	26 (12) ²	14 (12) ²	14 (12) ²
Kasviplanktonin perustuotanto "in situ"	3 (12) ²		1 (12) ²	1 (12) ²		3 (12) ²		1 (12) ²
Eläinplankton				5 (10) ²	5 (10) ²			
Litoraalin kasvillisuus		223 ³ (1)					225 ³ (1)	
Pohjaeläimistö	18 (2) ⁴	17 (2) ⁴	16 (2) ⁴	16 (2) ⁴	15 ⁵ (2) ⁴	15 (1) ⁶	15 (1) ⁶	15 (1) ⁶
Pohjasedimentin laatu					76 (1) ⁶			

- 1 26 hav.paikkaa 2 kertaa/a (kevät, syksy), 18-20 hav.paikkaa 4 kertaa/a (ed. lisäksi talvi, kesä), 9-10 hav.paikkaa (intensiivipisteet) 1 kerta/kk
2 noin 2 viikon välein touko-lokakuun aikana
3 koealojen lukumäärä
4 kevät, syksy
5 vuonna 1991 tehtiin myös pohjaeläimistön laaja ns. määrävuosikartoitus (syksy 1991)
6 syksy

Ylärivi = havaintopaikkojen lukumäärä, alarivi (suluissa) havaintokertojen lukumäärä

Taulukon arvot ovat likimääräisiä siten, että jollakin havaintopaikalla on voitu näytteet eri syistä johtuen ottaa yleisohjetta useammin tai harvemmin. Kemiallisen tarkkailun osalta ei myöskään ole otettu huomioon niitä määrittäjiä, jotka on tehty tuotantomittausten yhteydessä. Joitakin havaintopaikkoja on lisäksi tutkittu taulukossa esitettyä useammin siksi, että ne kuuluvat samalla jonkin toisen samalla alueella tehtävän velvoitetarkkailun piiriin, jossa havaintofrekvenssi on suurempi.

2.2

Tutkimusmenetelmät

Näytteenotto

Vesinäytteet

Ruttner-noudin (tavallisimmin käytetyn noutimen korkeus 40 cm, tilavuus 2.8 l), materiaali kromattu teräs tai ruostumaton teräs, akryyli

Kasviplankton-, perustuotantokyky- ja klorofylli -näytteet (profiilit)

Limnos -putkinoudin, pituus 2 m, tilavuus 2 l, materiaali PVC-muovi

Eläinplanktonnäytteet

putkinoudin 28 l, pituus 1 m, siiviläosan silmäkoko 50 µm, säilöntä 4 % formaliniin

Pohjaeläinnäytteet

Ekman-Birge -noudin, pinta-ala 250 cm² (pehmeät pohjat, 10 rinnakkaisnäytettä), van Veen -noudin, pinta-ala 1110 cm² (saaristo, 5 rinnakkaisnostoa). 1.0 ja 0.5 mm terässeulat.

Sedimenttinäytteet

ruostumattomalla ohutseinäisellä teräsputkella (Ø 22 mm) pohjaeläinnäytteen pintakerroksesta

Litoraalin kasvillisuusnäytteet

varsihara, yksittäisen koelan leveys 3-5 m, 1.5-2 m syvyyteen

Fysikaaliset määritykset

Lämpötila

mittaus näytteenottimen sisäpuolelle kiinnitetyllä lämpömittarilla, tarkkuus 0.1 °C

Näkösyvyys

valkolevynä on käytetty näytteenottimen valkoista kantaa (Ø 10 cm)

Kemialliset määritykset

Suolaisuus

Vuoteen 1991, salinometri Model 601 MK III, Autolab Industries P/L, Sydney

pH

1992 - 1994, WTW Microprocessor Conductivity Meter LF 2000

Sameus

SFS 3021

Hapen pitoisuus

SFS 3024, 1.10.94 alkaen SFS-EN 27027

NH₄:n pitoisuus

SFS 3040

NO₂:n pitoisuus

SFS 3032

NO₃:n pitoisuus

SFS 3029

Typen kokonaispitoisuus

pelkistys NO₂:ksi Cd-Cu -kolonnilla, määrittäminen automaattisella analyysointilaitteella vastaten SFS 3029

PO₄:n pitoisuus

hapetus peroksidisulfaattilla, määrittäminen automaattisella analyysointilaitteella vastaten SFS 3031

Fosforin kokonaispitoisuus

SFS 3025

Klorofylli *a*

hapetus peroksidisulfaattilla, määrittäminen automaattisella analyysointilaitteella vastaten SFS 3026

Vuoteen 1993 Strickland & Parsonin menetelmä, asetoniuutto, spektrofotometri aallonpituudet 630, 645 ja 664 nm

1994 etanoliuutto, SFS 5772

Hygieeniset määritykset

Fekaaliset kolimuotoiset bakteerit

SFS 4088

Fekaaliset streptokokit

SFS 3014

Biologiset määritykset

Kvantitatiivinen

kasviplanktonanalyysi

Itämeren Biologien (BMB) suosituksen mukainen menetelmä

Kasviplanktonin perustuotantokyky

SFS 3049

Kasviplanktonin perustuotanto
"in situ"näyte- ja inkubointisyvyydet 0.1, 1, 2, 3, 5 ja 7 m,
inkubointi 24 h (aamupäivästä aamupäivään), muuten
vastaten SFS 3049

Eläinplankton

ositus Folsen-näytteenjakajalla, kvantitatiivinen las-
kenta käänteismikroskoopilla, mukailtu Utermöhl-
tekniikka, Itämeren Biologien BMB:n suositusten
mukainen menetelmä

Makroskooppinen pohjaeläimistö

Itämeren Biologien (BMB) suosituksen mukainen
menetelmä

2.3

Sääolot ja merialueen hydrografia

Sadanta

Sademäärän kuukausittainen vaihtelu tarkkailujakson (1987-1994) aikana on esitetty kuvassa 2.4. Vuosien 1961-90 keskimääräinen sadesumma Kaisaniemessä oli 621 mm. Selvimmin tästä vertailujaksosta poikkesivat vuodet 1990 ja 1992, jolloin sadesumma oli selvästi suurempi (670-724 mm). Vuosi 1993 oli selvästi keskimääräistä kuivempi (592 mm). Sateisimpana vuonna 1990 satoi erityisen runsaasti tammi-helmikuussa sekä heinäkuussa. Poikkeuksellisen paljon satoi jakson aikana mm. heinäkuussa 1993, elokuussa 1992 ja syyskuussa 1994. Poikkeuksellisen kuivaa oli mm. huhtikuussa 1987, toukokuussa 1990, kesäkuussa 1993, helmi- ja heinäkuussa 1994, syys- ja marraskuussa 1993.

Lähes koko jaksoa on luonnehtinut talvien vähälumisuus tai jopa lumettomuus. "Normaalitalvia" oli jakson aikana oikeastaan vain talvina 1987-88 ja 1992-93. Lumettomuudesta johtuen ei useimpina vuosina esiintynyt myöskään tavanomaisia kevättulvia, vaan esim. Vantaanjoen virtaamahuiput ovat usein olleet talvella.

Säteily

Vertailujakson 1961-90 globaalisäteilyn summa Helsinki-Vantaan lentoasemalla toukokuusta lokakuuhun oli 2653 MJ/m² (kuva 2.5). Selvimmin vertailujaksosta erosi kesä 1987, jolloin kasvukauden aikainen säteilysumma oli vain 2360 MJ/m².

Jäätilanteet

Jäätilanne Suomenlahdella vaihtelee suuresti talvesta toiseen varsinkin lahtialueiden ulkopuolella (kuva 2.6). Alueen suuret lahdet jäätyvät joka talvi, vaikka niilläkin jääpeitteen kesto vaihtelee. Tutkimusjaksolle ovat olleet tyypillisiä lauhat talvet. Talvina 1988/89, 1989/90 ja 1991/92 ei Suomenlahdella saariston ulkopuolella (Helsingin kasuuni) ollut lainkaan jäätä ja talvella 1992/93 jääpäiviä oli vain kolme. Talvella 1991/92 kesti yhtenäinen jääpeite saaristossakin (Harmaja) vain neljä päivää. Jäätyminen tapahtuu saaristossa ja usein lahtialueilla vasta vuodenvaihteessa tai sen jälkeen. Vuosina 1988 ja 1989, vaikka jääpeitteen kesto oli lyhyt, jäätyminen lahtialueilla alkoi jo marraskuussa ja jääpeitettä kesti vain helmikuulle. Suhteellisen normaaleina jäätalvina voidaan pitää talvia 1986/87, 1990/91 ja 1993/94.

Vedenkorkeuden vaihtelu

Meriveden pinnankorkeus vaihtelee melko laajoissa rajoissa (noin -70 cm - +130 cm). Varsinkin maksimiarvot ovat usein hyvin lyhytaikaisia ja liittyvät syviin matalapaineisiin. Pinnankorkeuden vaihtelu johtuu pääasiassa ilmanpaineen vaihteluista, pitkäaikaisista yhdensuuntaisista tuulista ja Suomenlahden vesirungon ominaisheilahtelusta. Vuorovesi-ilmiön aiheuttama pinnankorkeuden vaihtelu on

Suomenlahdella merkityksetön muihin tekijöihin verrattuna. Meriveden pinnankorkeuden enemmän tai vähemmän epäsäännöllinen vaihtelu on tärkein lahtialueiden vedenvaihtoon vaikuttava tekijä aiheuttaessaan lahtiin johtavissa salmissa edestakaisen vettä vaihtavan virtauksen. Kuvassa 2.7A on esitetty pinnankorkeuden kuu-kausikeskiarvojen vaihtelu vuosina 1987-1994. Suurimmat vedenkorkeudet ovat yleensä loppusyksyllä ja alkutalvella ja alimmat keväisin. Vuonna 1993 oli pinnankorkeus poikkeuksellisen alhaalla myös syksyllä. Kuvassa 2.7B on esitetty pinnankorkeuden vuorokausivaihtelu vuonna 1994. Merivesi oli korkealla varsinkin 21.-30. tammikuuta, 24.-25. maaliskuuta, 22.-24. kesäkuuta, 4.-7. ja 12.-16. lokakuuta, 24. marraskuuta - 2. joulukuuta sekä joulukuun 11. päivästä vuoden loppuun. Matalalla merivesi oli puolestaan 17.-23. helmikuuta, 28. helmikuuta - 8. maaliskuuta, 24.-28. huhtikuuta, 13.-21. toukokuuta sekä 9. ja 15. syyskuuta.

Meriveden lämpötilat

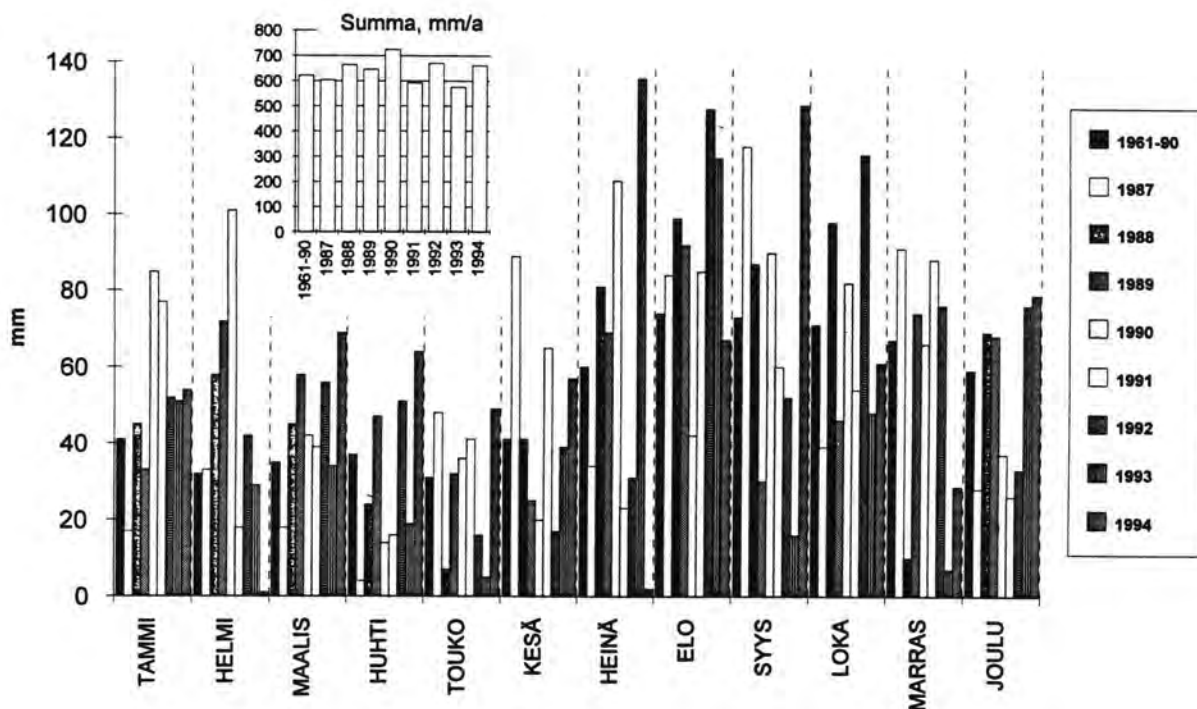
Ulkosaaristossa merivesi lämpenee melko hitaasti ja on yleensä lämpimimmillään elokuussa. Vastaavasti myös meriveden jäähtyminen syksyllä tapahtuu hitaasti. Tutkimusjakson aikana vain vuonna 1988 pintaveden lämpötila ulkosaaristossa ylitti 20 °C, vuonna 1994 saavutettiin juuri ja juuri 20 °C raja (kuva 2.8). Erityisen viilenä merivesi pysyi vuosina 1987 ja 1992, jolloin Katajaluodon alueella nipin napin saavutettiin 15 °C lämpötila. Lämpimän pintaveden aikana muodostuu useimmiten ainakin lyhytaikaisesti termokliini, tavallisesti noin 10 m syvyydelle.

Matalat lahtialueet lämpenevät ja jäähtyvät ulkosaaristoa nopeammin ja kesäinen lämpötila on korkeampi. Vanhankaupunginselällä vesi lämpeni yli 25 °C vuonna 1988 ja vain vuosina 1987 ja 1993 veden lämpötila jäi alle 20 °C. Matalissa lahdissa ei tuulen sekoittavan vaikutuksen vuoksi yleensä muodostu termokliinia, sitä vastoin Espoonlahden tapaisissa pitkissä kapeissa ja erillisiä syvänteitä käsittämissä lahdissa on kesäisin selvä termokliini (ja myös alusveden happivajaus).

Suolaisuus

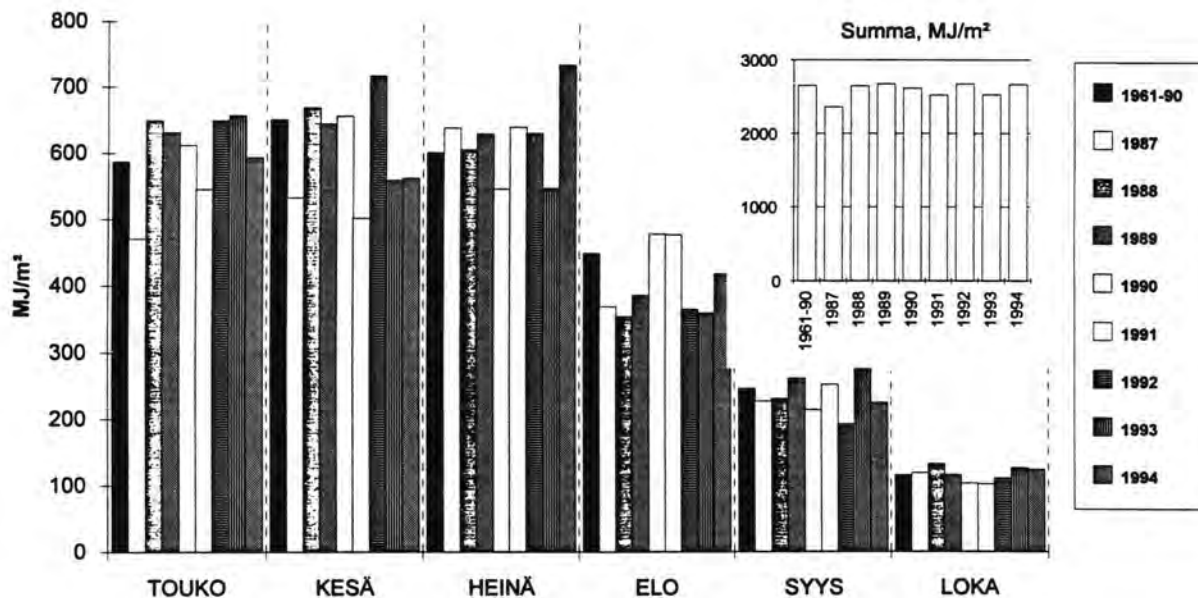
Saliniteetti nousi ulkosaaristossa 70-luvun suurten "suolapulssien" johdosta ja oli korkeimmillaan vuosina 1978-79 (> 7 ‰), minkä jälkeen suolaisuus alkoi alentua ja varsinainen primaari halokliini hävisi tarkkailualueen ulko-osista. Tämä johti myös uloimpien, aikaisemmin halokliinin alapuolella sijainneiden pohja-alueiden happitilanteen paranemiseen. Nyt tarkasteltavan jakson (1987-1994) aikana suolaisuus ei ole sanottavasti muuttunut. Tanskan salmista vuoden 1993 alussa Itämereen tulleen yksittäisen suuren pulssin ei ole voitu todeta merkittävästi nostaneen suolaisuutta Helsingin ja Espoon edustalla.

Lahtialueilla suolaisuus vaihtelee laajoissa rajoissa ja on riippuvainen makean ja suolaisen veden osuuksista (kuva 2.8). Varsinkin Vanhankaupunginselällä ja Espoonlahdella, joihin laskevat alueen suurimmat joet, voidaan nähdä jokiveden talvella alentaneen selvästi lahtivesien suolaisuutta. Lauhojen säiden vuoksi jokien talviset virtaamat ovat olleet suuria ja jääpeitteen vuoksi sekoittuminen hidasta, joten tällöin on muodostunut myös selvä suolaisuuden "harppauskerros" makean jokiveden ja suolaisemman murtoveden rajalle.



Kuva 2.4.

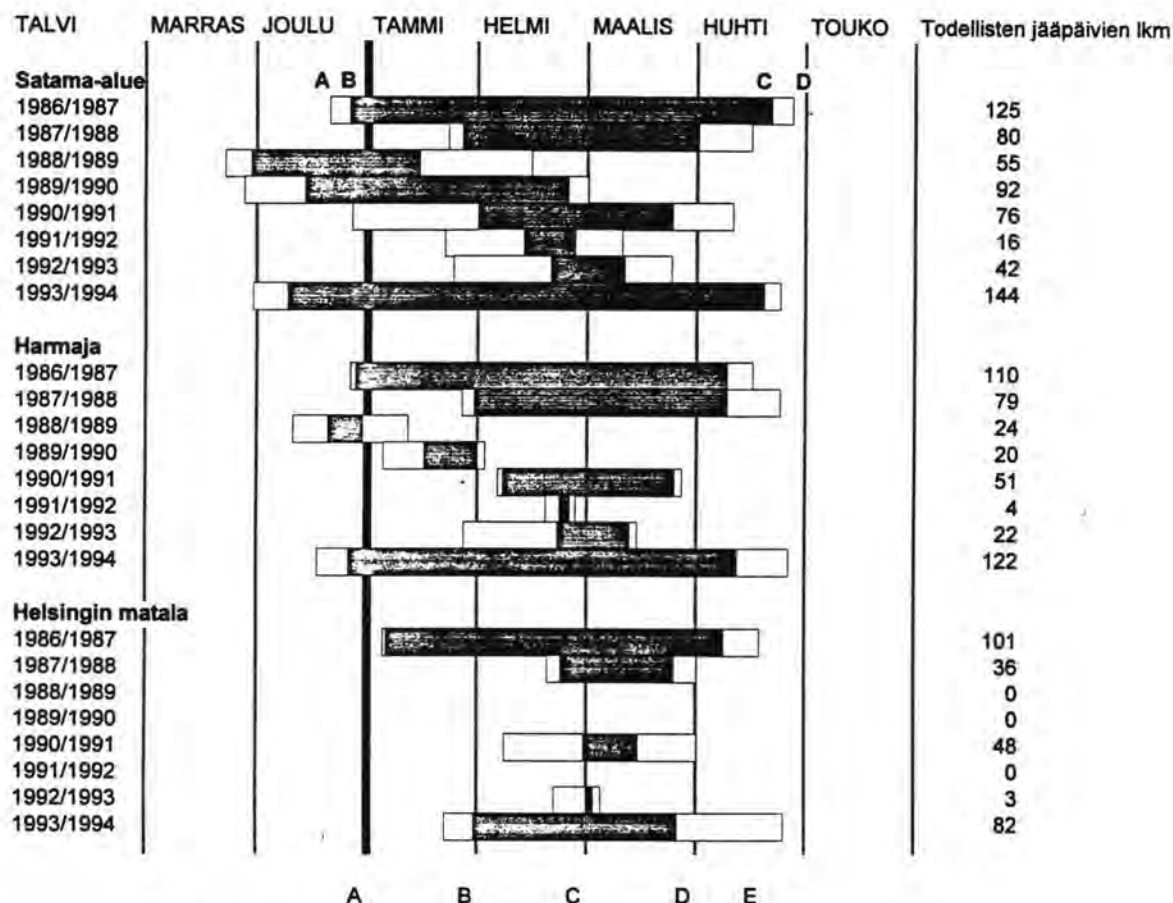
Kuukauden sademäärä (mm) Helsingin Kaisaniemessä vuosina 1961-90 (jakson keskiarvo = normaali) sekä vuosina 1987 - 1994.



Kuva 2.5.

Kuukauden globaalisäteily (MJ/m²) Helsinki-Vantaan lentoasemalla vuosina 1961-90 (jakson keskiarvo = normaali) sekä vuosina 1987 - 1994.

Kuva 2.6. Jäätalvien pituus Helsingin ja Espoon edustalla vuosina 1986-1994



		A	B	C	D	E
Satama	1986/87	21.12.86	26.12.86	21.4.87	25.4.87	125
	1987/88	25.1.88	27.1.88	1.4.88	14.4.88	80
	1988/89	23.11.88	29.11.88	10.1.89	13.2.89	55
	1989/90	27.11.89	11.12.89	24.2.90	28.2.90	92
	1990/91	23.12.90	30.1.91	19.3.91	5.4.91	76
	1991/92	18.1.92	15.2.92	24.2.92	8.3.92	16
	1992/93	24.1.93	20.2.93	10.3.93	25.3.93	42
	1993/94	29.11.93	7.12.93	18.4.94	22.4.94	144
Harmaja	1986/87	27.12.86	28.12.86	7.4.87	18.4.87	110
	1987/88	27.1.88	30.1.88	7.4.88	22.4.88	79
	1988/89	9.12.88	20.12.88	29.12.89	10.1.89	24
	1989/90	3.1.90	14.1.90	1.2.90	2.2.90	20
	1990/91	5.2.91	6.2.91	26.3.91	28.3.91	51
	1991/92	17.2.92	20.2.92	22.2.92	23.2.92	4
	1992/93	28.1.93	21.2.93	10.3.93	12.3.93	22
	1993/94	17.12.93	26.12.93	11.4.94	25.4.94	122
Helsingin matala	1986/87	4.1.87	5.1.87	19.4.87	20.4.87	106
	1987/88	19.2.88	21.2.88	24.3.88	31.3.88	36
	1988/89	-	-	-	-	0
	1989/90	-	-	-	-	0
	1990/91	7.2.91	27.2.91	11.3.91	31.3.91	48
	1991/92	-	-	-	-	0
	1992/93	22.2.93	1.3.93	2.3.93	3.3.93	3
	1993/94	19.1.94	30.1.94	26.3.94	24.4.94	82



Lähde:

Ari Seinä ja Simo Kalliosaari, 1991: Jäätalvet 1986-1990 Suomen merialueilla. - Finnish Marine Research, n:o 259, Helsinki 1991

Ari Seinä, 1995: Jäätalvet 1991-1995 Suomen merialueilla. - Valmisteilla.

A = ensimmäinen jäätyminen

B = pysyvän jääpeitteen muodostuminen

C = pysyvän jääpeitteen loppuminen

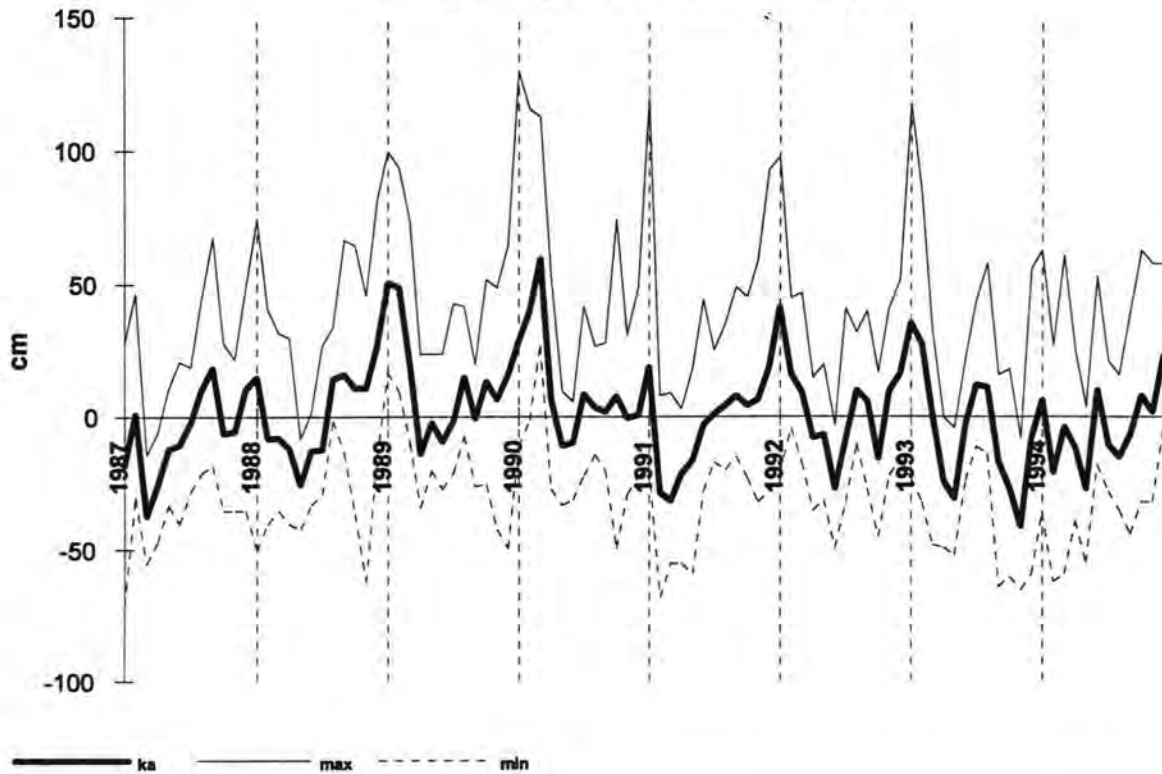
D = jään lopullinen katoaminen

E = todellisten jääpäivien lukumäärä

A

Meriveden pinnankorkeus vuosina 1987 - 1994

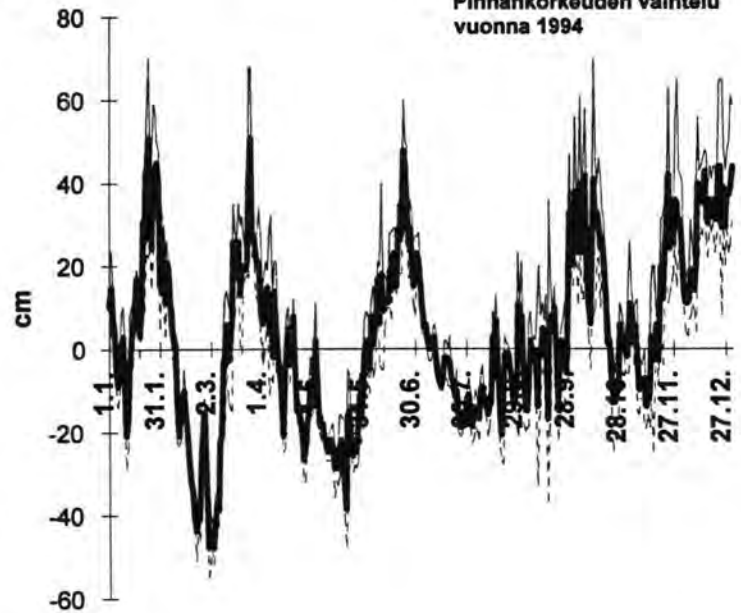
Helsingin mareografi, kuukausikeskiarvojen vaihtelu



Kuva 2.7

Meriveden pinnankorkeuden kuukausikeskiarvojen vaihtelu vuosina 1987 - 1994 (kuva A) ja vuorokausivaihtelu vuonna 1994 (kuva B) Helsingissä.

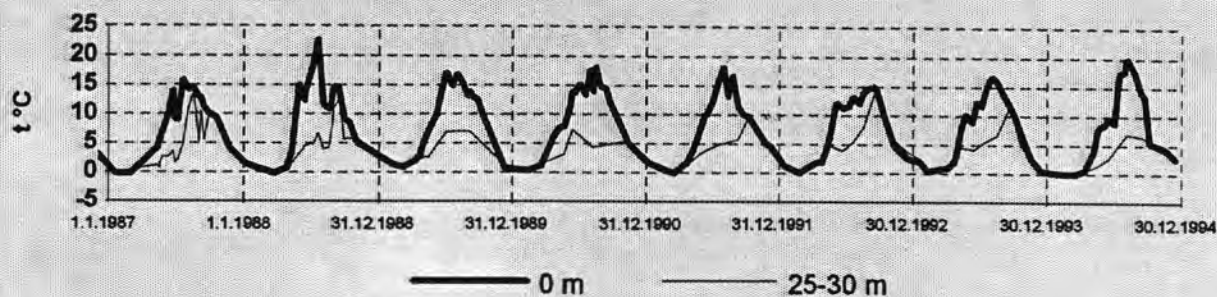
B

Pinnankorkeuden vaihtelu vuonna 1994

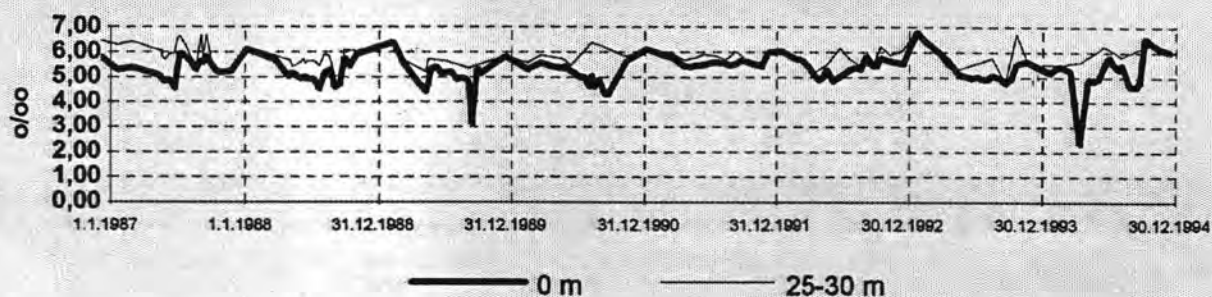
Helsingin mareografi, Merentutkimuslaitoksen aineistosta
Aineisto perustuu tasatuntihavaintoihin.

Ref.taso = N60 - 189,4 Teor.keskivesi 1994 = -7.2 cm + N60.

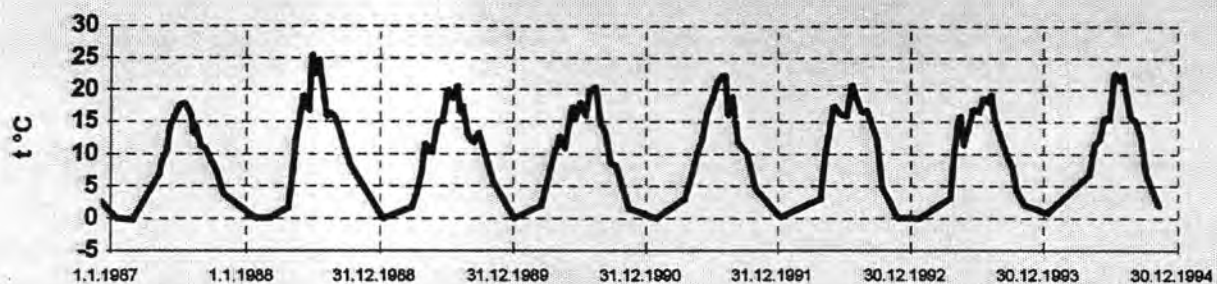
Lämpötila havaintopaikalla 125 (Katajaluoto) vuosina 1987 - 1994



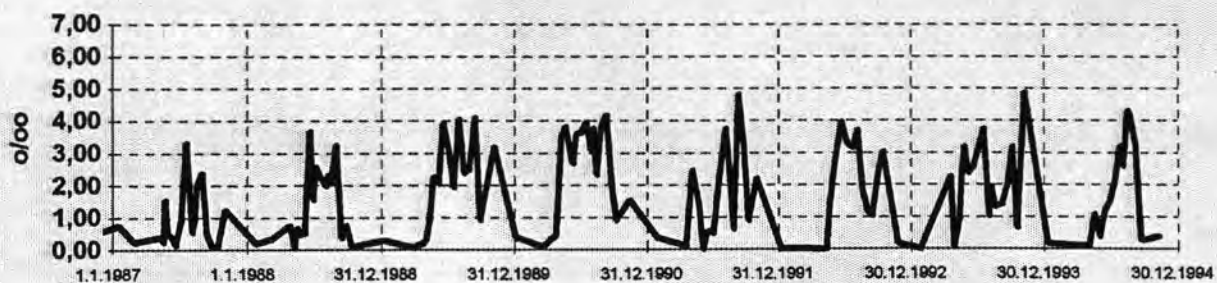
Saliniteetti havaintopaikalla 125 (Katajaluoto) vuosina 1987 - 1994



Lämpötila havaintopaikan 4 (Vanhankaupunginselkä) pintavedessä vuosina 1987 - 1994



Saliniteetti havaintopaikan 4 (Vanhankaupunginselkä) pintavedessä vuosina 1987 - 1994



Kuva 2.8

Veden lämpötila ja saliniteetti ulkosaaristossa (havaintopaikka 125, Katajaluoto) ja sisälahdissa (havaintopaikka 4, Vanhankaupunginselkä) vuosina 1987 - 1994

3 MERIALUEEN KUORMITUS

3.1 Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevedet

3.11 Helsinki

3.11.1 Jätevedenpuhdistamot

Helsingin kaupungin jätevedenpuhdistamojen rakentaminen oli saatu päätökseen 70-luvun alussa, jolloin Helsingissä oli toiminnassa 11 aktiivilieteperiaatteella toimivaa biologista jätevedenpuhdistamo. Nämä olivat Herttoniemen, Kulosaaren, Kyläsaaren, Laajasalon, Lauttasaaren, Munkkisaaren, Mustikkamaan, Rajasaaren, Talin, Viikin ja Vuosaaren jätevedenpuhdistamot. Jätevedenpuhdistamoita lopetettiin vähitellen ja vuonna 1987 Helsingissä toimi 6 kunnallista jätevedenpuhdistamo: Kyläsaaren, Laajasalon, Lauttasaaren, Munkkisaaren, Viikin ja Vuosaaren jätevedenpuhdistamo. Puhdistamoilla oli vuoteen 1979 mennessä otettu käyttöön kemiallinen fosforin poisto ja kaikki jätevedenpuhdistamot olivat siten aktiivilietelaitoksia täydennettynä fosforin poistolla ns. rinnakkaissaostusperiaatteella. Saostuskemikaalina käytettiin ferrosulfaattia. Sitten jätevesien käsittelyä edelleen keskitettiin; Laajasalon puhdistamo lopetettiin vuonna 1988, Lauttasaaren puhdistamo vuonna 1992 sekä Kyläsaaren, Viikin ja Vuosaaren puhdistamot vuonna 1994.

Viikinmäen uusi keskuspuhdistamo otettiin käyttöön keväällä 1994 ja siinä käsitellään kemiallis-biologisesti (fosforinpoisto) kaikki Helsingin kaupungin jätevedet sekä myös Vantaan ja Keski-Uudenmaan kuntayhtymän jätevesiä (kuva 3.1).

Kyläsaaren, Viikin, Vuosaaren ja Viikinmäen puhdistamoilla käsiteltiin vuonna 1994 kaikkiaan 92.4 milj.m³ jätevettä, mistä 90,2 milj. m³ kemiallis-biologisesti². Naapurikuntien jätevesimäärä oli 22.8% koko jätevesimäärästä.

3.11.2 Puhdistustavoitteet

Länsi-Suomen vesioikeuden päätöksen Nro 55/71 (17.5.1971) lupaehtojen mukaan kaupungin tuli huolehtia siitä, että *"viemärlaitosta puhdistamoihin hoidetaan ja käytetään asianmukaisella tavalla niin, että puhdistamoissa jatkuvasti päästään mahdollisimman hyvään puhdistustehoon"*. Erityisesti kiinnitettiin huomiota Vuosaaren puhdistamon toimintaan, jolla - poikkeukselliseksi katsottavia tilanteita lukuun ottamatta - puhdistustehon BHK₅:n osalta tuli olla vähintään 50%. Lisäksi määrättiin, että *"Hakijan tulee jatkaa tutkimuksia ja kokeellista toimintaa fosforira-*

vinteen poistamiseksi jätevedestä ja ottaa viivytyksittä käyttöön niiden nojalla eri puhdistamoihin tarkoituksenmukaiseksi osoittautuvat menetelmät".

Vesioikeus myönsi 15.6.1979 Helsingin kaupungille uuden jätevesien johtamisluvan (Nro 72/1979 A, ks. myös kuva 3.1). Lupaehtojen mukaan puhdistusvaatimukset Helsingin jätevesille olivat: mereen johdettavan jäteveden BHK₇-pitoisuus ei saa ylittää arvoa 25 mg/l eikä fosforipitoisuus arvoa 1,5 mg/l. Tavoitteena oli lisäksi pidettävä vähintään 90 %:n puhdistustehoa BHK:n suhteen ja fosforipitoisuutta 1,0 mg/l. Puhdistustulokset tuli laskea puhdistamoinnain neljännesvuosikeskiarvoina ylivuodot ja ohijuoksutukset mukaanluettuina, kuitenkin Viikin puhdistamolla puolivuotiskeskisarvoina.

Edellä esitettyä päätöstä muutettiin 13.9.1990 (päättös nro 69/1990/1) poistotunnelijärjestelmään johdettavien jätevesien osalta. Tällöin voitiin Viikin puhdistamon huonoa puhdistustulosta kompensoida muiden puhdistamojen paremmalla puhdistustuloksella. Perussyy Viikin puhdistamolla tapahtuneisiin lupaehdoissa esitettyjen arvojen ylityksiin oli laitoksen tulovirtaaman moninkertaistuminen keväällä lumen sulamisen ja syksyllä sateiden yhteydessä. Puhdistusvaatimukset olivat seuraavat:

Mereen johdettavan jäteveden keskimääräinen BHK_{7(ATU)} -arvo ei saa neljännesvuosikeskiarvoina ylittää arvoa 20 mg/l eikä vuosikeskiarvoina arvoa 15 mg/l. Vastaavasti fosforipitoisuus ei saa ylittää arvoa 1.5 mg P/l ja 1.0 mg P/l. Puhdistustehon on sekä BHK₇:n että fosforin suhteen oltava vuosikeskiarvoina vähintään 90 %.

Helsingin kaupungin uusi jätevesien mereen johtamislupa on käsiteltävänä Länsi-Suomen vesioikeudessa.

3.11.3

Purkupaikat

Jätevedet johdettiin vuoteen 1986 saakka lahti- ja ranta-alueille puhdistamojen läheisyyteen. Vuonna 1985 valmistui kalliotunneli käsiteltyjen jätevesien johtamiseksi saariston ulkoreunaan Katajaluodon eteläpuolelle noin 7 km päähän Helsingin niemestä. Alue on ns. kumpuamisvyöhykettä, missä ei tapahdu pysyvää sedimentoitumista. Merialueen syvyys on 25-30 m. Aluksi tunneliin johdettiin osa Munkkisaaren puhdistamon käsittelemistä jätevesistä ja vuoden 1987 alusta lähtien kaikkien puhdistamojen jätevedet lukuunottamatta Lauttasaaren, Laajasalon ja Vuosaaren puhdistamoita. Jäteveden johtaminen mereen lopetettiin Laajasalossa vuonna 1988, Lauttasaareissa vuonna 1992 ja Vuosaareissa syksyllä 1994. Tämän jälkeen Helsingin jätevedet on purettu mereen yhdessä kohdassa (kuva 3.2).

3.12

Espoon kaupungin jätevedet

3.12.1

Jätevedenpuhdistamot

Vielä 60-luvulla Espoon kaupungin jätevedet johdettiin mereen käsittelemättä tai lammikkopuhdistamojen kautta. Suomenojan lammikkopuhdistamo otettiin käyttöön vuonna 1963. Suomenojan jätevedenpuhdistamo valmistui vuonna 1969. Se toimi mekaanisena puhdistamona vuoteen 1975, jolloin puhdistamolla aloitettiin fosforin-

poisto kemiallisena suorasaostuksena (kuva 3.1). Syksystä 1980 lähtien puhdistamo on toiminut biologisena aktiivilietelaitoksena, jossa fosforinpoisto on toteutettu rinnakkaissaostusperiaatteella. Saostuskemikaalina on käytetty ferrosulfaattia ja Na-aluminaattia. Viime vuosina puhdistamolla on tehty kokeita typenpoiston toteuttamiseksi.

Vuonna 1994 Suomenojan puhdistamolla käsiteltiin noin 235 000 asukkaan jätevedet Espoosta, Kauniaisista, Vantaan länsiosista ja Kirkkonummen Veikkolasista³. Jätevesimäärä oli yhteensä 30 171 400 m³.

3.12.2

Puhdistustavoitteet

Länsi-Suomen vesioikeus myönsi 29.10.1973 (nro S-316/3999) Espoon kaupungille väliaikaisen luvan tietyin ehdoin jatkaa jätevesien johtamista mereen kaupungin viemärilaitoksesta (ks. myös kuva 3.1). Lupaehdojen mukaan tuli kemiallinen saostus tai teholtaan vastaava jätevesien käsittely aloittaa viimeistään vuoden 1974 loppuun mennessä ja jätevesien käsittelyä tuli muutenkin tehostaa niin, että myöskin jätevesien biologinen puhdistus taikka vastaava käsittely voitaisiin aloittaa mahdollisimman nopeasti.

Katselmustoimituksen valmistuttua Länsi-Suomen vesioikeus myönsi Espoon kaupungille 4.4.1975 luvan johtaa jätevesiä Suomenlahteen (nro S-85/1113). Lupaehdojen mukaisesti jätevedet oli käsiteltävä niin, että *"puhdistamolta lähtevän jäteveden fosforipitoisuus ei ylitä arvoa 1,5 mg P/l eikä BHK₇ arvoa 60 mg O₂/l, molemmat neljännesvuosikeskiarvoiksi laskettuina. Luvan saajan tulee edelleen tehostaa puhdistustoimenpiteitä ja ryhtyä vuoden 1978 kesäkuun loppuun mennessä puhdistamaan jätevedet biologis-kemiallisessa tai teholtaan vastaavassa jäteveden puhdistamossa niin, että puhdistamolta lähtevän jäteveden fosforipitoisuus ei ylitä arvoa 1,5 mg P/l eikä BHK₇ arvoa 25 mg O₂/l".* Kun vesioikeus myönsi em. luvalla jatkoaikaa vuoden 1981 alusta lähtien, lupaehdoja tarkennettiin siten, että tavoitteena oli pidettävä vähintään 90%:n puhdistustehoa BHK:n suhteen ja fosforipitoisuutta 1,0 mg P/l. Vuonna 1982 myönnettyssä uudessa johtamisluvassa (Nro 85/1982 A) määrätään, ettei mereen johdettavan jäteveden BHK₇-arvo saa olla suurempi kuin 25 mg O₂/l eikä fosforipitoisuus suurempi kuin 1,0 mg P/l. Lisäksi puhdistustehon BHK:n suhteen oli oltava vähintään 80 % ja tavoitteena oli pidettävä 90%:n puhdistustehoa.

Espoon kaupungin voimassa oleva lupa jätevesien johtamiseksi annettiin 14.11.1990 (Länsi-Suomen vesioikeuden päätös nro 101/1990/1). Espoon kaupungille myönnettiin toistaiseksi lupa jätevesien johtamiseen Gåsgrundetin edustalle edellyttäen, että

vesistöön johdettavan jäteveden BHK₇^(ATU)-arvo saa olla enintään 10 mg/l ja kokonaisfosforipitoisuus enintään 0,5 mg P/l neljännesvuosikeskiarvoina. Puhdistustehon on oltava kummankin osalta vähintään 90 %. Lisäksi on pidettävä tavoitteena kokonaisfosforin osalta vähintään 95 % puhdistustehoa, ja pyrittävä mahdollisimman hyvään ammonium- ja kokonaistypen poistoon

Vesiylioikeus totesi päätöksessään 18.9.1991 Espoon kaupungin jätevesien typenpoistosta, että jäteveden käsittelyssä sen lisäksi, että siinä on pyrittävä

mahdollisimman hyvään ammonium- ja kokonaistypenpoistoon, tulee vuoden 1998 alusta lukien olla tavoitteena vähintään 65 % typenpoisto vuosikeskiarvona laskettuna mahdolliset häiriötilanteet ja ohitukset mukaan lukien.

3.12.3

Purkupaikat

Suomenojan lammikkopuhdistamolta johdettiin jätevedet aluksi rantaan puhdistamon lähelle ja vuodesta 1963 lähtien muoviputkessa saaristoon Bodön selälle. Vuodesta 1974 lähtien jätevedet on johdettu kalliotunnelissa Espoon ulkosaaristoon Gåsgrundetin saaren itäpuolelle noin 7 km päähän rannikosta.

3.13

Helsingin ja Espoon edustan merialueen kuormituksen kehitys

Helsingin ja Espoon jätevedenpuhdistamoilta mereen johdetun kokonaiskuormituksen kehitys vuodesta 1975 vuoteen 1994 on esitetty kuvassa 3.3. Kun verrataan jakson 1975-78 keskimääräistä vuotuista kuormitusta vastaavaan kuormitukseen vuosina 1991-94 voidaan todeta seuraavaa:

- Vuotuinen fosforikuormitus Helsingin puhdistamoilta on vähentynyt 370 tonnista 54 tonniin ja Espoon Suomenojan puhdistamolta 26 tonnista 10 tonniin. Vähentymiseen on vaikuttanut fosforinpoiston käyttöönotto Helsingin puhdistamoilla vuoteen 1979 mennessä ja biologisen käsittelyn käyttöönotto Suomenojan puhdistamolla vuonna 1980.
- Vuotuinen BHK-kuorma Helsingin puhdistamoilta on vähentynyt noin 2000 tonnista noin 1200 tonniin ja Espoon Suomenojan puhdistamolta 1100 tonnista 250 tonniin. Kuormituksen pienenemisen on aiheuttanut jätevedenpuhdistamojen tehostunut käyttö ja Suomenojan puhdistamolla siirtyminen biologiseen puhdistukseen vuonna 1980. On huomattava, että ATU-menetelmä biologisen hapenkulutuksen määrittämisessä otettiin käyttöön Espoon Suomenojan puhdistamolla vuonna 1980 ja Helsingin puhdistamoilla vuonna 1984, mikä on vaikuttanut alentavasti arvioituihin BHK-kuormiin.
- Vuotuinen typpikuormitus Helsingin puhdistamoilta on kasvanut noin 2200 tonnista 2800 tonniin ja Espoon Suomenojan puhdistamolta noin 550 tonnista lähes 1000 tonniin. Puhdistamoilla ei ole erityisesti pyritty typen pitoisuuden alentamiseen ja typpikuorma on ollut suoraan sidoksissa jätevesivirtaamiin.

Puhdistamojen kokonaisvirtaamat ja mereen johdettu kuormitus purkualueittain vuosina 1987 - 1994 on esitetty kuvassa 3.4. Tänä aikana on jätevedenpuhdistamoita (ja samalla purkupaikkoja) lopetettu siten, että vuoden 1994 aikana käytössä olivat enää purkupaikat Vuosaaren, Katajaluodon ja Gåsgrundetin edustalla. Vuoden 1994 syksyllä näistäkin lopetettiin Vuosaaren puhdistamo (ja purkualue). Tänä aikana kuormitus siten kokonaan lopetettiin Laajasalon ja Lauttasaaren purkupaikoille, ja Katajaluodon edustalle johdettua kuormaa on merkittävästi vähennetty fosforin ja BHK:n osalta. Typpikuormitus Katajaluodon purkualueelle on sitävastoin pysynyt lähes ennallaan.

Kuva 3.11

Tärkeimmät jätevesien johtamisluvat sekä jätevesien johtamisessa ja käsittelyssä vuosina 1970-1994 Helsingissä ja Espoossa tapahtuneet muutokset

Jätevesien johtamisluvat Helsingissä ja Espoossa

Jätevesien johtamisessa ja käsittelyssä tapahtuneita muutoksia

Helsingissä 11 biologista jätevedenpuhdistamo ja 11 purkupaikkaa, Espoossa Suomenojan lammikkipuhdistamo, jätevedet rantavesiin

Ei ravinteidenpoistoa

Helsingin jätevesien johtamislupa 17.5.1971

Espoon jätevesien väliaik. johtamislupa 29.3.1973

Espoon jätevesien johtamislupa 4.4.1975

BHK <60 mg/l, P<1,5 mg/l

Helsingin jätevesien voimassa oleva johtamislupa 15.6.1979

BHK(ATU)<20 mg/l, P<1,5 mg/l

Espoon jätevesien joht.luvan jatkaminen 10.11.1980

BHK<25 mg/l

Espoon jätevesien johtamislupa 23.9.1982

BHK<25 mg/l, P<1 mg/l

Espoon jätevesien voimassaoleva johtamislupa 18.9.1991

BHK(ATU)<10 mg/l, P<0,5 mg/l, N 65% v. 1998

Helsingin jätevesien uusi johtamislupa 5.6.1995

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

Fosforinpoisto aloitettiin Talissa

Espoon jätevedet Gåsgrundetiin

Talin ylikuorma käännettiin Kyläsaareen

Kulosaaren ja Mustikkamaan puhdistamot lopetettiin

Fosforin suorasaostus Suomenojan puhdistamolla

Rajasaaren puhdistamo lopetettiin

Fosforinpoisto kaikilla Helsingin puhdistamoilla

Biologinen käsittely Espoon jätevesille

Jätevesien johtaminen Munkkisaaren rantaan lopetettiin, Herttoniemen puhdistamo lopetettiin, Katajaluodon tunneli osittain käyttöön

Talin puhdistamo lopetettiin

Katajaluodon tunneli täysimittaiseen käyttöön

Laajasalon puhdistamo lopetettiin

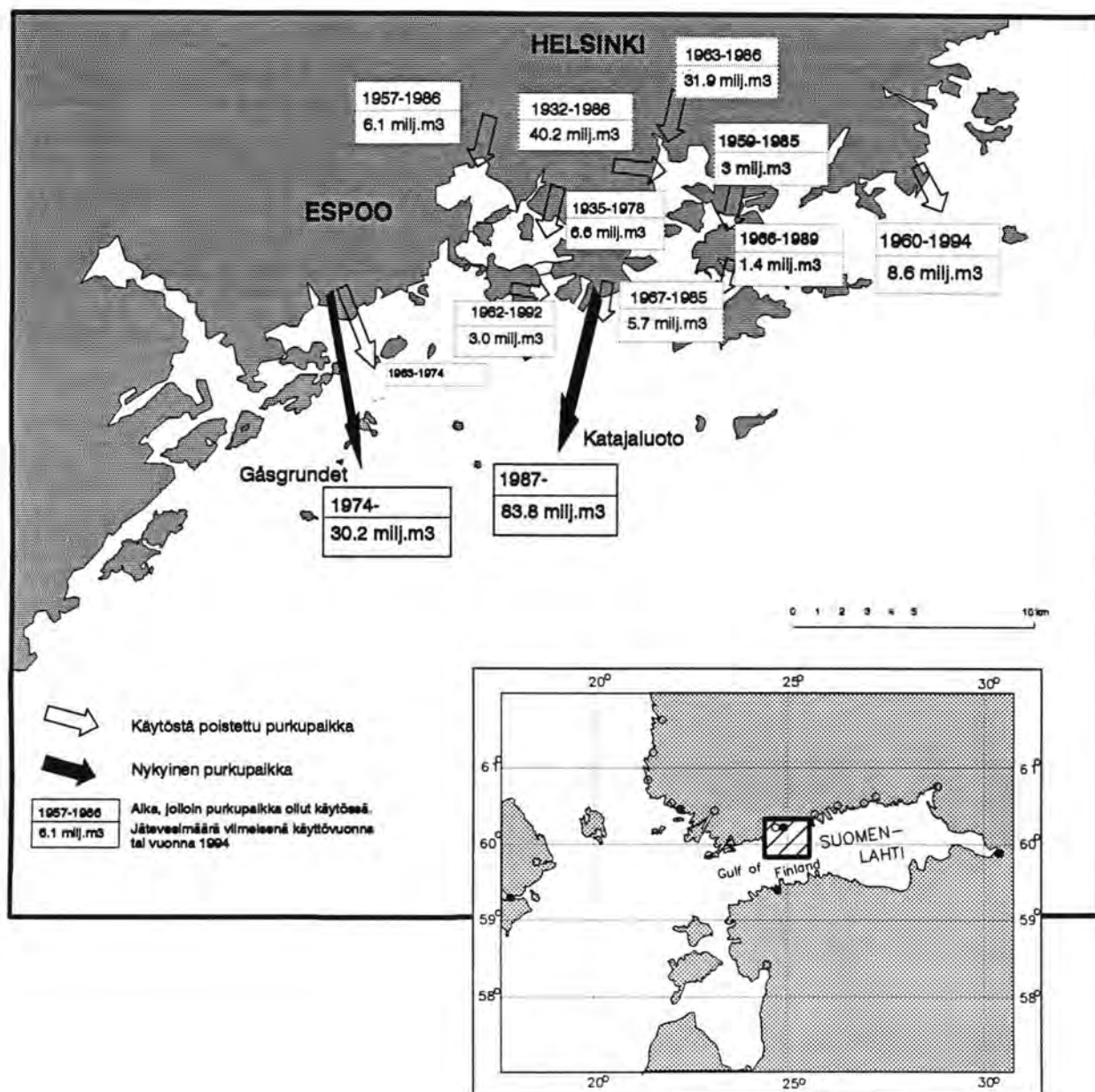
Lauttasaaren puhdistamo lopetettiin

Kyläsaaren, Viikin ja Vuosaaren puhdistamot lopetettiin

Viikinmäen keskuspuhdistamo otettiin käyttöön

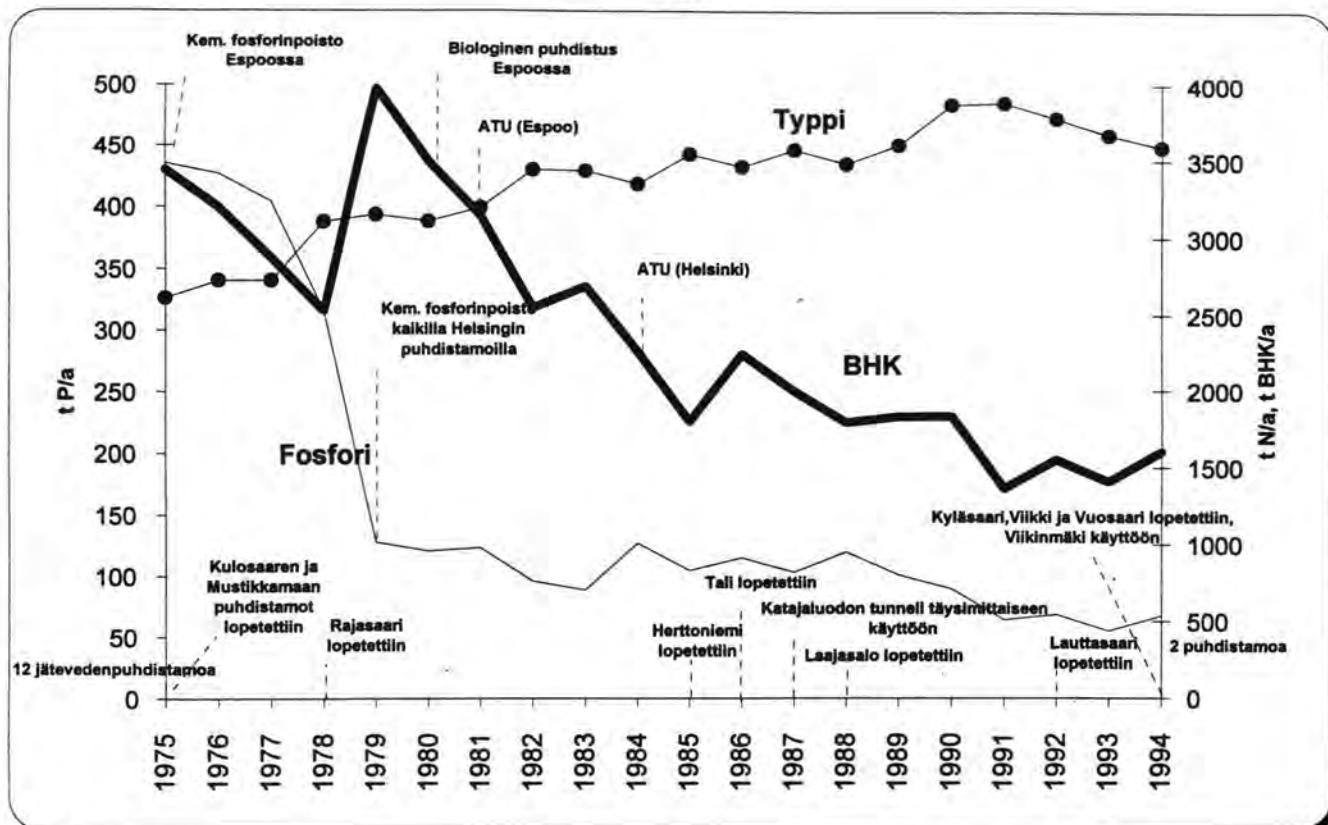
Helsingissä yksi jätevedenpuhdistamo, yksi jätevesien purkupaikka, Espoossa yksi puhdistamo ja yksi purkupaikka, tunnelit ulkosaaristoon

biologinen puhdistus, fosforinpoisto, tavoitteet typenpoistolle



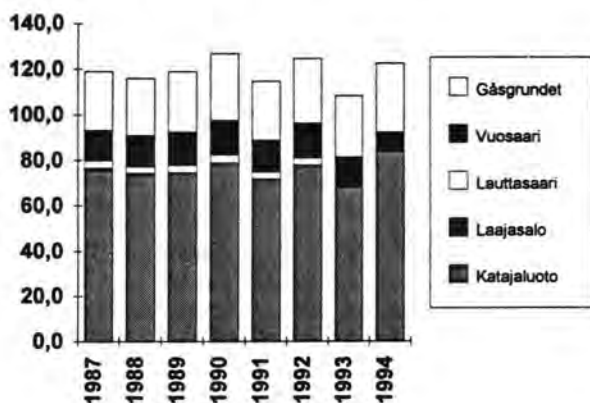
Kuva 3.12

Jätevesien purkupaikkojen muutokset Helsingissä ja Espoossa

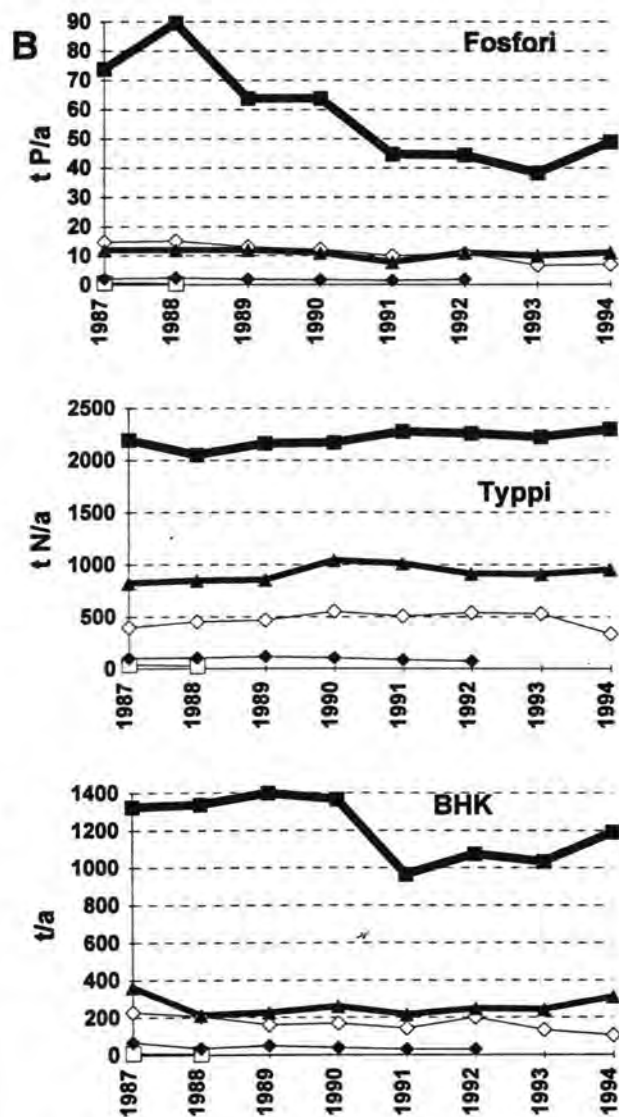


Kuva 3.13
Kokonaiskuormitus mereen Helsingin ja Espoon jätevedenpuhdistamoilta vuosina 1975 - 1994.

Puhdistamoiden kokonaisvirtaama purkualueittain



Kuva 3.14.
Helsingin ja Espoon jätevedenpuhdistamoiden kokonaisvirtaamien (A) ja mereen johdetun kuormituksen (B) kehitys purkualueittain vuosina 1987 - 1994



3.2

Vantaanjoki

Vanhankaupunginselälle laskevan Vantaanjoen virtaaman ja veden laadun vaihteluilla on huomattava merkitys Vanhankaupunginselän veden laadulle. Joen valuma-alue on 1686 km², mistä järvisyys on vain 2,3 %. Järivialtaat ovat matalia ja vesitilavuudeltaan pieniä, jolloin niiden virtaamia tasoittava vaikutus on vähäinen. Vantaanjoki virtaa varsinkin alajuoksullaan pääasiassa maatalous- ja asutuskäytössä olevien alavien savimaiden halki. Vantaanjoki on ollut asutuksen ja teollisuuden jätevesien pahoin kuormittama. Nykyään on veden laatu kohentunut toteutettujen vesiensuojelutoimenpiteiden ansiosta. Jokea kuormittavat edelleen varsinkin yläjuoksulla jätevedenpuhdistamot sekä valuma-alueen maataloudesta ja viemäröimättömästä asutuksesta tuleva hajakuormitus, jonka osuus on viime aikoina korostunut. Peltoviljelyn osuus joen fosforikuormituksesta on yli 60 % ja typpikuormituksesta n. 45 % (Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys 1994). Vesi- ja ympäristöhallituksen ohjeen mukaisessa luokituksessa Vantaanjoki on v. 1989-92 pääosiltaan ja varsinkin alajuoksullaan kuulunut yleiseen käyttökelpoisuusluokkaan välttävä (Puomio & Braunschweiler 1993).

Kun vuodesta 1987 alkaen Vanhankaupunginselälle ei enää ole suoraan johdettu puhdistamojen jätevesiä, on Vantaanjoen veden laadun suhteellinen merkitys kasvanut Helsingin keskisten lahtialueiden kuormittajana. Voimakas savisamennus jokivedessä varsinkin tulva-aikoina on ollut tavanomainen haitta, joka on näkynyt Vanhankaupunginselälläkin. Maa-aineksen ja ravinteiden kulkeutuminen jokiveden mukana mereen v. 1994 oli useita edellisvuosia pienempiä.

Sadanta oli vuonna 1994 (676 mm) keskimääräistä luokkaa hieman suurempi Vantaanjoen alaosissa, Oulunkylässä, missä vuosisadannan keskiarvo v. 1911-1993 oli 649 mm (keskihajonta 106 mm) (Reuna & Aitamurto 1994). V. 1994 helmi- ja heinäkuun sademäärä oli alle 10 % pitkän ajanjakson keskiarvosta (kuva 3.2.1). Sen sijaan keväällä ja varsinkin syyskuussa satoi normaalia runsaammin.

Vantaanjoen keskivirtaama vuonna 1994 (16,3 m³/s joen suuosassa) oli kuten sadantakin suurempi kuin edellisen vuoden keskiarvo, mutta keskimääräistä tasoa (v. 1970 - 90 keskiarvo 16,9 m³/s). Tavanomaista voimakkaampi kevättulvahuippu todettiin normaalia hieman aikaisemmin huhtikuun alussa. Keskivirtaama kesäkuukausina (heinä-syyskuussa) 1986 - 1990 oli 8,7 m³/s ja kesän virtaamaminimi on ollut n. 2 m³/s yleensä.

Seuraavassa taulukossa (3.2.1) esitetyt tulokset kuvaavat tilannetta Vantaanjoen suuosassa (havaintopaikka V0).

Taulukko 3.2.1. Vantaanjoen suuosan virtaama (MQ), ainevirtaamat sekä veden laatu vuosina 1968-1994.

vuosi	MQ	ainevirtaama t/a		pitoisuus g/m ³		
		m ³ /s	typpi	fosfori	N _{tot}	P _{tot}
1968-79		13.2	1390	100	3.1	0.24 *
1980-86		18.9	1820	105	3.0	0.15
1987-90		15.9	1500	82	2.9	0.14
1991		17.0	1780	88	2.9	0.11
1992		22.2	2000	96	2.7	0.11
1993		10.3	870	45	2.5	0.09
1994		16.3	970	66	1.9	0.06

* Kokonaisfosforipitoisuus v:sta 1974 alkaen

Lähteet: Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys, Vantaanjoki vuosikirja 1993. - Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry Julk. 35(1994), Helsingin kaupungin vesilaitos sekä Helsingin kaupungin ympäristökeskus

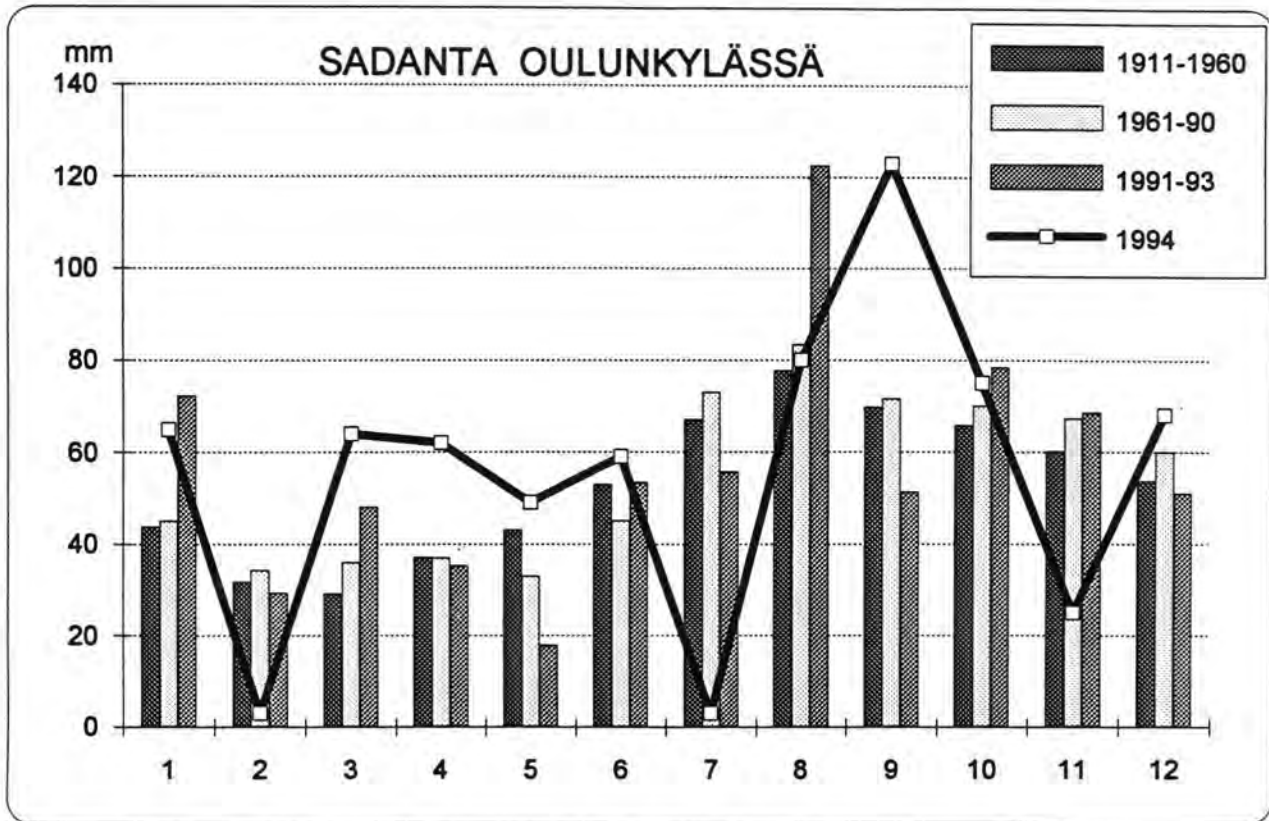
Vantaanjoen ravinnepitoisuus on vähentynyt merkittävästi 1970-luvulta lähtien aikaisemmin varsinkin fosforipitoisuuden osalta. Joen suuosassa fosforipitoisuuden keskiarvo oli v. 1994 vähemmän kuin puolet 1970-80 tasosta. Samoin typpipitoisuus on laskenut selvästi. Vantaanjoen ravinnepitoisuudet ovat viime vuosina olleet korkeampia, mutta v. 1994 lähes samaa tasoa kuin Vanhankaupunginselällä.

Mereen v. 1994 kulkeutuneet ravinnemäärät (970 t N/a ja 66 t P/a) olivat hieman suuremmat kuin edellisenä erittäin vähäsateisena vuotena, mutta selvästi pienempiä kuin 1990-luvulla yleensä. Vantaanjoen aiheuttama fosforikuormitus merialueella on ollut silti lähes samaa suuruusluokkaa kuin Helsingin ja Espoon jätevedenpuhdistamoilta yhteensä tullut kuorma. Vantaanjoen aiheuttama typpikuormitus on vähemmän kuin puolet Helsingin puhdistamoilta tuleva.

Lähteet: Puomio, E.-R. & Braunschweiler, S. 1993: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vesistöjen tila 1990-luvun alussa. - Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 501:1-53, liitt.1-2.

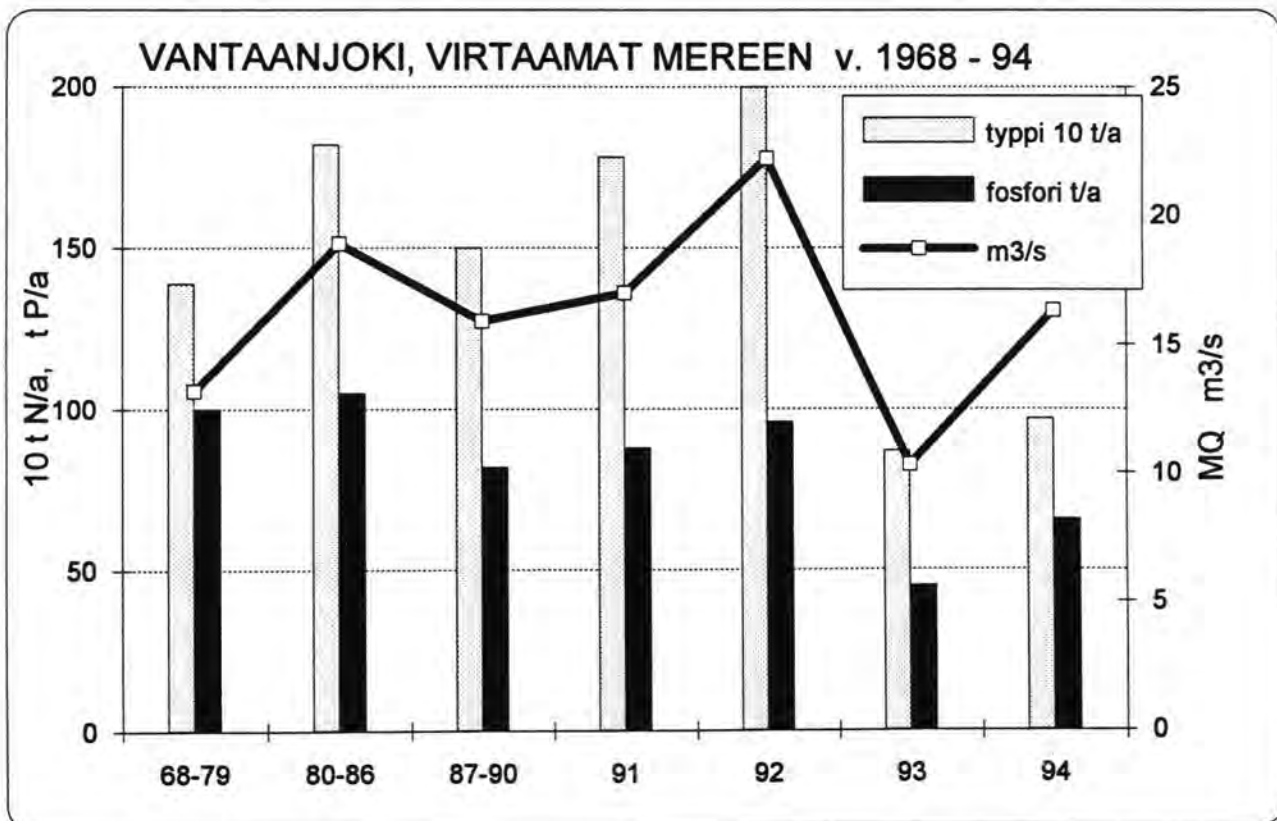
Reuna, M. & Aitamurto, S. 1994: Sadannan aluearvoja ja aluearvojen toistuvuuksia Suomessa 1911-1993. - Vesi- ja ympäristöhallinnon julk. sarja A 195:431. Vesi- ja ympäristöhallitus.

Vahtera, H., Oksanen, T. & Seppänen, H. 1994: Vantaanjoki vuosikirja 1993. - Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry Julk. 35:1-44, liitt.1-4.



Kuva 3.2.1. Kuukausisadanta Helsingin Oulunkylässä vuosina 1911 - 1994.

Lähteet: Vesi- ja ympäristöhallitus, Hydrologian toimisto: Hydrologinen kuukausitiedote
Reuna & Aitamurto 1994



Kuva 3.2.2. Vantaanjoen suuosan (V0) virtaama (MQ m3/s) sekä typen (10 t N/a) ja fosforin (t P/a) ainevirtaama vuosina 1968 - 1994.

4

KEMIALLINEN, FYSIKAALINEN JA HYGIEENINEN TARKKAILU

Fysikaalisessa, kemiallisessa ja hygieenisessä tarkkailussa on viisi ryhmää, joihin tarkkailtavat parametrit voidaan jakaa:

1. Taustatiedot: veden lämpötila, suolaisuus, pH
2. Happitiedot: hapen pitoisuus, happikyllästys
3. Veden ulkonäkö: näkösyvyys, sameus
4. Ravinnetiedot: liukoisten ravinteiden (NO_3^- , NO_2^- ja NH_4 -typpi sekä PO_4 -fosfori) pitoisuus ja ravinteiden (typpi, fosfori) kokonaispitoisuus
5. Veden hygieeninen laatu: fekaalisten kolimuotoisten bakteerien ja fekaalisten streptokokkien tiheys

Analyysimenetelmät, jotka ovat samat kuin aikaisemminkin käytetyt, on kuvattu luvussa 2.2. Havaintopaikat esitellään luvussa 2.1.

Tässä yhteenvedossa käsitellään näitä tietoja niiden analyysitulosten valossa, joita on kerätty Helsingin ja Espoon merialueelta näiden kaupunkien velvoitetarkkailujen yhteydessä. Tarkasteluajanjaksona ovat yleensä vuodet 1966 - 1994. Joissakin tapauksissa ajanjakso saattaa olla lyhyempi, jolloin siitä on tietenkin mainittu.

Kaikki analyysitulokset Helsingin ja Espoon merialueelta vuodesta 1966 lähtien on saatavissa Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen vesistötutkimuksesta, jossa niitä säilytetään sekä SAS®- (vuosittaisina) että MS Excel®- (havaintopaikkakohtaisina) datatiedostoina.

4.1

Veden lämpötila

Veden lämpötila vaihtelee eri vuodenaikoina suuresti. Kylmimmillään vesi on tietysti talvella, jolloin se saattaa olla muutamana kymmenesosan 0°C :n alapuolella. Vesi on yleensä lämpimimmillään pintakerroksessa heinäkuun lopulla ja elokuun alussa. Lämpötila saattaa erityisesti kesällä pintakerroksessa vaihdella suuresti jo muutamana tunnin aikana riippuen tuulista ja veden kumpuamisesta syvältä pintaan, jolloin lämmin pintavesi pohjoistuulen aikana kulkeutuu ulapalle ja korvautuu rannikon läheisyydessä paljon kylmemmällä syvältä tulleelta vedeltä. Kuvissa 4.1.1

- 4.1.5 esitetään Vanhankaupunginselän 4, Laajalahden 87, Espoonlahden 118, Länsi-Tontun 114 ja Kytön 122 lämpötiloja sekä pintakerroksessa että lähellä pohjaa vuosina 1966-94. Laajalahti on suljettu matala merenlahti, jonka veden vaihto on hyvin huono. Vanhankaupunginselkä on myös matala lahti, mutta sen vedenvaihto on erityisen hyvä etenkin Vantaanjoen tulviessa, jolloin lahti saattaa olla lähes täynnä jokivettä. Espoonlahden perukan vedenvaihto on huono ja se on useimmiten erittäin voimakkaasti kerrostunut suolaisuus- ja lämpötilaerojen takia. Lahden suupuolella on kynnyksiä, jotka ovat matalampia kuin perukka. Länsi-Tonttu ja Kytö edustavat tyypillistä havaintopaikkaa avomeren reunassa.

Kaikissa lahdissa veden lämpötila vaihtelee pintakerroksessa suhteellisen säännöllisesti ja vuoden maksimilämpötilat ovat lähes aina yli 20°C. Maksimi sattuu yleensä heinäkuulle. Lähellä pohjaa lämpötila on alhaisempi ja vaihtelee eri havaintopaikoilla huomattavasti.

Länsi-Tontussa on huomattava ero pintakerroksen ja pohjan läheisen vesikerroksen lämpötiloissa ja lämpötilavaihteluissa. Pintaveden lämpötila nousee joskus yli 20°C:n ja silloinkin tämän tapahtuman kesto on lyhytaikainen. Pohjan läheisen vesikerroksen lämpötila saavuttaa harvoin 10°C.

Erityisen lämmintä oli pintavesi vuosina 1972, 1984, 1988 ja 1994. Vastaavasti erityisen kylmiä vuosia olivat 1974, 1987 ja 1992. Edustavan kuvan saamiseksi pintaveden lämpötiloista on normaali havaintotiheys kuitenkin erityisesti kesäisin - liian harva, koska lämpötila saattaa vaihdella hyvinkin nopeasti tuuliolosuhteista johtuen.

4.2

Suolaisuus Suolaisuus vaihtelee tarkkailualueen merivedessä välillä 0 - >8 ‰. Alhaisin se on pintavedessä suljetuissa merenlahdissa, joihin tulee runsaasti jokivesiä (Vanhankaupunginselkä, Espoonlahti, Iso Huopalahti) tulva-aikaan. Korkeimmillaan suolaisuus on ollut 1970-luvun lopulla ulkomerellä lähellä pohjaa ja yli 40 m:n syvyydessä (Kytö, Länsi-Tonttu, Helsingin Kasuuni). Kuvissa 4.2.1 - 4.2.5 esitetään Laajalahden 87, Vanhankaupunginselän 4, Espoonlahden 118, Länsi-Tontun 114 ja Kytön 122 suolaisuuksia vuosina 1966-94 sekä pintakerroksessa että lähellä pohjaa.

Sisälahdissa suolaisuus on yleensä alhaisimmillaan keväällä tulva-aikaan ja heti sen jälkeen. Suolaisuus saattaa olla tällöin lähellä 0 ‰:a. Myöhemmin kesällä pintaveden ja pohjan läheisen veden suolaisuusero tasoittuu. Espoonlahti on lähes koko vuoden voimakkaasti kerrostunut suolaisuuden suhteen.

Ulkomerellä ero pinnan ja pohjanläheisen veden lähellä on suurimmillaan kesäkuukausina, jolloin ero saattaa lähennellä 2 ‰. Yleensä suolaisuus on tällä alueella ollut suurimmillaan 1970-luvun lopulla ja oli vuonna 1994 pintavedessä vajaan promillen alhaisempi kuin maksimissaan. Lähellä pohjaa ei ero ole aivan yhtä suuri. Suolaisuuden alentuminen näyttaa pysähtyneen.

4.3

pH

Vanhankaupunginselän 4, Laajalahden 87, Espoonlahden 118, Länsi-Tontun 114 ja Kytön 122 veden pH-arvoja on esitetty kuvissa 4.3.1 - 4.3.5.

Sisälähdissä meriveden pH vaihtelee välillä n. 6.5 - 10. Korkeimpia arvot ovat olleet kesällä (kesä-syyskuu: Vanhankaupunginselkä ja Laajalahti; touko-kesäkuu: Espoonlahti) pintavedessä. Vanhankaupunginselällä ja Laajalahdella pH:n vuotuiset maksimi-arvot ovat jonkin verran (n. 0.5 pH-yksikköä) laskeneet. Espoonlahdella pH-arvot ovat olleet kesällä selvästi korkeammat pintavedessä kuin lähellä pohjaa (n. 0.5-1 pH-yksikkö).

Ulkomerellä ei ole havaittavissa mitään trendiä havaintojakson (1967-1994) aikana veden pH-arvoissa. Vesi on jonkin verran kerrostunut pH:n suhteen erityisesti kesällä, jolloin ero pinnan ja pohjanläheisen vesikerroksen välillä on 0.25-0.5 pH-yksikköä. Kesällä pinnassa pH saattaa joskus nousta yli 9:n, mutta useimmiten se on vähän yli 8.5:n. Talvella pH on n. 1 yksikön alhaisempi pinnassa, mutta lähellä pohjaa vaihtelut ovat paljon vähäisempiä.

4.4

Hapen kyllästys

Yleensä Helsingin ja Espoon merialueella ei ole havaittavissa ongelmia, jotka johtuisivat hapenpuutteesta. Kuitenkin Espoonlahdessa ja eräillä muilla voimakkaasti suolaisuuden suhteen kerrostuneilla paikoilla saattaa ajoittain tai jopa vuosittain olla havaittavissa hapen vähentymistä tai happikatoa.

Kuvassa 4.4.1 esitetään Espoonlahden 118 hapenkyllästysarvot vuosina 1967-1994. Useina vuosina on happikyllästys pahimpaan aikaan vuodesta laskenut alle 20 %:n. Tällaisia aikoja ovat tällä alueella olleet erityisesti helmikuu, kesä-syyskuu ja marraskuu. Mitään trendiä ei ole havaittavissa, mutta minimiarvot eivät ole laskeneet alle 20 %:n ennen vuotta 1977, minkä jälkeen lähellä pohjaa on havaittu useita tällaisia happivajaustilanteita. Tarkkailun havaintoväli on pääasiassa ollut niin pitkä, että useina vuosina on kriittiset happitilanteet ehkä jääneet huomaamatta.

Itä-Villingin havaintopaikalla on pohjanläheisellä vesikerroksella kynnys, joka estää veden vapaan vaihtumisen ulkomeren pohjanläheisten vesikerrosten kanssa. Tästä syystä havaintopaikalla vesi usein kerrostuu suolaisuuserojen johdosta, mistä puolestaan aiheutuu pohjanläheiseen vesikerrokseen happivajausta. Kuvassa 4.4.2 esitetään Itä-Villingin 36 happikyllästysarvoja vuosina 1966-94 pinnassa ja lähellä pohjaa. Happikyllästys on laskenut pohjanläheisessä vesikerroksessa useina vuosina lähelle 20 %:a ja kahtena vuonna happi on loppunut kokonaan (1980 ja 1994). Alhaisimmillan happikyllästysarvot ovat olleet loppukesällä ja alkusyksystä. Syksyinen täyskierto ulottuu alueella kuitenkin pohjaan saakka, mikä palauttaa happitilanteen syksyllä normaaliksi.

Kuvassa 4.4.3 esitetään Länsi-Tontun 114 happitilanteet vuosina 1967-1994. Koko aikana happikyllästys on laskenut lähellä pohjaa vain kerran alle 40 %:n (syyskuu 1994). Pintavedessä happikyllästys on ollut n. 100 % ja pohjanläheisessä vesikerroksessa n. 80 %. Kesällä hapenkyllästys on ollut pintavedessä jonkin verran korkeampi (n. 110 %) ja lähellä pohjaa alhaisempi (n. 70 %).

4.5

Sameus

Vanhankaupunginselän 4, Katajaluodon 125 ja Knaperskärin 147 sameuksia on esitetty kuvissa 4.5.1-4.5.3 v. 1974-94.

Vanhankaupungiselkä (kuva 4.5.1) on aina savisamennuksesta ja levätuotannosta johtuen samea ja aika-ajoin erittäin samea. Jätevesikuormituksen poistaminen vuonna 1986 lopulla ei ole muuttanut tilannetta lahdella millään tavoin, koska lahden sameus johtuu suurelta osin Vantaanjoen mukanaan tuomasta, peltoalueiden eroosiosta peräisin olevasta savesta ja myös vähäisemmältä osin ravinteiden aiheuttamasta planktonituotannosta.

Helsingin jätevesien purkupaikan läheisyydessä (Katajaluoto 125) on sameus sekä pinnassa että lähellä pohjaa kasvanut 1970-luvun lopulta (kuva 4.5.2) - jolloin sameus oli n. 0.5-1 NTU - nykyisiin arvoihin (0.5-4 NTU). Jätevesien johtaminen ulkosaaristoon vuoden 1987 alussa ei ole muuttanut trendiä.

Espoon jätevesien purkupaikan läheisyydessä Knaperskärissä 147 (kuva 4.5.3) on havaittavissa samat trendit kuin Katajaluodonkin alueella. Täällä sameuden maksimi-arvot saattavat joskus olla hyvinkin korkeita.

4.6

Näkösyvyys

Näkösyvyys kertoo veden ulkonäöstä samoja asioita kuin sameuden mittaaminen. Kuvissa 4.6.1-4.6.3 on esitetty Vanhankaupunginselän 4, Laajalahden 87 (kuva 4.6.1), Länsi-Tontun 114, Katajaluodon 125 (kuva 4.6.2), Espoonlahden 118 ja Knaperskärin 147 (kuva 4.6.3) näkösyvyysarvoja vuosina 1972-1994.

Näkösyvyyden kehityksessä on nähtävissä sama trendi kuin sameuden kohdalla, joskaan ei aivan yhtä selvänä. Laajalahdella 87 (kuva 4.6.1) on näkösyvyys lievästi kasvanut 1980-luvun alkupuolelta, jolloin se oli pienimmillään. Sekä Länsi-Tontussa 114 että Katajaluodossa 125 (kuva 4.6.2) on nähtävissä trendi, jonka mukaan näkösyvyys on 1970-luvun puolivälistä kummallakin alueella pienentynyt vajaan 1 metrin. Näkösyvyyden pieneneminen ulkosaaristossa näyttää pysähtyneen, eikä jätevesien johtaminen Katajaluodon alueelle näy läheisen Katajaluodon 125 näkösyvyysarvoissa.

Espoon jätevesien purkupaikan läheisyydessä näkösyvyys on, samoin kuin Helsingin ulkosaaristossa, pienentynyt 1970-luvun lopulta (kuva 4.6.3, Knaperskär 147). Myös tällä alueella näyttäisi trendin suunta muuttuneen. Espoonlahdessa 118 näkösyvyyden kehityksessä on havaittavissa hienoinen aleneva trendi.

4.7

Ravinteet

Ravinteiden osalta tarkastellaan liuenneen typen ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) pitoisuuden, ortofosfaattifosforin pitoisuuden, typen kokonaispitoisuuden ja fosforin kokonaispitoisuuden muutoksia talvikauden (joulu-maaliskuu) arvojen perusteella. Samoin esitetään eri parametrien vuodenaikaisvaihtelut.

Tarkasteltavat havaintopaikat ovat sisälähdissä Vanhankaupunginselkä 4, Laajalahti 87 ja Espoonlahti 118 sekä ulkosaaristossa Länsi-Tonttu 114, Katajaluoto 125, Kytö 122 ja Knaperskär 147. Tarkasteluun on otettu kaikki havainnot vuodesta 1974 lähtien.

Liuennut typpi

Liuenneen typen havainnot esitetään kuvissa 4.7.1-4.7.7.

Vanhankaupunginselällä 4 (kuva 4.7.1) on liuenneen typen pitoisuus selvästi laskenut 1970-luvulta, vaikka se on edelleenkin talvisaikaan erittäin korkea. Pitoisuudet ovat usein kesälläkin suhteellisen korkeita, mikä viittaa siihen että tällöin typpi ei olisi tuotantoa rajoittava tekijä.

Samoin kuin Vanhankaupunginselällä on liuenneen typen pitoisuus Laajalahdella 87 (kuva 4.7.2) laskenut selvästi 1970-luvulta, mikä kummassakin tapauksessa johtuu siitä, että jätevesien suora johtaminen lahtiin on lopetettu.

Laajalahdella typpiravinnetaso on selvästi alhaisempi kuin Vanhankaupunginselällä. Kesäaikaan pitoisuudet ovat välillä lähellä nollaa, mikä kertoo typen merkityksestä tuotantoa rajoittavana tekijänä.

Espoonlahdella 118 (kuva 4.7.3) liukoisen typen pitoisuudet ovat niin ikään laskeneet pintavedessä 1970-luvulta. Lähellä pohjaa ei sen sijaan ole havaittavissa kovin selvää laskevaa trendiä. Kesäisin pintavedessä liukoinen typpi näyttää usein olevan loppunut tai lähellä sitä. Typpi lienee usein lahden kasviplanktontuotantoa rajoittava tekijä.

Ulkomerellä (kuvat 4.7.4-4.7.7), päinvastoin kuin sisälahdissa, näyttävät liukoisen typen pitoisuudet talvisaikaan kohonneen 1980-luvun loppupuolelle asti, minkä jälkeen nousu näyttää tasaantuneen (Katajaluoto 125, kuva 4.7.5) tai jopa kääntyneen laskuun (Länsi-Tonttu 114 ja Kytö 122, kuvat 4.7.4 ja 4.7.6). Knaperskärissä 147 (kuva 4.7.7) kehitys näyttää olevan epämääräisempi. Sen jälkeen kun Helsingin jätevedet on johdettu Katajaluodon alueelle, on Katajaluodossa 125 havaittu talvisin muutamia korkeita liukoisen typen pitoisuuksia (1990-luvulla 4 kertaa $\geq 300 \mu\text{g N/l}$). Espoon purkualueella Knaperskärissä 147 vastaavia pitoisuuksia on havaittu koko tarkastelujakson ajan (15 kertaa $\geq 300 \mu\text{g N/l}$), idässä Länsi-Tontussa 114 ei kertaakaan ja Espoon saaristossa Kytössä 122 1980-luvulla muutaman kerran (4 kertaa $\geq 300 \mu\text{g N/l}$, Kytöstä ei ole talvihavaintoja vuoden 1990 jälkeen).

Ulkomerellä kesäisin kaikilla esitetyillä havaintopaikoilla liukoisen typen pitoisuus on kesäisin (touko-elokuu) ollut pintavedessä nolla tai lähellä nollaa, mikä osoittaa, että perustuotantoa saattaa säädellä typpi.

Ortofosfaattifosfori

Ortofosfaattifosforin pitoisuudet (kuvat 4.7.8-4.7.14) ovat käyttäytyneet Vanhankaupunginselällä 4 (kuva 4.7.8) ja Laajalahdella 87 (kuva 4.7.9) samaan tapaan kuin liukoisen typen pitoisuus, eli kuormituksen vähentyessä ortofosfaatin pitoisuudet ovat laskeneet. Kesäisin pitoisuudet ovat olleet lähellä nollaa, mutta eivät suhteellisesti niin alhaalla kuin liukoinen typpi.

Espoonlahdella 118 (kuva 4.7.10) ortofosfaatin pitoisuus pintavedessä on aluksi noussut 1980-luvun puoliväliin asti, minkä jälkeen pitoisuudet ovat uudelleen laskeneet 1970-luvun lopun tasolle. Kesäisin ortofosfaattifosfori vain harvoin on täysin loppuun kulunut, joten lahdessa fosfori vain harvoin rajoittaa perustuotantoa.

Ulkomerellä (kuvat 4.7.11-4.7.14) ortofosfaattifosforin pitoisuuskäyrät poikkeavat täysin liukoisen typen vastaavista. Viime vuosina näyttää useimmilla havaintopaikoilla olevan lievä laskeva trendi niin pinnassa kuin lähellä pohjaakin. Kesäisin pitoisuus on usein selvästi yli 0 µg P/l, joten on ilmeistä, että typen puute fosforin puutetta useammin rajoittaa perustuotantoa.

Typen kokonaispitoisuus

Typen kokonaispitoisuuksia on esitetty kuvissa 4.7.15-4.7.21. Pitoisuudet käyttäytyvät samantapaisesti kuin liukoisenkin typen pitoisuudet eli sisälähdissä on havaittavissa selvä laskeva trendi, kun taas ulkosaaristossa pitoisuudet ovat nousseet 1970-luvulta 1980-luvun lopulle, jolloin nousu on tasoittunut tai kääntynyt jopa laskuun. Korkeimmat pitoisuudet ovat olleet joko lopputalvella tai toukokuussa.

Fosforin kokonaispitoisuus

Kuvissa 4.7.22-4.7.28 esitetään fosforin kokonaispitoisuushavaintoja. Fosforin kokonaispitoisuudet vaihtelevat samantapaisesti kuin liukoisen fosforin pitoisuudet.

Vanhankaupunginselällä (kuva 4.7.22) ja Laajalahdessa (kuva 4.7.23) fosforin pitoisuus on laskenut kuormituksen vähentämistoimenpiteiden johdosta. Sen sijaan Espoonlahdessa (kuva 4.7.24) ei ole havaittavissa alenevaa trendiä.

Ulkosaariston (kuvat 4.7.25 - 4.7.28) havaintopaikoilla eivät talviaikaiset fosforin kokonaispitoisuudet ole merkittävästi muuttuneet tarkasteluajanjakson aikana. Korkeimmat pitoisuudet on ulkomerellä havaittu yleensä pintavedessä huhti-toukokuussa. Sisälähdissä selvää maksimia tai minimiä ei voida havaita, vaikka vielä 1970-luvulla pintaveden maksimit sattuiivat usein talviajaksi.

4.8

Fekaalibakteeritiheydet

Kuvissa 7.8.1-4.8.5 esitetään eräiltä havaintopaikoilta pintaveden fekaalisten kolimuotoisten bakteerien ja fekaalisten streptokokkien tiheyksiä ajanjaksoilta 1980-1994 (kolit) ja 1967-1994 (streptokokit).

Vanhankaupunginselällä 4 (kuva 4.8.1) on kummassakin bakteeriryhmässä havaittavissa selvä laskeva trendi koko havaintojakson ajan. Kesäaikana useimmiten kummankin bakteeriryhmän tiheydet ovat alle 1000 kpl/100 ml.

Espoonlahdella 118 (kuva 4.8.2) on havaittavissa heikko laskeva trendi fekaalisten streptokokkien tiheyksissä 1960-luvulta. Fekaalisten koliformisten bakteerien tiheys ei ole havaintojakson aikana muuttunut ja on kesäaikaan suhteellisen alhainen.

Länsi-Tontussa 114 (kuva 4.8.3) on fekaalisten streptokokkien tiheys laskenut 1960-luvun lopulta, mutta lasku on nyt pysähtynyt. Fekaalisten kolien tiheyksissä ei ole havaittavissa mitään trendiä. Katajaluodossa 125 (kuva 4.8.4) on selvästi nähtävissä Helsingin jätevesien vaikutus, vaikka tiheydet eivät olekaan kovin korkeita.

Knaperskäriässä 147 (kuva 4.8.5) Espoon jätevesien vaikutusalueella sekä fekaalisten kolien että fekaalisten streptokokkien tiheydet ovat jonkin verran laskemassa eikä yli 1000 kpl/100 ml tiheyksiä tällä havaintopaikalla tavata.

4.9

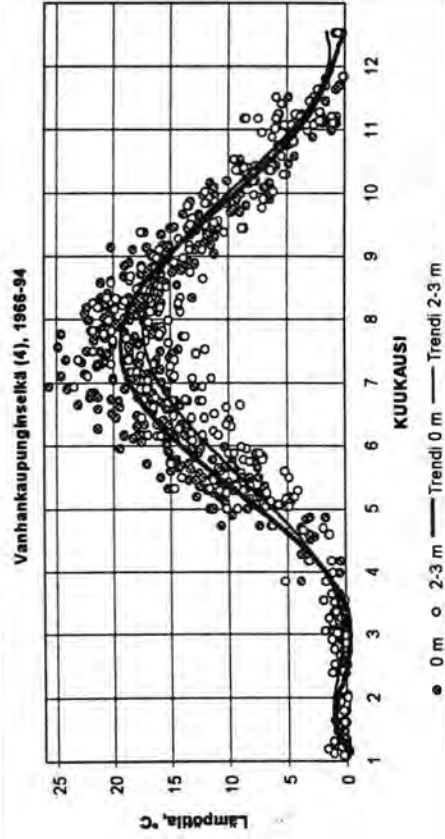
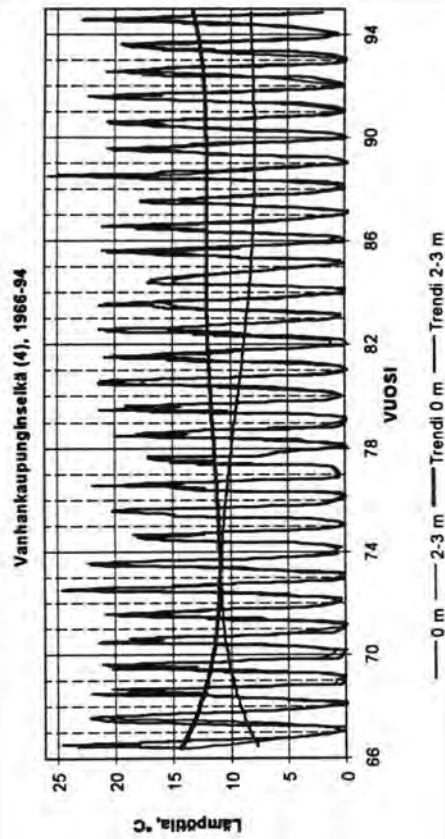
Yhteenveto

Merkittävin Helsingin ja Espoon merialueen lahtialueilla pitkällä aikavälillä tapahtunut muutos on edelleen jatkuva aikaisemmin kuormitettujen lahtialueiden veden laadun paraneminen kaikkien tarkasteltujen parametrien osalta. Vanhankaupunginselällä kehitystä hidastavat edelleen Vantaanjoen mukanaan tuomat ravinteet sekä ajoittain hyvinkin voimakas savisamennus.

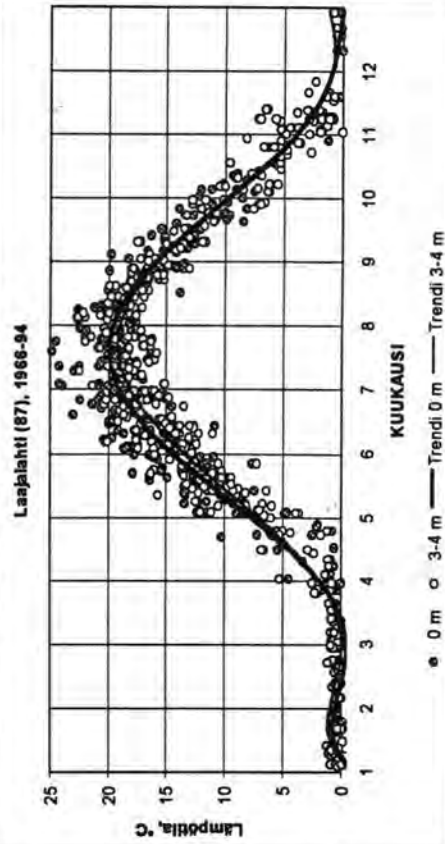
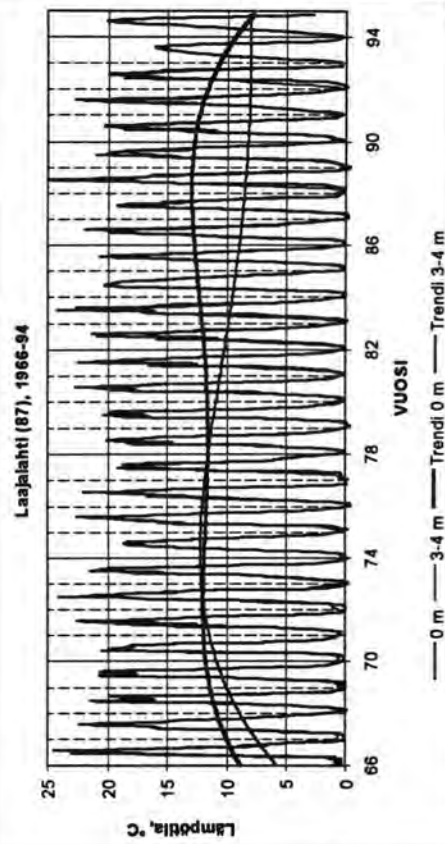
Ulkomerellä on selvästi nähtävissä, että aikaisemmin havaittu typpipitoisuuden kasvu on pysähtynyt tai jopa kääntynyt lievään laskuun. Koska alueelle tulevassa typpikuormituksessa ei liene tapahtunut merkittävää alenemista, muutos johtunee Suomenlahden hydrografisten olosuhteiden muuttumisesta. Samoin näkösyvyyden pieneneminen näyttää pysähtyneen tai näkösyvyys on jopa alkanut kasvaa. Muutoksen pysyvyys selviää vasta muutaman vuoden kuluessa.

Helsingin jätevesien purkupaikalla Katajaluodon alueella on jätevesien vaikutus nähtävissä sekä ravinnepitoisuuksien että ennen kaikkea fekaalibakteeritiheyksien nousuna.

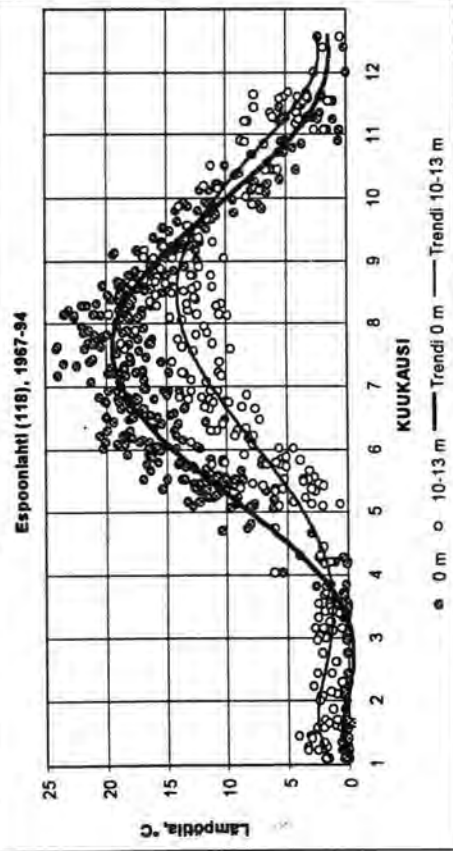
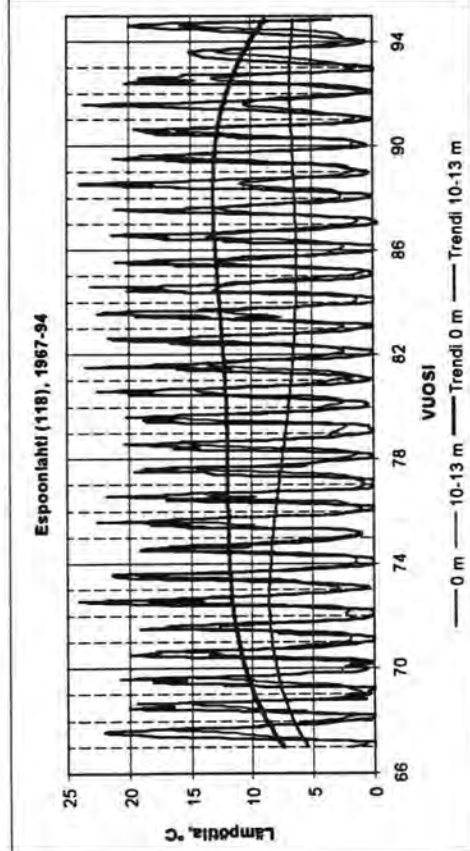
4.1.1 LÄMPÖTILA, °C, VANHANKAUPUNGINSELKÄ



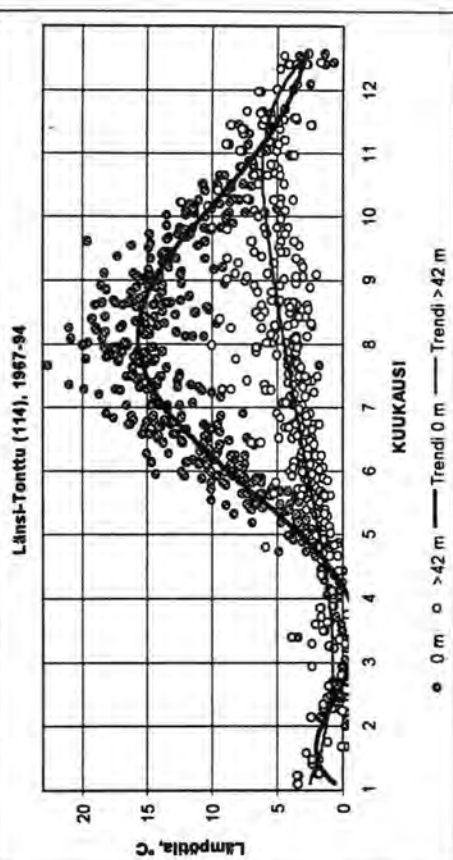
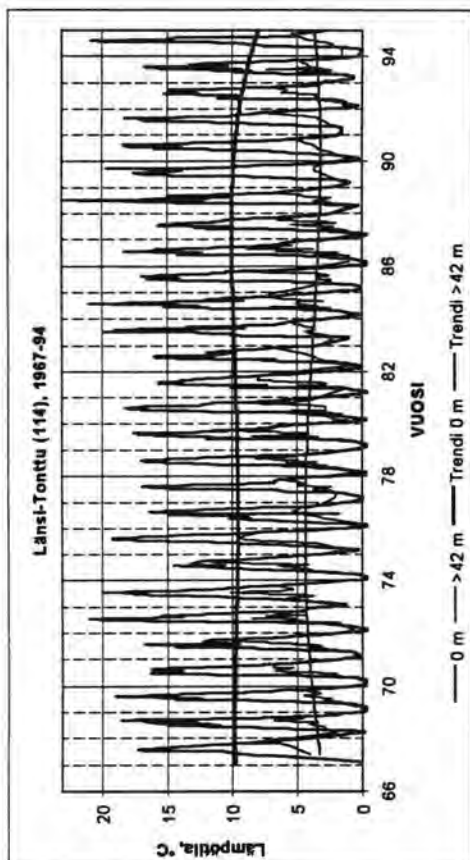
4.1.2 LÄMPÖTILA, °C, LAAJALAHTI



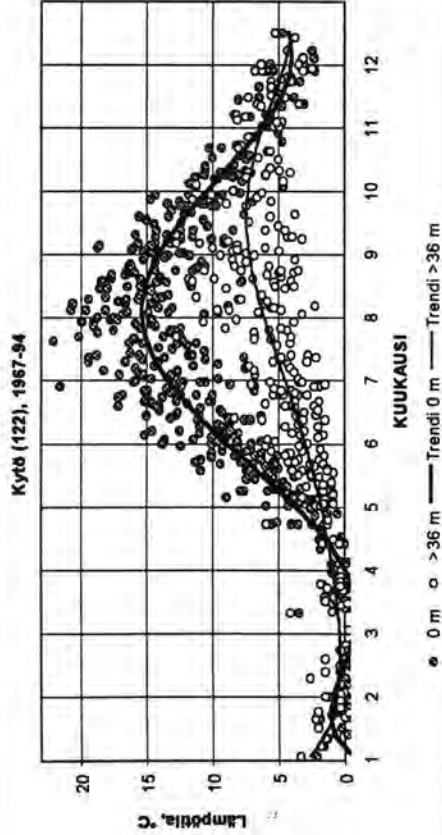
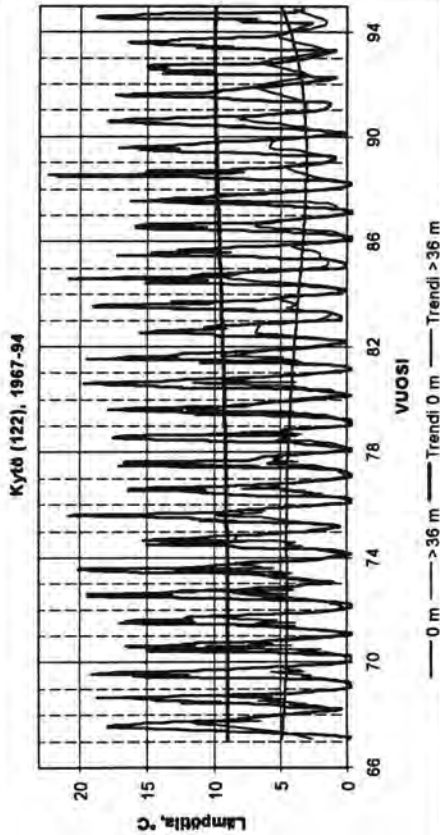
4.1.3 LÄMPÖTILA, °C, ESPOONLAHTI



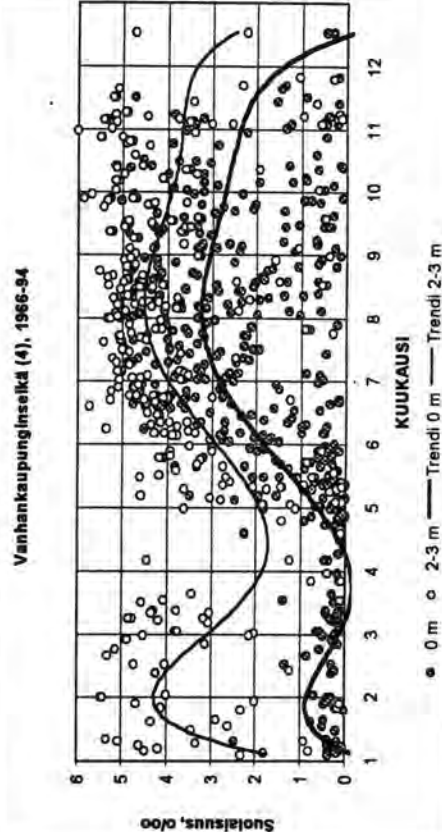
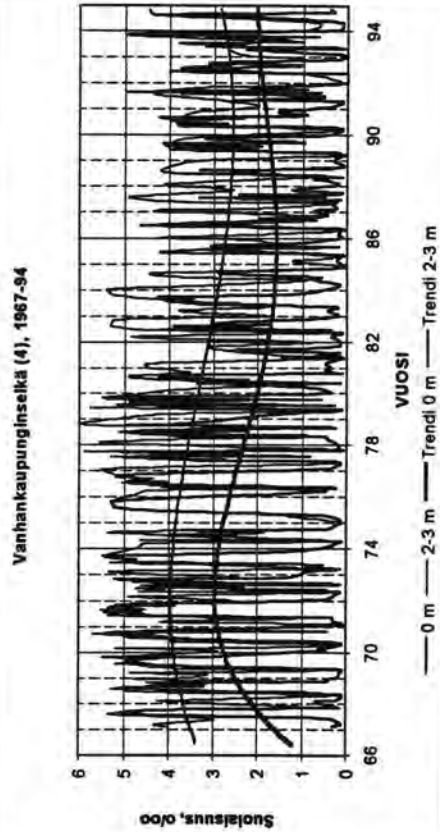
4.1.4 LÄMPÖTILA, °C, LÄNSI-TONTTU



4.1.5 LÄMPÖTILA, °C, KYTÖ

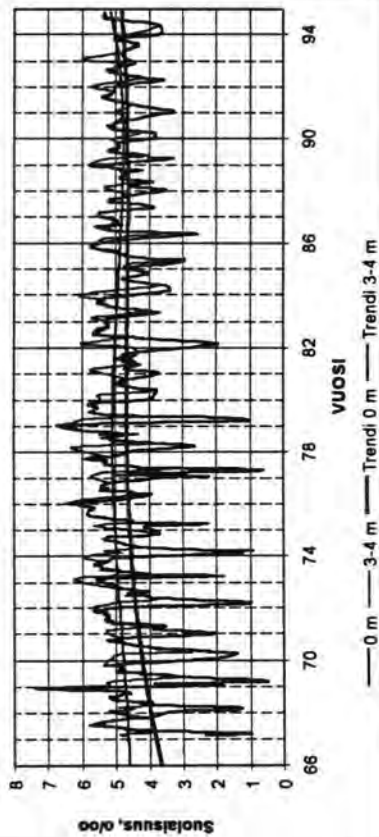


4.2.1 SUOLAISUUS, o/oo, VANHANKAUPUNGINSELKÄ

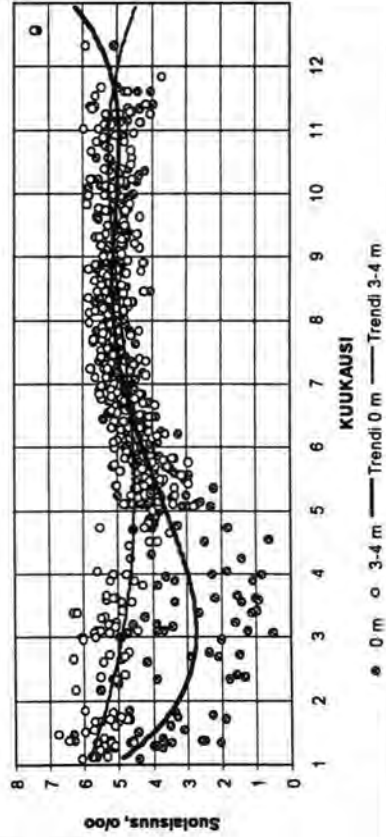


4.2.2 SUOLAISUUS, o/oo, LAAJALAHTI

Laaajalahti (87), 1967-94

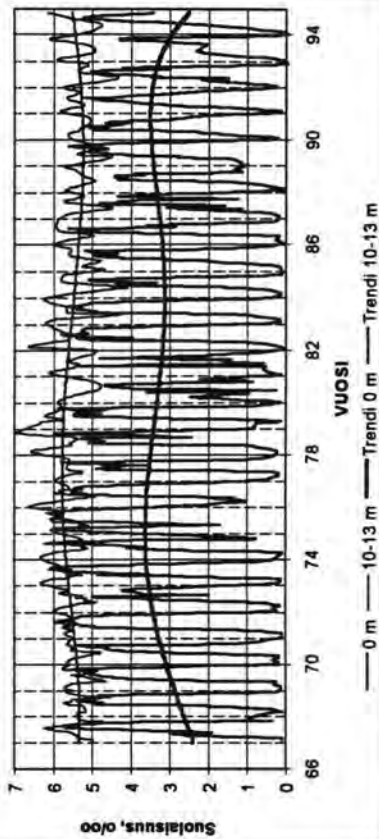


Laaajalahti (87), 1967-94

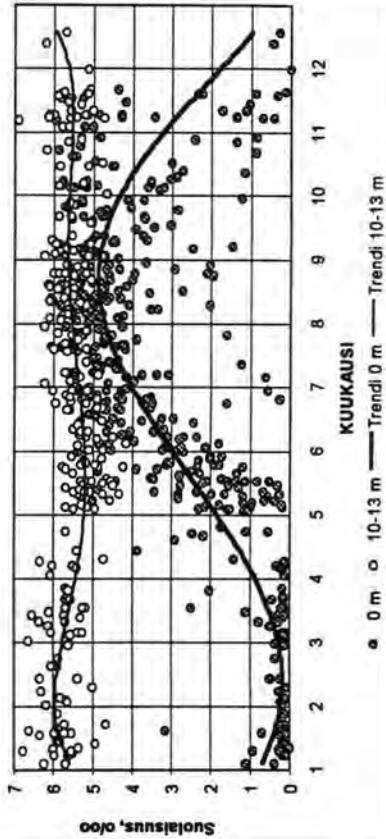


4.2.3 SUOLAISUUS, o/oo, ESPOONLAHTI

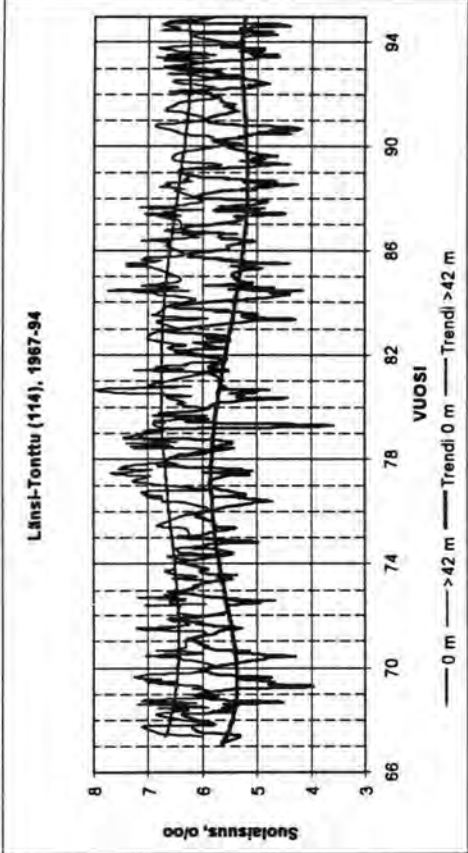
Espoonlahti (118), 1967-94



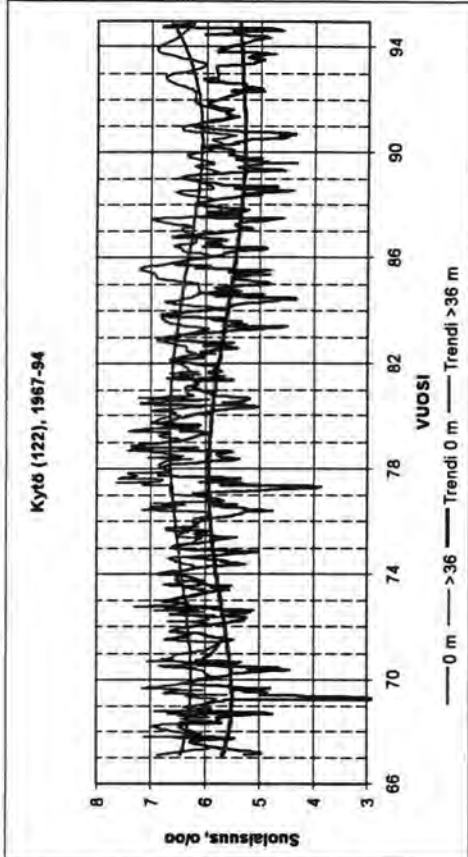
Espoonlahti (118), 1967-94



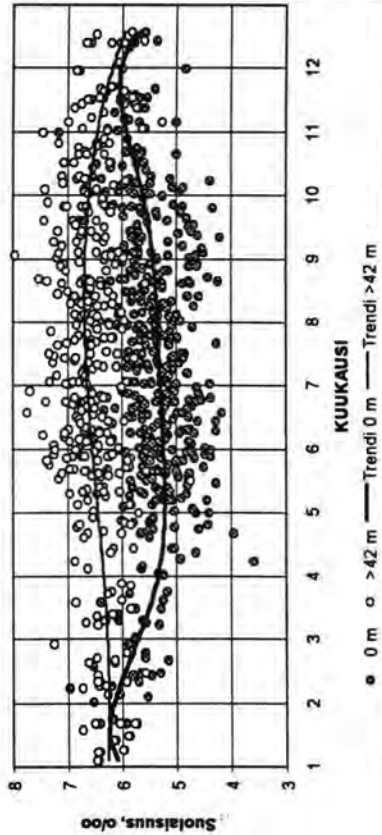
4.2.4 SUOLAISUUS, o/oo, LÄNSI-TONTTU



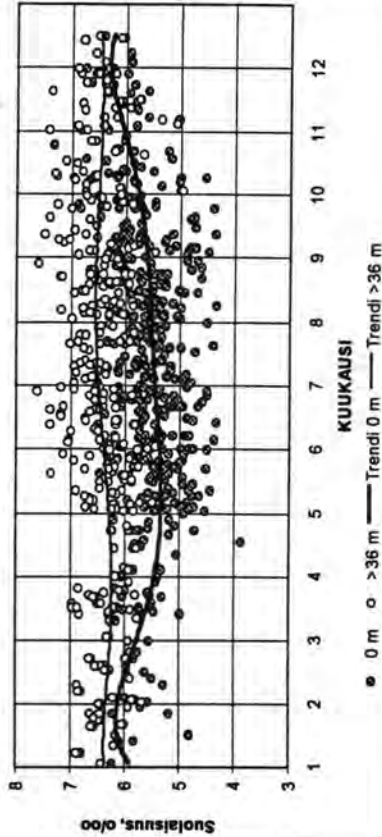
4.2.5 SUOLAISUUS, o/oo, KYTÖ



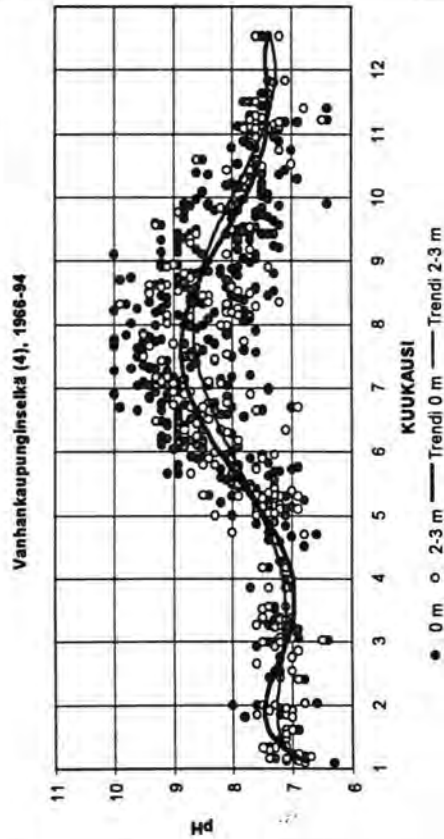
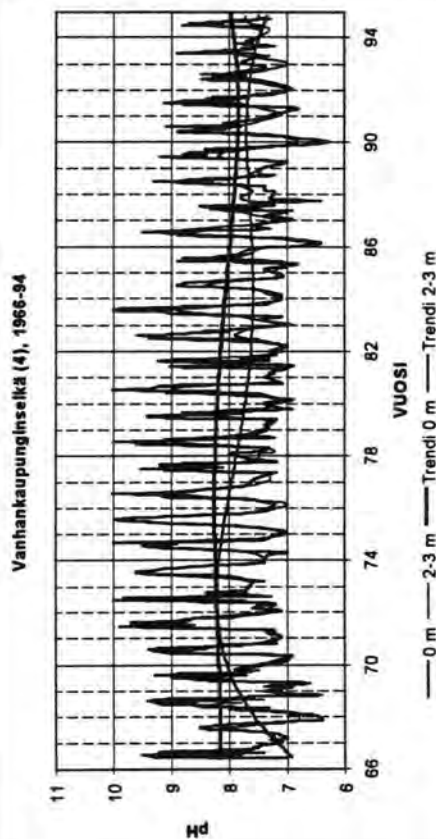
Länsi-Tonttu (114), 1967-94



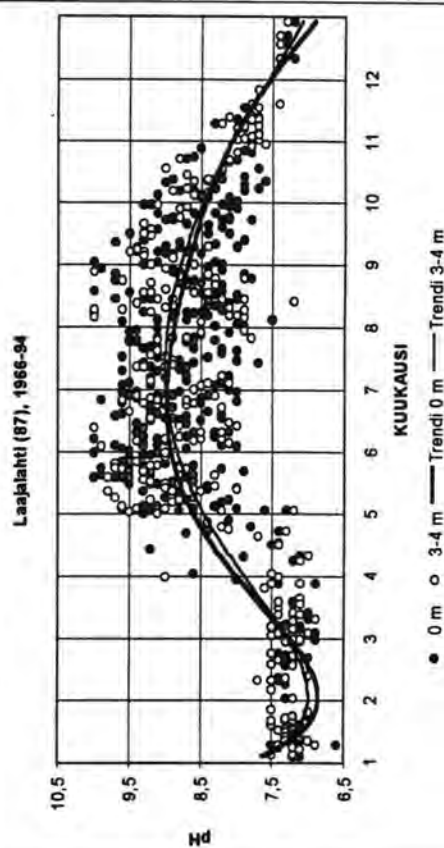
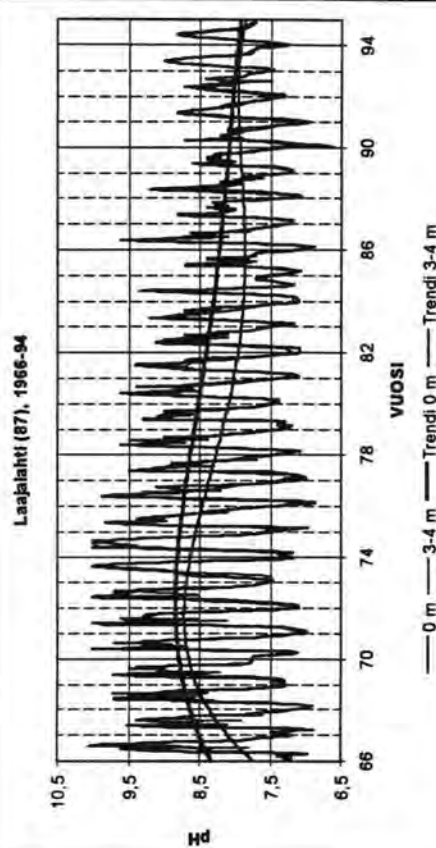
Kytö (122), 1967-94



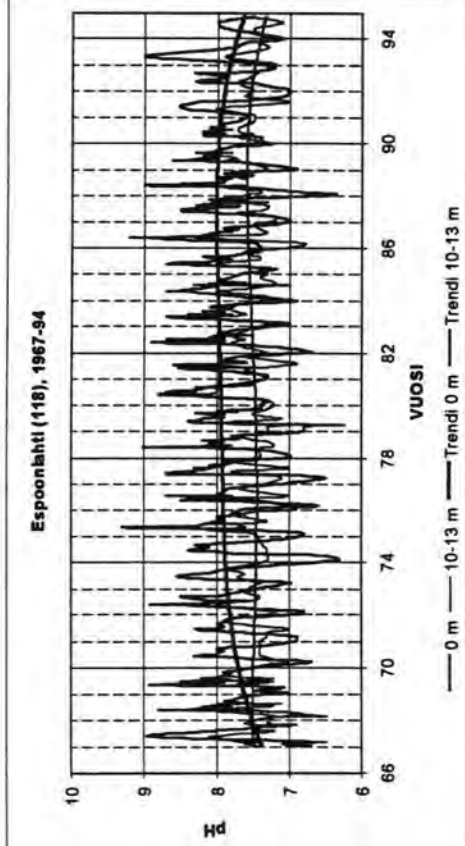
4.3.1 pH, VANHANKAUPUNGINSELKÄ



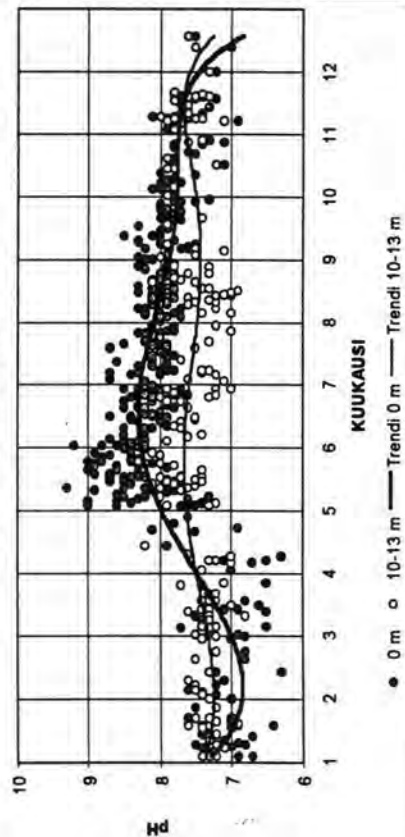
4.3.2 pH, LAAJALAHTI



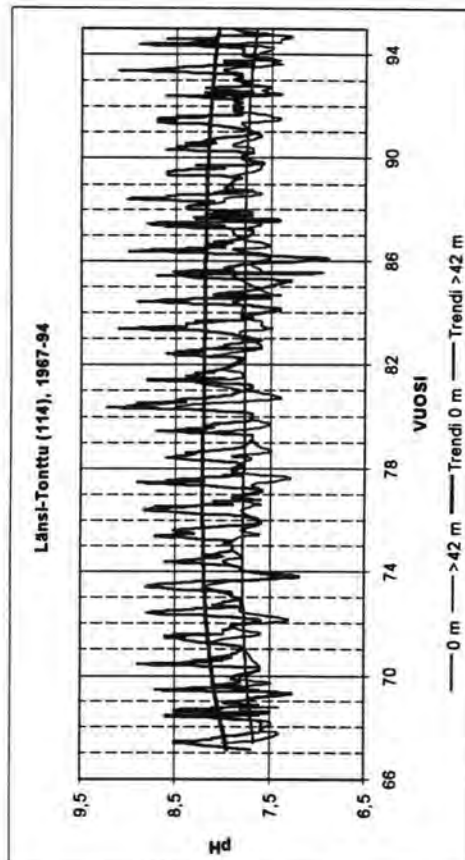
4.3.3 pH, ESPOONLAHTI



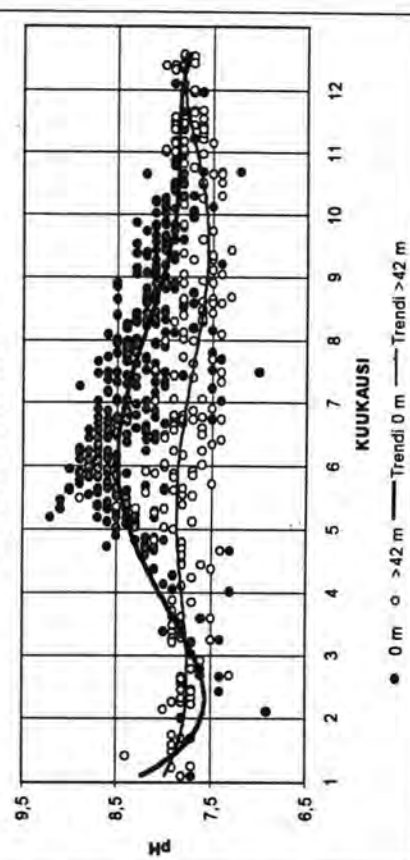
Espoonlahti (118), 1967-94



4.3.4 pH, LÄNSI-TONTTU

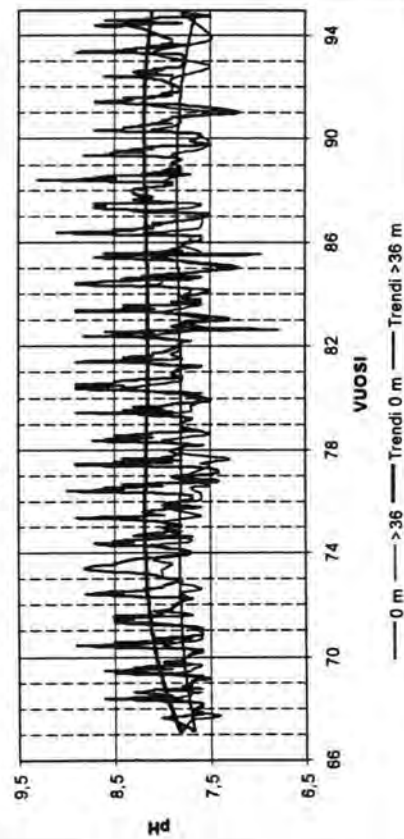


Länsi-Tonttu (114), 1967-94

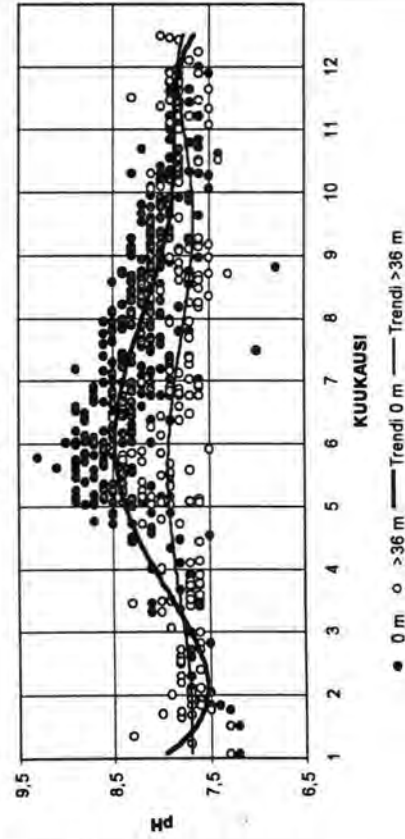


4.3.5 pH, KYTÖ

Kytö (122), 1967-94

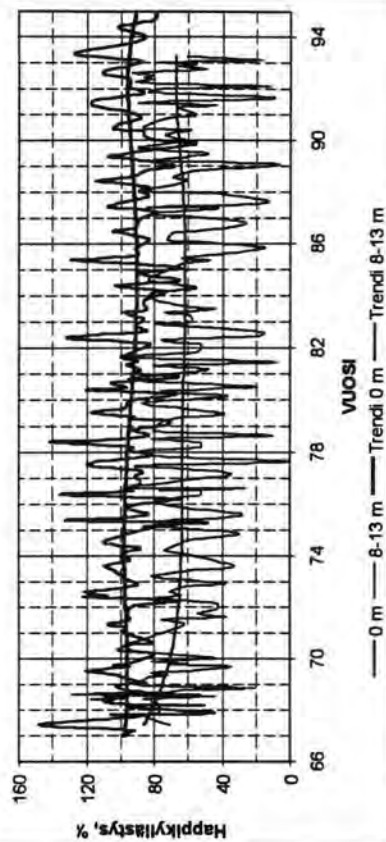


Kytö (122), 1967-94

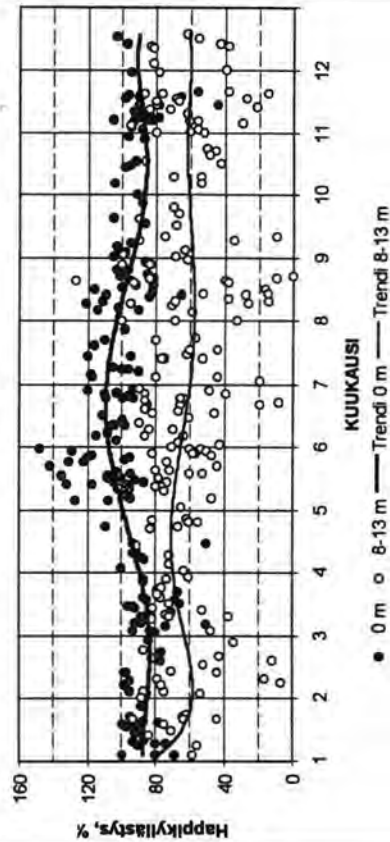


4.4.1 HAPPIKYLLÄSTYS, %, ESPOONLAHTI

Espoonlahti (118), 1967-94

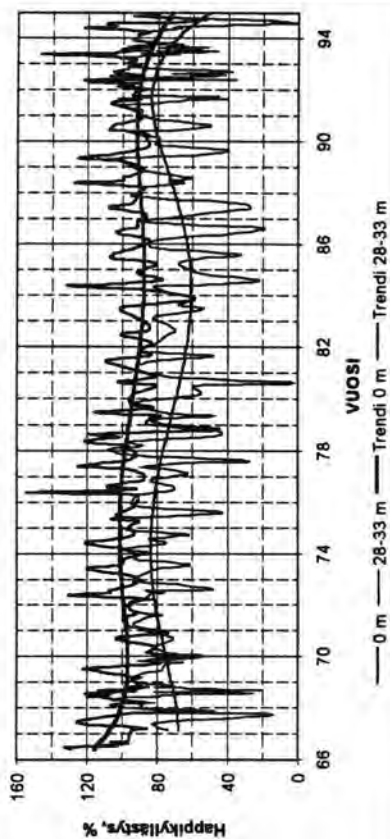


Espoonlahti (118), 1967-94

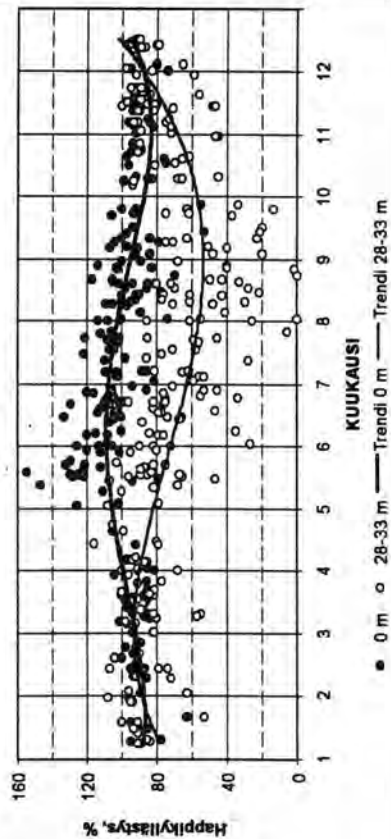


4.4.2 HAPPIKYLLÄSTYS, %, ITÄ-VILLINKI

Itä-Villinki (36), 1966-94

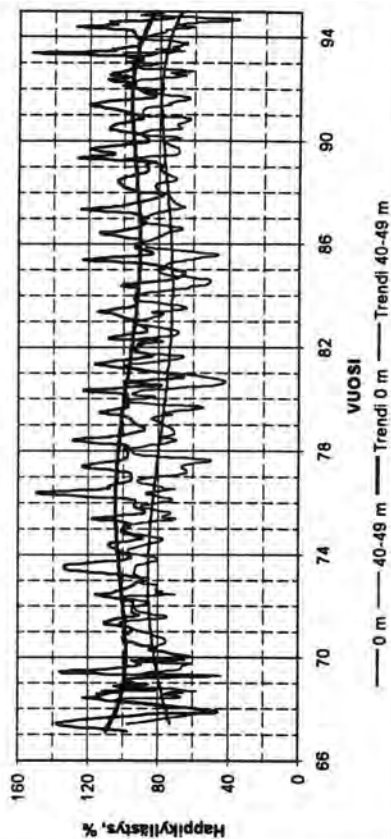


Itä-Villinki (36), 1966-94

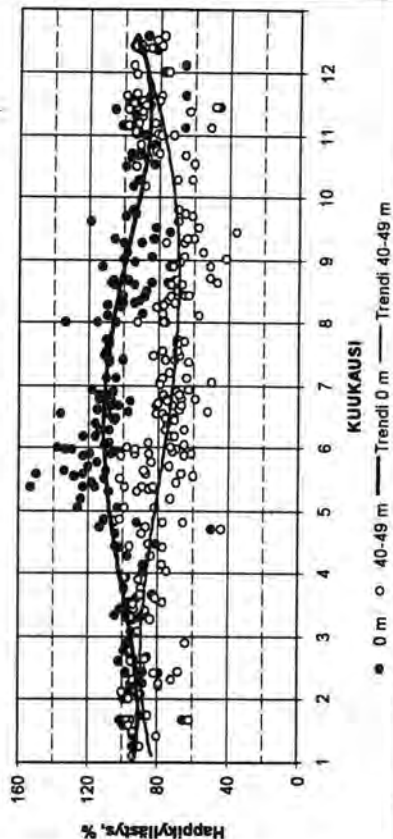


4.4.3 HAPPIKYLLÄSTYS, %, LÄNSI-TONTTU

Länsi-Tonttu (114), 1967-94

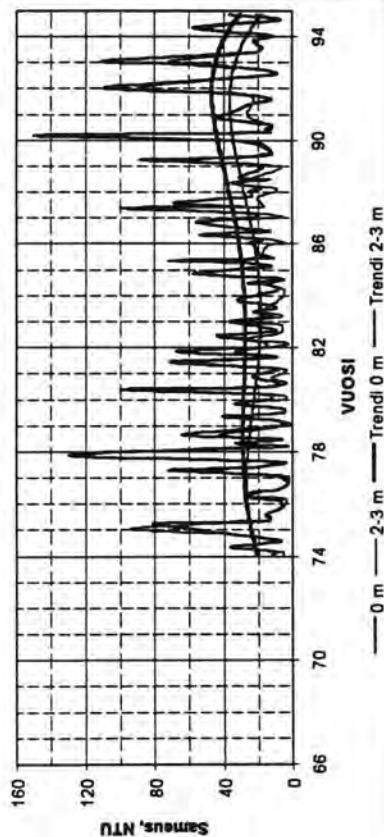


Länsi-Tonttu (114), 1967-94

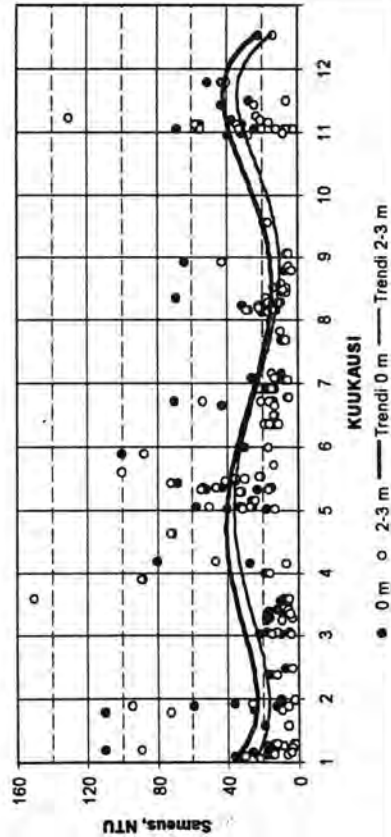


4.5.1 SAMEUS, NTU, VANHANKAUPUNGINSELKÄ

Vanhankaupunginseikä (4), 1974-94

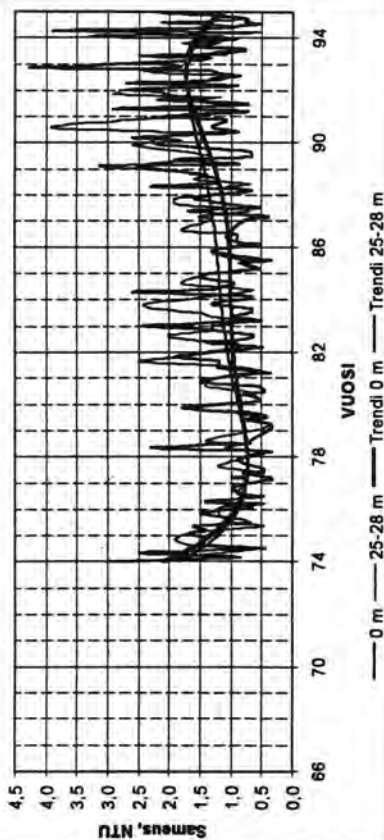


Vanhankaupunginseikä (4), 1974-94

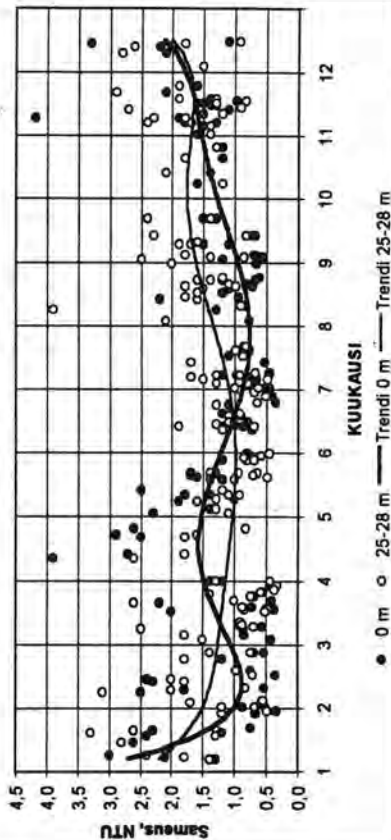


4.5.2 SAMEUS, NTU, KATAJALUOTO

Katajaluoto (125), 1974-94

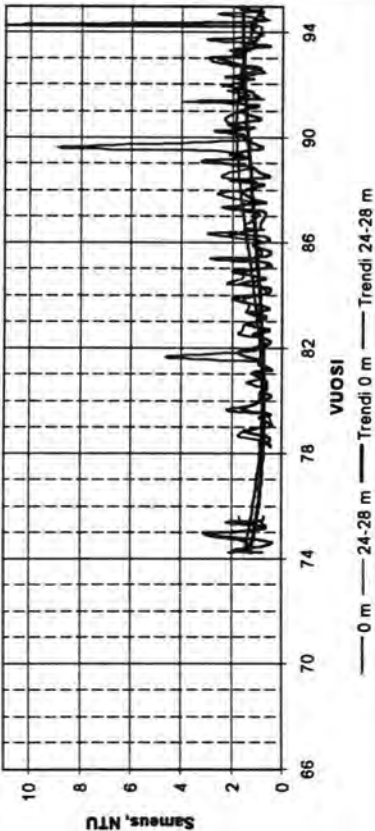


Katajaluoto (125), 1974-94

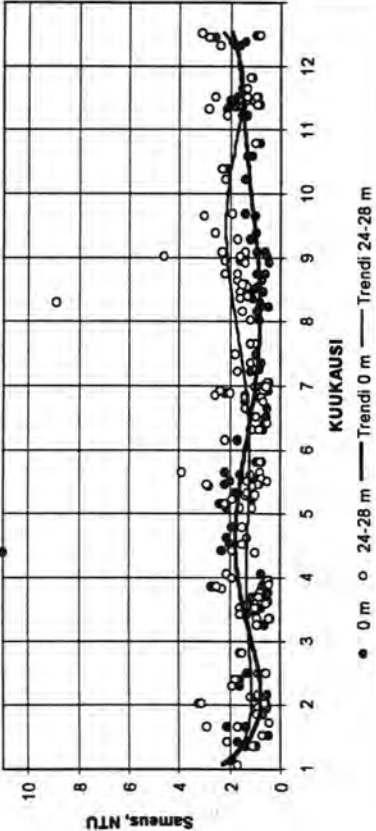


4.5.3 SAMEUS, NTU, KNAPERSKÄR

Knaperskär (147), 1974-94

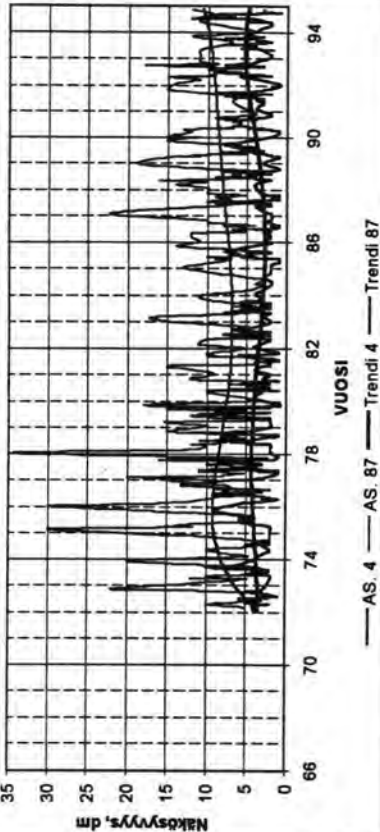


Knaperskär (147), 1974-94

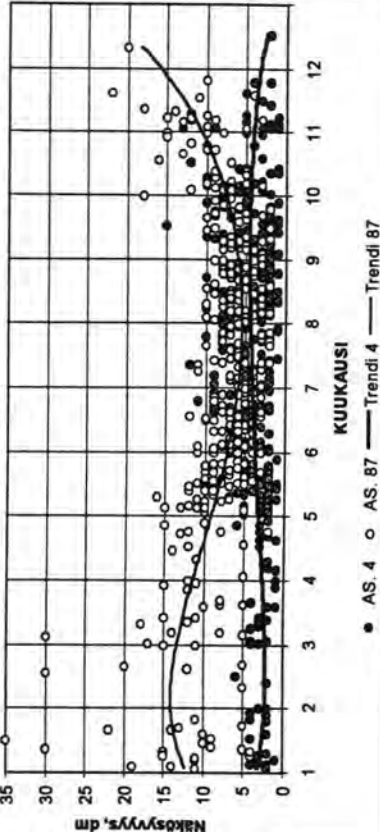


4.6.1 NÄKÖSYVYYS, DM
VANHANKAUPUNGINSELKÄ JA LAAJALAHTI

Vanhankaupunginseleä (4),
Laaialahti (87), 1972-94

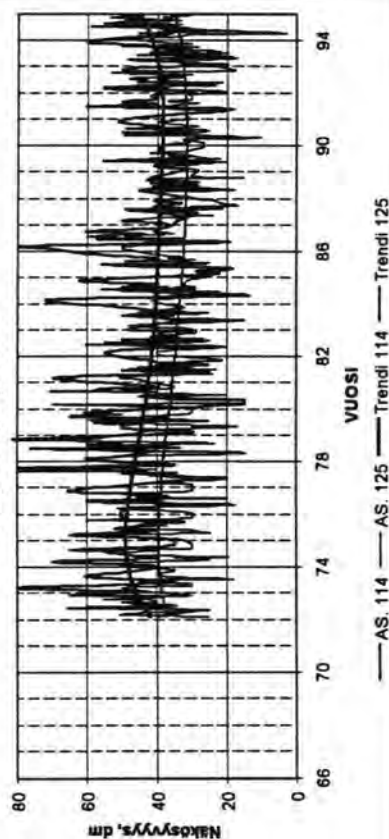


Vanhankaupunginseleä (4),
Laaialahti (87), 1972-94



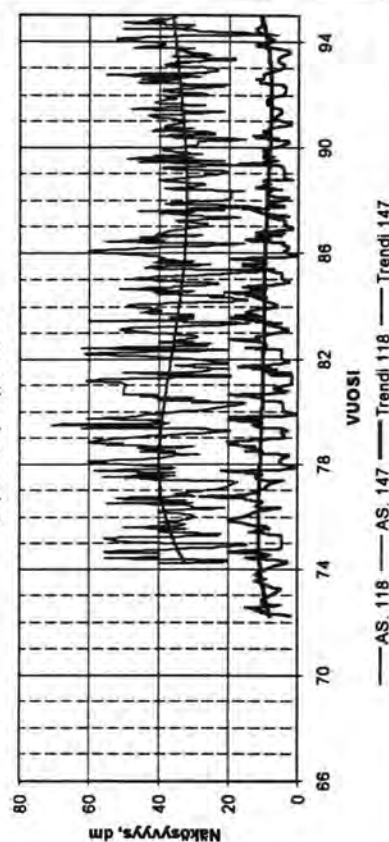
4.6.2 NÄKÖSYVYYS, DM LÄNSI-TONTTU JA KATAJALUOTO

Länsi-Tonttu (114),
Katajaluoto (125), 1972-94

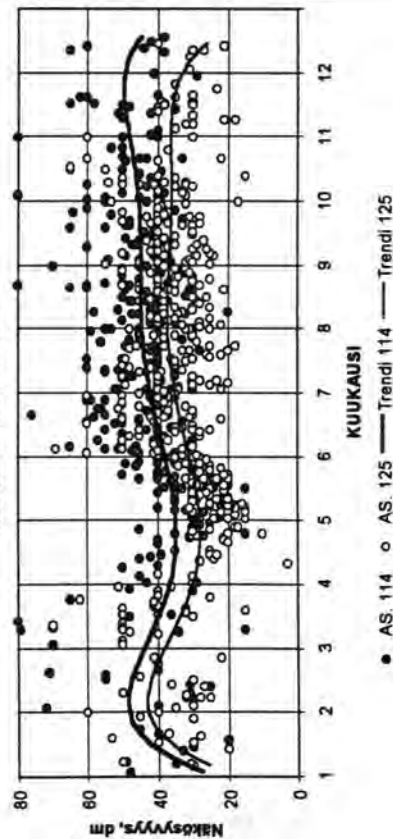


4.6.3 NÄKÖSYVYYS, DM ESPOONLAHTI JA KNAPERSKÄR

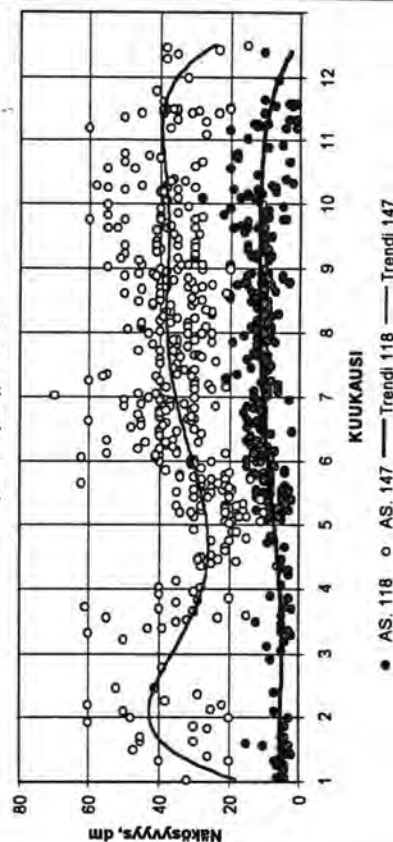
Espoonlahti (118),
Knaperskär (147), 1972-94



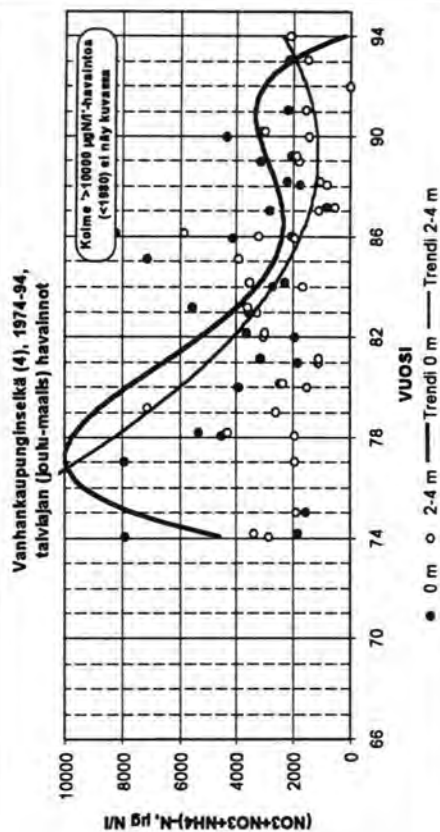
Länsi-Tonttu (114),
Katajaluoto (125), 1972-94



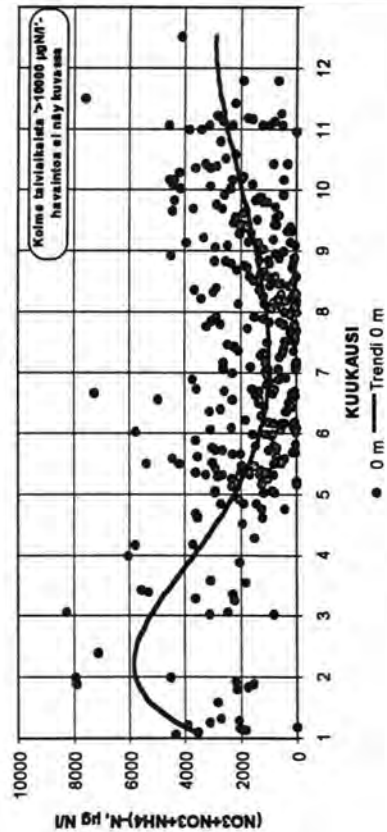
Espoonlahti (118),
Knaperskär (147), 1972-94



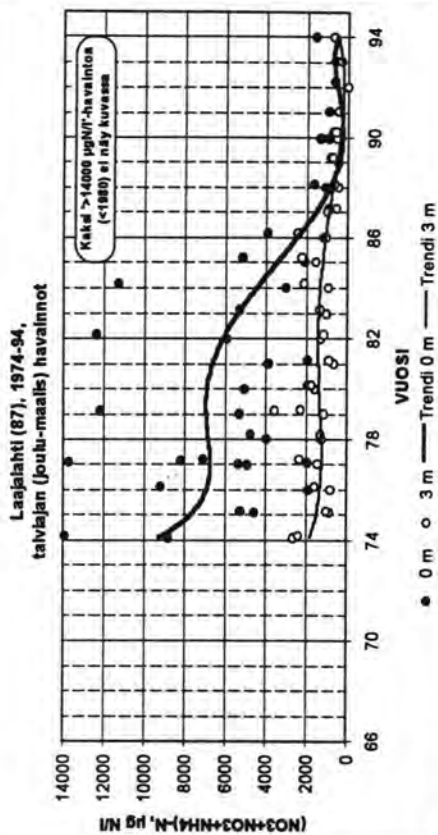
4.7.1 LIUENNUT TYPPI, $\mu\text{g N/l}$ VANHANKAUPUNGINSELKÄ



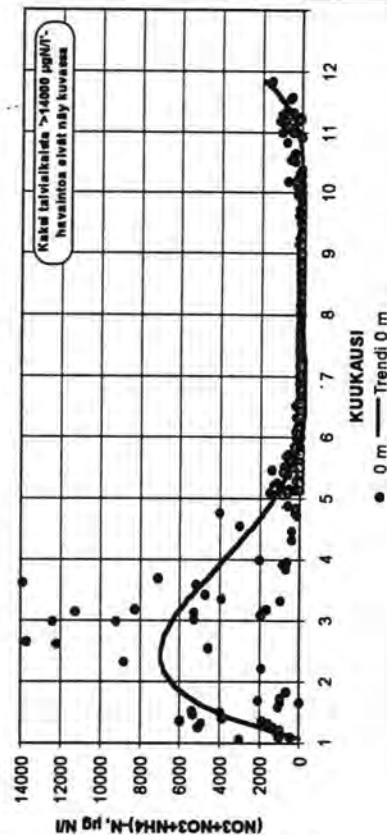
Vanhankaupunginseikä (4), 1974-94



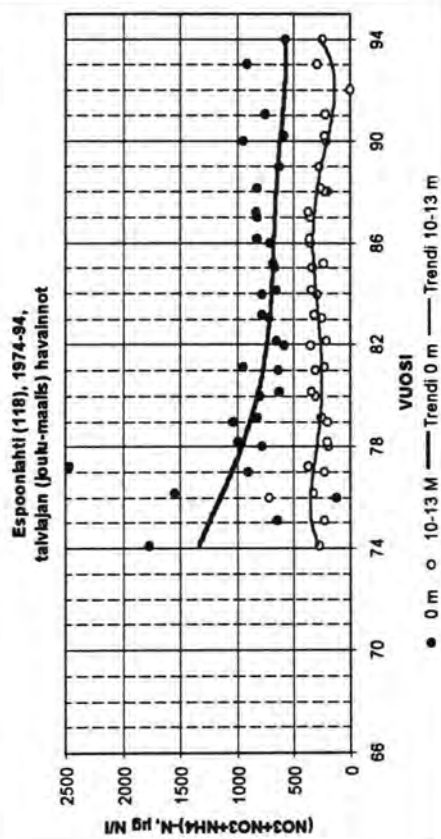
4.7.2 LIUENNUT TYPPI, $\mu\text{g N/l}$, LAAJALAHTI



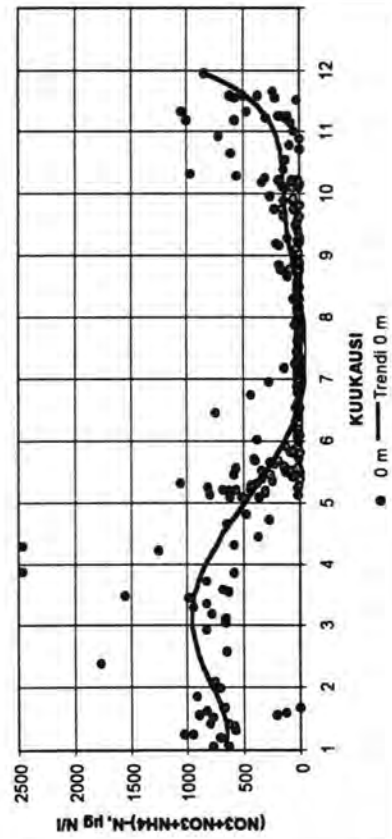
Laaialahti (87), 1974-94



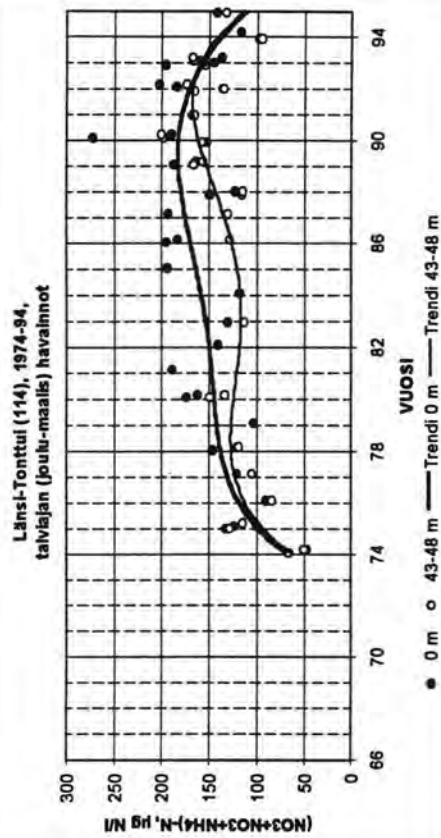
4.7.3 LIUENNUT TYYPPI, $\mu\text{g N/l}$, ESPOONLAHTI



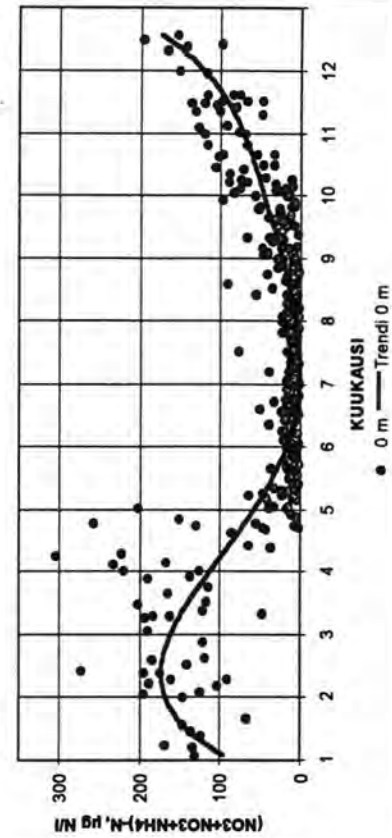
Esponlahti (118), 1974-94



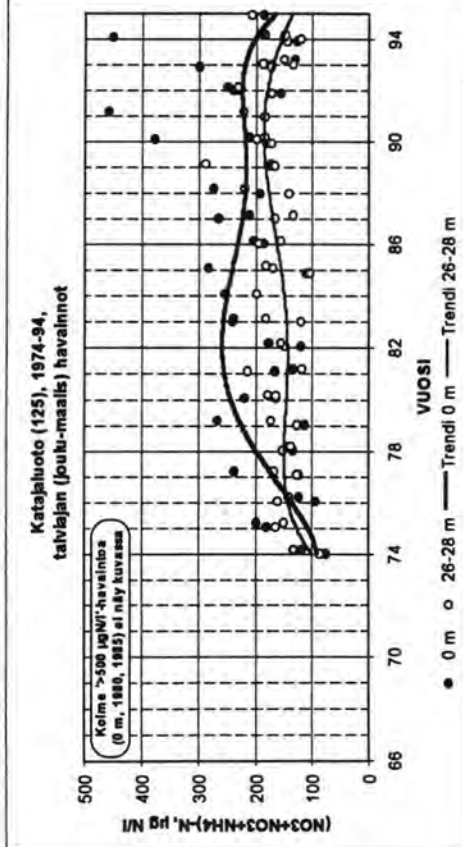
4.7.4 LIUENNUT TYYPPI, $\mu\text{g N/l}$, LÄNSI-TONTTU



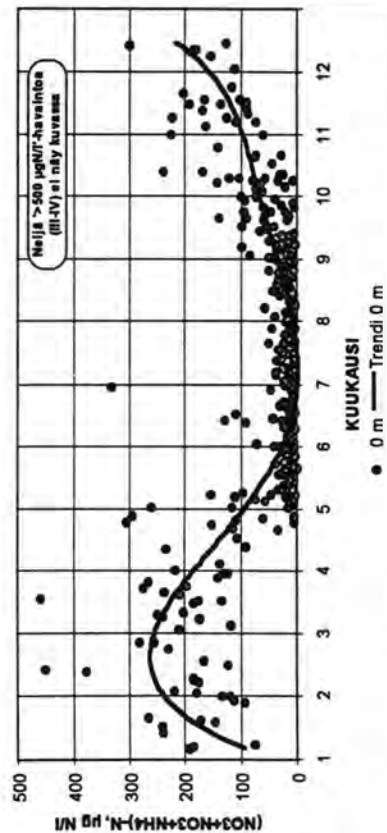
Länsi-Tonttu (114), 1974-94



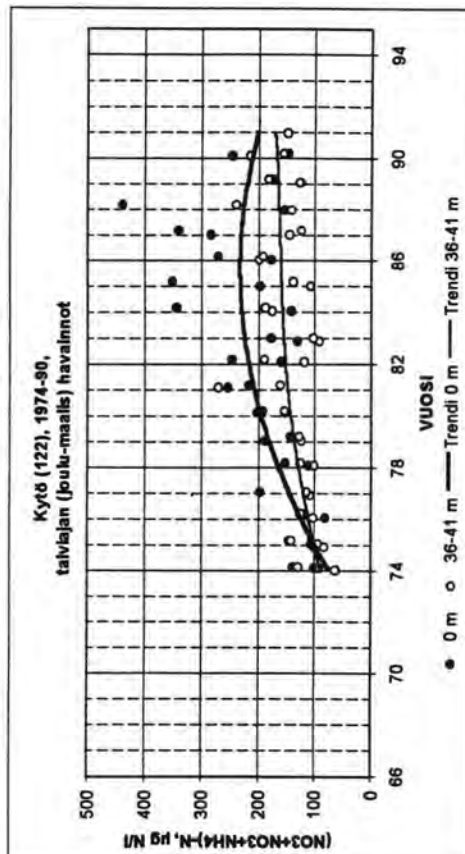
4.7.5 LIUENNUT TYYPPI, $\mu\text{g N/l}$, KATAJALUOTO



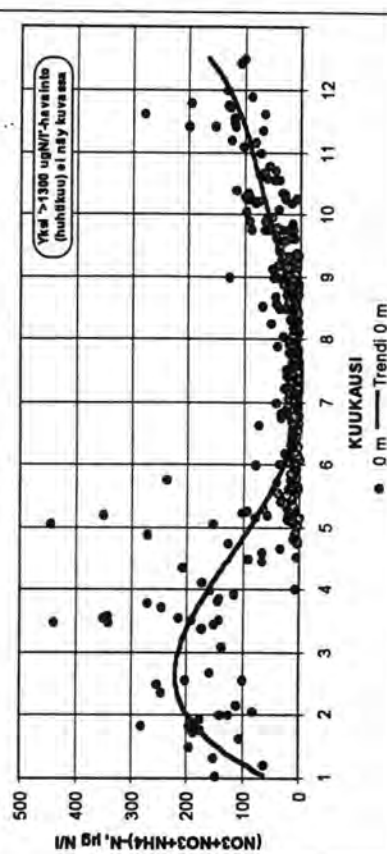
Katajaluoto (125), 1974-94



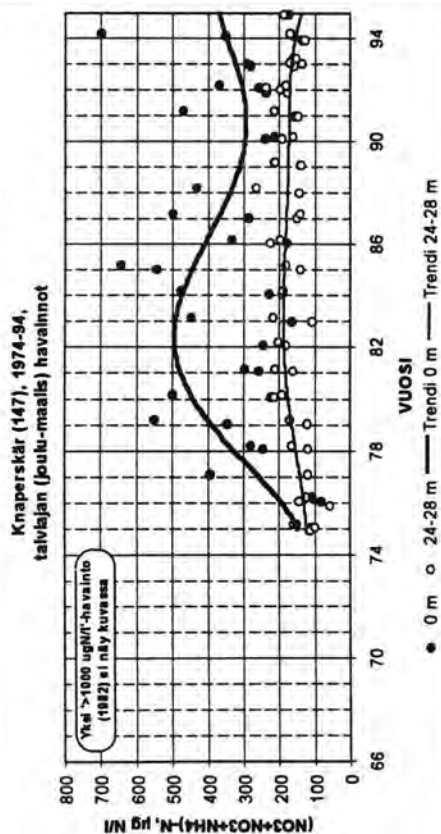
4.7.6 LIUENNUT TYYPPI, $\mu\text{g N/l}$, KYTÖ



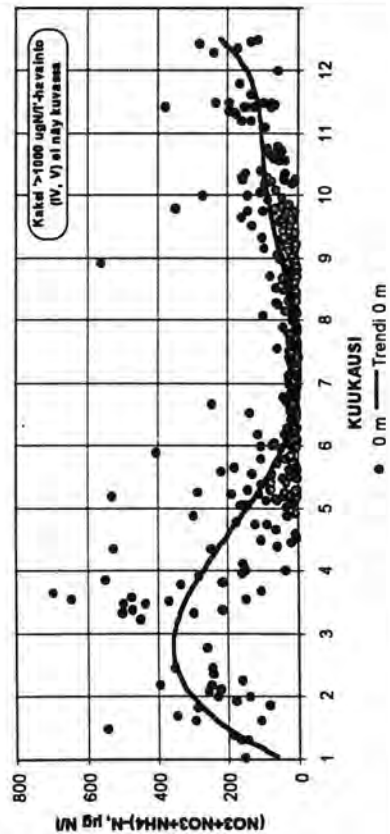
Kytö (122), 1974-94



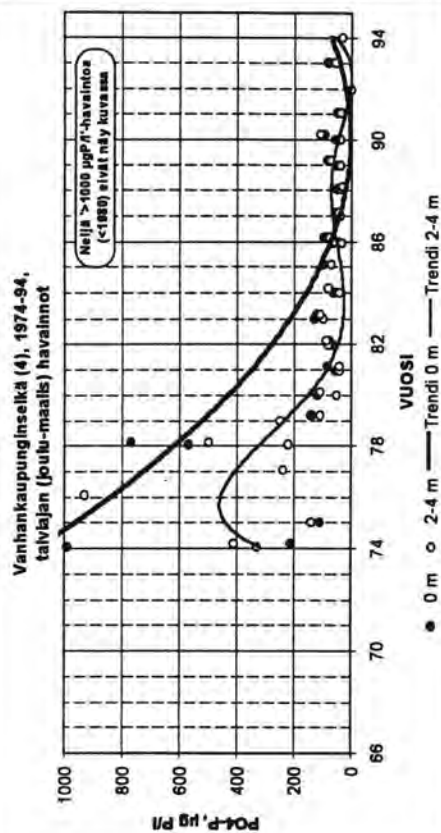
4.7.7 LIUENNUT TYPPI, $\mu\text{g N/l}$, KNAPERSKÄR



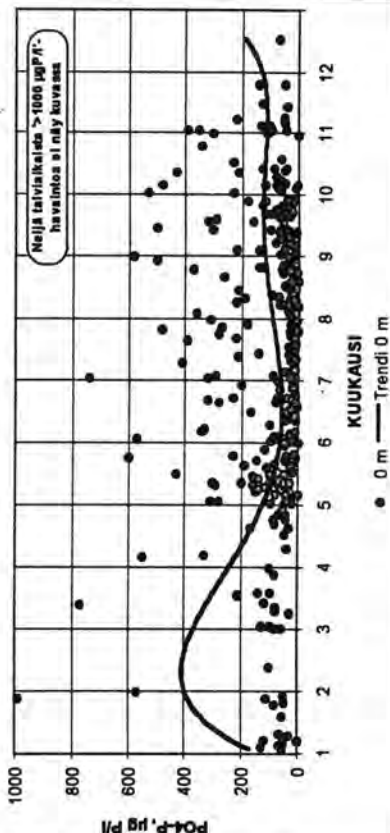
Knaperskär (147), 1974-94



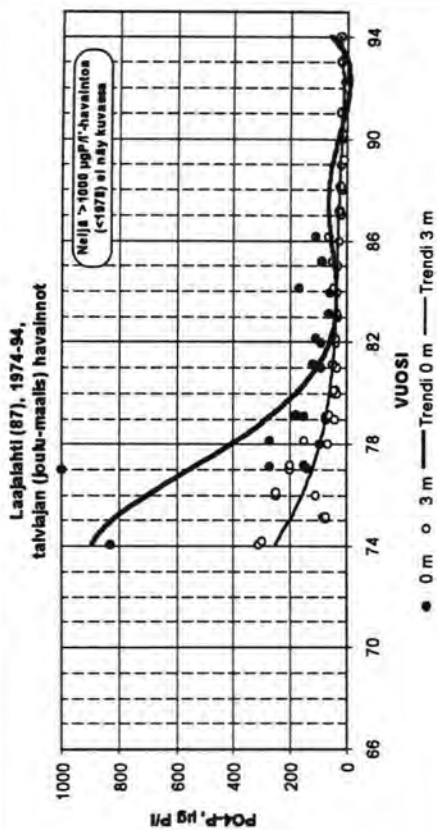
4.7.8 ORTOFOSFAATTIFOSFORI, $\mu\text{g P/l}$, VANHANKAUPUNGINSELKÄ



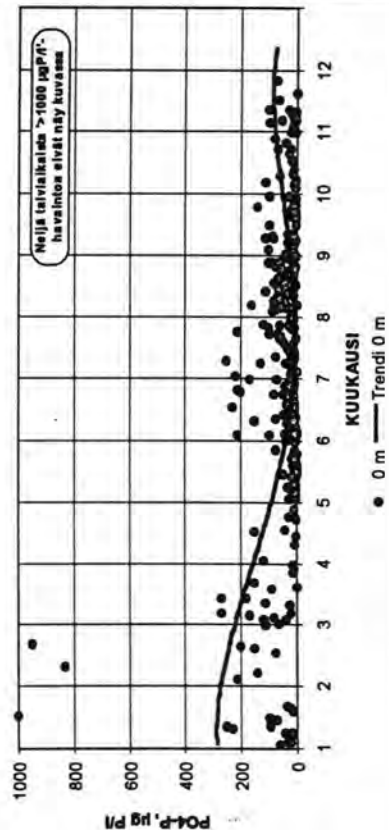
Vanhankaupunginselkä (4), 1974-94



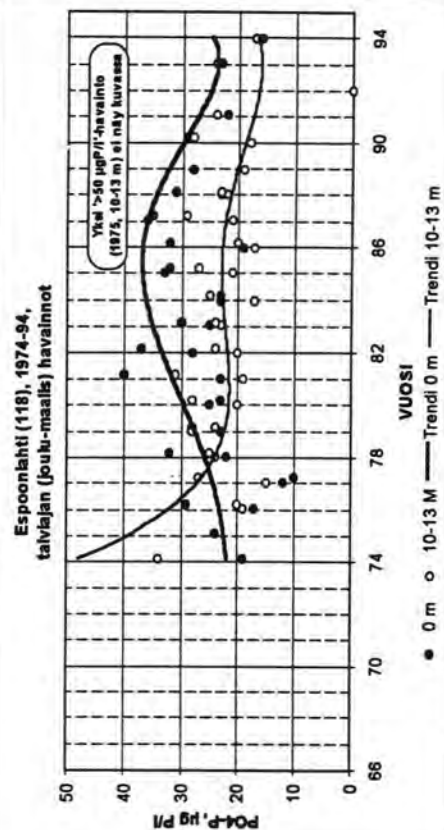
4.7.9 ORTOFOSFAATTIFOSFORI, $\mu\text{g P/l}$, LAAJALAHTI



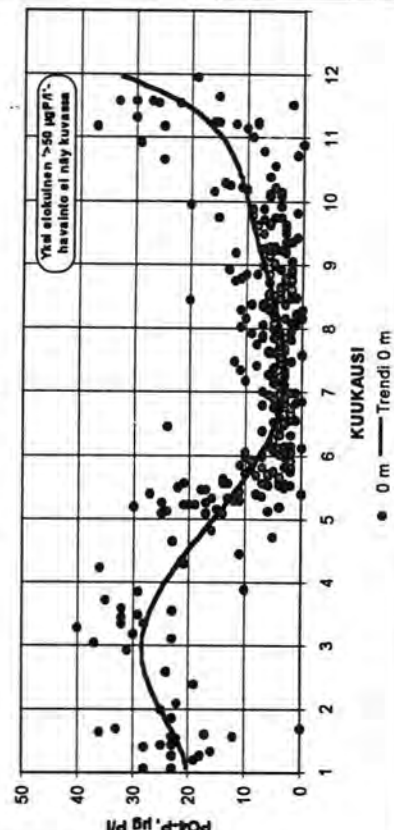
Laaialahti (41), 1974-94



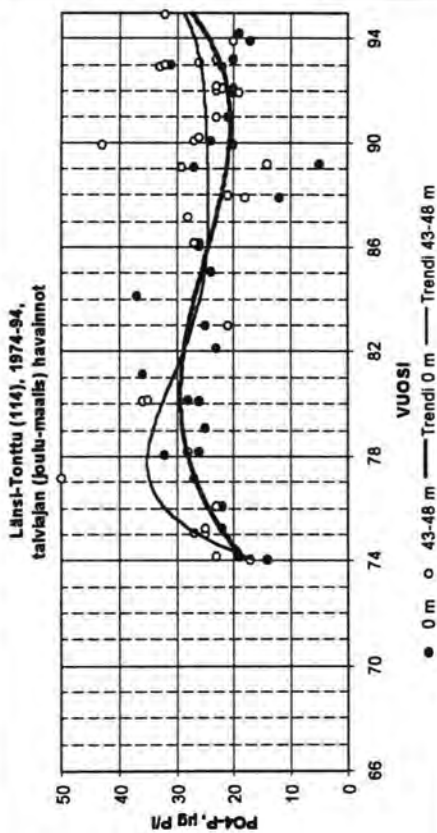
4.7.10 ORTOFOSFAATTIFOSFORI, $\mu\text{g P/l}$, ESPOONLAHTI



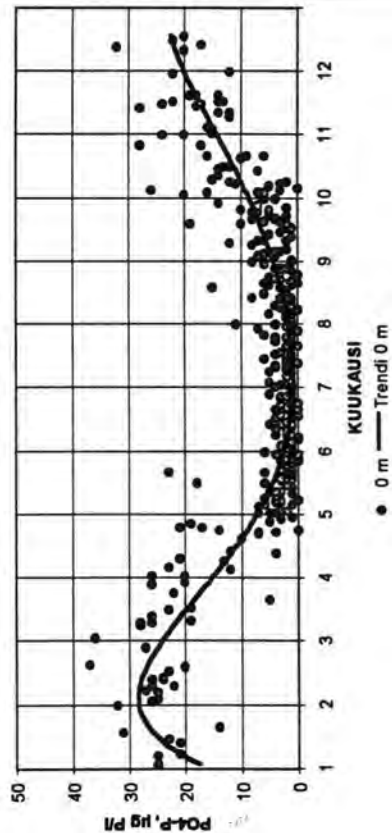
Espoonlahti (118), 1974-94



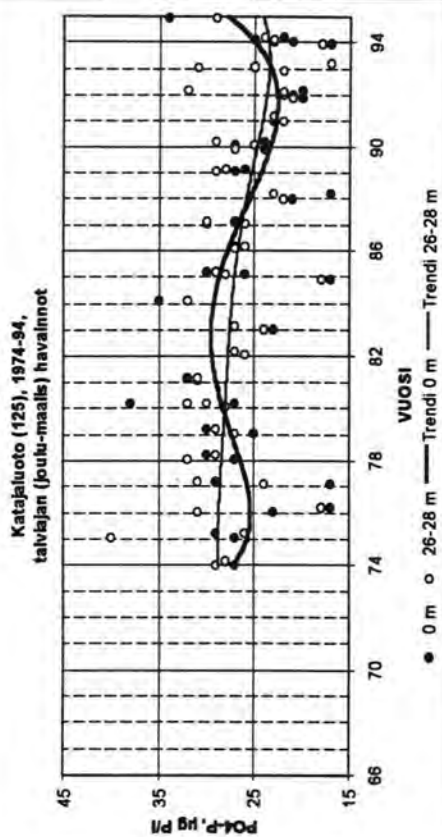
4.7.11 ORTOFOSFAATTIFOSFORI, $\mu\text{g P/l}$, LÄNSI-TONTTU



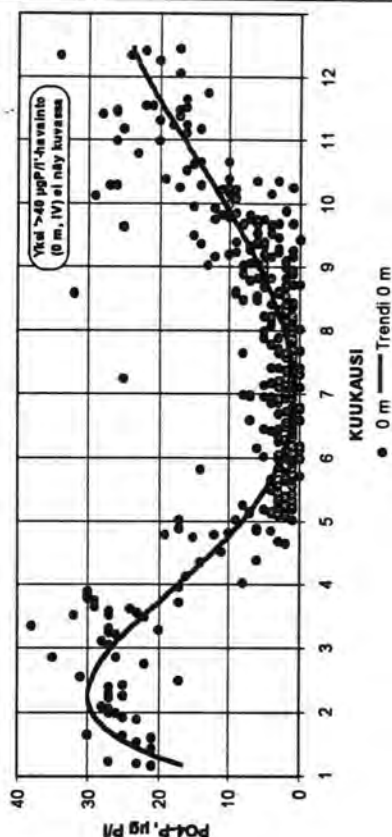
Länsi-Tonttu (114), 1974-94



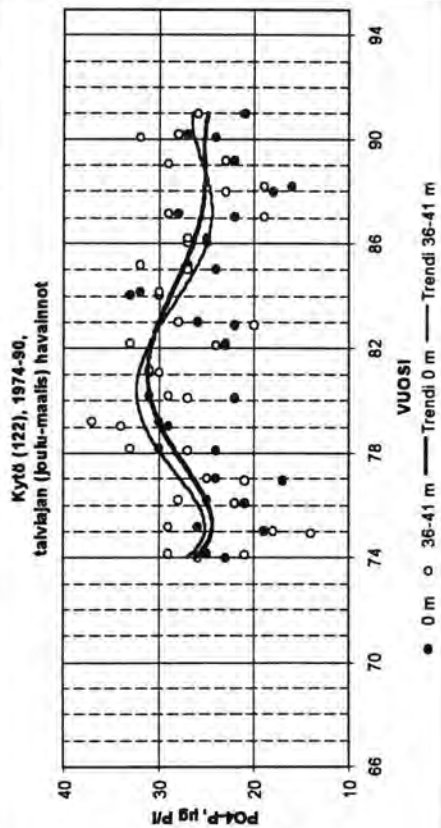
4.7.12 ORTOFOSFAATTIFOSFORI, $\mu\text{g P/l}$, KATAJALUOTO



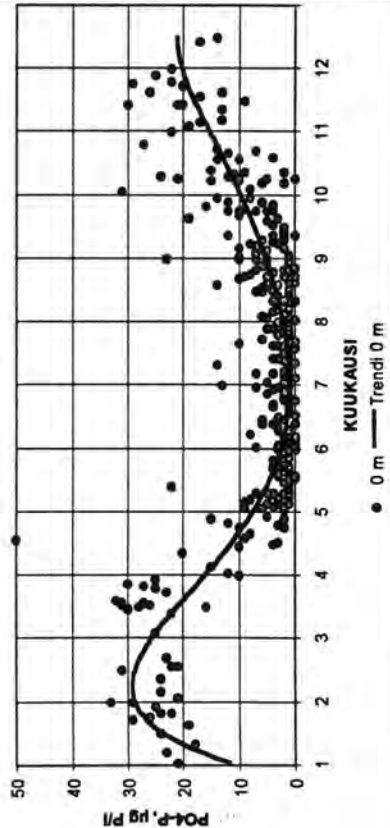
Katajaluoto (125), 1974-94



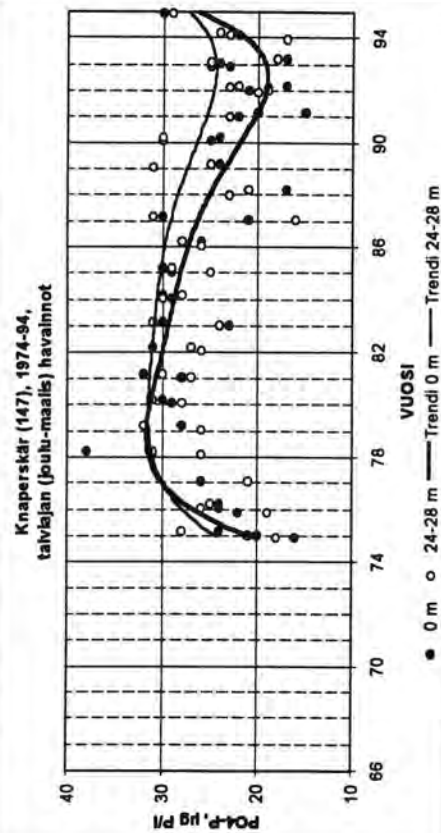
4.7.13 ORTOFOSFAATTIFOSFORI, $\mu\text{g P/l}$, KYTÖ



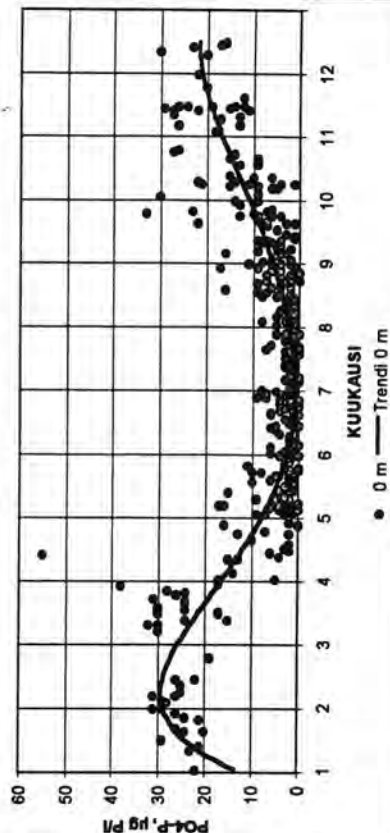
Kytö (122), 1974-94



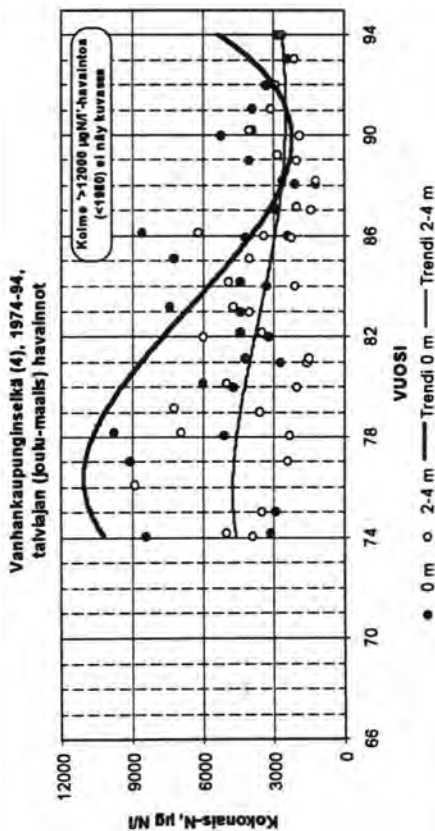
4.7.14 ORTOFOSFAATTIFOSFORI, $\mu\text{g P/l}$, KNAPERSKÄR



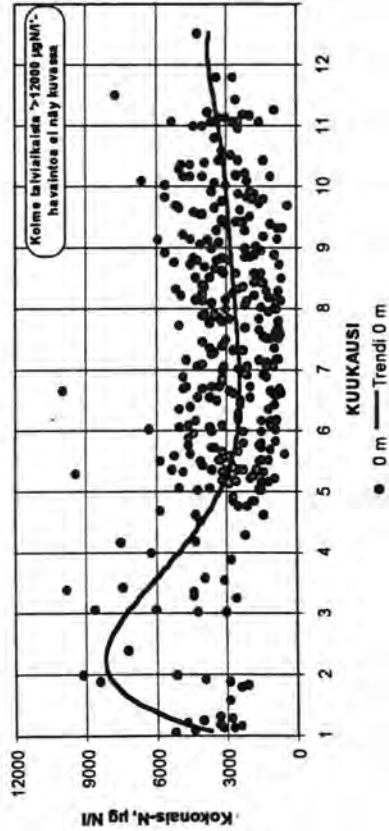
Knaperskär (147), 1974-94



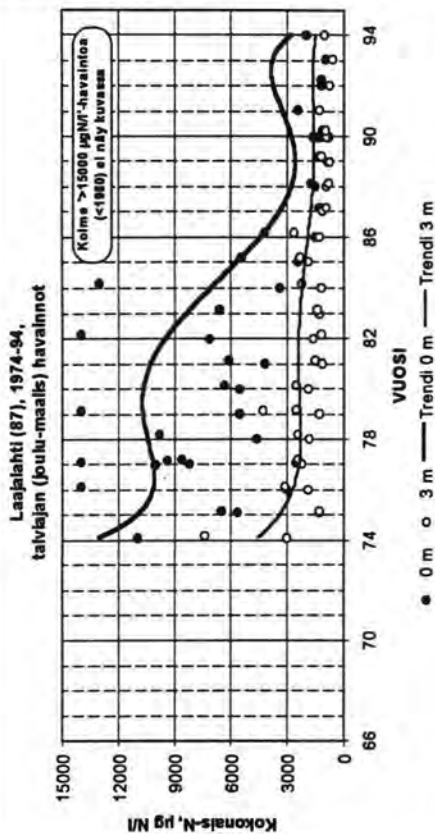
4.7.15 TYPEN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g N/l}$
VANHANKAUPUNGINSELKÄ



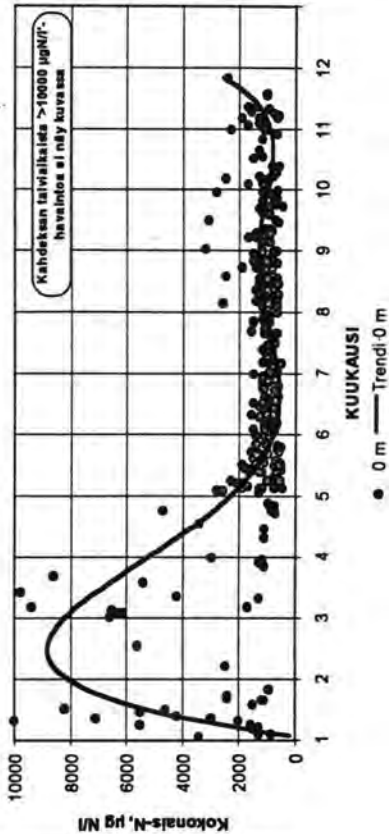
Vanhankaupunginselkä (4), 1974-94



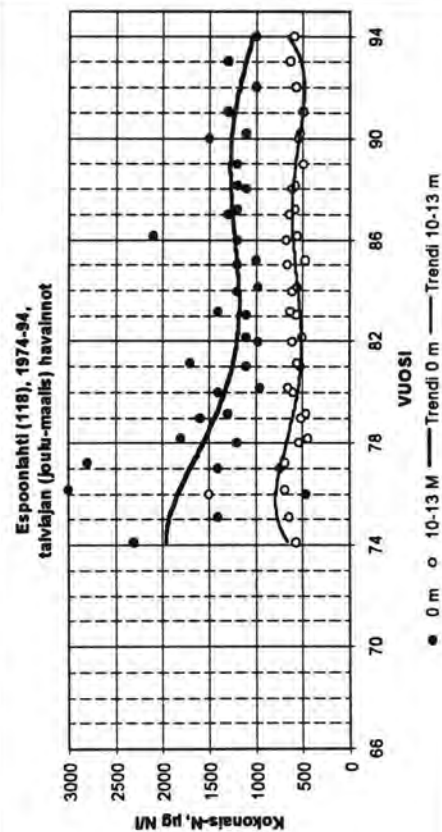
4.7.16 TYPEN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g N/l}$, LAAJALAHTI



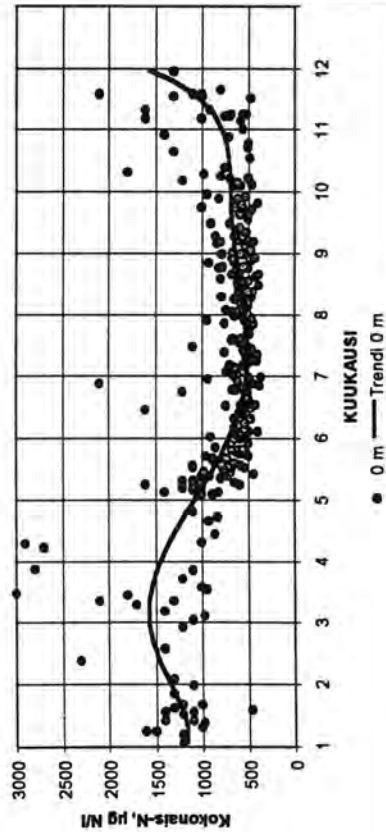
Laaialahti (87), 1974-94



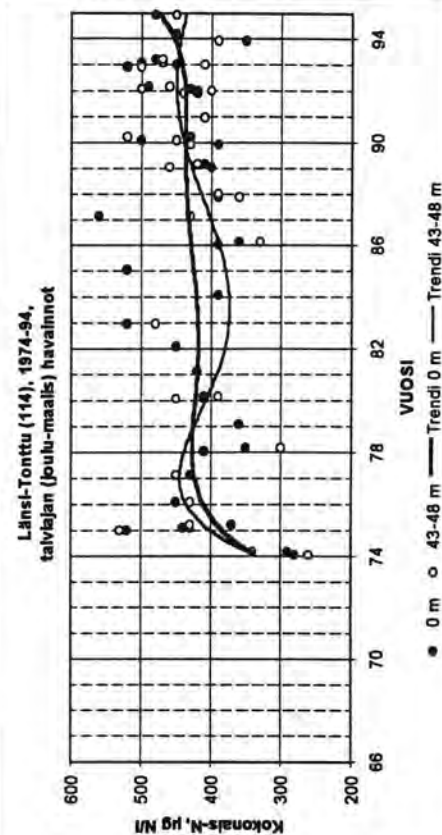
4.7.17 TYPEN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g N/l}$, ESPOONLAHTI



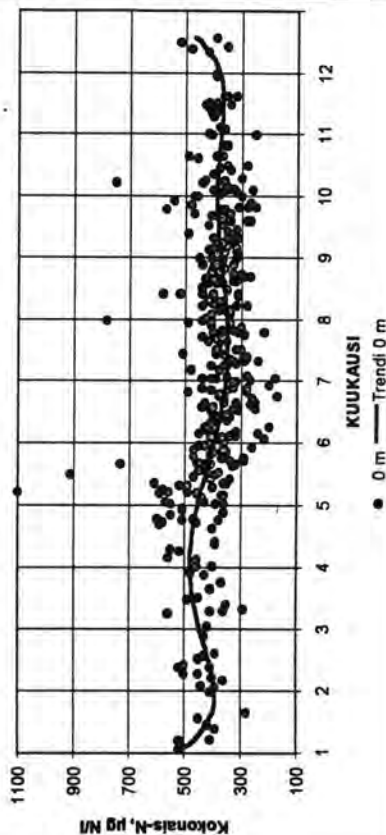
Espoonlahti (118), 1974-94



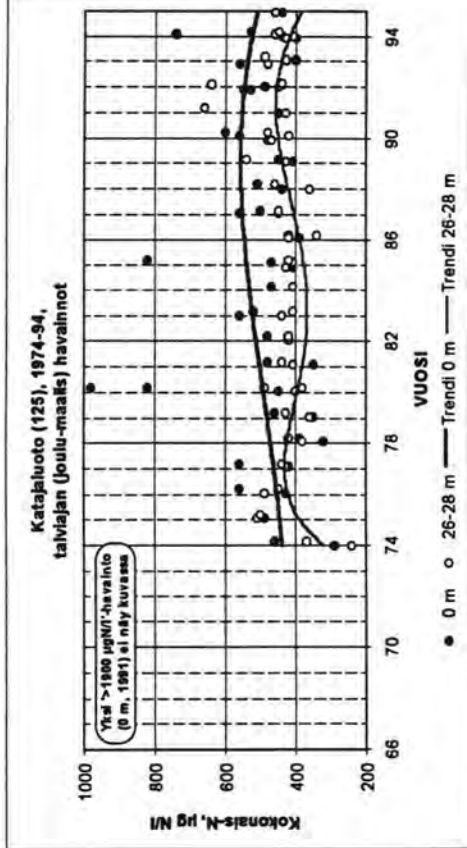
4.7.18 TYPEN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g N/l}$, LÄNSI-TONTTU



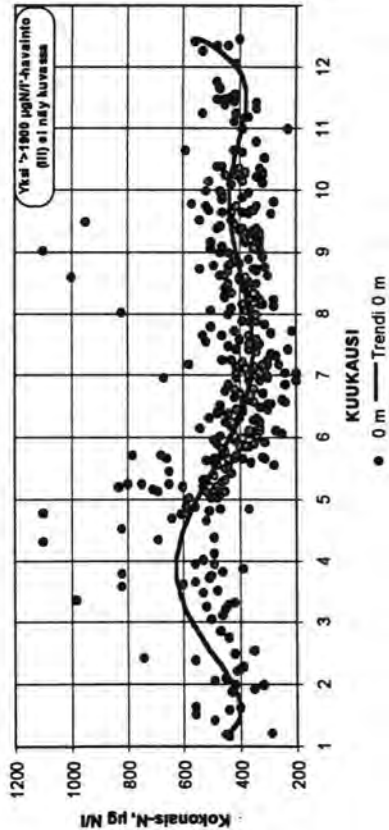
Länsi-Tonttu (114), 1974-94



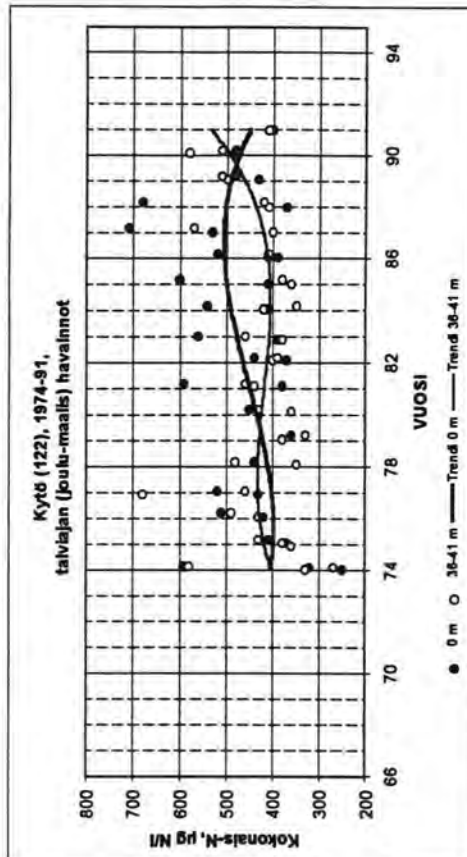
4.7.19 TYPEN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g N/l}$, KATAJALUOTO



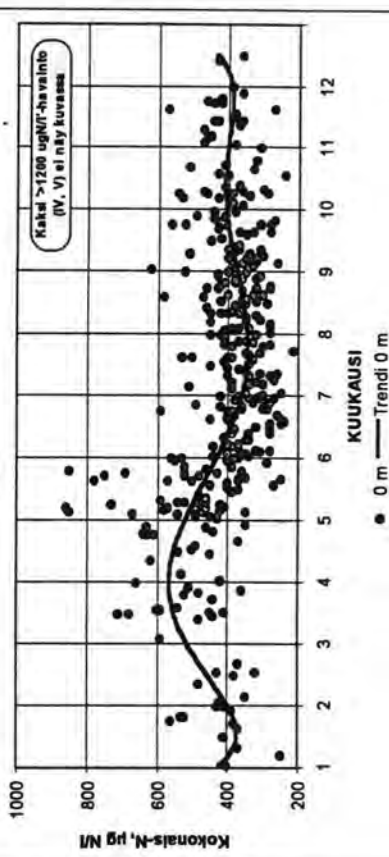
Katajaluoto (125), 1974-94



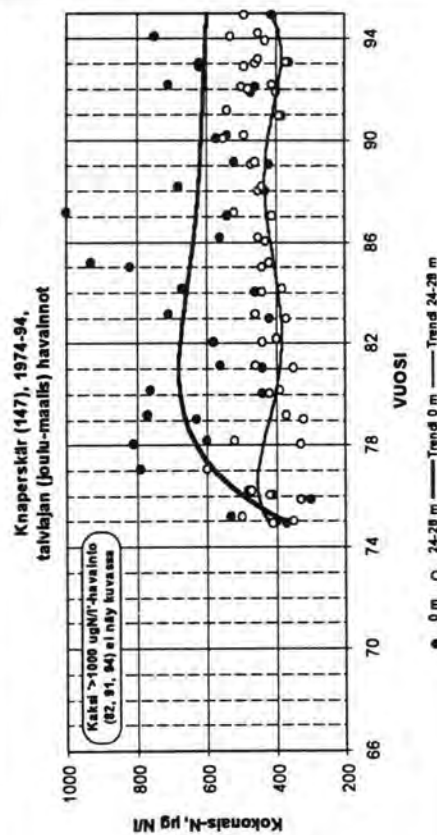
4.7.20 TYPEN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g N/l}$, KYTÖ



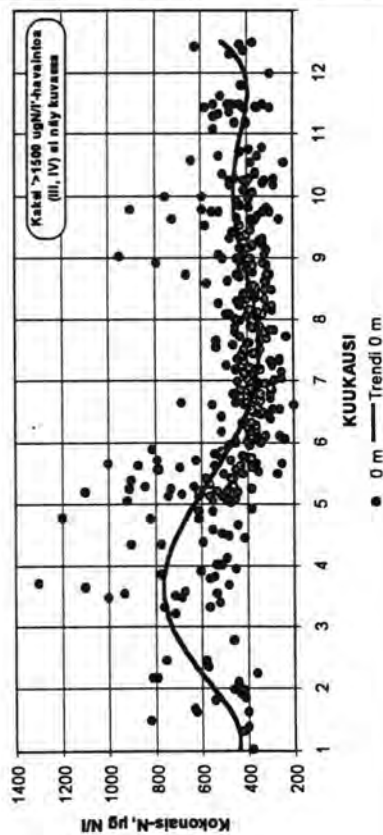
Kytö (122), 1974-94



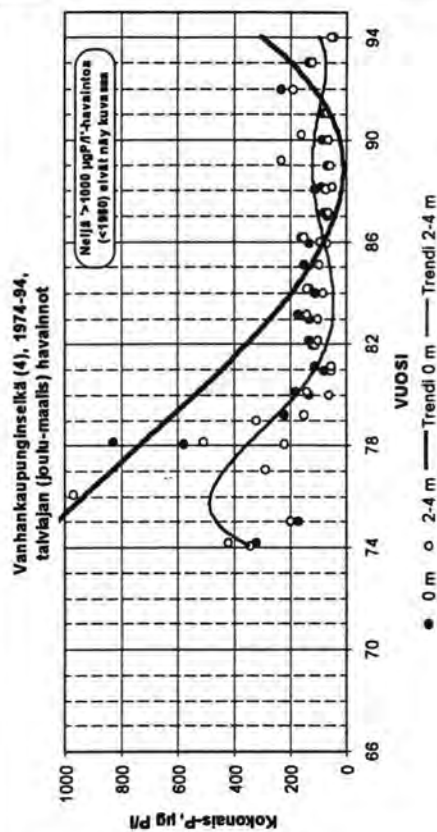
4.7.21 TYPEN KOKONAISSPITOISUUS, $\mu\text{g N/l}$, KNAPERSKÄR



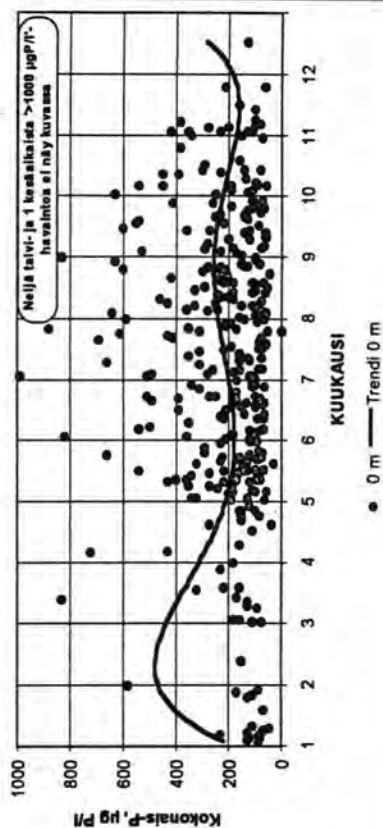
Knaperskär (147), 1974-94



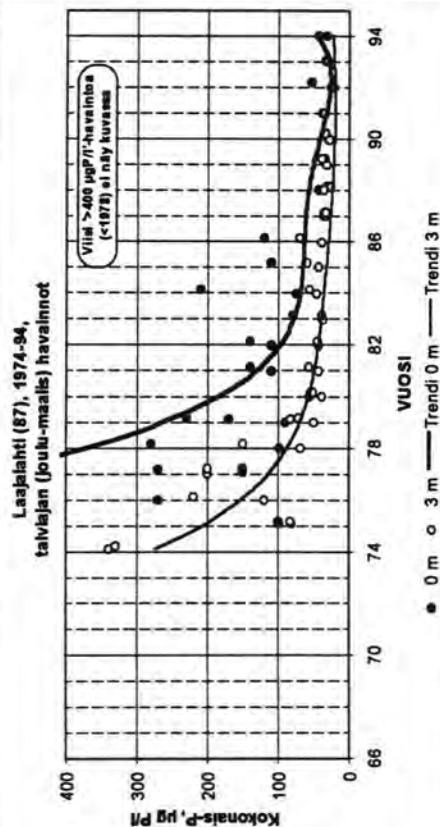
4.7.22 FOSFORIN KOKONAISSPITOISUUS, $\mu\text{g P/l}$, VANHANKAUPUNGINSELKÄ



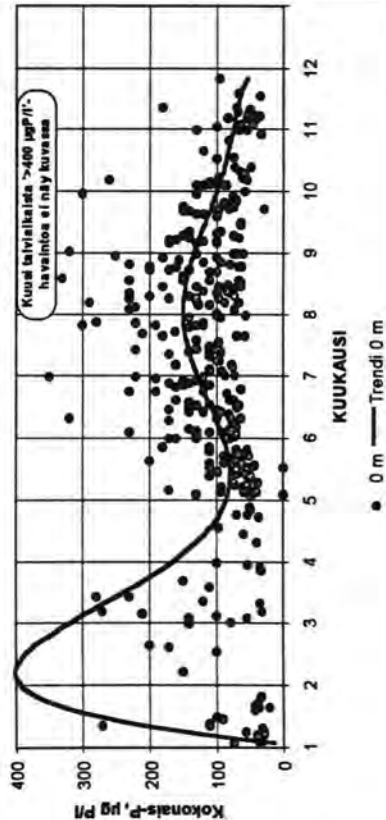
Vanhankaupunginselkä (4), 1974-94



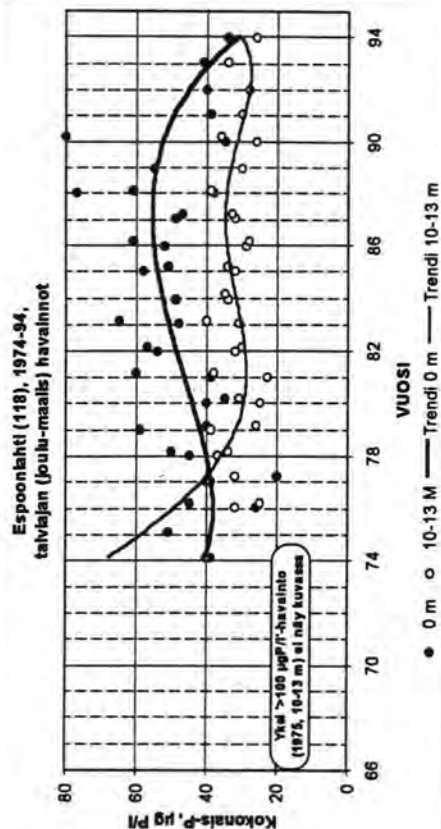
4.7.23 FOSFORIN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g P/l}$, LAAJALAHTI



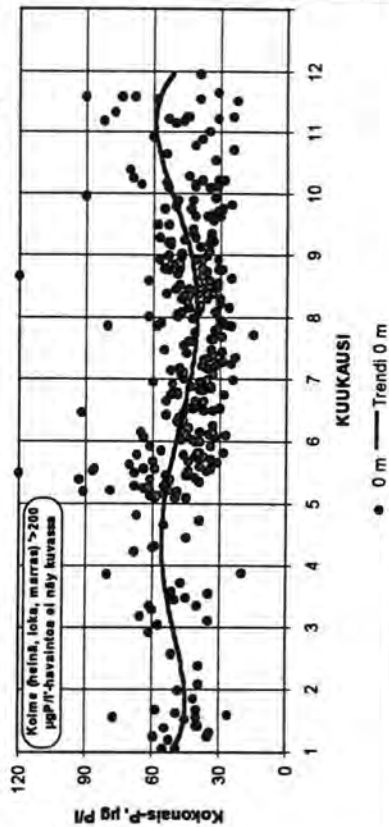
Laaialahti (87), 1974-94



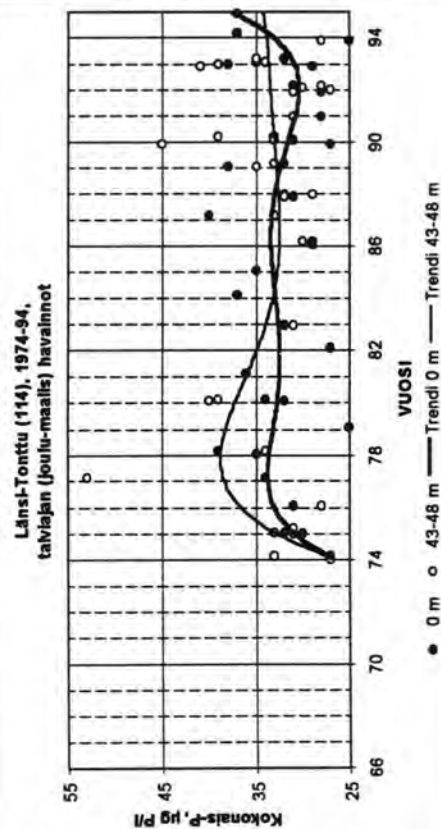
4.7.24 FOSFORIN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g P/l}$, ESPOONLAHTI



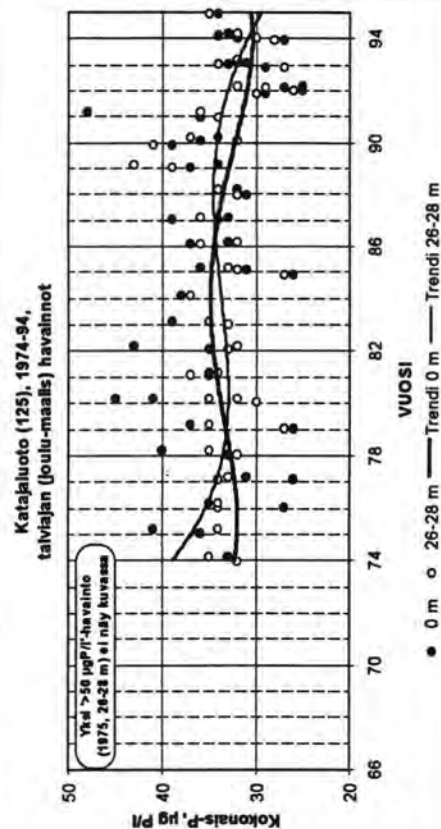
Espoonlahti (118), 1974-94



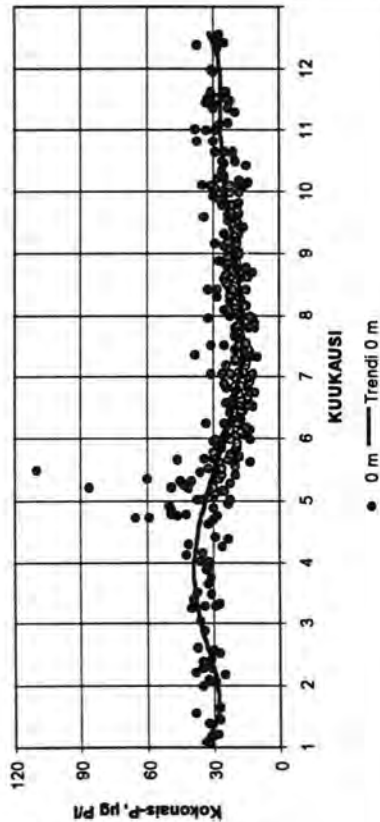
4.7.25 FOSFORIN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g P/l}$, LÄNSI-TONTTU



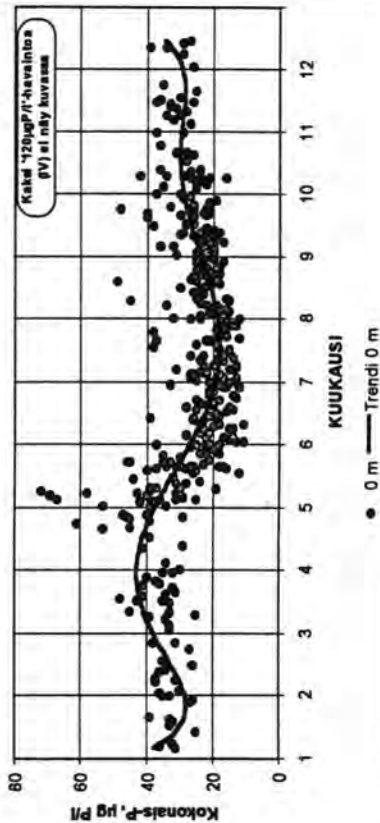
4.7.26 FOSFORIN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g P/l}$, KATAJALUOTO



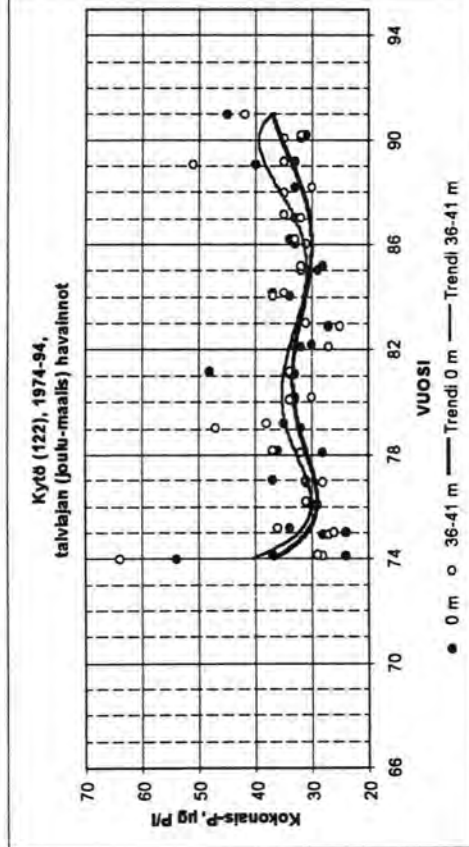
Länsi-Tonttu (114), 1974-94



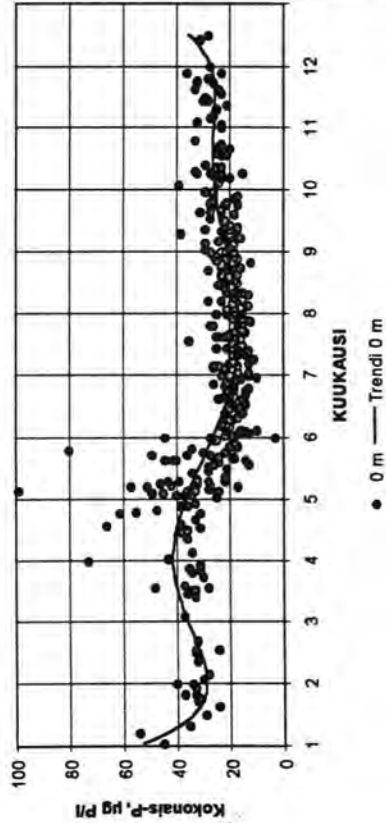
Katajaluoto (125), 1974-94



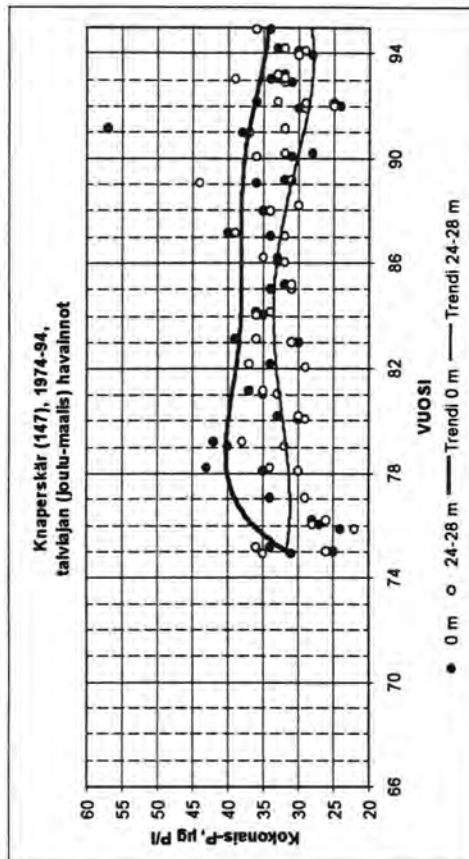
4.7.27 FOSFORIN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g P/l}$, KYTÖ



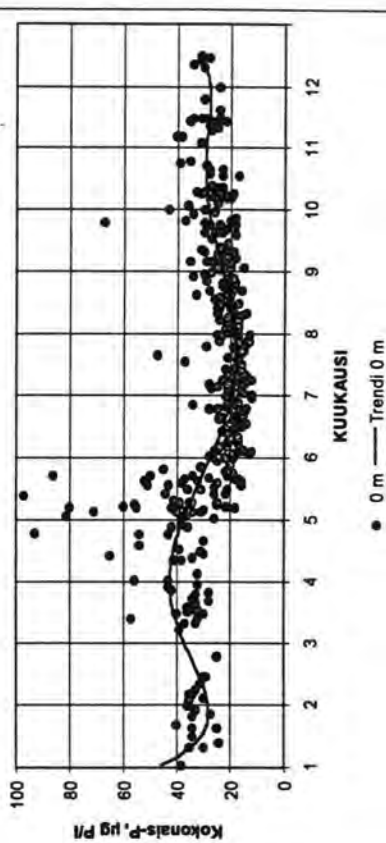
Kytö (122), 1974-94



4.7.28 FOSFORIN KOKONAISPITOISUUS, $\mu\text{g P/l}$, KNAPERSKÄR



Knaperskär (147), 1974-94

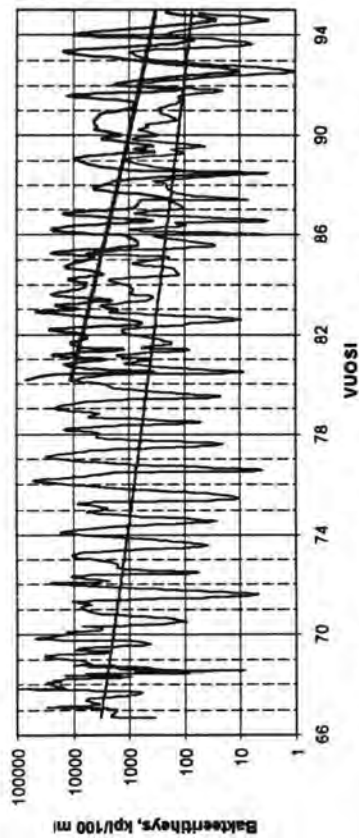


4.8.1 FEKAALIBAKTEERIITIHEYDET, KPL/100 ML

VANHANKAUPUNGINSELKÄ

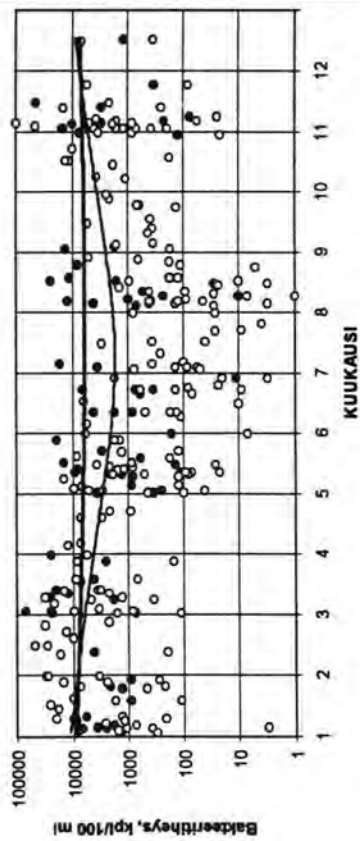
FEKKOLIT=Fekaaliset kolimuotoiset bakteerit, FEKKOKIT=Fekaaliset streptokokit

Vanhankaupunginseika (4), 0 m, 1966-94



— FEKKOLIT — FEKKOKIT — Trendi FEKKOKIT

Vanhankaupunginseika (4), 0 m, 1966-94

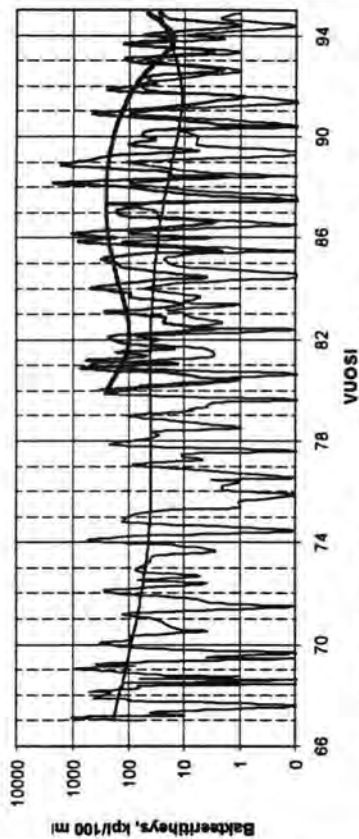


● FEKKOLIT ○ FEKKOKIT — Trendi FEKKOKIT

4.8.2 FEKAALIBAKTEERIITIHEYDET, KPL/100 ML, ESPOONLAHTI

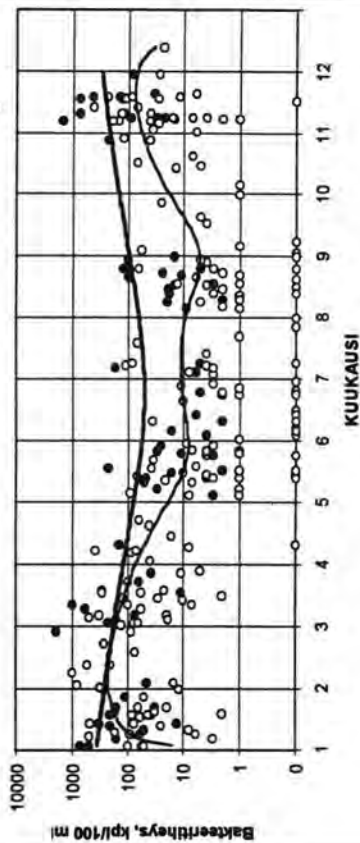
FEKKOLIT=Fekaaliset kolimuotoiset bakteerit, FEKKOKIT=Fekaaliset streptokokit

Espoonlahti (118), 0 m, 1966-94



— FEKKOLIT — FEKKOKIT — Trendi FEKKOKIT

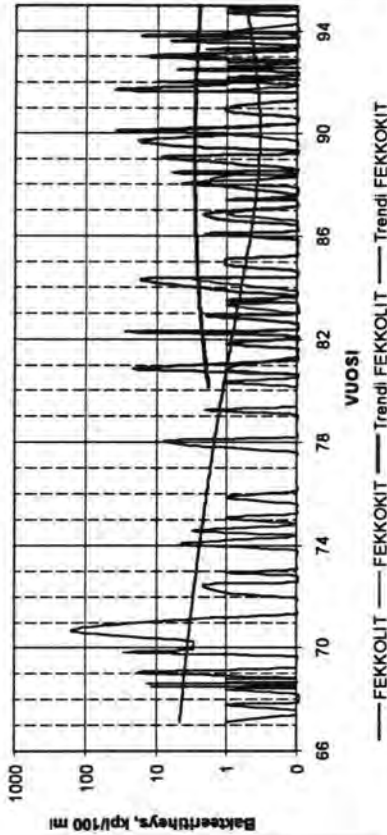
Espoonlahti (118), 0 m, 1966-94



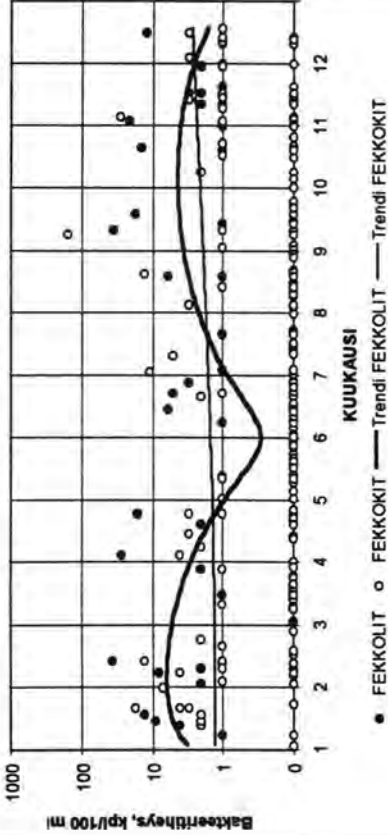
● FEKKOLIT ○ FEKKOKIT — Trendi FEKKOKIT

4.8.3 FEKAALIBAKTEERITIHEDYDET, KPL/100 ML, LÄNSI-TONTTU
 FEKKOLIT=Fekaaliset kolimuotoiset bakteerit, FEKKOKIT=Fekaaliset streptokokit

Länsi-Tonttu (114), 0 m, 1966-94

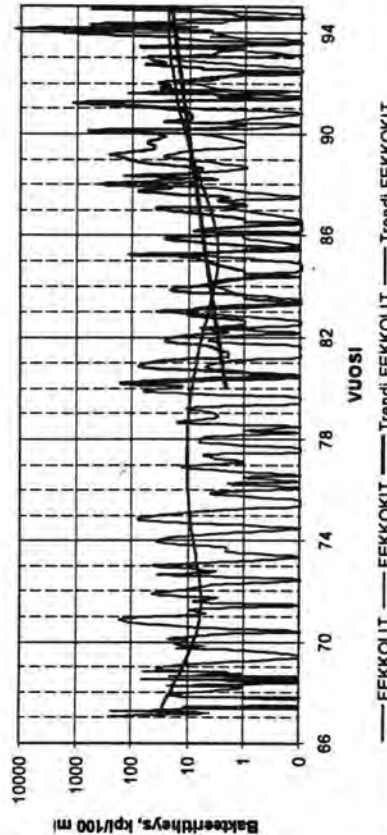


Länsi-Tonttu (114), 0 m, 1966-94

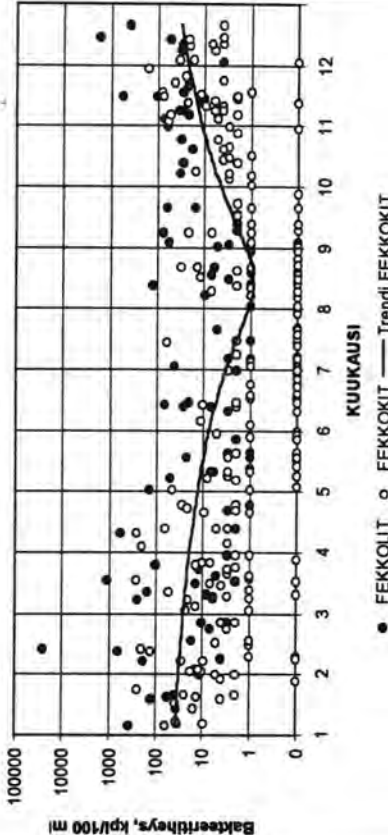


4.8.4 FEKAALIBAKTEERITIHEDYDET, KPL/100 ML, KATAJALUOTO
 FEKKOLIT=Fekaaliset kolimuotoiset bakteerit, FEKKOKIT=Fekaaliset streptokokit

Katajaluoto (125), 0 m, 1966-94

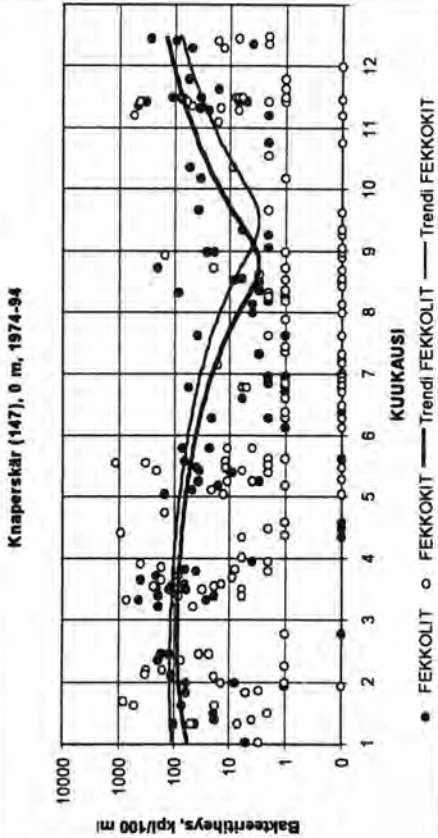
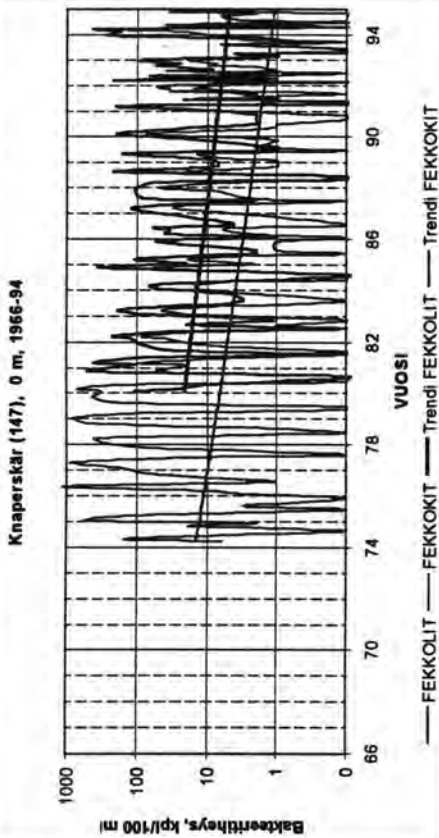


Katajaluoto (125), 0 m, 1966-94



4.8.5 FEKAALIBAKTEERIITIHEYDET, KPL/100 ML, KNAPERSKÄR

FEKKOLIT=Fekaaliset kolimuotoiset bakteerit, FEKKOKIT=Fekaaliset streptokokit



5

KASVIPLANKTON

5.1

Kasviplanktonin lajisto ja biomassa sekä *a*-klorofylli

Tiivistelmä

Rehevöityminen tarkkailualueella oli voimakkainta 1970-luvulla ja on edelleenkin haitallista. Sinilevien massaesiintymät ovat olleet yleisiä. Sinileväkukintoja muodostavien lajien joukossa on ollut myös myrkyllisiä kantoja muodostavia lajeja. Jätevesien käsittelyssä ja johtamisessa on toteutettu 1970-luvun lopulta lähtien huomattavia muutoksia, jotka ovat vaikuttaneet merialueen tilaan. Lahtialueet ovat kohentuneet jätevesien puhdistuksen tehostamisen ja jätevesien ulommaksi merialueelle johtamisen ansiosta. Tarkkailujakson aikana on kasviplanktonissa todettu etenkin lahtialueilla selviä lajistollisia ja määrällisiä muutoksia, joiden voidaan katsoa kytkeytyneen suurelta osin veden ravinne muutoksiin. Klorofylli *a*-pitoisuuden kesäajan maksimi ylitti 1970-luvulla lahtialueilla 300 mg/m³, mutta on nykyään siitä kymmenesosa. Samoin sinilevien määrä lahtialueilla oli runsaimmillaan 1970-luvulla, jolloin *Planktothrix (Oscillatoria) agardhii* muodosti usein noin 90 % kasviplanktonin biomassasta. Samaan aikaan lahtialueilla oli runsaasti heterokystistä lajia *Anabaenopsis elenkinii*, mutta 1980-luvulta lähtien molempia lajeja on tavattu koko alueella hyvin niukasti. Uloimmilla alueilla loppukesän tavanomaiset sinileväkukinnat ovat muodostuneet pääasiassa heterokystisistä sinilevistä *Aphanizomenon baltica (flos-aquae)* ja *Nodularia spumigena*, joiden määrien kehityksessä ei ole havaittu selvää trendiä. Samaan aikaan niiden heterokystifrekvenssi näyttää kuitenkin laskeneen.

5.1.1

Johdanto Kasviplankton on sisältynyt Helsingin ja Espoon merialueella jätevesien vaikutuksen tarkkailuun 1960-luvun puolivälistä lähtien. Helsingin läheisille vesialueille yhteensä tuleva jätevesikuormitus on fosforin osalta vähentynyt 1970-luvun tasosta alle puoleen. Sen sijaan typpikuormitus on edelleen kasvanut. Siten alueelle tulevan kuormituksen typpi/fosfori-suhteet ovat muuttuneet. Kasviplanktontuloksia on esitetty aikaisemmin vuosittaisissa selostuksissa (mm. Pesonen ym. 1994), pitemmän aikavälin katsauksessa vuoteen 1986 saakka (Viljamaa 1988) ja eri selvityksissä (mm. Melvasalo & Viljamaa 1977, Varmo ym. 1989). Tässä yhteydessä käsitellään kasviplanktonin biomassaa ja lajistoa sekä *a*-klorofylliä koskevia tuloksia koko tarkkailuajalta. Tällöin on painotettu vuoden 1994 tuloksia sekä esimerkkinä lahtialueilta Vanhankaupunginselkää ja ulkosaaristosta Katajaluodon merialuetta, minkä lähellä on vuodesta 1987 lähtien ollut Helsingin jätevesien purkupaikka.

5.1.2.

Aineisto ja menetelmät

Kasviplankton- ja klorofyllinäytteet on otettu touko-lokakuun aikana n. kahden viikon välein sekä lahtialueilta että saaristosta. Helsingin edustalla on ollut yleensä 14 (vuosina 1993 ja 1994: 10 - 11, kursivoitu) havaintopaikkaa: 4, 18, 23, 25, 36, 62, 87, 111, 113, 114, 125, 149, 166 sekä 168 ja Espoon edustalla 8 (vuosina 1993 ja 1994: 4 - 5, kursivoitu) havaintopaikkaa: 107, 117, 118, 120, 122, 147, 148 sekä 154 (kartta 5.2.1). Näytteet ovat edustaneet pintavettä (yleensä 0 - 4 m), Katajaluodon alueelta on vuosina 1991 - 94 joitakin näytteitä myös 4 - 10 m:n vesikerroksesta.

Menetelmät ovat olleet pääpiirteissään samat kuin aikaisemmin (esim. Viljamaa 1988). Kasviplanktonin biomassan laskennassa käytettyjen lajien keskitilavuuksia on tarkistettu mahdollisuuksien mukaan edelleen. *A*-klorofylli määritettiin vuonna 1994 sekä aikaisemmin käytössä olleella asetonimenetelmällä että etanoliuuttoon perustuvan uuden standardin SFS 5772 mukaan. Alkuperäisaineistoa säilytetään Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa.

5.1.3

Tulokset

Kasviplankton- ja *a*-klorofyllituloksia on esitetty kuvissa 5.1.1 - 5.1.27 ja taulukoissa 5.1.1 - 5.1.4. Tarkkailu on painottunut aikaisemmin ja nykyään käytössä olevien jätevesien purkupaikkojen lisäksi ulkosaaristoon. Keväinen levätuotanto on alkanut yleensä huhtikuussa uloimmilla havaintopaikoilla ja muualla pääasiassa huhti-toukokuussa kestäen runsaana toukokuun alkupuolelle saakka. Keväthuipuissa on ollut hyvin suuria vuotuisia vaihteluita eikä niiden ajoittuminen näytteenottoon aina ole onnistunut. Ilmeisesti näytteenotto ei myöskään aina tavoita tavanomaisesti syksyisin kohonneutta tuotantovaihetta. Biomassojen touko-lokakuun keskiarvoon on vaikuttanut myös yhteyttämään pystyvän symbionttisen *Mesodinium*-ripsieläinlajin sisällyttäminen kasviplanktoniin vuodesta 1993 alkaen. Ajoittain hyvinkin runsaana esiintynyt *Mesodinium* on aikaisempina vuosina laskettu eläinplanktoniin. Toisaalta kasviplanktonin biomassa voi sisältää runsaasti värittämiä heterotrofisia l. toisenvaraisia muotoja, esim. sinileviin kuuluvaa *Achroonemaa* tai runsaimmin erilaisia siimaeliöitä, kuten eräitä flagellaatteja ja panssarisiimaleviä, mm. *Ebriaa*.

Kevätmaksimi on todettu useimmiten huhti-toukokuun vaihteessa, jolloin vesi on värjäytynyt voimakkaan ruskeaksi. Tällöin viime vuosina panssarisiimalevä *Scrippsiella* (*Peridinium*) *hangoei* on ollut vallitseva (jopa 70 % biomassasta) tavanomaisten *Peridiniella* (*Gonyaulax*) *catenata* ja piilevien (mm. *Thalassiosira baltica*, *Achnanthes taeniata* ja viime aikoina erityisesti lisääntyneen *Skeletonema*-suvun) ohella. Kesäkuun alkupuolella on todettu uudelleen piileviä, varsinkin *Chaetoceros*- ja *Skeletonema*-sukuja sekä, tosin vähemmän kuin aikaisemmin, *Diatoma tenuis*-lajia. Piilevien ja niistä varsinkin eräiden aikaisemmin runsaina esiintyneiden lajien, esim. *Melosira arctica*, *Nitzschia frigida* ja *Achnanthes taeniata* osuus keväthuipun biomassassa on vähentynyt. Elokuun loppupuolelta lähtien lajistossa on ollut mukana mm. *Dinophysis*-lajeja ja piilevistä erityisesti *Coscinodiscus granii*. Myös symbionttinen *Mesodinium*-ciliaatti on esiintynyt runsaana loppukesällä. Kesällä ja syksyllä varsinkin pienten siimallisten flagellaattien (mm. *Cryptomonadales*-nielulevien ja *Chrysophyceae*-kultalevien) osuus on ollut merkittävä. Sinilevien (runsaimpina saaristossa *Aphanizomenon flos-aquae* ja *Nodularia spumigena*) voimakkaita massaesiintymiä on viime vuosina ollut hieman aiempaa vähemmän.

Klorofyllitulokset olivat vuoden 1994 näytteissä uudella SFS standardin mukaisella etanoliuutomenetelmällä keskimäärin 8 % suurempia kuin aikaisemmin käytetyllä asetonimenetelmällä saadut tulokset (eroavuus oli erittäin merkitsevä, näyteparien lukumäärä yhteensä 167) (kuva 5.1.6). Eri menetelmillä saatujen tulosten eroavuus oli vähäisintä toukokuussa (keskimäärin alle 1 %) ja suurinta kesäkuussa (12 %). Aikaisemmat klorofyllitulokset on korjattu vertailtavuuden vuoksi kuvassa 5.1.6 esitettyjen regressioyhtälöiden mukaisesti. Kuvista 5.1.7-10 ilmenee havaintopaikoittain molemmilla menetelmillä v. 1994 saadut kuukausikeskiarvot. Vuosikeskiarvoissa klorofyllin määrittämisessä rinnakkain käytettyjen asetoni- ja etanoliuuttoon perustuvien tulosten eroavuus oli melko vähäinen (yleensä n. 1 - 4 %).

Taulukko 5.1.1. Klorofylli a (mg/m³) Helsingin alueella. Havaintokauden (touko-lokakuu) ja kesäajan (heinä-syyskuu) keskiarvot 5-vuotisjaksoina vuosina 1969 - 94, 0 - 4 m näytteet.

havaintopaikka		touko-lokakuu					heinä-syyskuu				
		69-74	75-79	80-84	85-89	90-94	69-74	75-79	80-84	85-89	90-94
Vanhankaup.selkä	4	101	113	122	56	32	141	156	162	77	33
Kruunuvuorenselkä	18	24	28	25	14	9,0	22	29	29	13	7,6
Tullisaarenselkä	23		62	63	33	17		77	78	39	15
Vartiokylänlahti	25		16	16	13	15		19	16	12	12
Itä-Villinki	36	7,7	8,1	11	11	7,3	6,5	5,6	6,4	6,1	5,2
Husunkivi	44		12	19	12	8,7		11	15	8,0	6,2
Lauttasaarenselkä	62		18	18	13	10		17	17	12	7,3
Melkin selkä	68	11	11	17	11	10	8,5	7,7	9,9	6,9	7,1
Westendinselkä	75	17	14	15	11	9,7	14	11	10	8,2	8,2
Laajalahti	87	140	66	69	37	21	186	69	62	37	23
Seurasaarenselkä	94				15	11				14	11
Skatanselkä	111		7,9	11	9,5	9,6		7,0	6,5	5,8	6,2
Granö	113		8,4	13	8,5	14		7,8	6,3	6,3	8,4
Länsi-Tonttu	114	6,3	6,7	8,5	7,9	8,3	3,4	4,6	4,1	4,5	4,3
Katajaluoto	125	7,0	8,0	9,1	9,4	8,2	4,8	5,5	6,1	5,9	5,4
Gråskärsbodan	149				7,1	7,2				4,5	4,8
Pentarn	166			8,7	8,1	9,6			4,4	5,0	4,5
Koiraluoto	168				9,4	8,5				5,3	5,1

Vuosina 1969 - 93 asetoniutolla saadut tulokset korjattu vuoden 1994 tulosten mukaan.

Taulukko 5.1.2. Klorofylli a (mg/m³) Espoon alueella. Havaintokauden (touko-lokakuu) ja kesäajan (heinä-syyskuu) keskiarvot 5-vuotisjaksoina vuosina 1969 - 94, 0 - 4 m näytteet.

havaintopaikka		touko-lokakuu					heinä-syyskuu				
		69-74	75-79	80-84	85-89	90-94	69-74	75-79	80-84	85-89	90-94
Espoonlahti	118		13	15	17	17		12	11	17	18
Espoonlahti	120		8,6	12	9,1	8,0		7,3	6,9	7,6	6,7
Ryssjeholmsfjärden	117		9,5	13	9,1	9,0		8,0	8,8	7,3	8,3
Bodön selkä	107	15	9,1	14	9,0	8,7	6,0	6,3	6,2	6,0	7,8
Knaperskär	154		9,9	7,6	9,3	8,3		6,3	6,5	5,4	5,7
Knaperskär	147		7,6	9,6	8,7	8,5		4,4	5,5	5,8	5,7
Kytö	122	7,6	7,4	10	8,6	8,0	3,6	4,2	4,8	4,8	4,8

Vuosina 1969 - 93 asetoniutolla saadut tulokset korjattu vuoden 1994 tulosten mukaan.

5.1.3.1

Helsingin edusta

Keskinen lahti- ja saaristoalue

Vanhankaupunginselän (4) veden laatu on selvästi kohentunut, kun aikaisemmin lahteen puretut jätevedet on vuoden 1987 alusta lähtien johdettu ulkosaaristoon Katajaluodon eteläpuolelle. Vanhankaupunginselän veden laatuun vaikuttavat alueelle laskevan Vantaanjoen virtaama ja veden laatu sekä lahden sedimentin ravinnevarat. Vuonna 1994 joen virtaama ja samalla sen kuljettama typpi- ja fosforikuorma olivat suurempia kuin edellisenä, vähäsateisena vuotena, mutta huomattavasti pienempiä kuin aikaisempina vuosina (vrt. kohta 3.2). Tulvahuippujen aikana keväällä joen mukana kulkeutuva voimakas savisamennus vaikuttaa levätuotantoon eniten Vanhankaupunginselällä, missä vuotuiset vaihtelut ovat olleet suuria.

Vanhankaupunginselän kasviplanktontuloksia on esitetty muiden havaintopaikkojen yhteydessä taulukoissa 5.1.1 ja 5.1.3 sekä kuvissa 5.1.1, 5.1.7, 5.1.14-15, 5.1.25 ja 5.1.27. Kasviplanktonin kevätmaksimi on Vanhankaupunginselällä ajoittunut yleensä toukokuun lopulle, kun se muilla lahtialueilla on ollut huhti-toukokuun vaihteessa. Toukokuussa *a*-klorofylli-pitoisuus (n. 40 mg/m³) on pysynyt lähes samassa tasossa koko tarkkailujakson (vuodesta 1969). Sen sijaan kesien aikana (heinä-syyskuu) *a*-klorofylli-pitoisuus (noin 30 mg/m³) on 1990-luvulla ollut noin viidesosa vuosien 1970-86 tasosta. Myös kasviplanktonin biomassassa on vähentynyt selvästi varsinkin vuoden 1986 jälkeen: touko-lokakuun keskiarvo oli 1970-luvulla noin 4,5 g C/m³, mutta 1990-luvulla alle 1 g C/m³. Viime vuosina lahden elpyminen näyttää hidastuneen ja lahti on edelleenkin tarkkailualueen rehevöitynein.

Runsain kasviplanktonryhmä Vanhankaupunginselällä on viime vuosina ollut piilevät, joista *Skeletonema* oli myös vuonna 1994 vallitsevin (toukokuussa jopa yli 80 % biomassasta) (kuva 5.1.27). Sinilevien määrä ja osuus biomassasta on vähentynyt selvästi vuodesta 1987 alkaen. Runsaimpina ovat viime vuosina olleet *Snowella*- ja *Woronichinia*- (*Gomphosphaeria*) sekä vähemmässä määrin *Microcystis*- ja *Anabaena*-suvut sekä *Planktothrix* (*Oscillatoria*) *agardhii*-laji (kuvat 5.1.14-15). Viime mainittu laji oli aikaisemmin selvästi vallitsevin Helsingin rehevöityneimmillä lahtialueilla, mutta on viime vuosina ollut vain niukasti edustettuna. Samoin aikaisempina vuosina runsaana esiintyneen heterokystisen, vapaata tyyppiä sitomaan pystyvän *Anabaenopsis*-sinilevälajin määrä on vähentynyt. Vanhankaupunginselän kasviplanktonlajistossa viherlevien osuus on ollut huomattava (keskimäärin noin 10 % biomassasta) ja useita rehevöityneen makeanveden muotoja on ollut edustettuina, mm. suvuista *Chlamydomonas* ja *Euglena*.

Myös Kruunuvuorenselällä (18) on todettu veden laadun selvä kohentuminen vuoden 1987 jälkeen. Tälläkin alueella *a*-klorofyllipitoisuus ja kasviplanktonin biomassassa ovat vähentyneet 1970-luvun loppupuolen tasosta (heinä-syyskuussa klorofyllin keskiarvo lähes 30 mg/m³) lähes neljäsosaan 1990-luvulla (8 mg/m³) (taulukot 5.1.1, 5.1.3 ja kuvat 5.1.1, 5.1.7). Lajisto on muistuttanut monessa suhteessa muuta saaristoaluetta (kuvat 5.1.16-18). Keväällä panssarisiimalevät, lähinnä *Peridiniella catenata* ja *Peridinium hangoei*, ovat muodostaneet valtaosan kasviplanktonista (jopa yli 60 % biomassasta). *Skeletonema*-piilevä ollut leimaantava usein kesäkuussakin. Lajin määrä on kohonnut viime vuosina, vaikka piilevien kokonaismäärä onkin vähentynyt. Sinilevien biomassassa on ollut aikaisemmin enimmillään yli 10 g/m³, mutta 1990-luvulla vähemmän kuin kymmenesosa

siitä, koostuen pääasiassa *Aphanizomenon*- sekä myös *Snowella*- ja *Nodularia*-lajeista. Toisenvarainen (heterotrofinen) *Ebria*-panssarisiimalevä on usein ollut runsas heinä-elokuussa muodostaen jopa yli 40 % kasviplanktonin biomassasta.

Taulukko 5.1.3.

Kasviplanktonin biomassa vuosina 1970 - 1994, touko-lokakuun keskiarvo (hiilisisältö, mg C/m³), 0 - 4 m näytteet.

Havaintopaikka		1970-74	1975-79	1980-84	1985-86	1987-89	1990 - 92	1993	1994	
HELSINKI										
Keskinen lahti- ja saaristoalue										
	Vanhankaupunginselkä	4	4780	4500	3880	2370	1290	674	910	1500
	Tullisaarenselkä	23	3100	2500				140 ¹⁾		
	Kruunuvuorenselkä	18	960	1400	1740	820	190	104	360	304
Läntinen lahti- ja saaristoalue										
	Laajalahti	87	9900	4300	4680	2940	847	1460		
	Lauttasaarenselkä	62		1330	960	790	190	172	290	150
Itäinen lahti- ja saaristoalue										
	Vartiokylänlahti	25	580	920	920		200	580 ¹⁾		
	Granö	113	270	290	400			86 ¹⁾		
	Skatanselkä	111	520	340	300	730	140	178	300	194
	Itä-Villinki	36	190	230	240			105	290	211
Ulkosaaristo										
	Pentarn	166			380	600	190	170	290	186
	Länsi-Tonttu	114	180	230	270	520	190	180	280	260
	Gräskärsboden	149					240 ³⁾	170 ²⁾	250	176
	Koirluoto	168					190 ³⁾	230 ²⁾	330	203
	Katajaluoto	125	200	310	300	560	220	160	290	228
	Kasuuni	142							190	
ESPOO										
	Espoonlahti	118	470	720	900	430	580	330		
	Espoonlahti	120	400	360				137	220	145
	Ryssjeholmsfjärden	117	490	460	530			117 ¹⁾		
	Bodön selkä	107	430	290	520		210	123		
	Knaperskär	154		400				122	328	167
	Knaperskär	147		310	350	490	250	170	510	190
	Berggrund	148						160 ²⁾	310	
	Kytö	122	250	250	370	470	220	143	290	202

¹⁾ v. 1992, ²⁾ v. 1991, ³⁾ v. 1989

Läntinen saaristoalue

Lauttasaarenselällä (62) samoin kuin koko läntisellä lahti- ja saaristoalueellakin kasviplanktonin biomassa ja *a*-klorofylli ovat selvästi vähentyneet viime vuosina verrattuna pitkän aikavälin tuloksiin (taulukot 5.1.1, 5.1.3 ja kuvat 5.1.1, 5.1.7). Esim. vuonna 1994 heinä-syyskuussa *a*-klorofyllipitoisuuden keskiarvo oli 5,4 mg/m³, mutta 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa 17 mg/m³. Viime aikoina keväisin *Peridinium hangoei* on ollut valtalajina kuten muuallakin tarkkailualueella. Sinileviä (samoja lajeja kuin yleensä saaristoalueilla) on viime vuosina esiintynyt aiempaa vähemmän. Vain elokuun 1994 lopulla niiden osuus ylitti 20 % biomassasta. Alueen veden laatu on parantunut tarkkailujakson aikana.

Itäinen saaristoalue

Suuria muutoksia verrattuna aikaisempiin vuosiin ei näillä alueilla havaittu. Skatanselällä (111), Vuosaaren jätevesien purkualueella, *a*-klorofyllipitoisuuden heinä-syyskuun keskiarvo vuonna 1994 (5,9 mg/m³) oli samaa tasoa kuin aikaisempina vuosina (taulukot 5.1.1, 5.1.3 ja kuvat 5.1.2, 5.1.8). Kuten yleensä saaristoalueiden muissakin osissa keväinen huippu ja syksyiset tulokset jäivät vuonna 1994 pienemmiksi kuin edellisinä vuosina. Vain heinäkuun 1994 *a*-klorofyllipitoisuuden keskiarvo (9 mg/m³) oli korkeampi kuin koko tarkkailuaikana (vuodesta 1976, keskimäärin 6,2 mg/m³). Lajisto on muistuttanut yleensä muuta ulkosaaristoa, tosin eräitä erikoispiirteitä on ollut havaittavissa: esim. heinäkuun lopulla vuonna 1994 todettiin erittäin runsaasti (40 % biomassasta) *Eutreptiella*-silmälevää. Myös erilaiset värittömät muodot, kuten *Ebria* ja pienet monadit ovat yleensä olleet luonteenomaisia saaristoalueella.

Läheisellä Itä-Villingin alueella (36) sekä *a*-klorofyllipitoisuus että kasviplanktonin biomassassa olivat pienempiä varsinkin syys-lokakuussa kuin aikaisemmin ja Skatanselällä (taulukot 5.1.1 ja 5.1.3). Sinilevien osuus biomassasta on ollut Itä-Villingin havaintopaikalla aikaisemmin usein jopa 50 %, mutta vuonna 1994 enimmillään noin 30 %. Osuus oli suurempi kuin Skatanselällä, jossa se vuonna 1994 jäi alle 20 %.

Ulkosaaristo

Uloimmilla alueilla (havaintopaikat 114, 125, 149, 166, 168) kasviplanktontulokset noudattelivat vuonna 1994 pääpiirteissään edellisvuosien luonnetta (taulukot 5.1.1, 5.1.3 ja kuvat 5.1.3-4, 5.1.8-9). Tosin vuonna 1994 *a*-klorofyllipitoisuuden keskiarvot olivat koko ulkosaaristossa hieman pienemmät kuin aikaisempina vuosina. Seuraavassa esitetään edellä lueteltujen Helsingin ulkosaariston havaintopaikkojen (joinakin aikaisempina vuosina kuusi havaintopaikkaa) *a*-klorofyllipitoisuuden keskiarvoja eri jaksoina:

havaintoaika	<i>a</i> -klorofylli mg/m ³			
	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94
touko-lokakuu	7,4	8,8	8,4	8,4
heinä-syyskuu	5,1	4,9	5,1	4,9

Katajaluodon alueen (125) kasviplanktontulokset ovat viime vuosina olleet hieman korkeampia kuin yleensä ulkosaaristossa. *A*-klorofyllipitoisuus (heinä-syyskuun keskiarvo 4,9 mg/m³ 0-4 metrissä) oli kesällä 1994 pienempi kuin viime vuosina, vaikka koko tarkkailuajan (vuodesta 1969 lähtien) klorofyllipitoisuuksien kuu-kausittaisissa tuloksissa oli Katajaluodon alueella yleensä kohoava trendi (kuva 5.1.11). Selvintä kohoaminen oli kesä- ja heinäkuussa, jolloin klorofyllipitoisuuden ja ajan positiivinen korrelaatio oli vahvin (kerroin yli 0.3). Samanlainen kohoava trendi ajan suhteen havaittiin lämpimän veden aikana (pintaveden ylittäessä 13 °C) sekä *a*-klorofyllituloksissa että liukoisten typpiyhdisteiden suhteessa fosfaattifosforiin (kuvat 5.1.12-13). Sen sijaan kyseisten näytteiden kokonaistypen ja -fosforin suhteessa ei tällaista muutosta todettu.

A-klorofyllin korrelaatio kokonaisfosforiin Katajaluodon alueella 0-4 m:n näytteissä vuosina 1972-94 oli huhti-lokakuussa erittäin merkitsevä ($r=0,7$, $n=285$) sekä merkitsevä kesä-lokakuussa ($r=0,26$, $n=226$) ja erittäin merkitsevä kasviplanktonin biomassaan ($r=0,85$, $n=322$). Tämä vastaa vuosina 1980-86 koko kasvukautena

saatua klorofyllin ja biomassan välistä korrelaatiokerrointa (Viljamaa 1988). Sen sijaan kokonaistypen ja liukoisten tyyppiyhdisteiden sekä niiden fosfori-suhteiden korrelaatiot klorofylliin eivät olleet merkitseviä.

Tarkkailujakson aikana sinilevien määrä on Katajaluodon alueella kohonnut varsinkin 1980-luvun lopulla, mistä lähtien varsinkin valtalajin *Aphanizomenon flos-aquae* määrä on hieman vähentynyt (kuvat 5.1.19-21). Sitä vastoin Chroococcales-sinileväryhmän biomassa on kasvanut koko tarkkailualueella. Panssarilevien määrässä on ollut havaittavissa selvä kohoava suuntaus, kun taas piilevien osuus on 1990-luvulla vähentynyt. Varsinkin kevätkukinnassa aikaisemmin vallinneiden useiden piilevien, mm. *Achnanthes taeniata* ja *Chaetoceros wighamii*, määrä näyttää vähentyneen. Sensijaan piilevistä *Skeletonema* sekä pienten flagellaattien ja monadien määrä ja osuus on kasvanut. Jätevesien vaikutus Katajaluodon alueen planktonlajistoon näytti kuitenkin melko vähäiseltä.

Katajaluodon alueella 4-10 metriä edustavissa näytteissä biomassa ja α -klorofyllipitoisuus on ollut keskimäärin lähes samaa suuruusluokkaa kuin pintavedessä (0-4 m). Lajistokin on ollut useimmiten samantyyppinen, tosin sinilevien osuus on ollut pienempi ja ajoittain esim. panssarilevien osuus on ollut suurempi. Esim. heinäkuussa 1994 *Ebrian* osuus biomassasta oli 4-10 m:ssä noin kymmenkertainen pintaosissa todettuun verrattuna.

Sinilevät

Sinilevien haitallisen voimakkaat massaesiintymät useimmiten elo-syyskuussa ovat olleet alueella yleensä jokavuotinen ilmiö. Ryhmän määrä tarkkailualueella ei ollut vuonna 1994 mitenkään poikkeuksellisen runsas, vaan pikemminkin päinvastoin. Sinilevien kokonaismäärä on 1990-luvulla vähentynyt aikaisempiin vuosiin verrattuna voimakkaimmin lahtialueilla, mutta myös ulkosaaristossa lähinnä 1980-lukuun verrattuna (taulukko 5.1.4).

Taulukko 5.1.4. Sinilevien keskimäärä (mg C/m^3) kesä-syyskuussa vuosina 1970-74, 1975-79, 1980-84, 1985-89 ja 1990-94 eräillä havaintopaikoilla, 0 - 4 m näytteet.

havaintopaikka	sinilevien hiilisisältö, kesä-syyskuu, mg C/m^3					
	1970-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1994
LAHTIALUE						
Laajalahti 87	8150	2250	2520	830	670 ⁽¹⁾	-
Vanhankaupunginselkä4	3600	3600	3230	705	92	141
SISÄSAARISTO						
Kruunuvuorenselkä 18	430	464	600	128	18	10
ULKOSAARISTO						
Katajaluoto 125	23	23	27	41	17	12
Kytö 122	22	19	24	32	18	13

* Laskettu kuukausittaisista keskiarvoista.

⁽¹⁾ 1990-1992

Sääoloilla on merkitystä sinilevien massaesiintymisen muodostumiseen. Siten esim. vuonna 1994 levämassat hajosivat mm. kylmän ja tuulisen alkukesän vuoksi, vaikkakin heinäkuu oli hyvin lämmin ja vähäsateinen. Typpi/fosfori-suhde on kasvanut tarkkailujakson alkuvuosista varsinkin lahtialueilla, mutta myös ulkosaa-ristossa. Epäorgaanisen typen (nitraatti, nitriitti ja ammonium) suhde ortofosfaatti-fosforiin oli 1970-luvulla kesäaikaan lahtialueilla yleensä alle 1 ja ulkosaa-ristossa noin 2 - 5, mutta 1990-luvulla yli kaksinkertainen.

Viime vuosina etenkin heterokystisiä, typensidontaan pystyviä sinileviä on ollut hieman niukemmin kuin aikaisempina vuosina. Samalla erilaissolujen, hetero-kystien, joissa typensidonnan on osoitettu tapahtuvan, määrä ja frekvenssi on pienentynyt sekä lahtialueella että ulkosaa-ristossa (kuvat 5.1.25-26). Sinileviä on esiintynyt eniten heinäkuun puolivälistä syys-lokakuuhun. Runsain sinilevälaji on ollut *Aphanizomenon flos-aquae*. Elo-syyskuussa on esiintynyt myös *Nodularia spumigena* ja vähemmässä määrin *Anabaena*-, *Woronichinia*- ja *Snowella*-suvut. Viime mainittuja on tavattu yhä lisääntyvässä määrin syksypuolen näytteissä. Edellisten joukossa on tavattu usein runsaasti kapeaa *Oscillatoriales*-sinilevä-rihmaa, jonka osuus biomassasta kesä-heinäkuussa on vaihdellut 10 - 40 %. Potentiaalisesti, mahdollisesti, myrkyllisiä kantoja muodostavien sinilevien määrä on Katajaluodon alueella (125) pysynyt koko tarkkailujakson lähes samansuu-ruisena, tosin vuotuiset vaihtelut ovat olleet suuria. Eniten on vaihdellut *Nodulari-an* määrä, jonka esiintyminen on sidoksissa korkeaan veden lämpötilaan.

5.1.3.2

Espoon edusta

Espoon merialueelta on kasviplanktontuloksia vuonna 1994, kuten edellisenäkin vuonna, Espoonlahden suuosasta (havaintopaikka 120) ja uloimmilta saaristoalueil-ta (147, 154 ja 122) (taulukot 5.1.2, 5.1.3 ja kuvat 5.1.2, 5.1.5, 5.1.10 ja 5.1.22-24). Aikaisemmilta vuosilta on edellisten lisäksi havaintoja myös Espoonlahden perukasta (118), Ryssjeholmsfjärdeniltä (117) ja Bodön selältä (107).

Klorofylli- ja kasviplanktonin biomassatulokset pienenivät vuonna 1994 aikaisem-piin vuosiin verrattuna - Espoonlahtea lukuunottamatta - varsinkin toukokuussa ja syksyllä, kuten Helsingin alueellakin. Kuten kohdassa 5.1.2 on mainittu, biomassa-arvojen kohoamisen eräs syy oli ajoittain runsaan *Mesodinium*-ripsieläinlajin sisällyttäminen kasviplanktoniin. Huomiota herätti myös Espoon alueella aikaisem-paa runsaampi keväinen *Peridinium hangoei*-panssarisiimalevän ja *Skeletonema*-piilevän esiintyminen. Muutoinkin lajistokuva noudatteli Helsingin vastaavien alueiden luonnetta, esim. sinileviä tavattiin elokuussa tavanomaista vähemmän, kuten muuallakin saaristoalueilla. Espoon merialue on vuonna 1994 kasviplankton-tulosten mukaan pysynyt lähes ennallaan eli suhteellisen hyvänä. Seuraavassa esitetään Espoon saaristoalueen (6 havaintopaikkaa) *a*-klorofyllin keskiarvoja eri jaksoina:

havaintoaika	<i>a</i> -klorofylli mg/m ³			
	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94
touko-lokakuu	8,7	11	9	8,4
heinä-syyskuu	6,1	6,4	6,2	6,5

Espoonlahden suuosan havaintopaikalla (120) tilanne näytti vuonna 1994 hieman kohentuneen. Levien esiintymisen huippukausi saattoi olla näytteenoton ulkopuolel-

la jo huhtikuussa, mikä vaikutti touko-lokakuun keskiarvoja pienentävästi. Klorofyllitulokset olivat kesällä 1994 pienempiä kuin aikaisempina vuosina varsinkin elokuun osalta. Heinä-syyskuussa 1994 α -klorofyllipitoisuuden keskiarvo oli 5,5 mg/m³, kun se muina vuosina on ollut noin 7 mg/m³. Kasviplanktonin biomassassa on koostunut toukokuussa edelleenkin pääasiassa panssarilevistä *Peridiniella catenata* ja *Peridinium hangoei* sekä *Skeletonema*-piilevästä. Sinilevien määrä oli vuonna 1994 erityisen vähäinen, maksimissaan elokuun alussa vain noin 5 % biomassasta, kun se aikaisemmin ja muilla tutkituilla havaintopaikoilla on yleensä ylittänyt 20%. Sen sijaan Espoonlahden havaintopaikan planktonlajistoa luonnehti mm. muita alueita runsaampi pienten viherlevien osuus kuten edellisenäkin vuonna (touko-lokakuun keskiarvo noin 10 % biomassasta); erityisesti kesäkuussa 1994 *Pyramonas* oli poikkeuksellisen runsas.

Knaperskärin alueella (147 ja 154), joka on Suomenojan jätevedenpuhdistamon purkualuetta, α -klorofylli- ja kasviplanktontulokset pienenevät edellisiin vuosiin verrattuna keväällä ja syksyllä. Näiden havaintopaikkojen tulokset muistuttivat sekä lajistoltaan että määrältään hyvin paljon toisiaan. Heinä-syyskuun keskimääräinen klorofyllipitoisuus on vuonna 1994 pysynyt 1980- ja 1990-luvun tasossa. Tulokset olivat edelleen hieman korkeampia kuin yleensä muualla ulkosaaristossa vastaten Helsingin jätevesien purkualueen (Katajaluoto 125) vaikutuspiirissä todettuja keskiarvoja.

Espoon uloimmalla havaintopaikalla (Kytö 122) α -klorofyllipitoisuus pieneni selvästi (kuva 5.1.10). Esim. heinä-syyskuun keskiarvo (3,8 mg/m³) oli poikkeuksellisen pieni verrattuna aikaisempiin ja ulkosaariston muiden alueiden vastaaviin tuloksiin. Alueen planktontulokset lajistomuutoksineen muistuttivat pääpiirteissään koko tarkkailualueen muuta ulkosaaristoa (kuvat 5.1.22-24). Esim. tavanomaisten sinilevien, runsaimpana *Aphanizomenon flos-aquae*, ohella tavattiin syksyllä erityisen runsaasti Chroococcales-sinileviä ja piilevistä mm. *Skeletonema*- ja *Coscinodiscus*-piilevää kuten Helsingin alueellakin.

Viittaukset

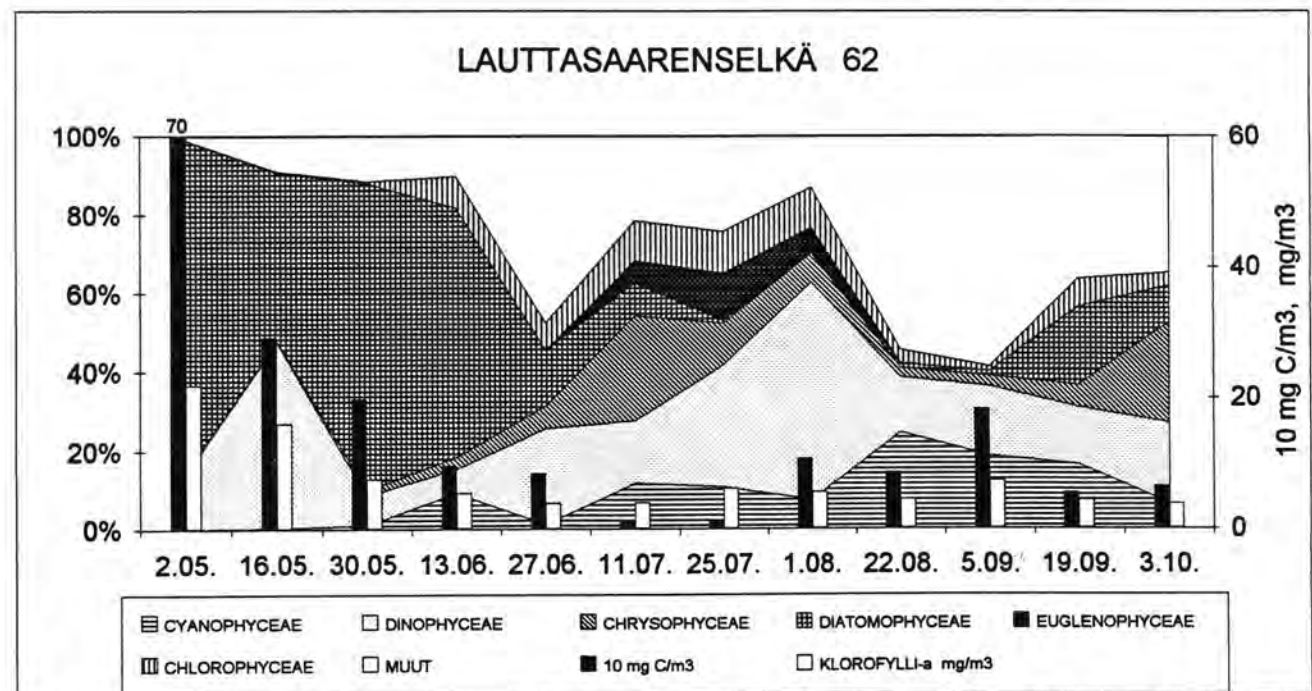
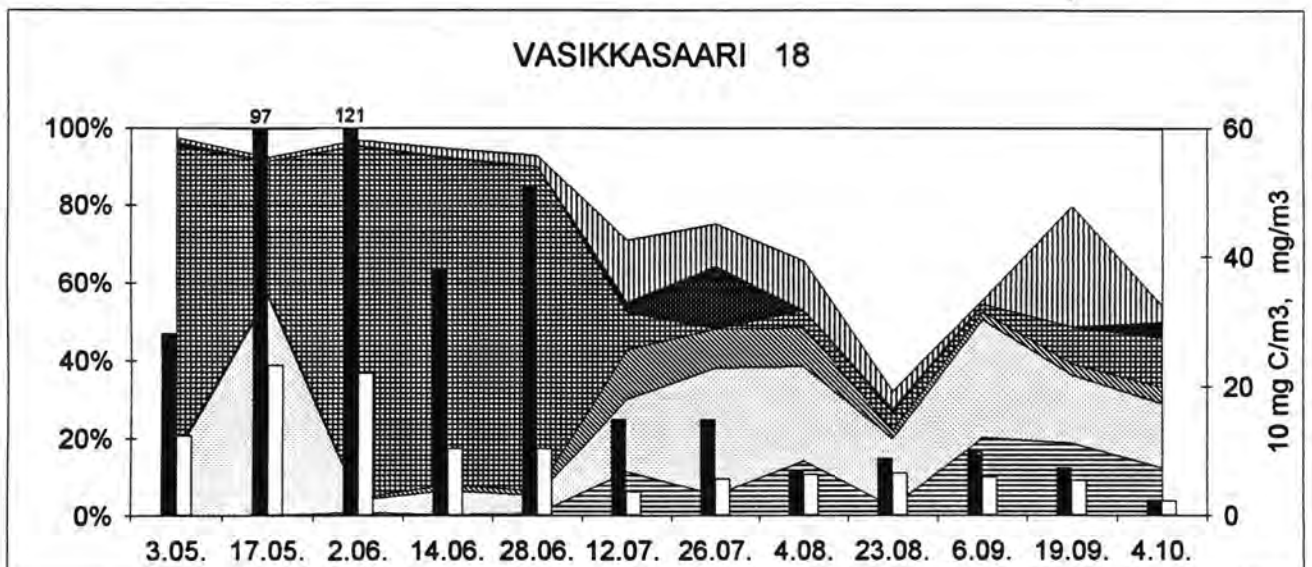
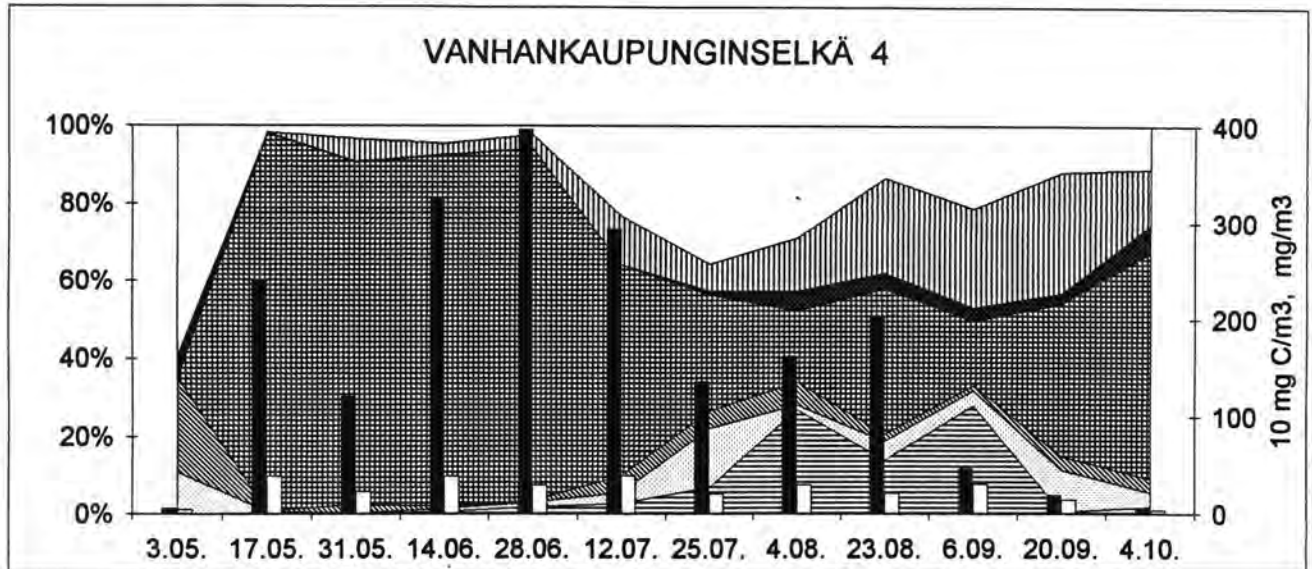
Melvasalo, T. & Viljamaa, H. 1977: Planktonic blue-green algae in polluted coastal waters off Helsinki. - Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 19:1-35.

Pesonen L. (toim.) 1988: Helsingin ja Espoon merialueiden tarkkailu vuosina 1970-86. - Tutkimustoimiston tiedonantoja 17:1-264.

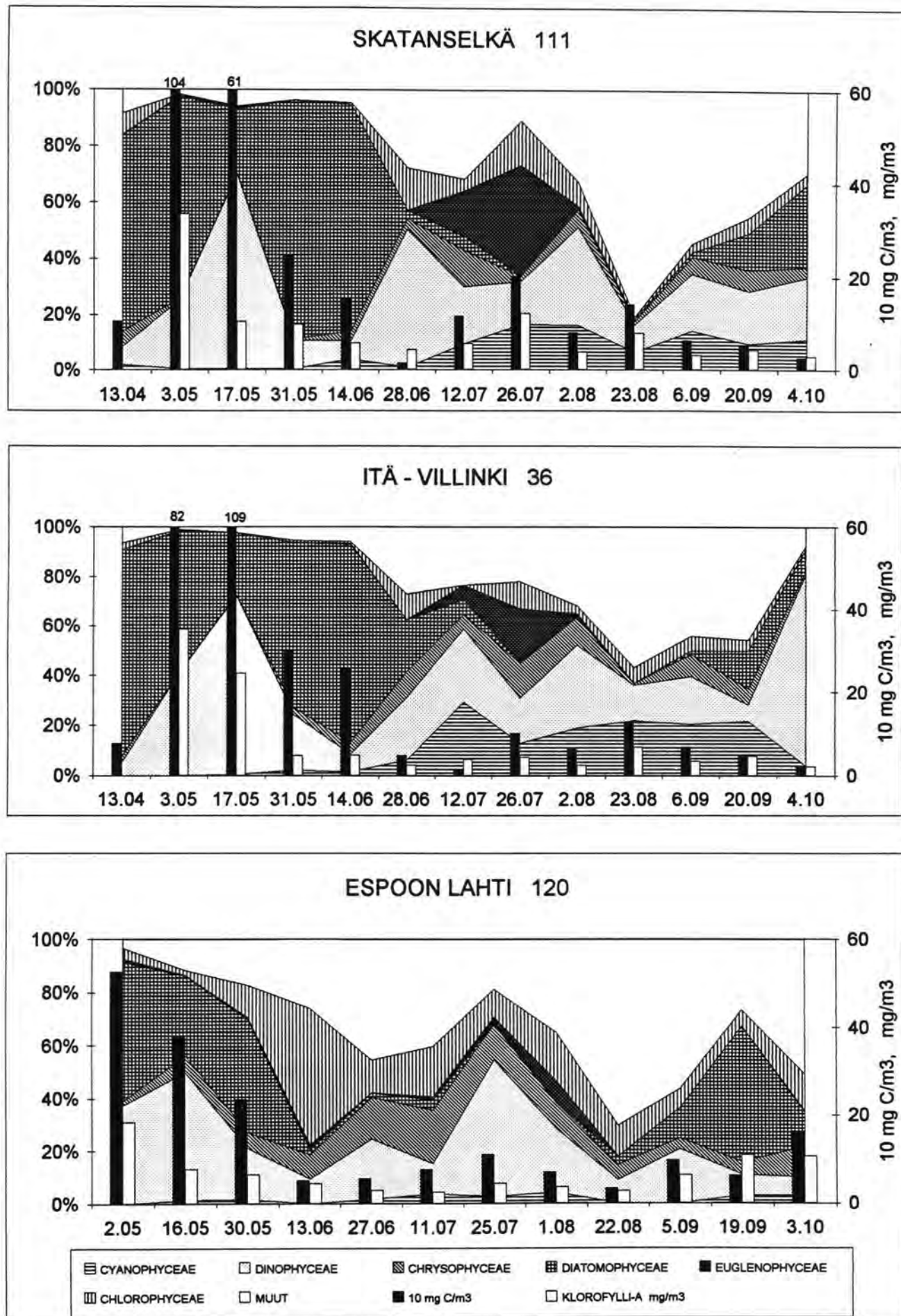
Pesonen, L., Norha, T., Rinne, I. & Viljamaa, H. 1994: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1993. - Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julk. 6/94: 1-115.

Varmo, R., Viljamaa, H., Pesonen, L. & Rinne, I. 1989: Two manipulated inner bays in the Helsinki sea area, northern Gulf of Finland. - Aqua Fenn. 19,1:67 - 73.

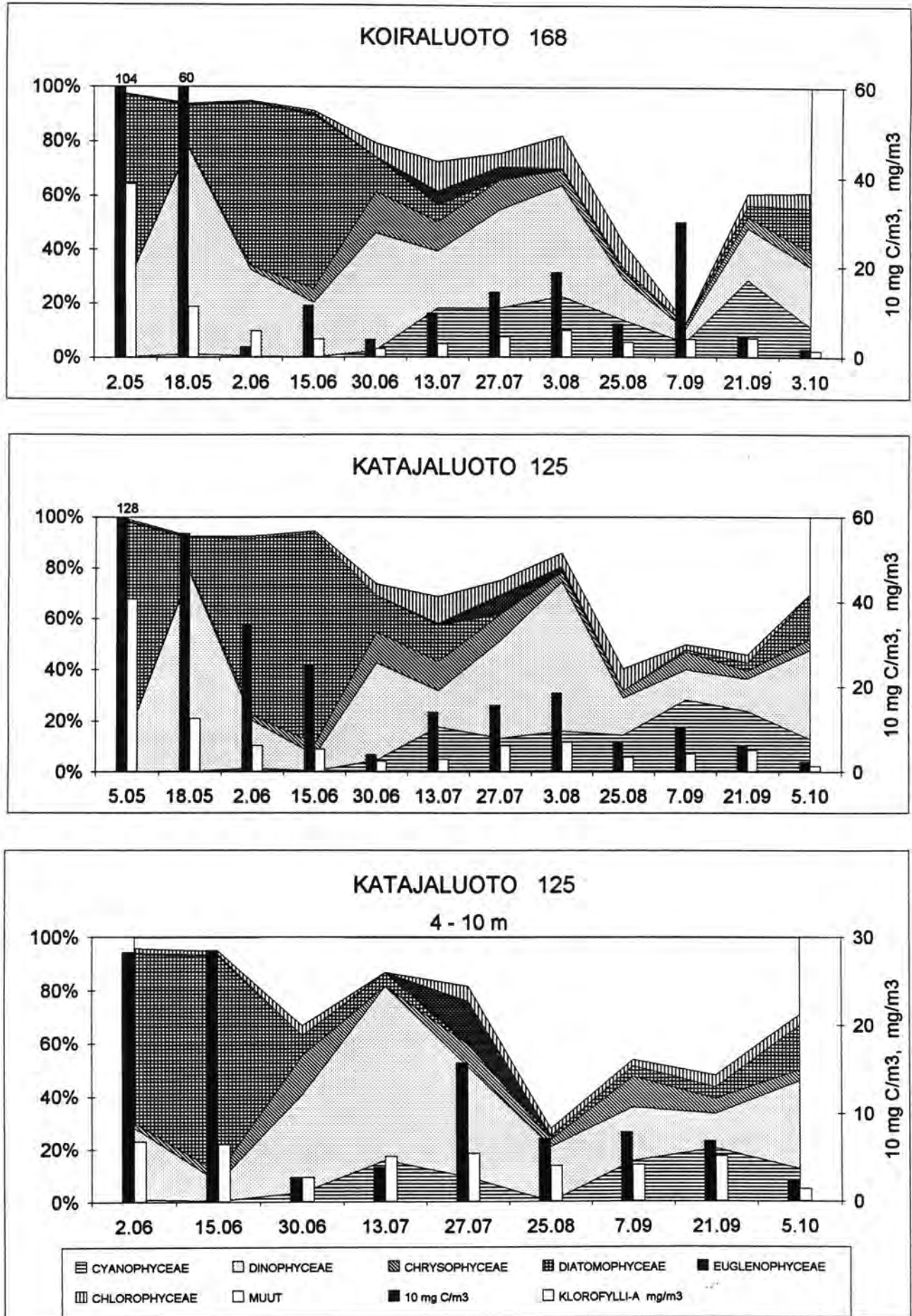
Viljamaa, H. 1988: Kasviplanktonin lajisto ja biomassassa sekä klorofylli a Helsingin ja Espoon merialueella vuosina 1970-1986. In: Pesonen, L. (toim.) Helsingin ja Espoon edustan merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1970 - 1986. - Helsingin kaupungin vesi- ja viemärilaitos, Tutkimustoimiston tiedonantoja 17:85-115.



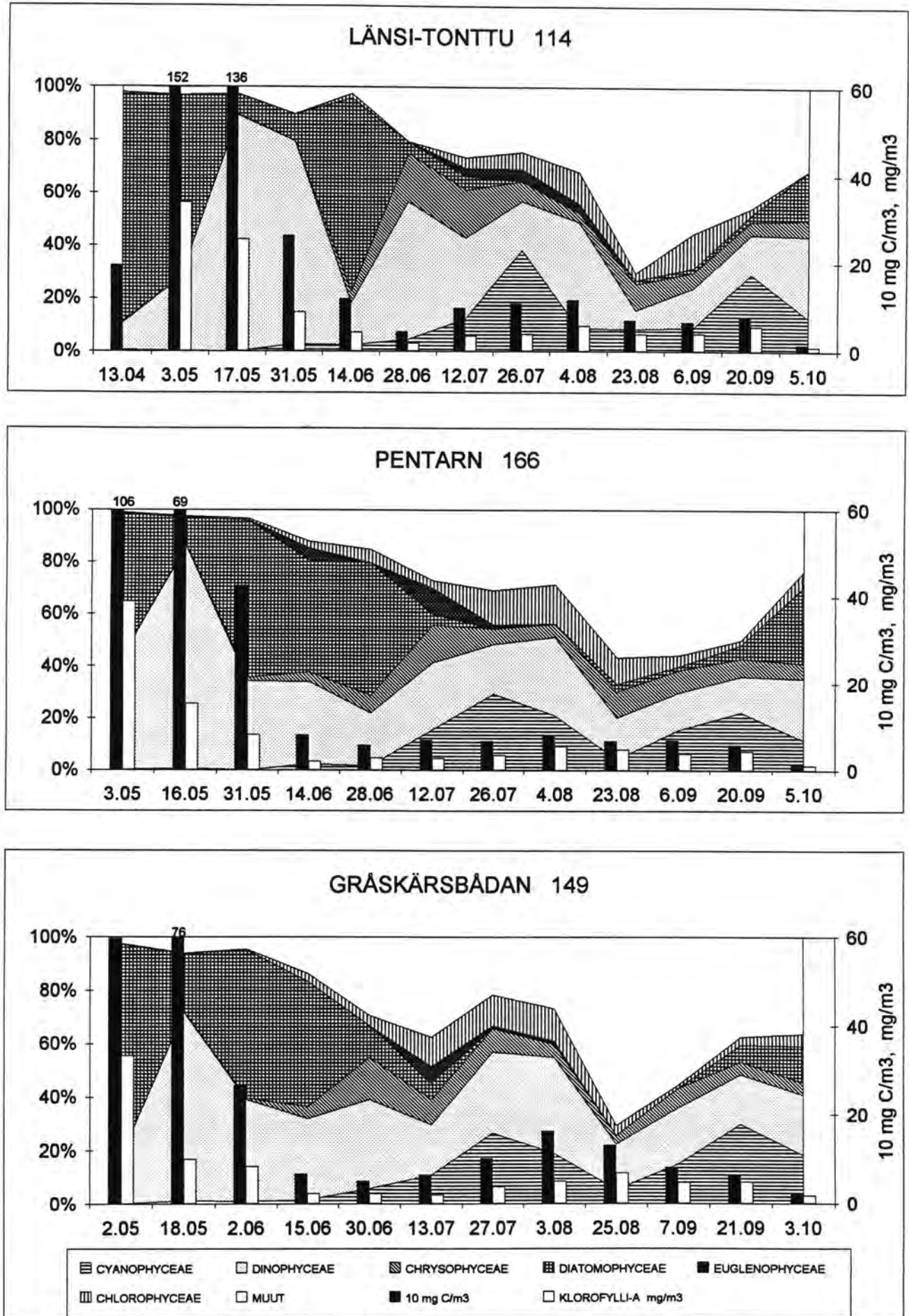
Kuva 5.1.1. Kasviplanktonin biomassa (10 mg C/m³) ja eräiden ryhmien osuudet (%) sekä klorofylli a vuonna 1994 Helsingin lähialueilla, 0 - 4 m:n näytteet (hav.paikka 4: 0 - 2 m).



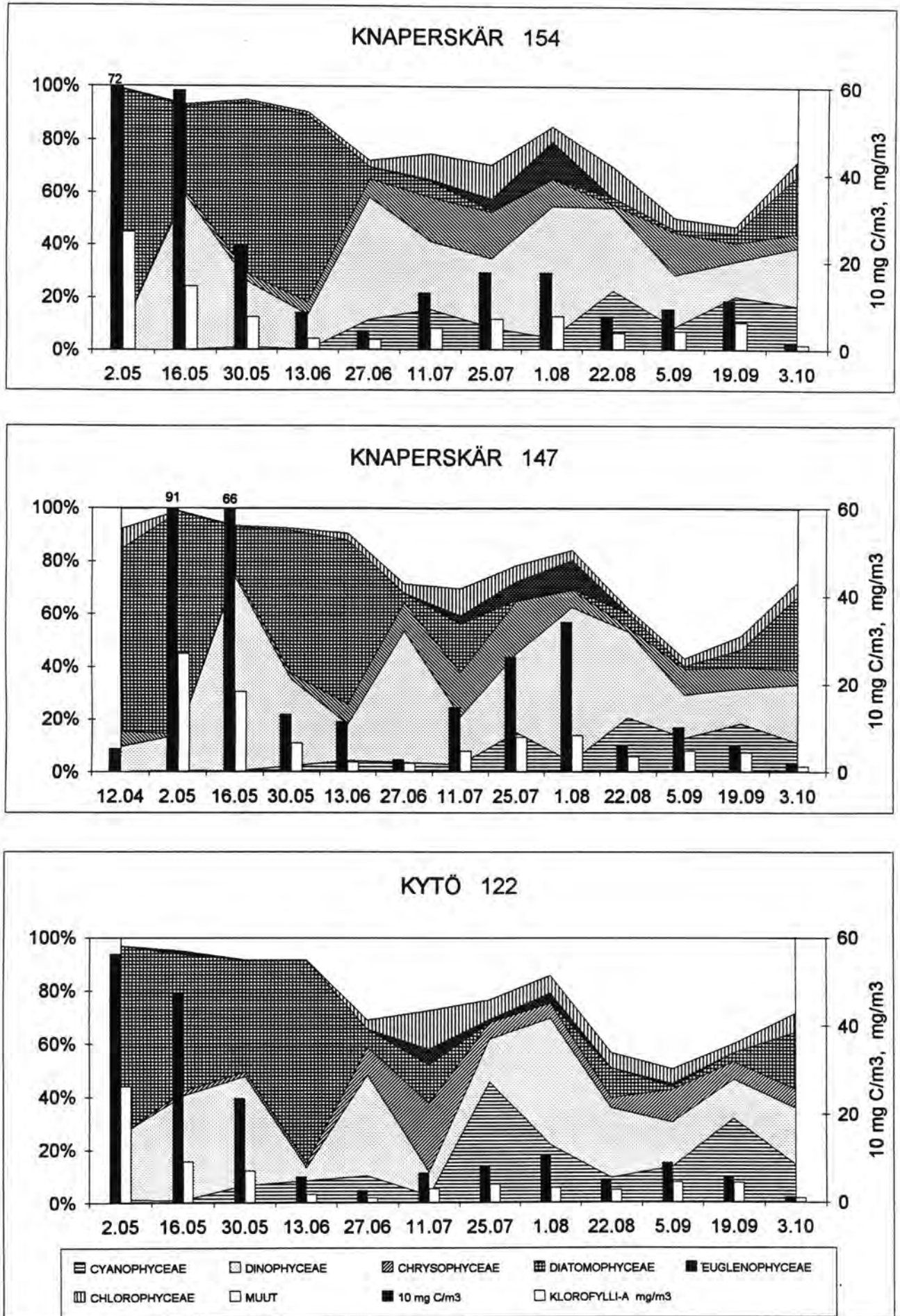
Kuva 5.1.2. Kasviplanktonin biomassa (10 mg C/m³) ja eräiden ryhmien osuudet (%) sekä klorofylli a vuonna 1994 Helsingin ja Espoon saaristossa, 0 - 4 m:n näytteet.



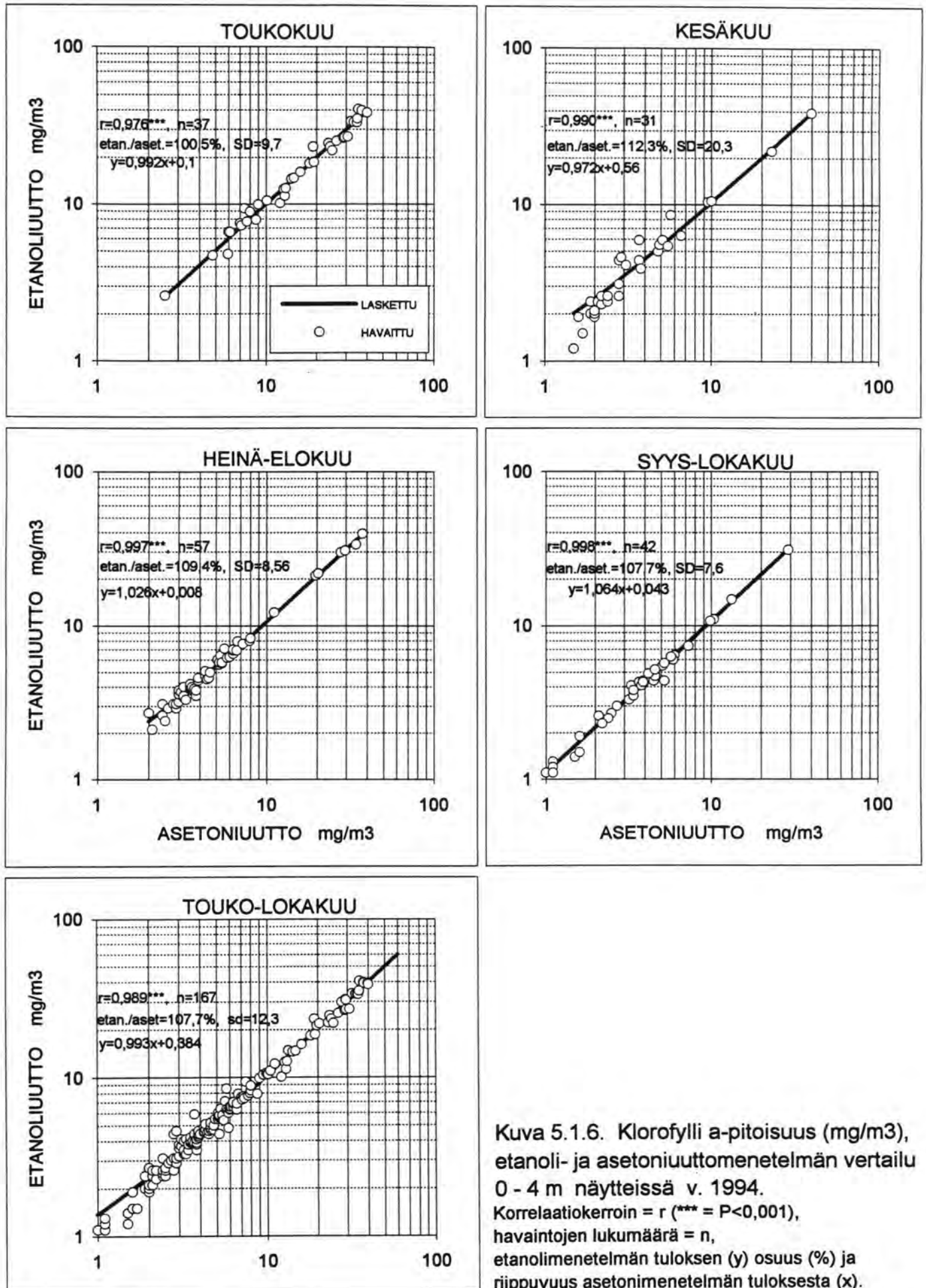
Kuva 5.1.3. Kasviplanktonin biomassa (10 mg C/m³) ja eräiden ryhmien osuudet (%) sekä klorofylli a vuonna 1994 Helsingin ulkosaaristossa, 0 - 4 m:n näytteet (hav.p.125 myös 4 - 10 m).



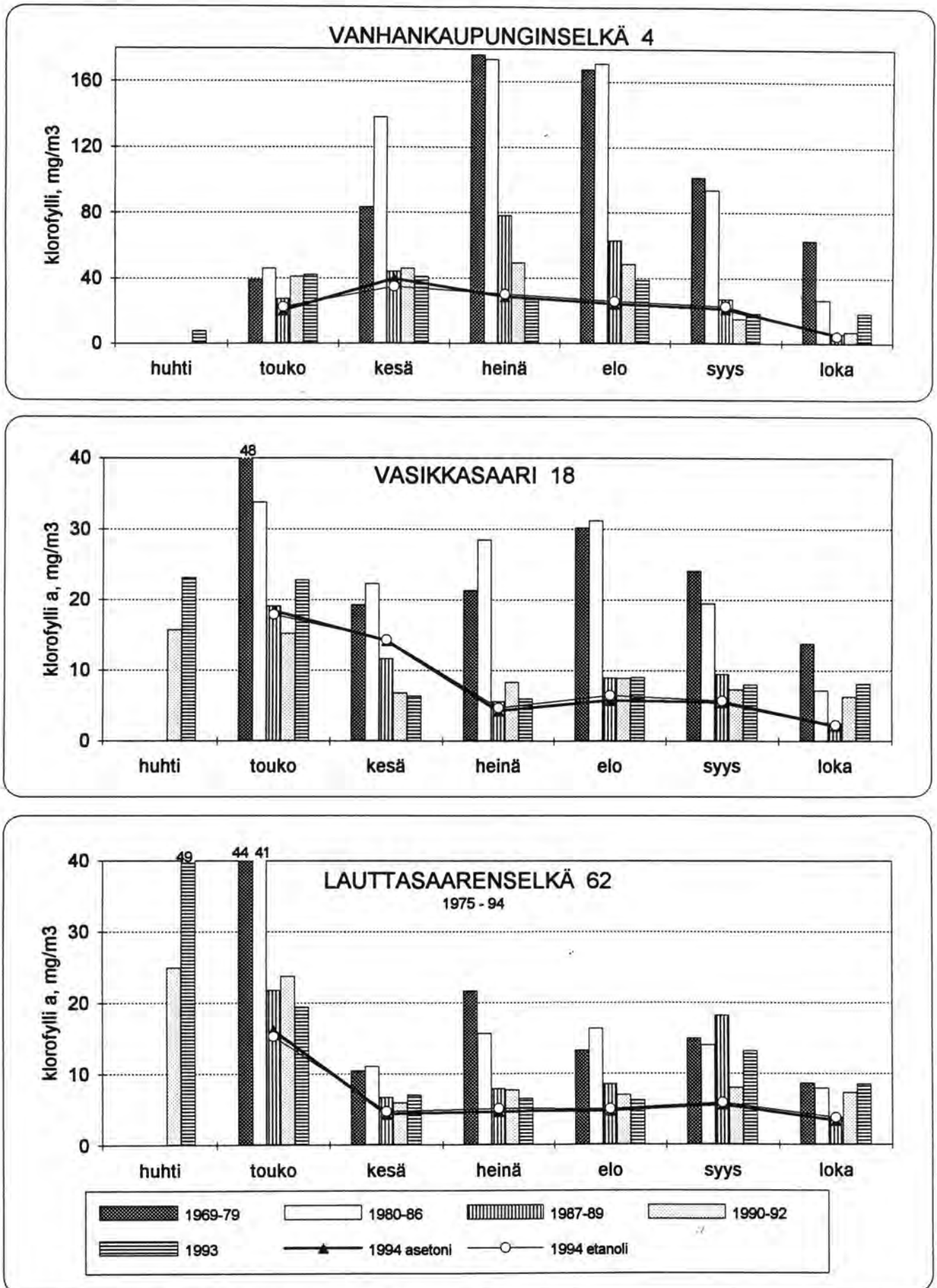
Kuva 5.1.4. Kasviplanktonin biomassa (10 mg C/m³) ja eräiden ryhmien osuudet (%) sekä klorofylli a vuonna 1994 Helsingin ja Espoon ulkosaaristossa, 0 - 4 m:n näytteet.



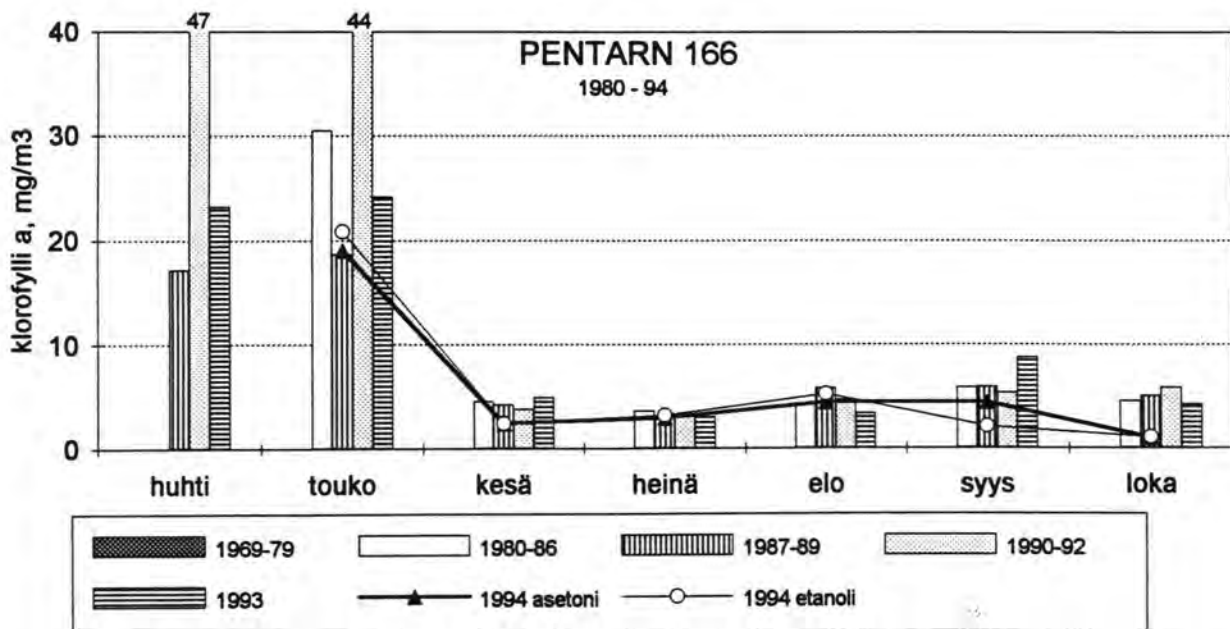
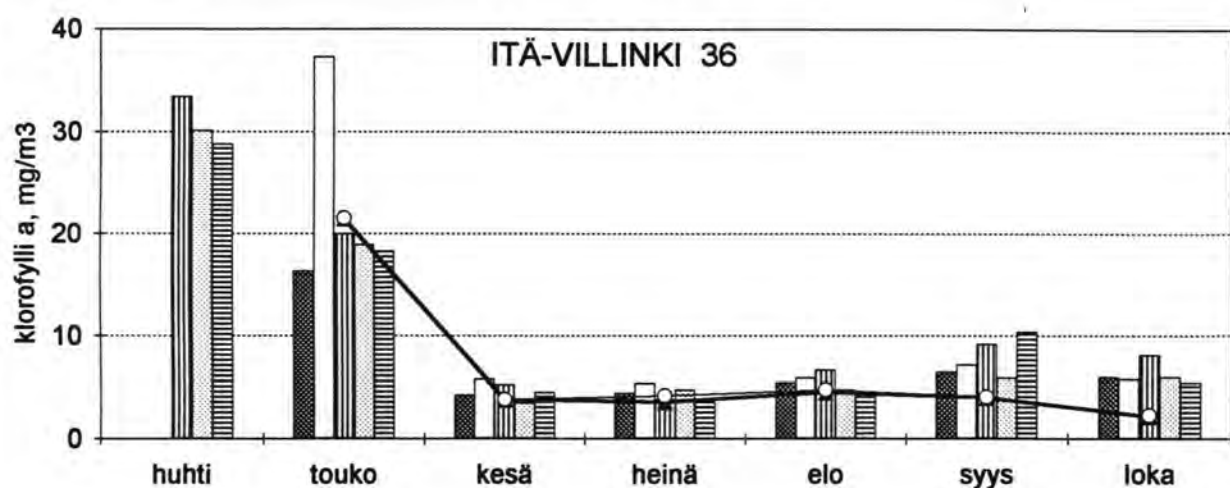
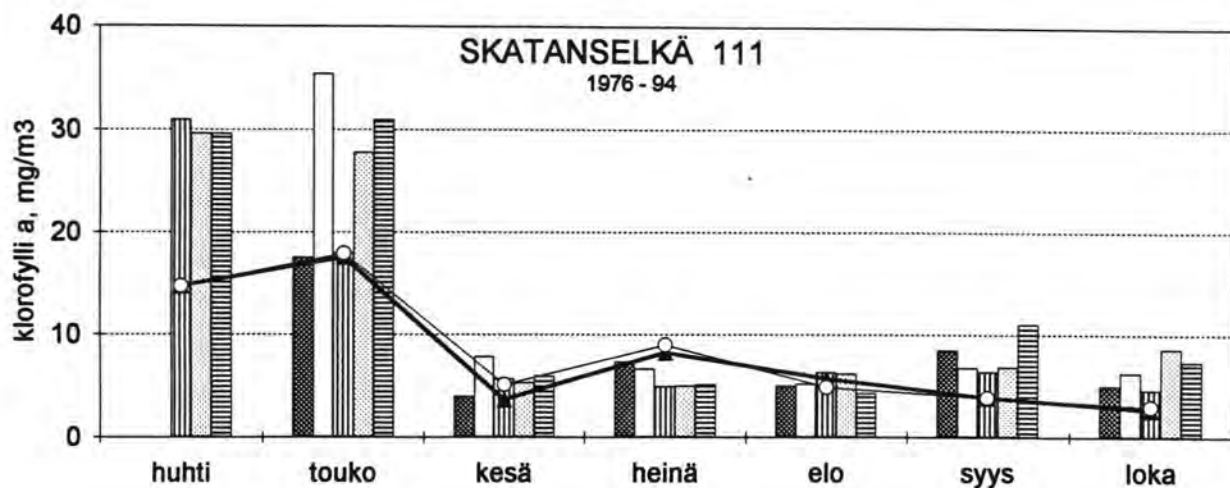
Kuva 5.1.5. Kasviplanktonin biomassa (10 mg C/m³) ja eräiden ryhmien osuudet (%) sekä klorofylli a vuonna 1994 Espoon saaristossa, 0 - 4 m:n näytteet.



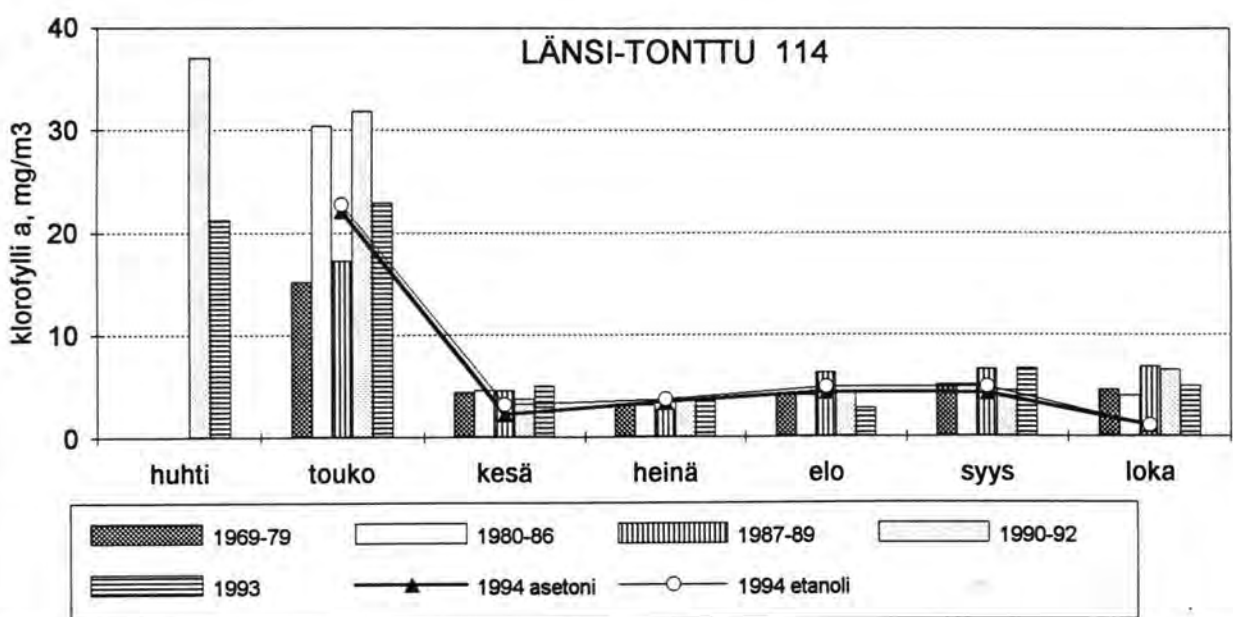
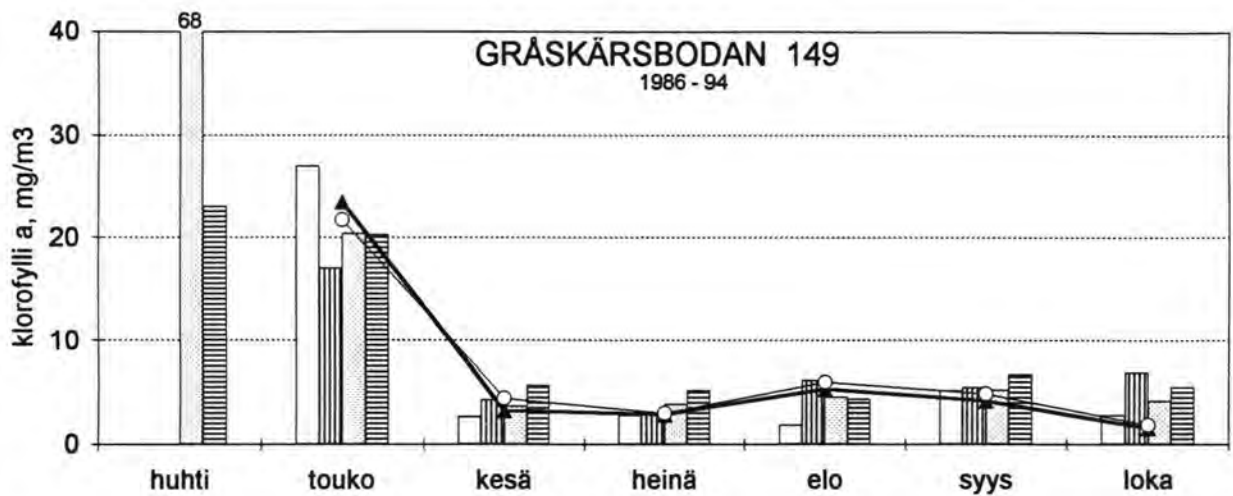
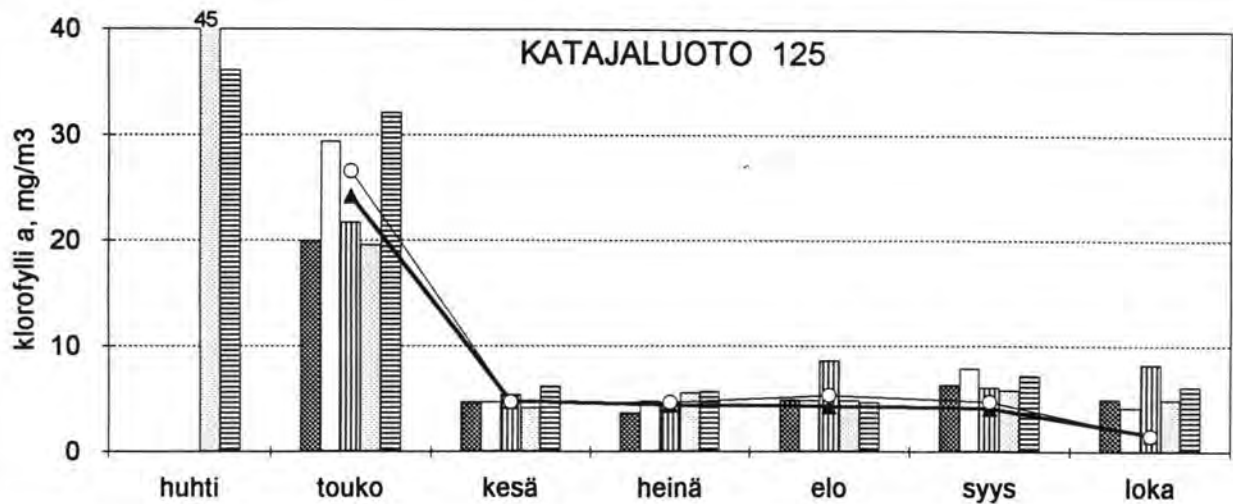
Kuva 5.1.6. Klorofylli a-pitoisuus (mg/m³), etanoli- ja asetoni-uuttomenetelmän vertailu 0 - 4 m näytteissä v. 1994. Korrelaatiokerroin = r ($*** = P < 0,001$), havaintojen lukumäärä = n , etanolimenetelmän tuloksen (y) osuus (%) ja riippuvuus asetoni-menettelyn tuloksesta (x).



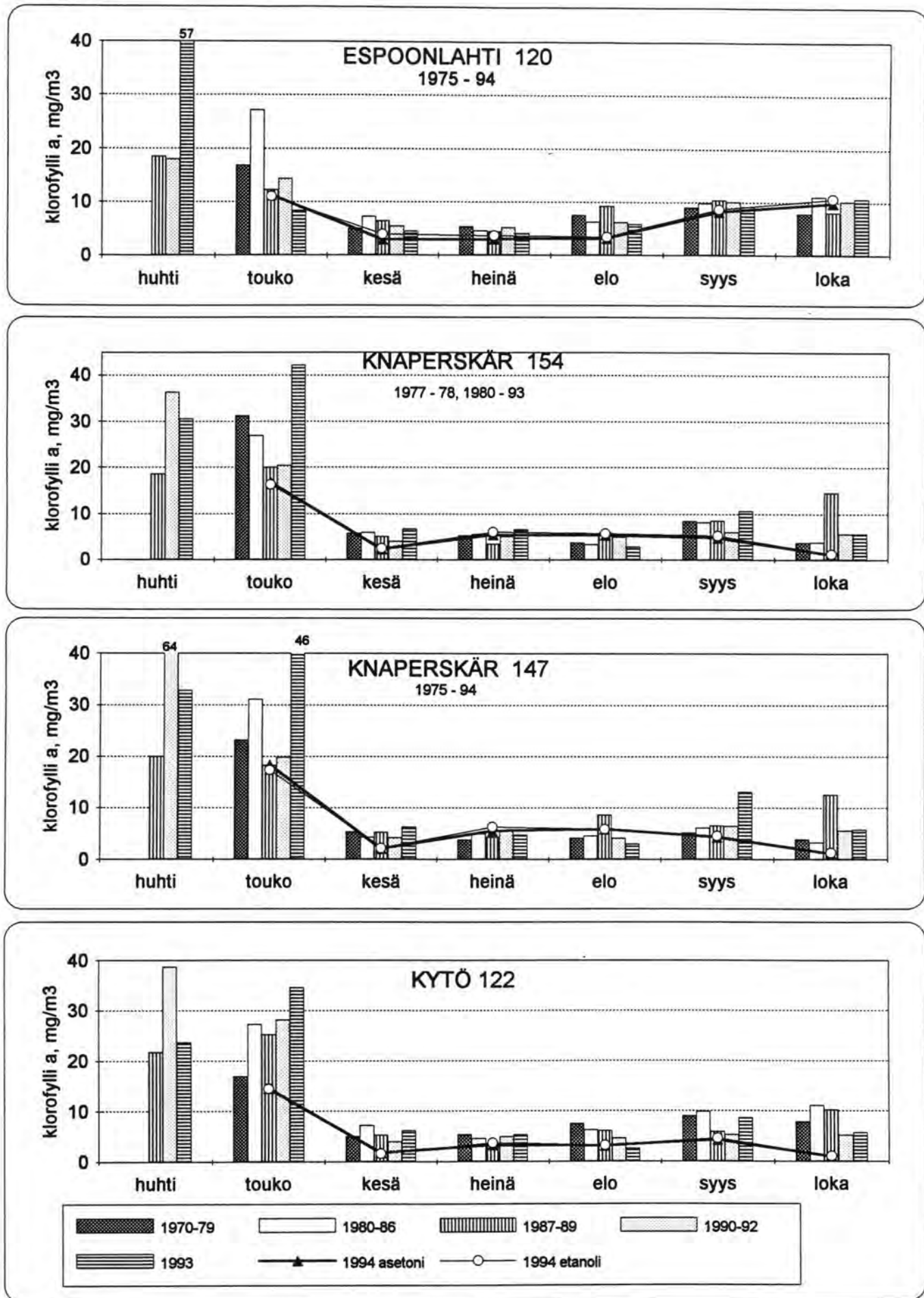
Kuva 5.1.7. Klorofylli a (mg/m³), kuukausien (huhti - lokakuu) keskiarvot Helsingin lähialueilla vuosina vuosina 1969 - 1994, 0 - 4 m. Vuosien 1969 - 1993 asetoni-utolla saadut tulokset korjattu v. 1994 etanoli-suhteiden mukaan.



Kuva 5.1.8. Klorofylli a (mg/m³), kuukausien (huhti - lokakuu) keskiarvot Helsingin saaristossa vuosina vuosina 1969 - 1994, 0 - 4 m. Vuosien 1969 - 1993 asetoni-uutolla saadut tulokset korjattu v. 1994 etanoli-suhteiden mukaan.

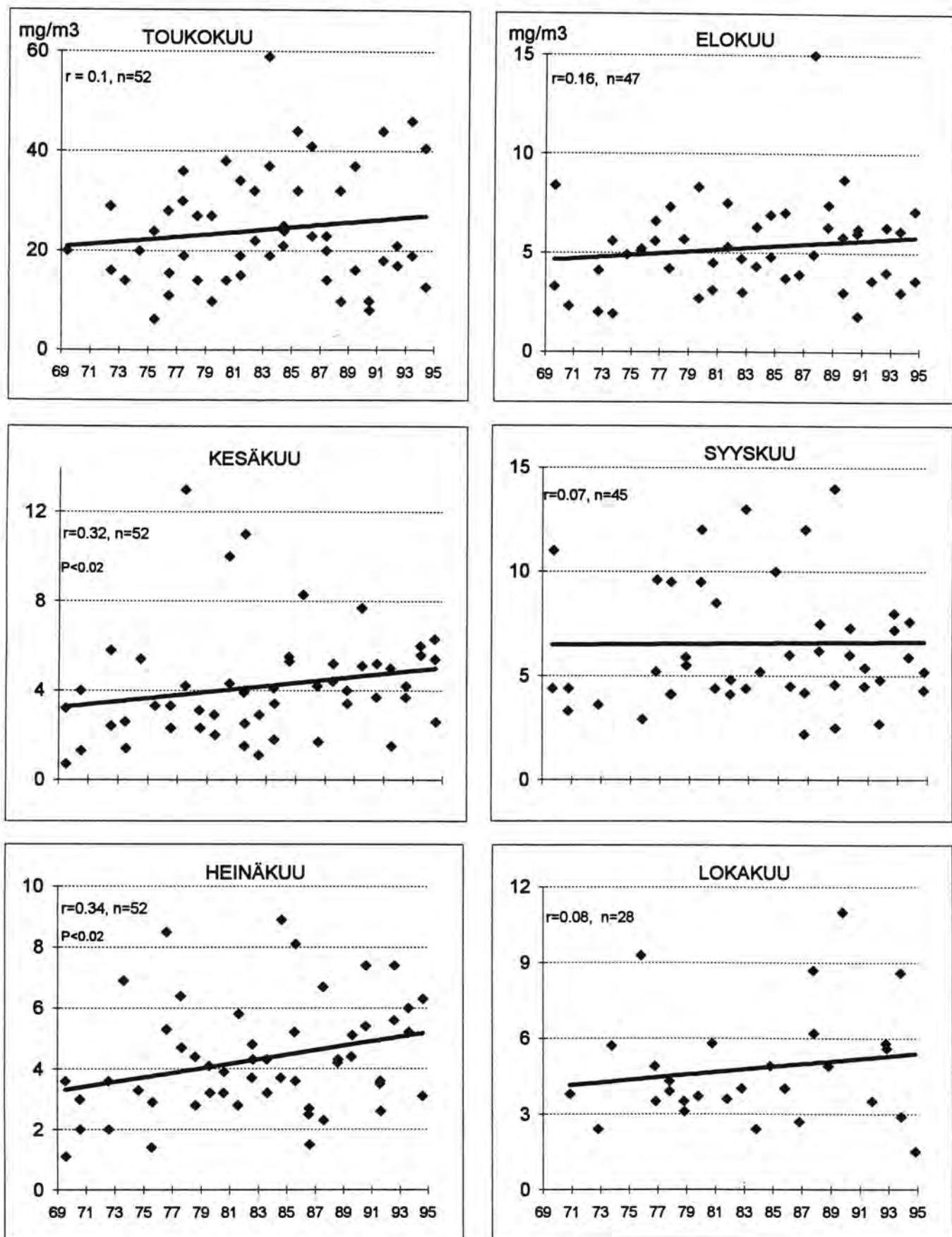


Kuva 5.1.9. Klorofylli a (mg/m³), kuukausien (huhti - lokakuu) keskiarvot Helsingin ulkosaaressa vuosina vuosina 1969 - 1994, 0 - 4 m. Vuosien 1969 - 1993 asetoni-utolla saadut tulokset korjattu v. 1994 etanoli-suhteiden mukaan.

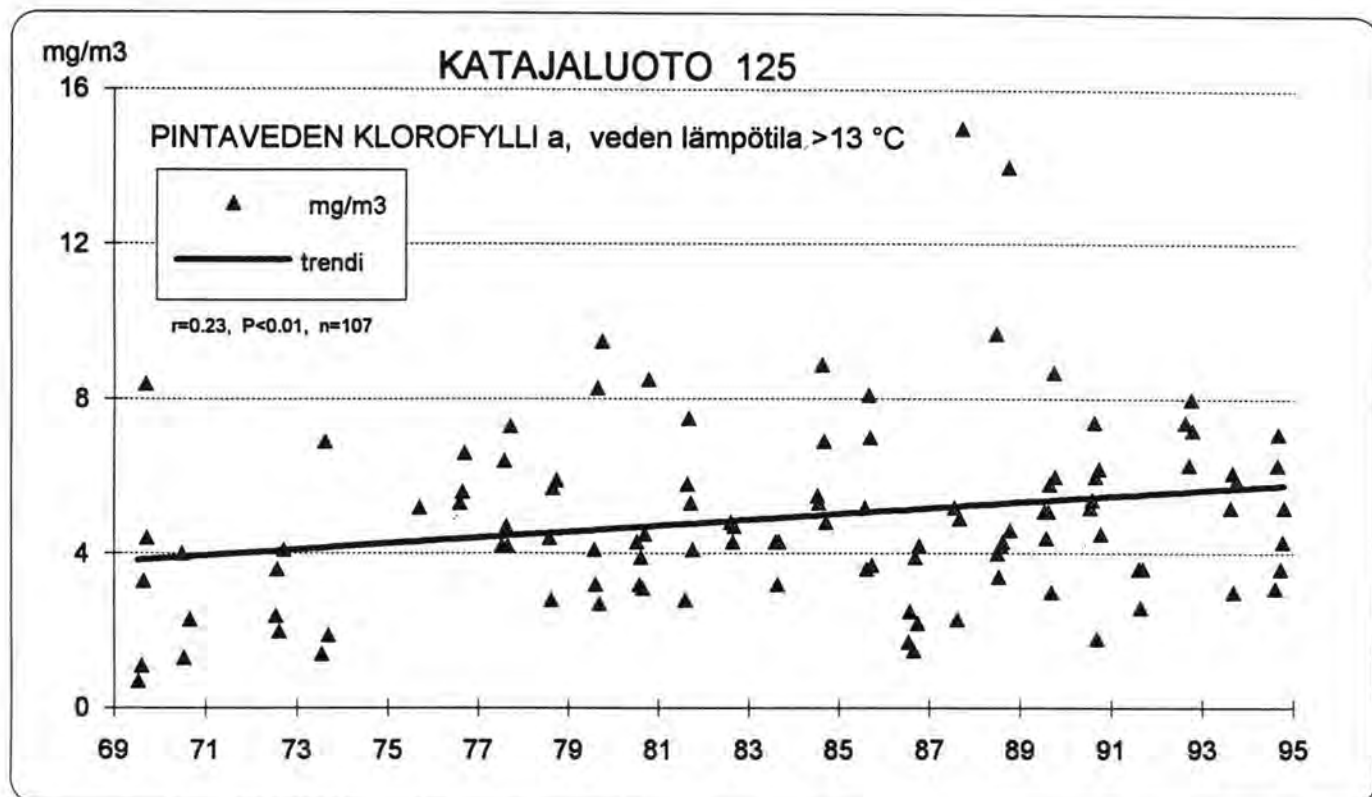


Kuva 5.1.10. Klorofylli a (mg/m³), kuukausien (huhti - lokakuu) keskiarvot Espoon saaristossa vuosina vuosina 1969 - 1994, 0 - 4 m. Vuosien 1969 - 1993 asetoniuutolla saadut tulokset korjattu v. 1994 etanoli-suhteiden mukaan.

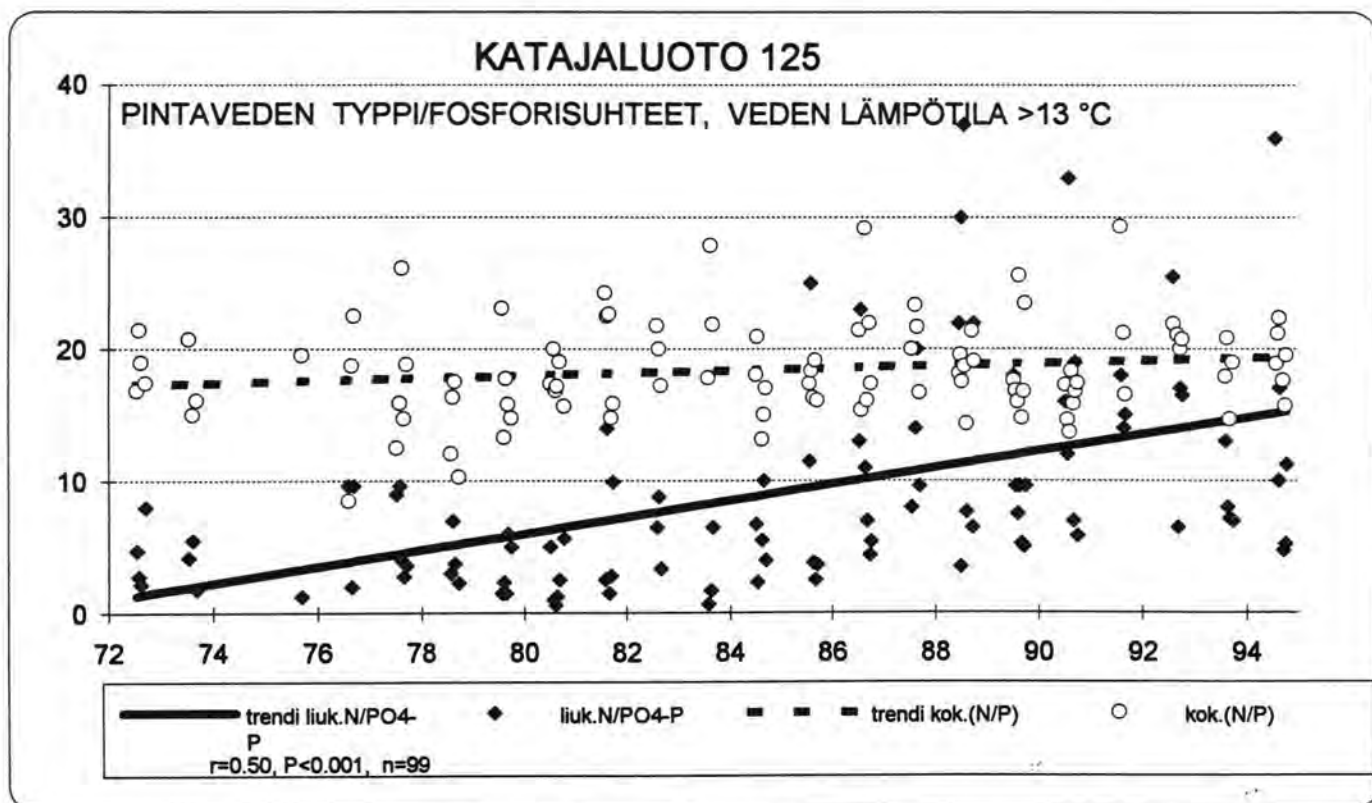
KLOROFYLLI a KATAJALUODON ALUEELLA 125



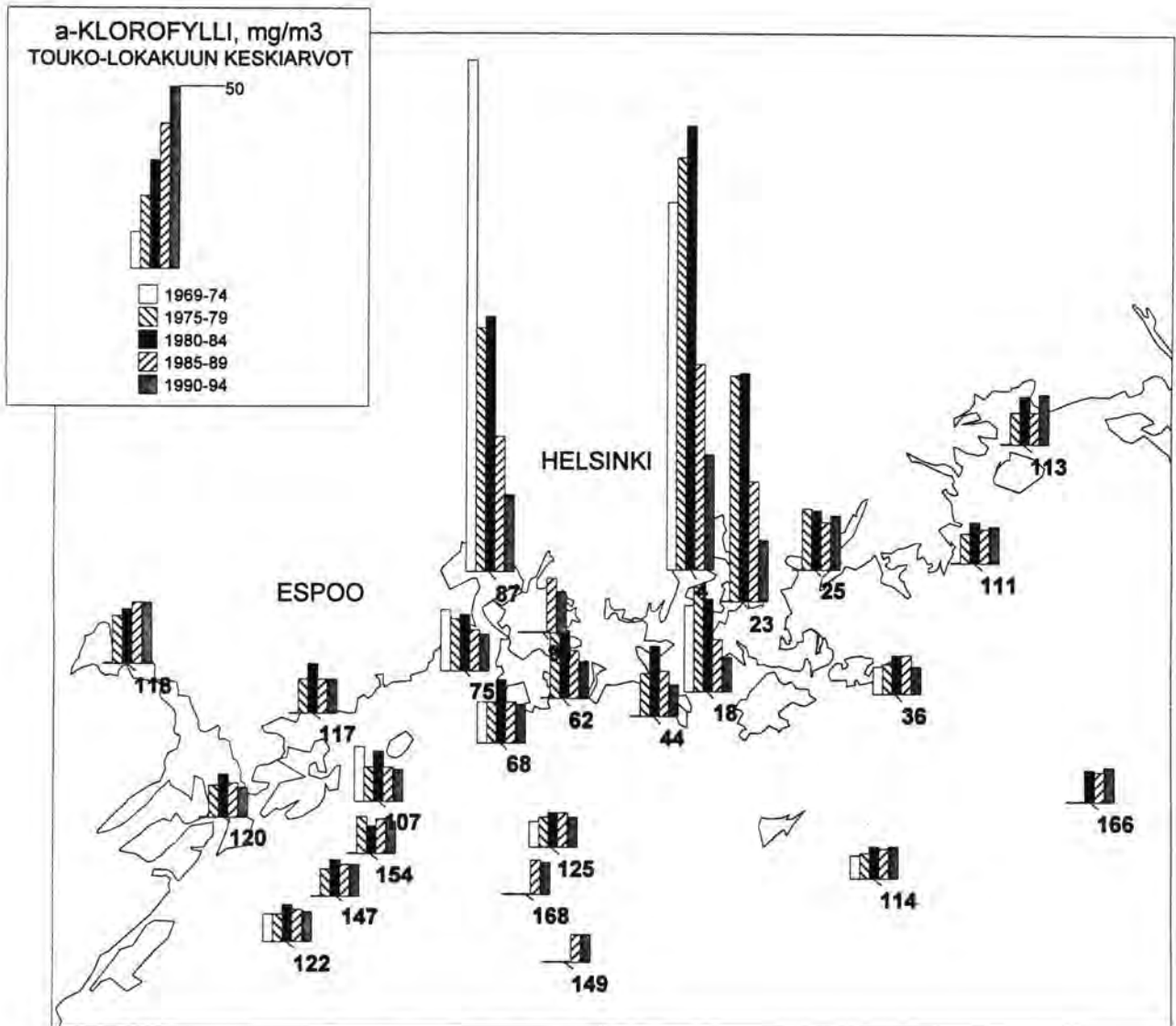
Kuva 5.1.11. Klorofylli a (mg/m³) Katajaluodon alueella 125, touko- lokakuu v. 1969 - 94, havainnot (n), trendi (viiva) ja korrelaatiokerroin (r) ajan suhteen, 0 - 4 m näytteet.



Kuva 5.1.12. Klorofylli a (mg/m³) Katajaluodon alueella 125, pintaveden lämpötila yli 13 °C, havainnot ja trendi vuosina 1969 - 1994, 0 - 4 m.

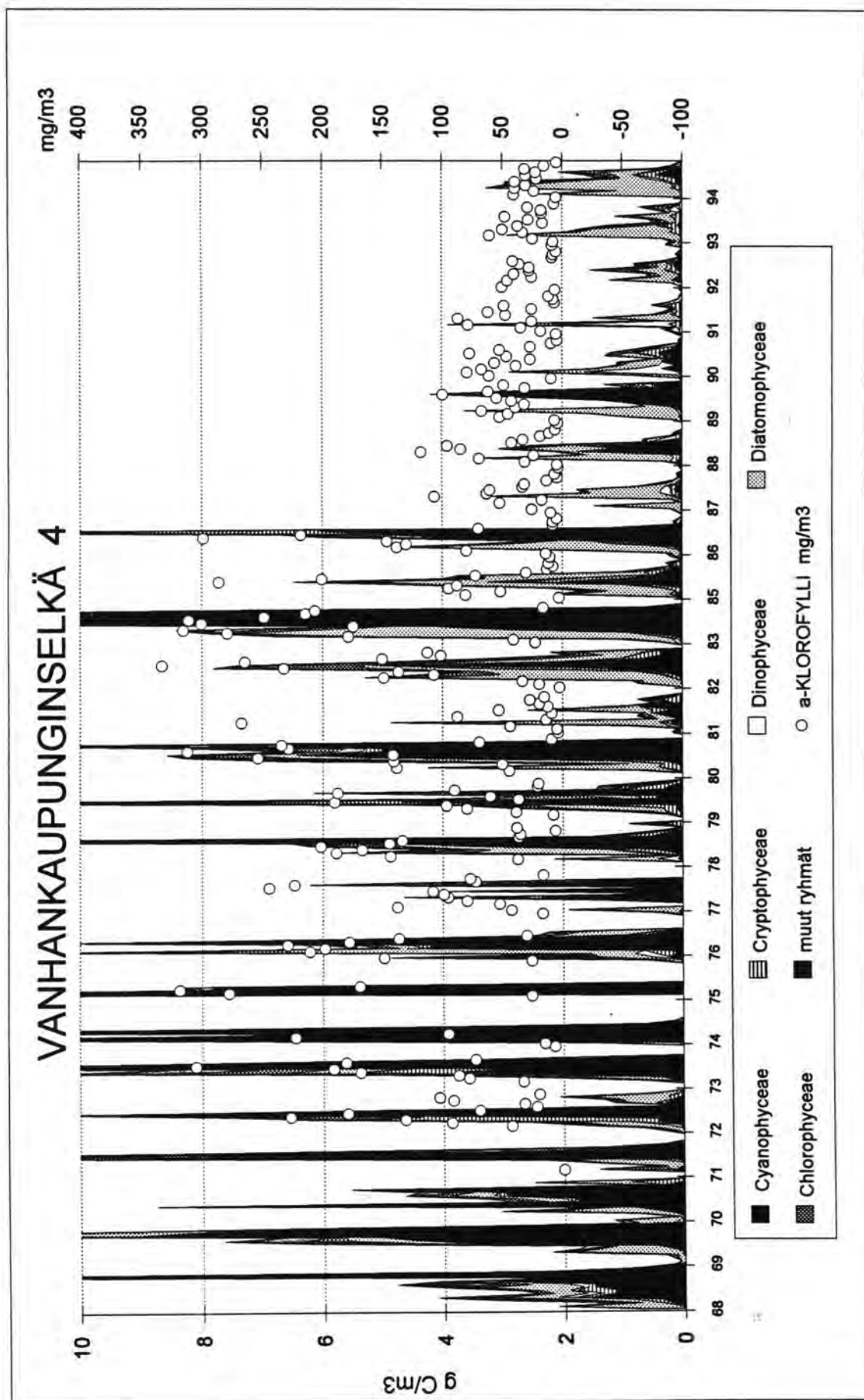


Kuva 5.1.13. Typpi/fosfori-suhteet Katajaluodon alueella vuosina 1972 - 94, liukoisen typen suhde fosfaattifosforiin (NO₃-N+NO₂-N+NH₄-N/PO₄-P) ja kokonaistypen suhde kokonaisfosforiin, trendi ja korrelaatio pintavedessä.

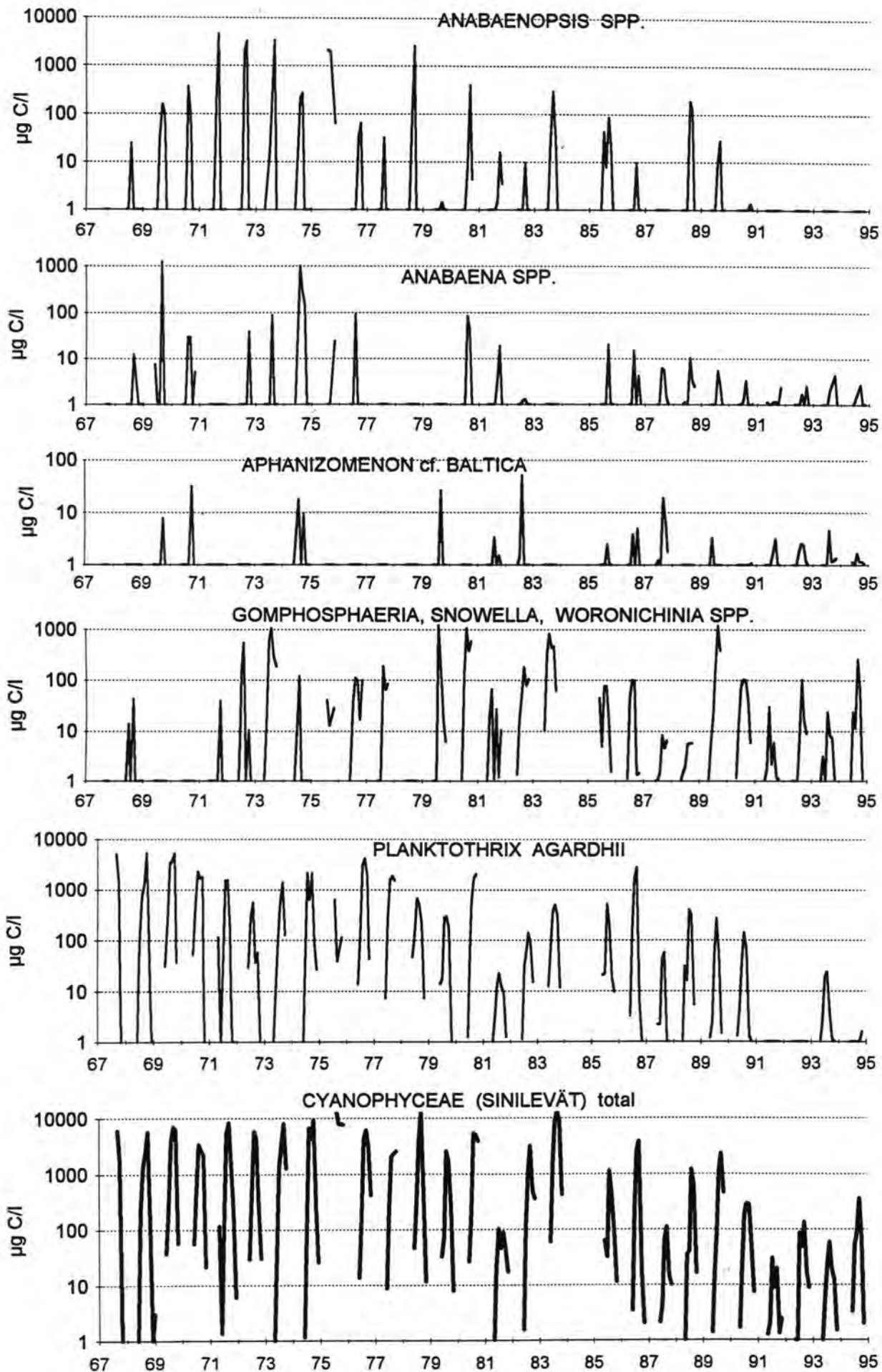


Kuva 5.1.14.

A-klorofylli (mg/m³) Helsingin ja Espoon merialueella vuosina 1969-94, touko-lokakuun keskiarvot, viiden vuoden jaksot, 0 - 4 metrin näytteet.

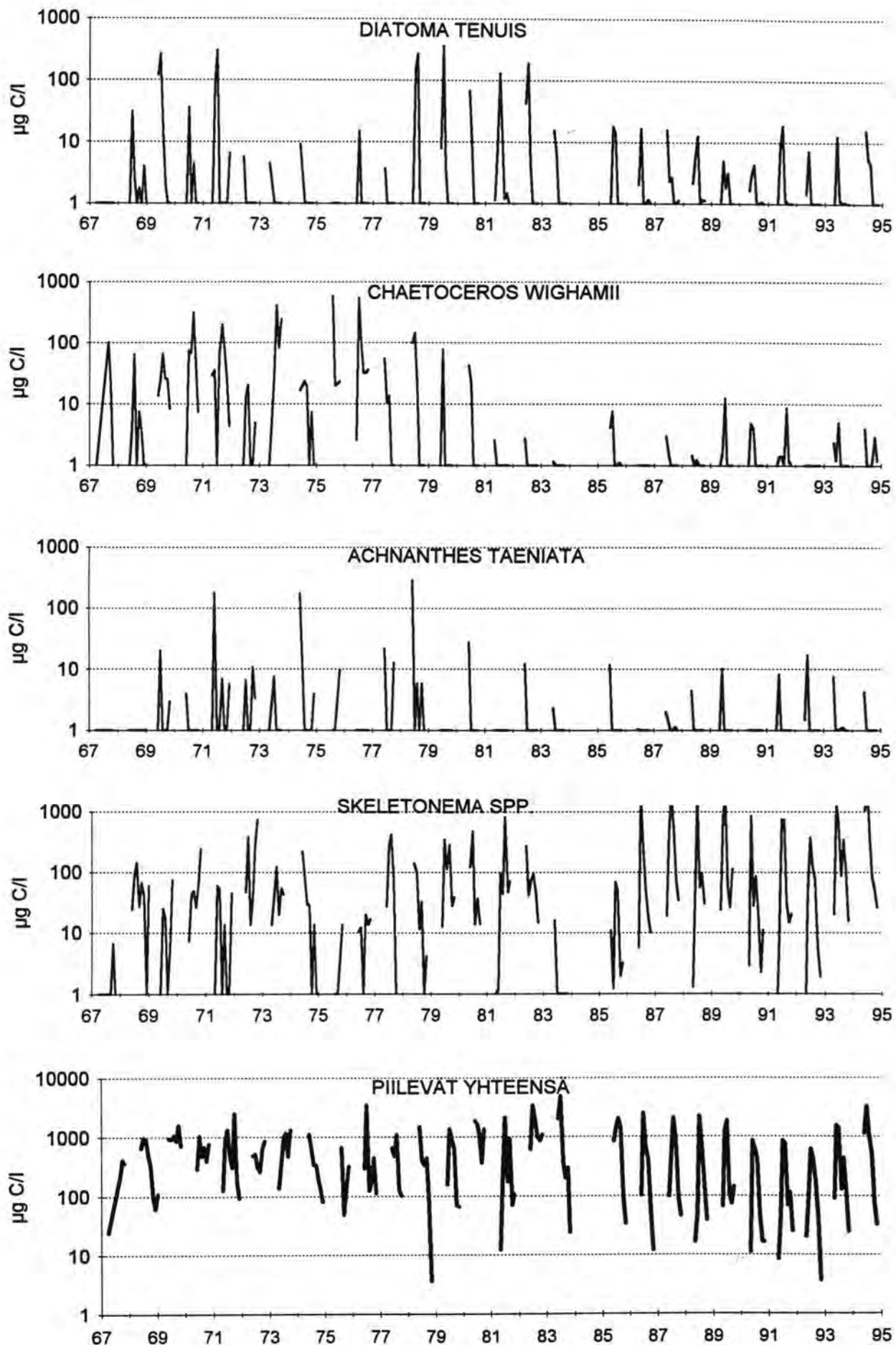


Kuva 5.1.15. Kasviplanktonin eräiden ryhmien biomassa ($g\ C/m^3$) ja a -klorofyllipitoisuus (mg/m^3) Vanhankaupunginselällä, 0 - 3 m näytteet vuosina 1968 - 94.



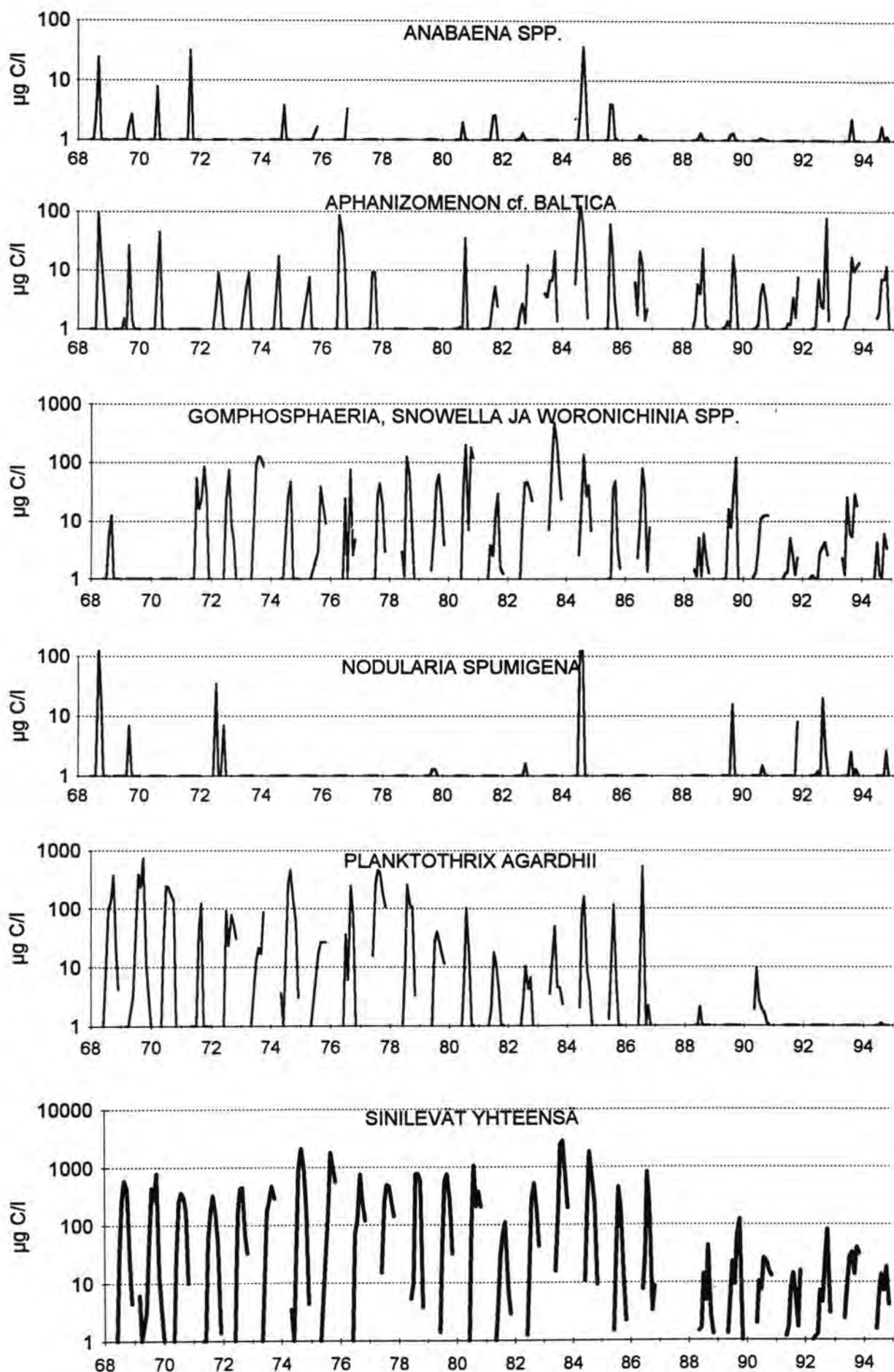
Kuva 5.1.16. Sinilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Vanhankaupunginselällä 4 vuosina 1967 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 3 m.

VANHANKAUPUNGINSELKÄ 4



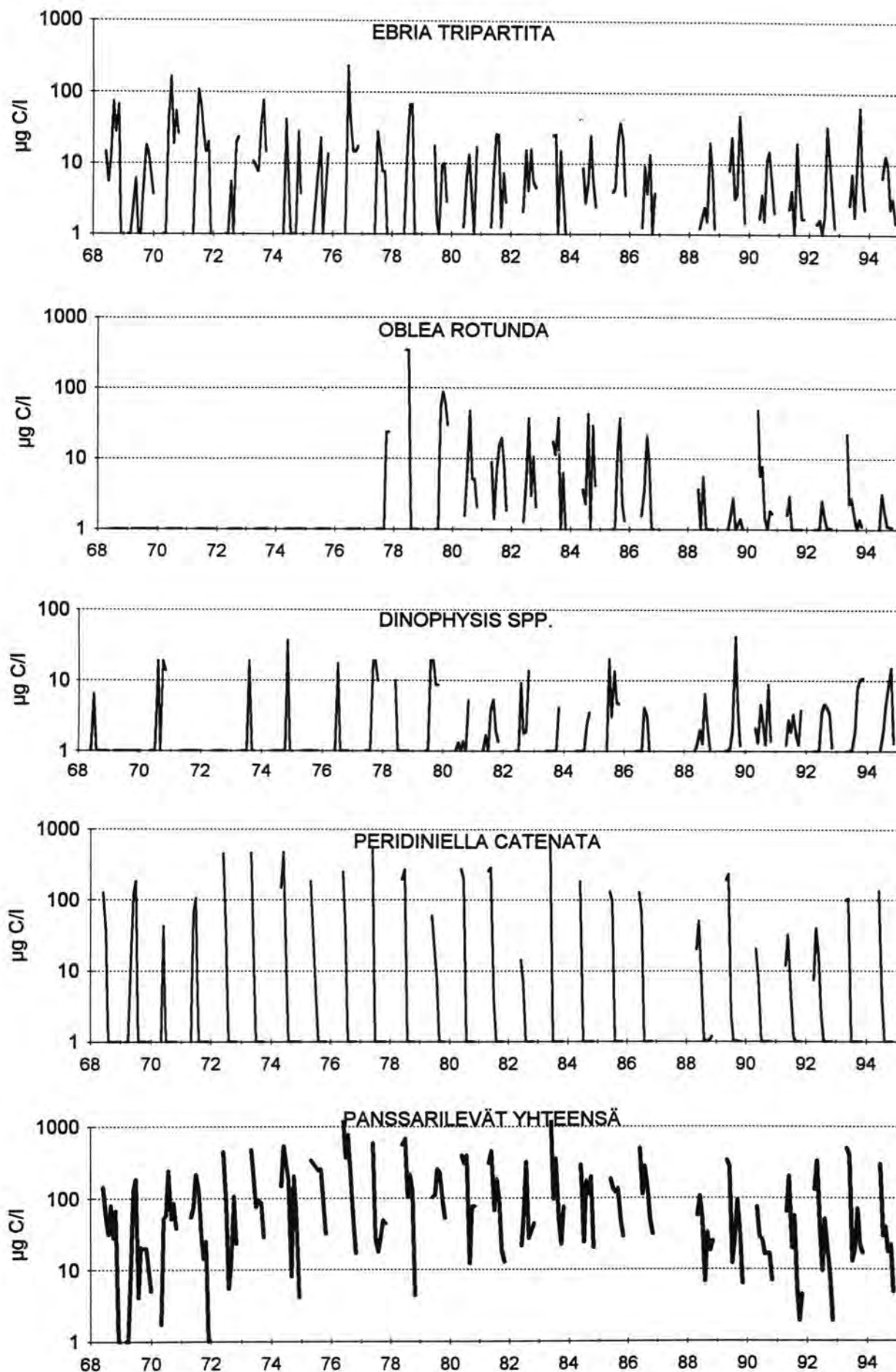
Kuva 5.1.17. Piilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Vanhankaupunginselällä vuosina 1967 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 3 m.

KRUUNUVUORENSELKÄ 18

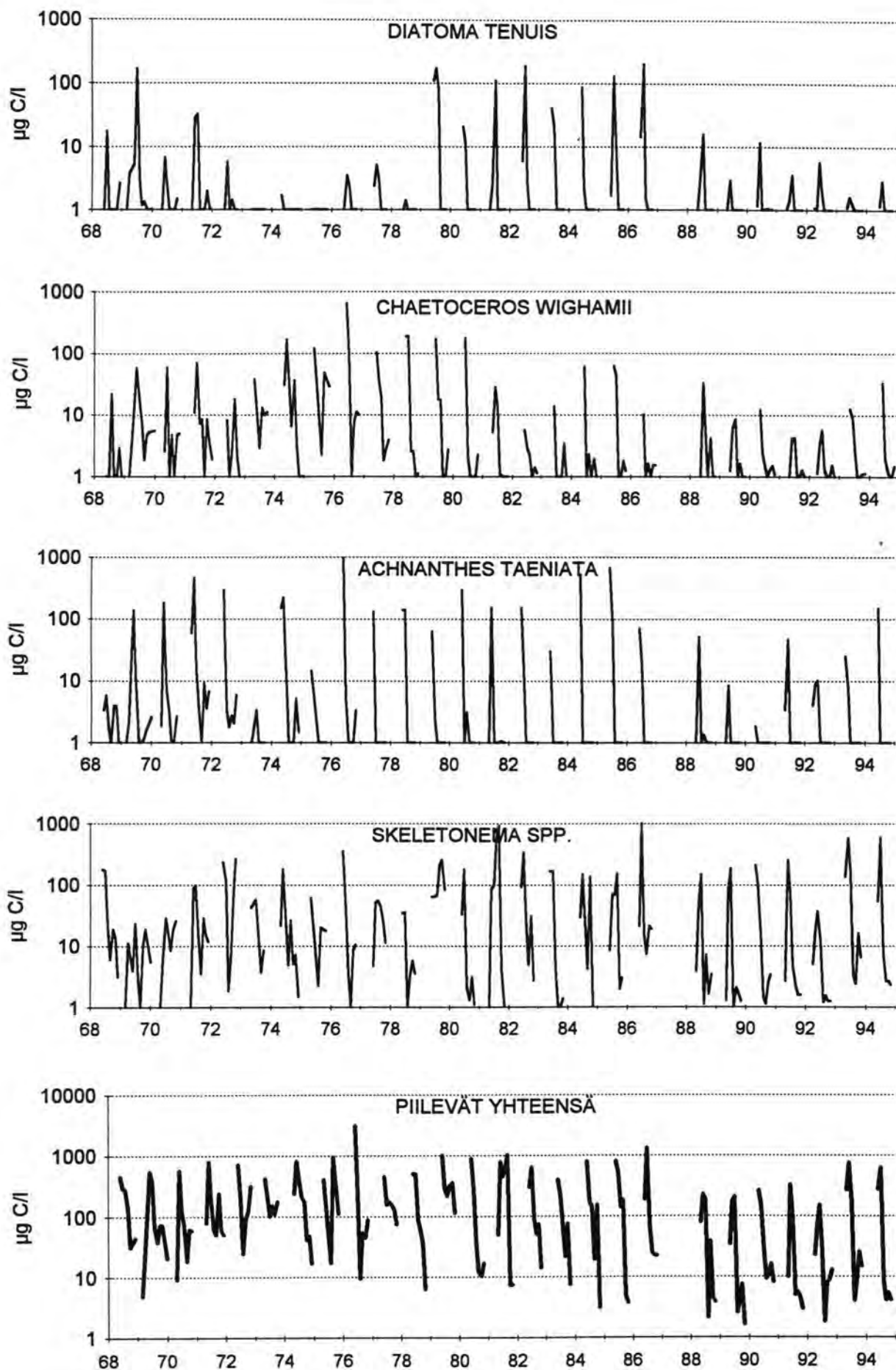


Kuva 5.1.18. Sinilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Kruunuvuorenselällä 18 vuosina 1968 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.

KRUUNUVUORENSELKÄ 18

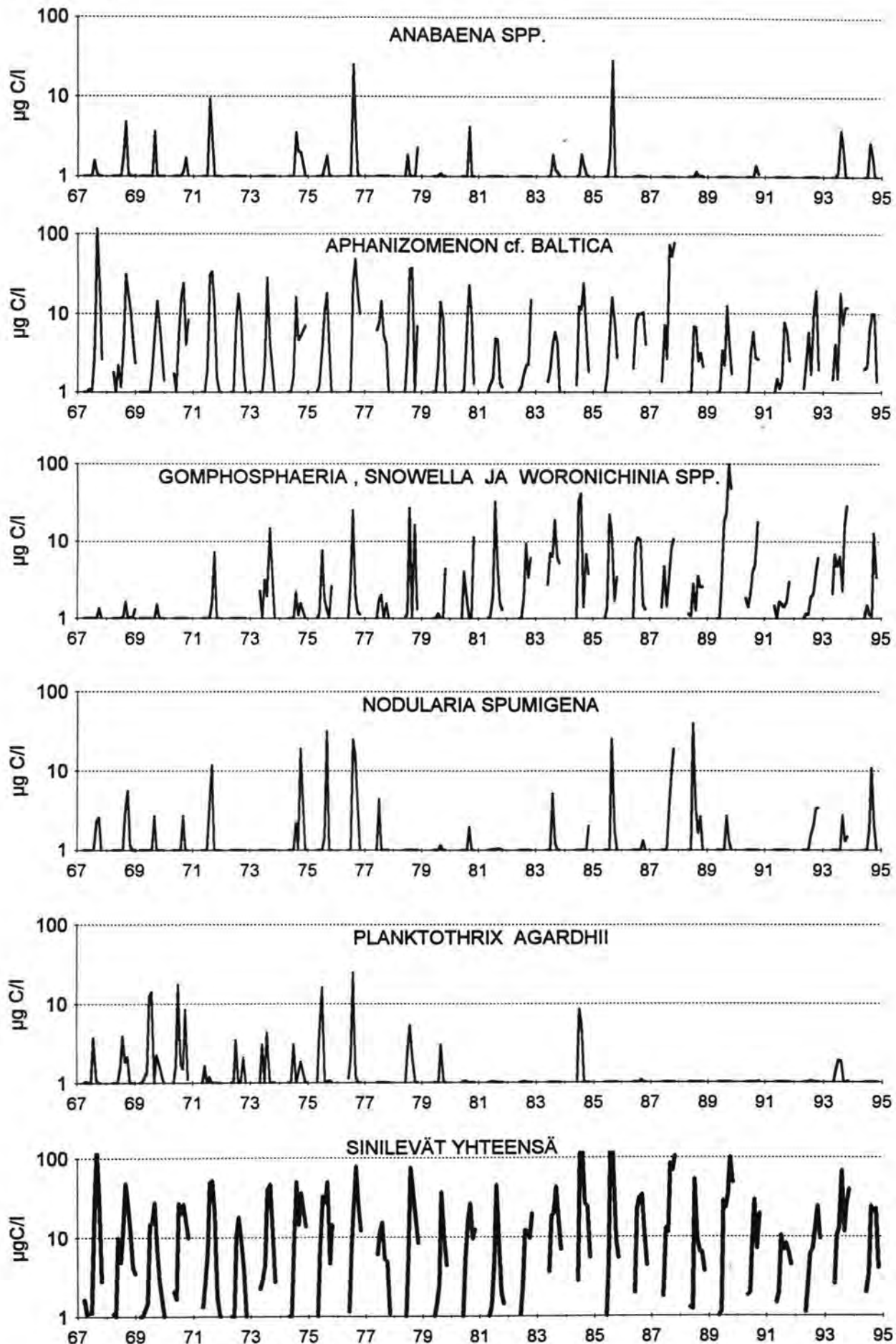


Kuva 5.1.19. Panssarilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Kruunuvuorenselällä vuosina 1968 - 1994 kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.



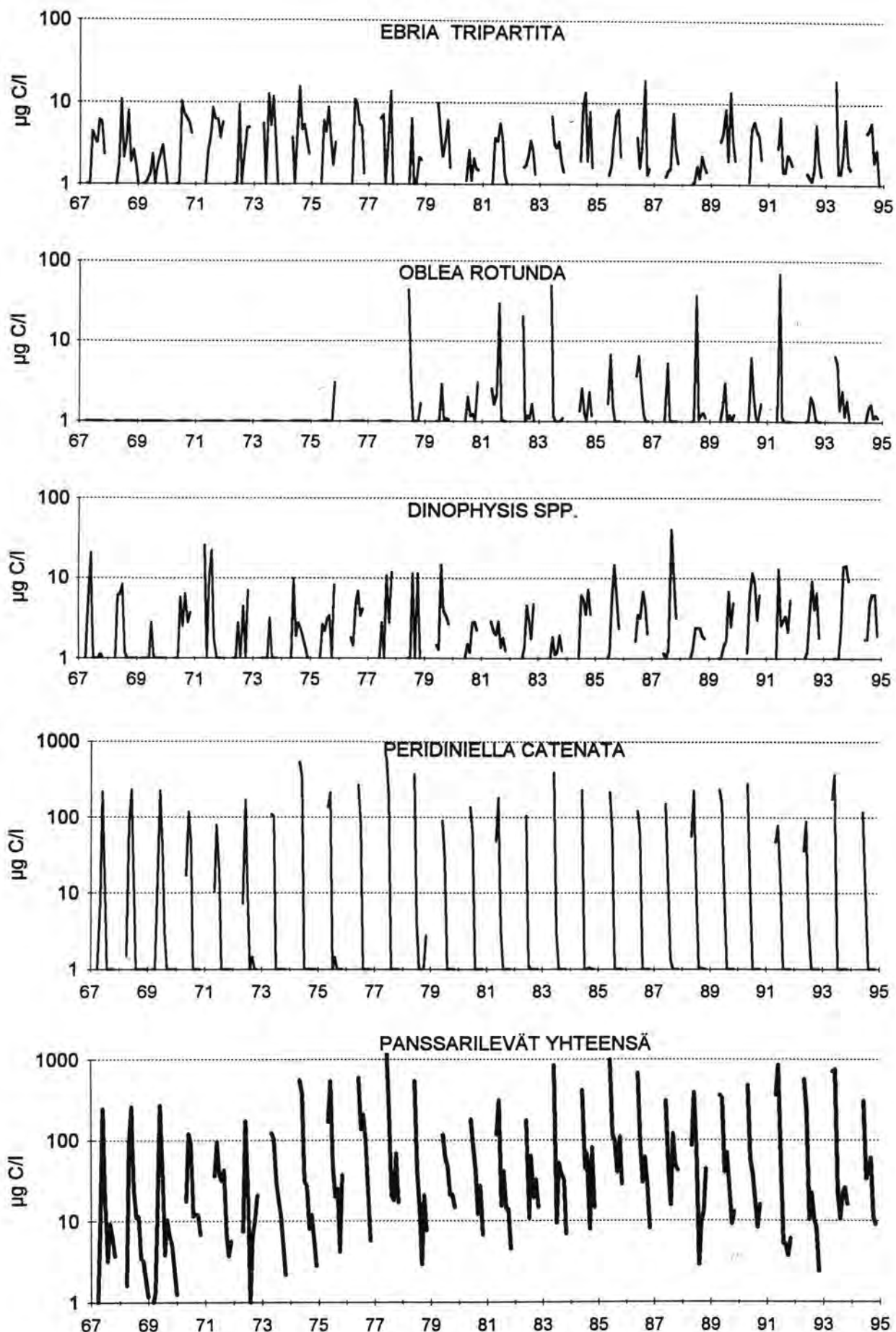
Kuva 5.1.20. Piilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Kruunuvuorenselällä vuosina 1968 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.

KATAJALUOTO 125



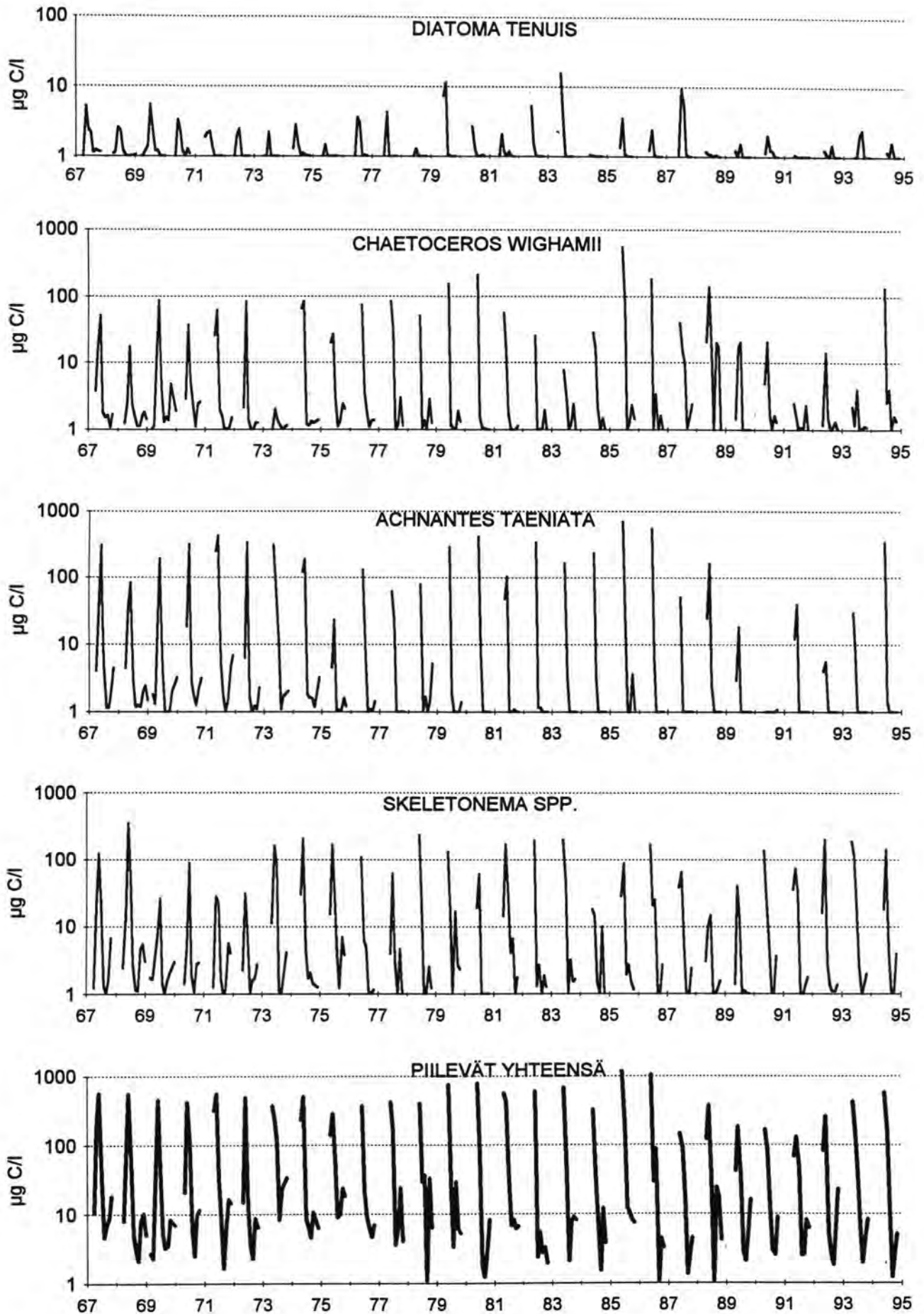
Kuva 5.1.21. Sinilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Katajaluodon alueella vuosina 1967 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.

KATAJALUOTO 125



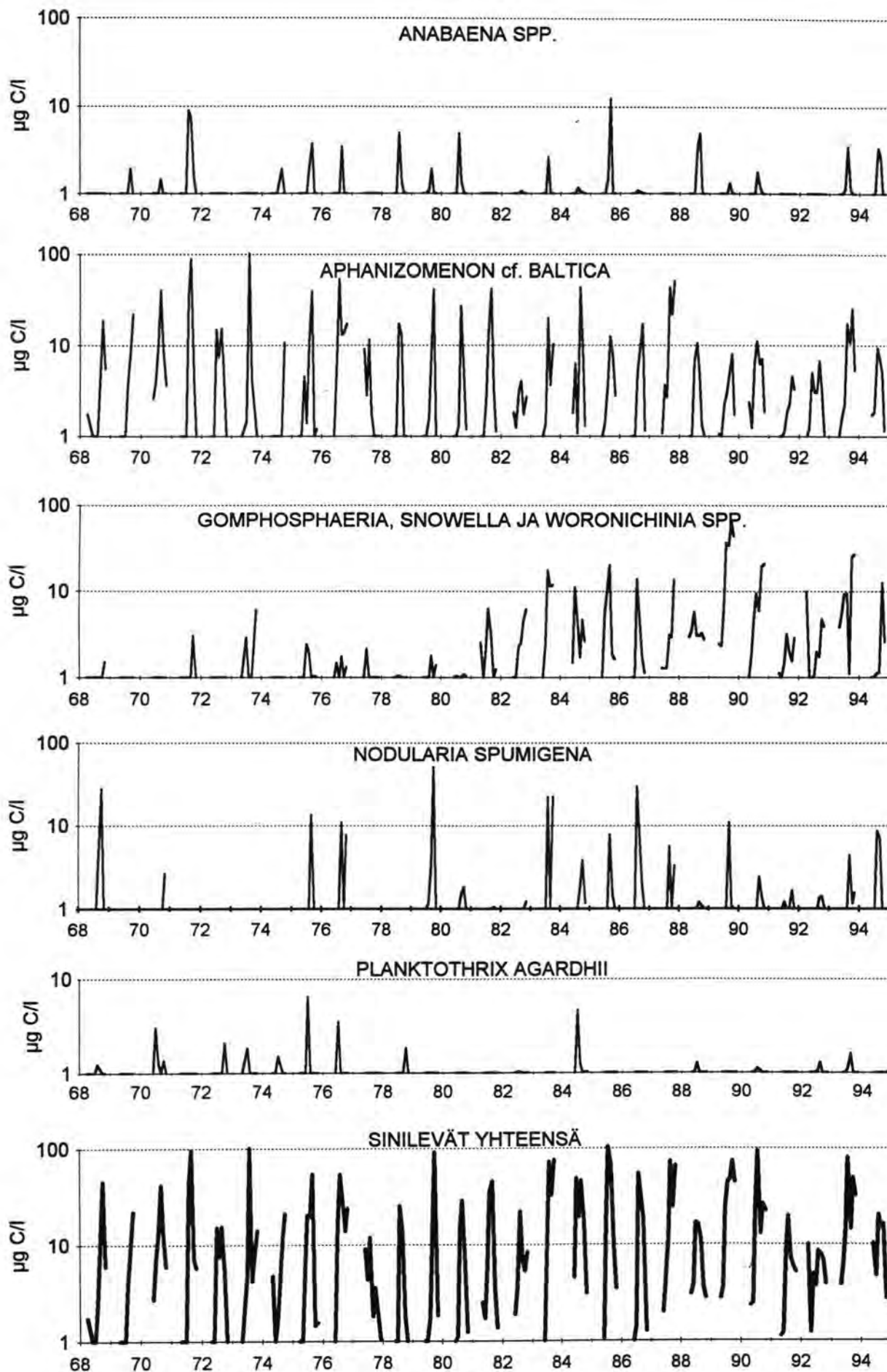
Kuva 5.1.22. Panssarilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Katajaluodon alueella vuosina 1967 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.

KATAJALUOTO 125



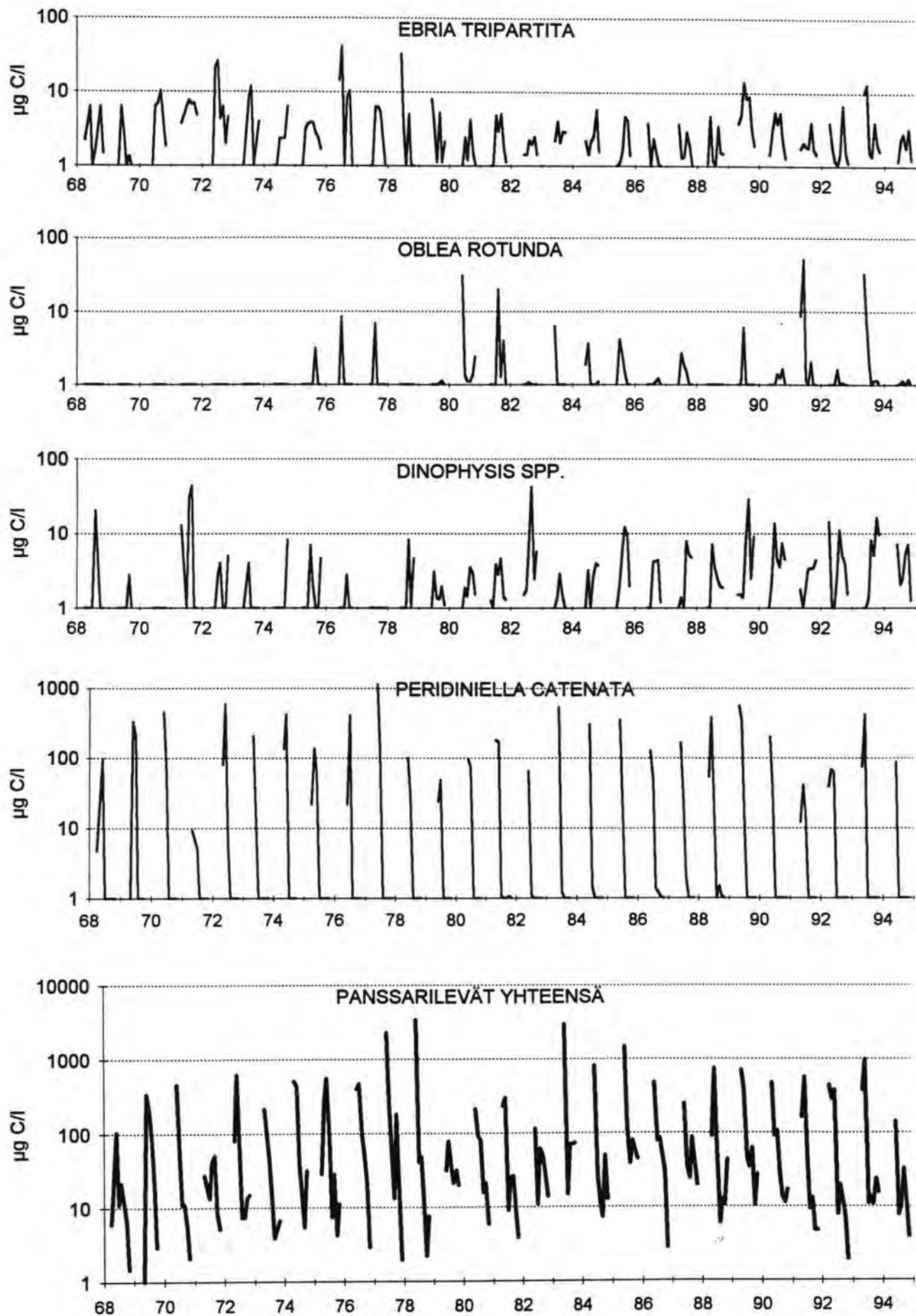
Kuva 5.1.23. Piilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Katajaluodon alueella vuosina 1967 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.

KYTÖ 122



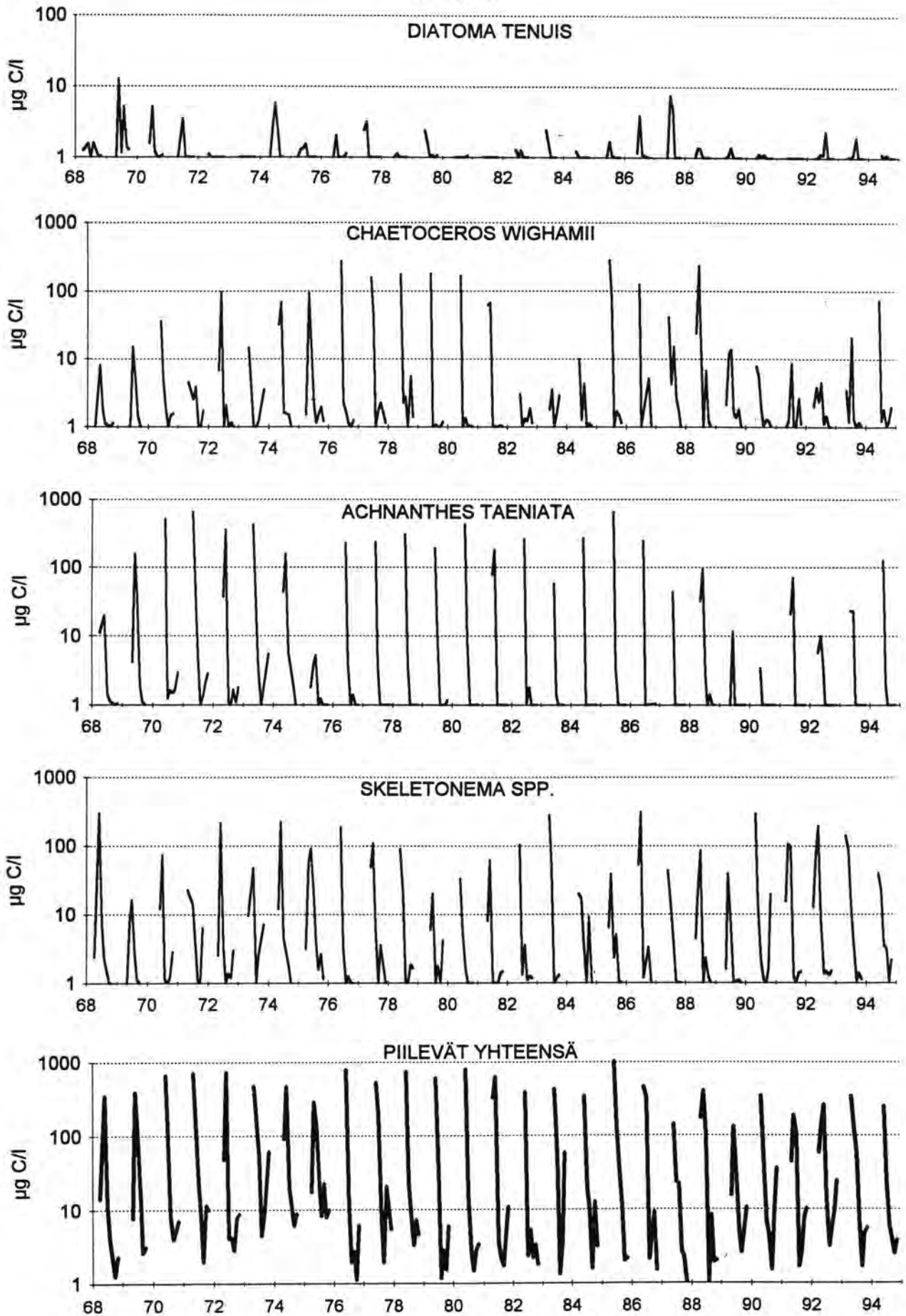
Kuva 5.1.24. Sinilevien biomassa (µg C/l) Kytön alueella vuosina 1968 - 1994 kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.

KYTÖ 122

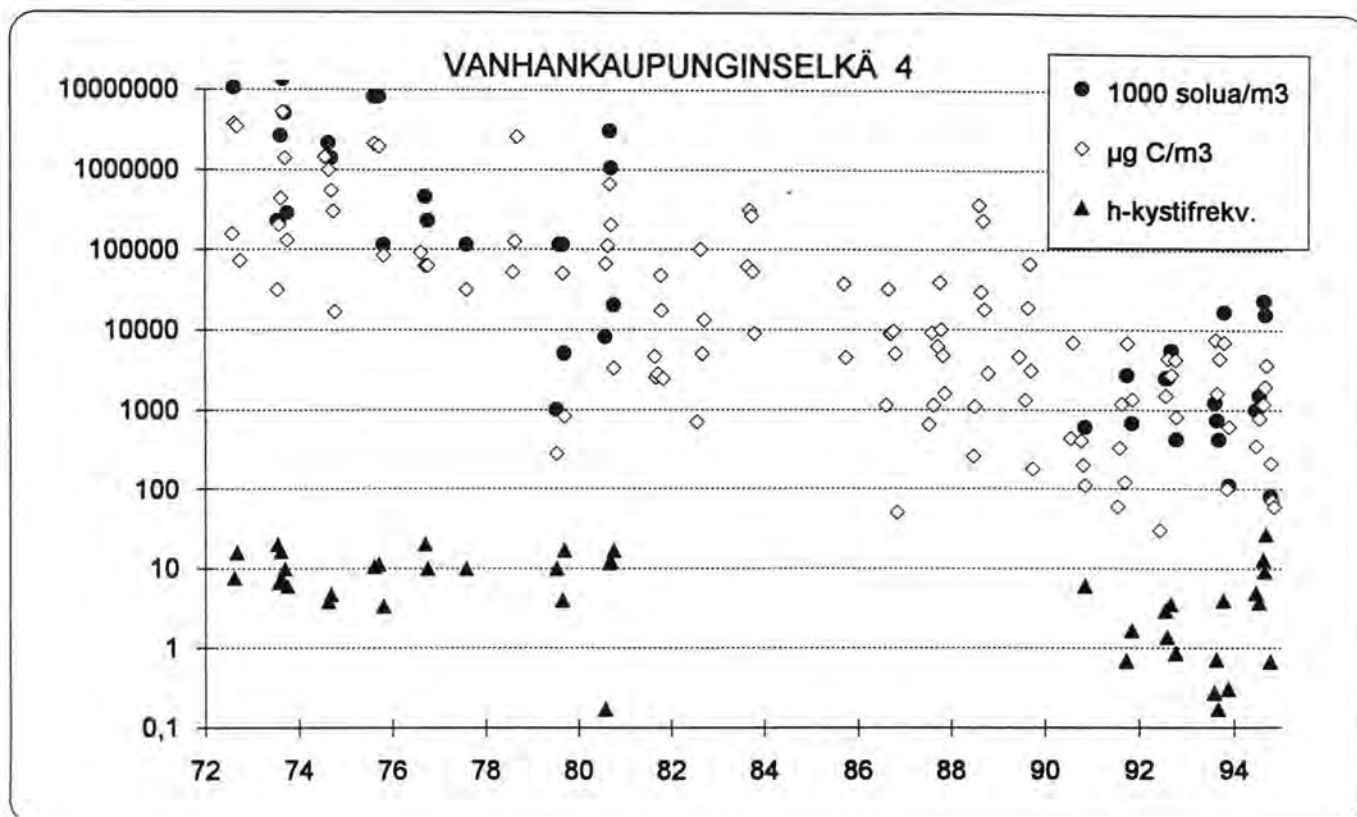


Kuva 5.1.25. Panssarilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Kytön alueella vuosina 1968 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.

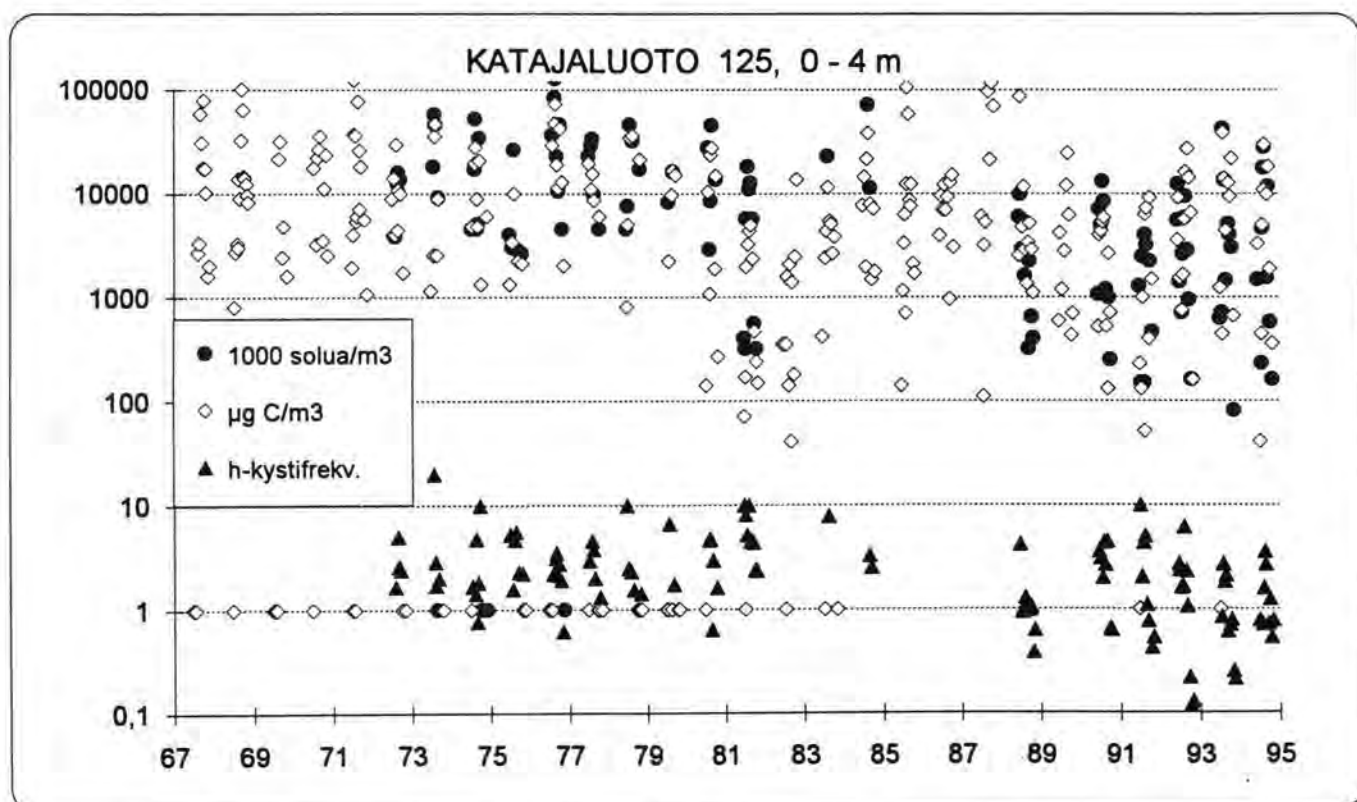
KYTÖ 122



Kuva 5.1.26. Piilevien biomassa ($\mu\text{g C/l}$) Kytön alueella vuosina 1968 - 1994, kuukausien (touko - lokakuu) keskiarvot, 0 - 4 m.



Kuva 5.1.27. Heterokystisten sinilevien määrä ($\mu\text{g C/m}^3$), heterokystien lukumäärä (1000 solua/ m^3) ja heterokystifrekvenssi (1000 heterokystiä/1 mm rihmaa kohti) Vanhankaupunginselällä, kesä-lokakuu.



Kuva 5.1.28. Heterokystisten sinilevien määrä ($\mu\text{g C/m}^3$), heterokystien lukumäärä (1000 solua/ m^3) ja heterokystifrekvenssi (1000 heterokystiä/1 mm rihmaa kohti) Katajaluodon alueella 125, kesä-lokakuu, 0 - 4 m.

5.2

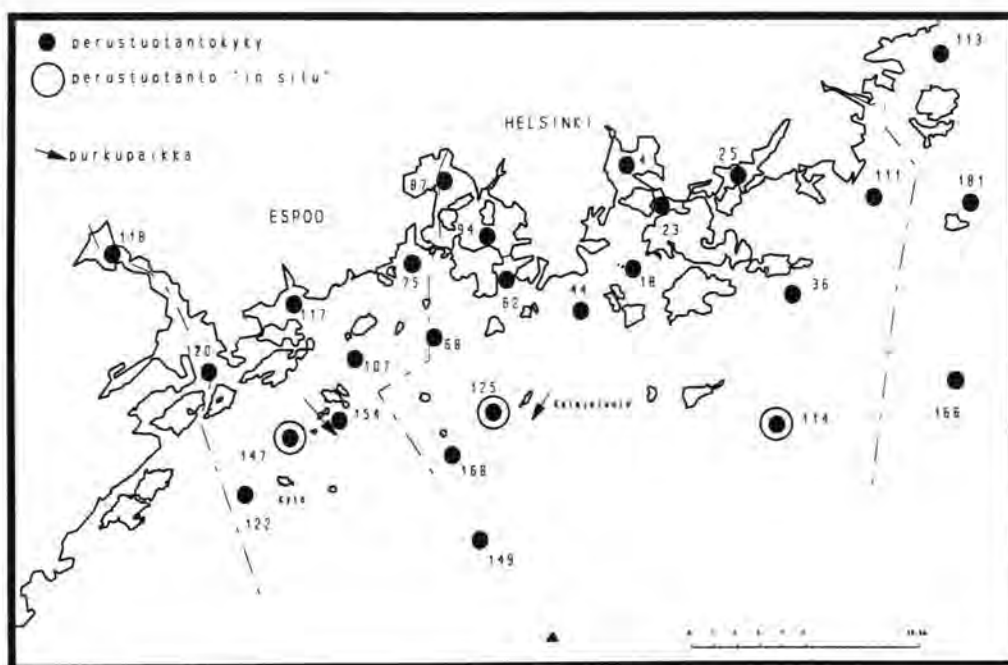
Kasviplanktonin perustuotanto

5.21

Menetelmät Kasviplanktonin perustuotantokyvyn ja perustuotannon (perustuotanto "in vitro" ja "in situ") mittauksia on tehty Helsingin ja Espoon edustalla 1960-luvun lopulta lähtien. Vuodesta 1970 käytetty menetelmä on säilynyt lähes muuttumattomana.

Määrittelyksissä on käytetty radiohiilimenetelmää ($1 \mu\text{Ci/n.100 ml}$ näytettä). Mittauksissa käytetty inkubointiaika oli 24 tuntia, lämpötila 20°C , valaistus 5000 luksia. Näytteet suodatettiin membraanisuoitimelle (Sartoriuksen selluloosanitraattisuodin, $0.45 \mu\text{m}$). Vuoteen 1992 saakka kalvojen aktiivisuus mitattiin Geiger-Müller-putkella. Vuonna 1993 otettiin käyttöön nestetuikemittaus (LKB/Wallac 1215/16 Rackbeta, tuikelius LUMAGEL). Veden epäorgaanisen hiilen kokonaispitoisuus määritettiin aikaisemmin pH:n ja suolapitoisuuden mukaan korjatun alkaliteetin avulla, vuonna 1985 siirryttiin epäorgaanisen hiilen kokonaispitoisuuden (TIC) suoraan määrittämiseen. Menetelmän osalta ks. myös luku 2. "Tarkkailualueen kuvaus, tarkkailumenetelmät ja tarkkailualueen sääolot".

Havaintopaikkoja on koko tarkkailun aikana kaikkiaan ollut 21, mutta kaikilla havaintopaikoilla ei ole mittauksia tehty vuosittain. Viime aikoina on perustuotantomittausten, kuten muunkin tarkkailun, painopistettä siirretty ulkosaaristoon nykyisille purkualueille. Tarkkailun aikana käytössä olleet havaintopaikat on esitetty kuvassa 5.2.1.



Kuva 5.2.1. Kasviplanktonin perustuotantomittausten havaintopaikat

5.22.

Yleistä

Tutkimusalueen rehevöityneimmät osat ovat Helsingin kantakaupunkia ympäröivät lahdet. Näillä alueilla rehevöityminen on alentunut jätevesien puhdistuksen tehostamisen ja purkupaikkojen siirtämisen ja vähentämisen johdosta. Muut tutkimusalueen lahdet sekä lännessä että idässä ovat selvästi vähemmän rehevöityneitä (taulukko 5.2.1, kuvat 5.2.2 - 5.2.4)..

Saaristossa ja varsinkin saariston uloimmissa osissa rehevöityminen on 90-luvulla alentunut. Se on kuitenkin selvästi korkeammalla tasolla kuin tarkkailun alkaessa 60-70 -lukujen vaihteessa (taulukko 5.2.1, kuvat 5.2.2, 5.2.3, 5.2.5). Kuten voimakas rehevöityminen 70-luvulla, myös rehevyytason alentuminen saariston uloimmissa osissa on todennäköisesti kytkeytynyt koko Suomenlahden vesirungon muutoksiin, jälkimmäisessä tapauksessa kerrostuneisuuden häviämiseen ja ravinnetilanteen paranemiseen Suomenlahden pohjan happitilanteen kohentuessa.

Yleisesti voidaan todeta, että veden rehevöityminen kasviplanktonin perustuotantokyvyn perusteella arvioituna oli koko alueella korkeimmillaan 70-luvun lopulla ja 80-luvun alussa johtuen Helsingin ja Espoon kaupunkien jätevesikuormituksesta sekä ulkosaariston osalta myös koko Suomenlahden vesirungon ravinnepitoisuuksien kasvusta. Sen jälkeen, sekä Helsingin ja Espoon jätevesien puhdistuksen tehostamisesta ja purkupaikkojen siirtämisestä että Suomenlahden yleisen tilan kehittymisestä johtuen, rehevöityminen on selvästi alentunut. Poikkeuksen tekevät Laajalahti, missä rehevöityminen oli korkeimmillaan jo 70-luvun alussa (ja aikaisemminkin) voimakkaan kuormituksen johdosta, ja Espoonlahden sisäosa, missä rehevöityminen on edelleen jatkunut.

5.23

Alueittainen tarkastelu

Seuraavassa on tarkasteltu rehevöitymisen kehitystä Helsingin ja Espoon edustan lahtialueilla, sisä- ja välisaaristossa sekä ulkosaaristossa perustuotantokykymitausten valossa vuodesta 1970 vuoteen 1994. Tarkastelun yhteydessä olevissa taulukoissa on esitetty perustuotantokyvyn vuosien 1970-1992 kasvukausien keskiarvot niiltä havaintopaikoilta, joilta mittauksia on likimain yhtenäinen sarja (eräiltä havaintopaikoilta mittauksia on tehty myös vuosina 1993 ja 1994, vuonna 1995 ei mittauksia tehty lainkaan ja eräinä vuosina vain osalla havaintopaikoista, taulukot 5.2.1 ja 5.2.2), havaitut minimi- ja maksimi-arvot, vuodet, jolloin ne on mitattu sekä vuonna 1992 mitattu perustuotantokyvyn arvo.

Lahtialueet

Tarkkailualueen suuret lahtialueet eroavat toisistaan rehevöitymiskehityksensä suhteen riippuen mm. lahtiin tulleen jätevesikuormituksen, lahtien geografian ja lahtiin maalta tulevan makean veden määrien eroista.

Espoonlahti ja Ryssjeholmsfjärden

Espoonlahti on kapea syvälle sisämaahan työntyvä lahti, jossa on useita erillisiä altaita ja joka on kynnysten merestä erottama. Lahden perukkaan tulevan makean veden määrä on suhteellisen suuri (Espoonjoki ja Mankinjoki) ja kuormitus on ollut melko vähäinen. Lahden perukka on melko pitkälle rehevöitynyt lähinnä jokien valuma-alueelta tulevan hajakuormituksen johdosta. Suuosa on vain lievästi rehevöitynyt. Muista lahtialueista poiketen Espoonlahden sisäosan rehevöityminen

on lisääntynyt viime vuosina. Espoonlahden suosa on luonteeltaan sisäsaaristoa, ja siellä rehevöityneisyys on alentunut viime vuosina (kuva 5.2.7, havaintopaikat 118 ja 120). Ryssjeholmsfjärdenille Suomenojan puhdistamolle johdettiin jätevesiä ennen Suomenojan lammikkopuhdistamolta ennen Suomenojan puhdistamon purkupaikan siirtämistä ensin Suvisaariston itäpuolelle Bodön selälle ja myöhemmin ulkosaaristoon Gåsgrundetiin. Ryssjeholmsfjärden oli rehevimmillään 70-luvun puolivälistä 80-luvun puoliväliin, minkä jälkeen rehevyysaste on alentunut, mutta on, kuten koko merialue lukuunottamatta kaikkein rehevimpiä lahtialueita, edelleen rehevämpi kuin 60- ja 70-lukujen taitteessa.

Havaintopaikka	keskiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	minimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	maksimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	arvo vuonna 1992 mg C_{yht} /m ³ /d
118 Espoonlahti	490	41/1970	750/1992	750
120 Espoonlahti	290	46/1970	450/1988	390
117 Ryssjeholmsfjärden	380	74/1970	630/1973	400

Laajalahti

Laajalahden-Lehtisaarenselän-Seurasaarenselän alue on saarien, pengerrysten ja siltojen merestä erottama, Seurasaarenselkää lukuunottamatta matala lahtijärjestelmä. Lahtiin laskee vain vähäisiä puroja ja jätevesikuormitus on ollut varsinkin 70-luvun puoliväliin asti hyvin suuri ja jatkunut vuoteen 1986 asti. Yhteys Seurasaarenselältä merelle on kynnyksetön. Tämä alue oli varsinkin Laajalahden ja Lehtisaarenselän osalta pitkälle rehevöitynyt jo 60-luvulla. Alueen rehevöityminen alkoi alentua jo 70-luvun puolivälissä, kun Talin puhdistamon ohijuoksutukset lopetettiin ja on jatkunut edelleen, kun Rajasaaren puhdistamon toiminta (ja purkupaikka) vuonna 1978 ja Talin puhdistamo purkupaikkoinen lopetettiin vuonna 1986 (kuvat 5.2.4 ja 5.2.6, havaintopaikat 87, 94 ja 140).

Havaintopaikka	keskiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	minimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	maksimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	arvo vuonna 1992 mg C_{yht} /m ³ /d
87 Laajalahti	1800	680/1992	3500/1973	680
94 Seurasaarenselkä	620	300/1972	1000/1973	420

Vanhankaupunginselkä

Vanhankaupunginselkä on laaja matala lahti, johon laskee alueen suurin joki (Vantaanjoki) ja jonka kuormitus on ollut suuri etenkin 70-luvun puolivälistä 80-luvun puoliväliin, jolloin suora jätevesikuormitus lahteen lopetettiin. Tuona aikana Vanhankaupunginselkä ja siihen liittyvät alueet olivat tutkimusalueen selvästi rehevöitynein osa. Vuoteen 1979 mennessä oli fosforinpoisto otettu käyttöön kaikilla Helsingin jätevedenpuhdistamoilla ja sen jälkeen alkoi veden rehevöityneisyys alentua. Vuoden 1986 jälkeen ei alueelle ole enää suoraan johdettu jätevesiä ja veden rehevöityneisyys on edelleen alentunut (kuvat 5.2.4 ja 5.2.6, havaintopaikat 4, 18 ja 23). Kruununvuorenselällä rehevyysaste on ollut selvästi alempi, mutta rehevöityneisyyden kehitys muuten samankaltainen.

Havaintopaikka	keskiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	minimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	maksimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	arvo vuonna 1992 mg C_{yht} /m ³ /d
4 Vanhankaup.solkä	2100	610/1987	4700/1980	740
18 Kruununv.solkä	570	200/1971	1000/1984	340
23 Tullisaarenselkä	1400	480/1992	2500/1983	480

Vartiokylänlahti

Vartiokylänlahti muistuttaa Espoonlahtea, mutta lahteen tuleva makean lisäveden määrä on pieni. Kuormitus on ollut melko vähäinen. Myös Vartiokylänlahti on kynnyksellinen. Tutkimusalueen suurista lahdist Vartiokylänlahti on vähiten rehevöitynyt.

Havaintopaikka	keskiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	minimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	maksimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	arvo vuonna 1992 mg C_{yht} /m ³ /d
25 Vartiok.lahti	470	180/1970	850/1980	450

Sisä- ja välisaaristo

Sisäsaariston rehevöityneimpiä osia ovat olleet Suomenlinnan länsipuolinen merialue, joihin on kohdistunut jätevesikuormitusta Vanhankaupunginselän suunnasta sekä Lauttasaarenselkä Lauttasaaren ja Jätkäsaaren välissä, mihin on johdettu vuoteen 1992 asti Lauttasaaren puhdistamon jätevedet. Suvisaaristoon johdettiin jätevesiä ennen Gåsgrundetin jätevesitunnelin käyttöönottoa. Vertailualueena on pidetty idässä Sipoon sisäsaaristossa olevaa Granön pohjoispuolista vesialuetta. Vuonna 1995 mittauksia tehtiin Sipoon saaristossa myös Musta Hevosen itäpuolella. Saaristossa tapahtui 70-luvun aikana selvää rehevöitymistä, mikä 80-luvun puoliväliin on kääntynyt selvään laskuun (kuvat 5.2.2, 5.2.3, 5.2.6 ja 5.2.7, havaintopaikat 44, 62, 68, 75, 107, 111, 113 ja 181). Helsingin itäpuolinen sisä- ja välisaaristo, joka on ollut vähiten kuormitettua aluetta, on säilynyt muuta saaristoa karumpana, Itä-Villingin eteläpuoliset alueet muistuttavat luonteeltaan pikemminkin ulkosaaristoa.

Havaintopaikka	keskiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	minimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	maksimiarvo mg C_{yht} /m ³ /d	arvo vuonna 1992 mg C_{yht} /m ³ /d
107 Bodön selkä	260	59/1970	390/1980	320
75 Westendinselkä	360	120/1970	520/1980	290
68 Melkin selkä	310	63/1970	480/1980	270
62 Lauttas. selkä	440	160/1971	700/1981	300
44 Husunkivi	380	150/1971	650/1981	300
36 Itä-Villinki	210	43/1970	350/1989	200
111 Skatanselkä	240	24/1970	400/1980	240
113 Granö	250	29/1970	450/1988	270

Ulkosaaristo

Koko ulkosaariston alueella tapahtui 1970-luvulla selvää perustuotantotason kohoamista. 80-luvun puolivälin jälkeen perustuotantotaso ulkosaaristossa aleni, mutta kohosi jälleen vuosina 1988 ja 1989 yhtä korkeaksi kuin 80-luvun alkupuoliskolla. Sen jälkeen perustuotanto on uudelleen alentunut. Tämä aleneminen liittyy ainakin osittain Itämeren ja Suomenlahden suolaisuuden vähenemiseen, mikä on johtanut kerrostuneisuuden katoamiseen Suomenlahdelta ja hapettuneen pohjasedimentin pinta-alan lisääntymiseen. Tämä on todennäköisesti alentanut Suomenlahden ravinnepitoisuutta fosforin sitoutuessa sedimenttiin. Kuitenkin, vaikka perustuotantokyky on ulkosaaristossa alentunut, se on edelleen huomattavasti korkeammalla tasolla kuin 70-luvun alussa (kuva 5.2.5). Helsingin ja Espoon jätevedet johdetaan nykyisin ulkosaaristoon; vuodesta 1974 lähtien Espoon jätevedet Iso-Lehtisaaren eteläpuolelle ja vuodesta 1987 lähtien Helsingin puhdistamoilta Katajaluodon eteläpuolelle.

Meriveden pääasiallisesta virtaussuunnasta johtuen on jätevesien selvin vaikutus nähtävissä purkukohtien länsi- ja lounaispuolella, missä perustuotantokyky on jonkin verran korkeampi kuin ulkosaariston itäisissä osissa (kuvat 5.2.2, 5.2.5, 5.2.6 ja 5.2.7, havaintopaikat 114, 122, 125, 147, 149, 154, 166, 168).

Havaintopaikka	keskiarvo mg $C_{yht}/m^3/d$	minimiarvo mg $C_{yht}/m^3/d$	maksimiarvo mg $C_{yht}/m^3/d$	arvo vuonna 1992 mg $C_{yht}/m^3/d$
122 Kytö	200	36/1971	360/1989	220
125 Katajaluoto	220	48/1970	390/1985	250
114 Länsi Tonttu	170	26/1970	310/1985	240

5.24

Perustuotantokyky vuonna 1994

Kuvissa 5.2.8 - 5.2.11 on esitetty kasviplanktonin perustuotantokyvyn, fosforin ja typen kokonaispitoisuuden sekä lämpötilan vaihtelu pintavedessä eräillä Helsingin ja Espoon edustan havaintopaikoilla kasvukauden aikana vuonna 1994. Huomattavaa on, että lahtialueilla ei jokien aiheuttaman savisamennuksen vuoksi yleensä ole varsinaista planktontuotannon kevätmaksimia, joka on tyypillinen ulommille alueille. Ulkosaaristossa on veden lämmentyä todettavissa myös useita, tavallisesti sinilevien aiheuttamia kesäaikaisia tuotantohuippuja ja yleensä myös syksyinen tuotantomaksimi, joka kuitenkin vuonna 1995 puuttui Katajaluodon purkutunnelia lähinnä olevilta havaintopaikoilta.

5.25

Arvio rehevöitymisen kehityksestä

Tilanne rehevöitymisen osalta on kehittynyt suotuisaan suuntaan lähes koko tarkkailualueella. Kun jätevesiä ei enää suoraan johdeta lahtivesiin, tulee lahtivesien rehevöityneisyys edelleen alenemaan. Niiden rehevyytystasoa tulee ylläpitämään lähinnä lahtien sisäinen, pohjasedimentistä peräisin oleva ravinnekuormitus erityisesti suljetuimmilla alueilla kuten Töölönlahdessa, sekä hajakuormitus suoraan lahtiin tai jokien ja purojen valuma-alueilta kuten Espoonlahdessa ja Vanhankaupunginselällä.

Ulkosaariston rehevöitymisen kehitys on sidoksissa sekä Suomenlahden vesirungon tilanteen yleiseen kehitykseen että paikallisten jätevesien puhdistuksen tehokkuuteen. Mikäli Suomenlahdelle Itämeren suolapitoisuuden mahdollisesti kasvaessa jälleen muodostuu halokliini, saattaa ravinteiden sitoutuminen Suomenlahden syvien osien sedimenttiin pysähtyä ja varastoituneita ravinteita uudelleen vapautua sedimentistä. Tämä johtaisi rehevöitymisen lisääntymiseen. Jäteveden puhdistusasteen nostaminen vähentää rehevöitymisuhkaa erityisesti purkupaikkojen läheisyydessä.

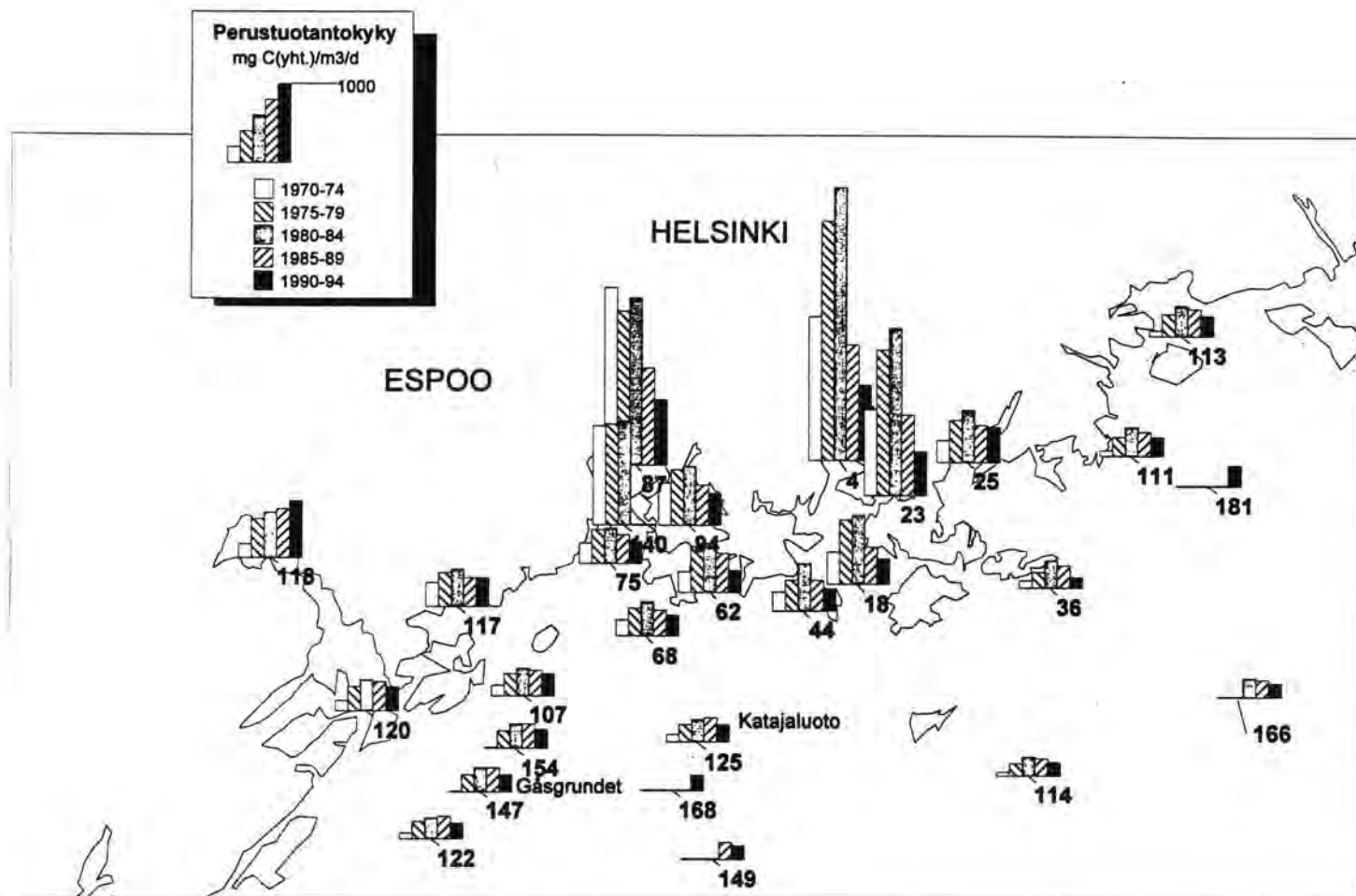
Taulukko 5.2.1. Kasviplanktonin perustuotantokyky, mg C(yht.)/m³/d, Helsingin edustan merialueella vuosina 1970 - 1994.

Havaintopaikka	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Vanhankaup. selkä	4	1100	1500	1800	3100	1600	3800	3100	2300	3000	4700	1600	3800	3800		2100	1600	610	1350	1700	1200	1400	730	740	720
Vasikkasaari	18	410	200	430	520	450	850	880	670	870	970	880	760	800	1000	630	550	340	340	460	320	310	340	310	270
Tullisaarenselkä	23	760	1200	850	1400	1200	1600	2100	1500	2200	2300	1500	2200	2500		1600	980	660	820	1000	630		480		
Vartiokylälahti	25	180	280	230	340	330	350	550	510	680	850	640	590	560		570	200	270	500	520	460		450		
Itä-Villinki	36	43	44	77	110	100	160	190	190	260	350	320	320	330	350	280	200	220	330	350	180		200	190	120
Husunkivi	44	170	150	240	280	320	410	350	370	420	600	650	600	550		500	440	260	350	390	260		300		
Lautasaarenselkä	62	270	160	280	350	230	590	450	660	610	520	700	610	520	700	570	420	310	420	680	310	260	300	290	230
Melkin selkä	68	63	150	230	270	210	340	360	280	370	480	400	440	390	420	370	260	230	380	380	240		270		
Westendinselkä	75	120	170	290	410	290	260	470	420	510	520	480	380	410		410	310	220	460	420	280		290		
Laajalahti	87	1600	1600	2600	3500	2000	1700	2100	1800	2200	2800	2200	1700	1800		1800	1400	780	1200	1000	970		680		
Seurasaarenselkä	94	420	300	1000	890		490	940	600	760	960	680	670	630		630	450	320	630	550	390		420		
Seurasaarenselkä	97																								
Skatanselkä	111	24	69	59	99	82	240	160	210	290	400	390	300	330	350	320	240	230	340	340	240	210	240	260	240
Granö	113	29	81	73	77	85	210	240	240	420	420	380	330	360		230	230	270	450	380	260		270		
Länsi-Tonitu	114	26	50	66	74	46	110	160	150	170	270	250	240	210	230	310	160	140	230	260	170	160	240	180	120
Katajalahti	125	48	66	84	140	130	170	240	150	290	310	240	310	230	320	390	180	220	320	340	250	170	250	210	150
Lehtisaarenselkä	140	970	770	1900	1600	1000	1200	1200	1400	1300	1900	1300	1000	1100											100
Gräskärsbådan	149																	130	240	250	180	160	150	200	150
Pentarn	166																	130	250	240	160	150	210	180	140
Koiraluoto	168																				210	180	180	210	140
Musta Hevonen	181																								

Taulukko 5.2.2. Kasviplanktonin perustuotantokyky, mg C(yht.)/m³/d, Espoon edustan merialueella vuosina 1970 - 1994.

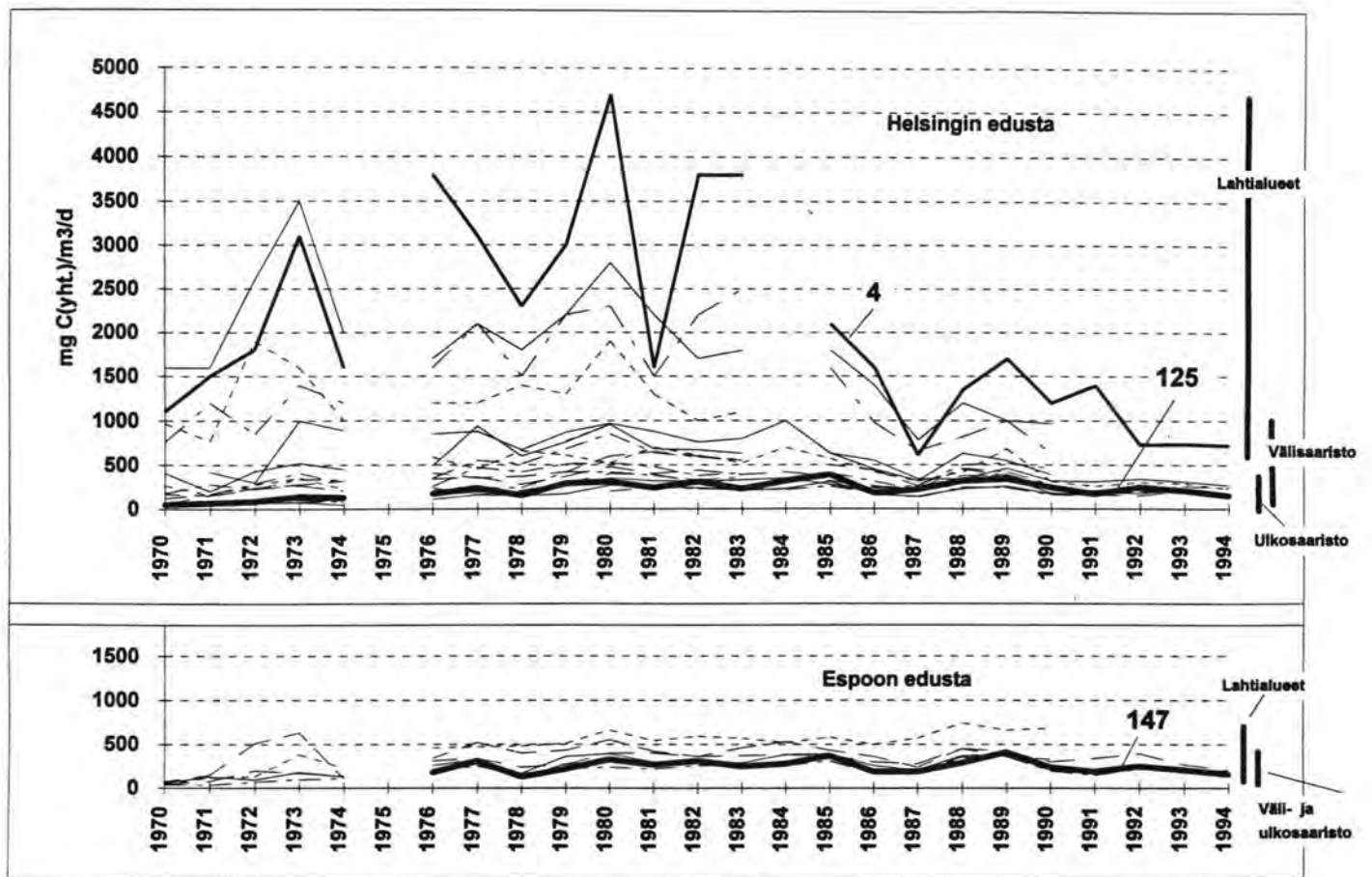
Havaintopaikka	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Bodön selkä	107	59	130	95	180	130	260	330	170	360	390	300	290	290	380	390	260	210	370	370	230		320		
Ryssjeholmsfjärde	117	74	150	510	630	110	340	520	400	430	550	420	360	460	530	430	360	240	450	360	330		400		
Espoonlahti	118	41	120	130	380	230	460	470	480	510	660	540	590	570	520	580	500	570	740	660	680		750		
Espoonlahti	120	46	78	200	170	140	310	340	240	270	400	400	360	370	380	370	300	280	450	420	300	340	390	270	210
Kytö	122	40	36	72	99	110	200	250	150	220	240	220	260	260	260	310	170	180	350	360	200	150	220	220	180
Knaperskär	147				140		180	310	130	220	330	270	310	250	280	370	190	190	290	410	240	190	250	210	160
Knaperskär	154							270	120	280	300	250	340	270	280	350	210	180	360	420	250	180	280	220	200

Vuonna 1975 ei mittauksia



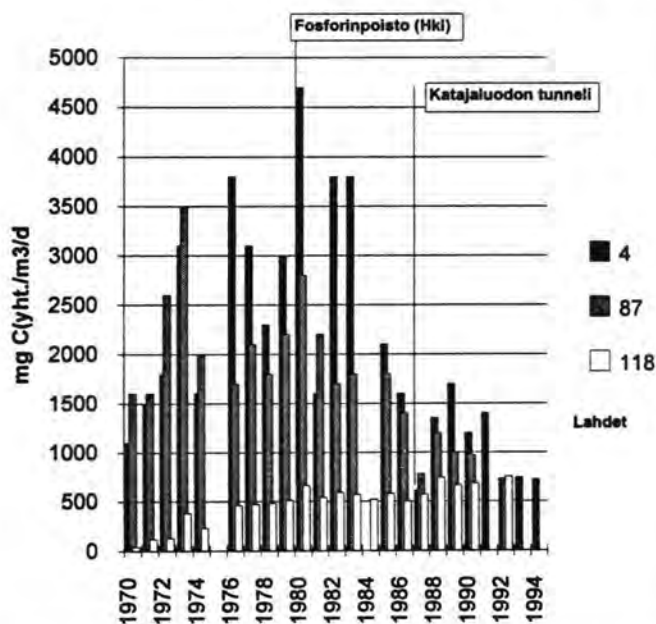
Kuva 5.2.2

Kasviplanktonin perustuotantokyky Helsingin ja Espoon edustalla vuosina 1970 - 1994.
mg C(yht.)/m3/d, kasvukauden keskiarvot, viiden vuoden jaksot



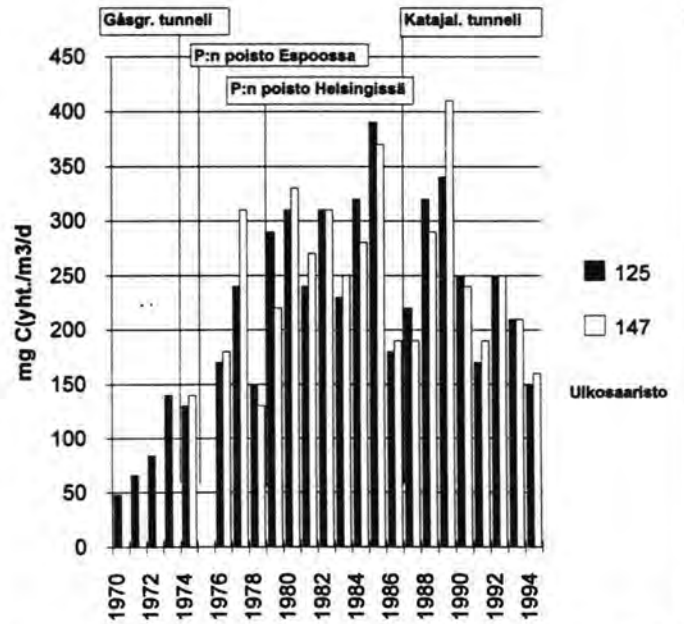
Kuva 5.2.3

Kasviplanktonin perustuotantokyky (mg C(yht.)/m³/d, kasvukauden keskiarvo) Helsingin ja Espoon edustalla eri havaintopaikoilla vuosina 1970 - 1994.



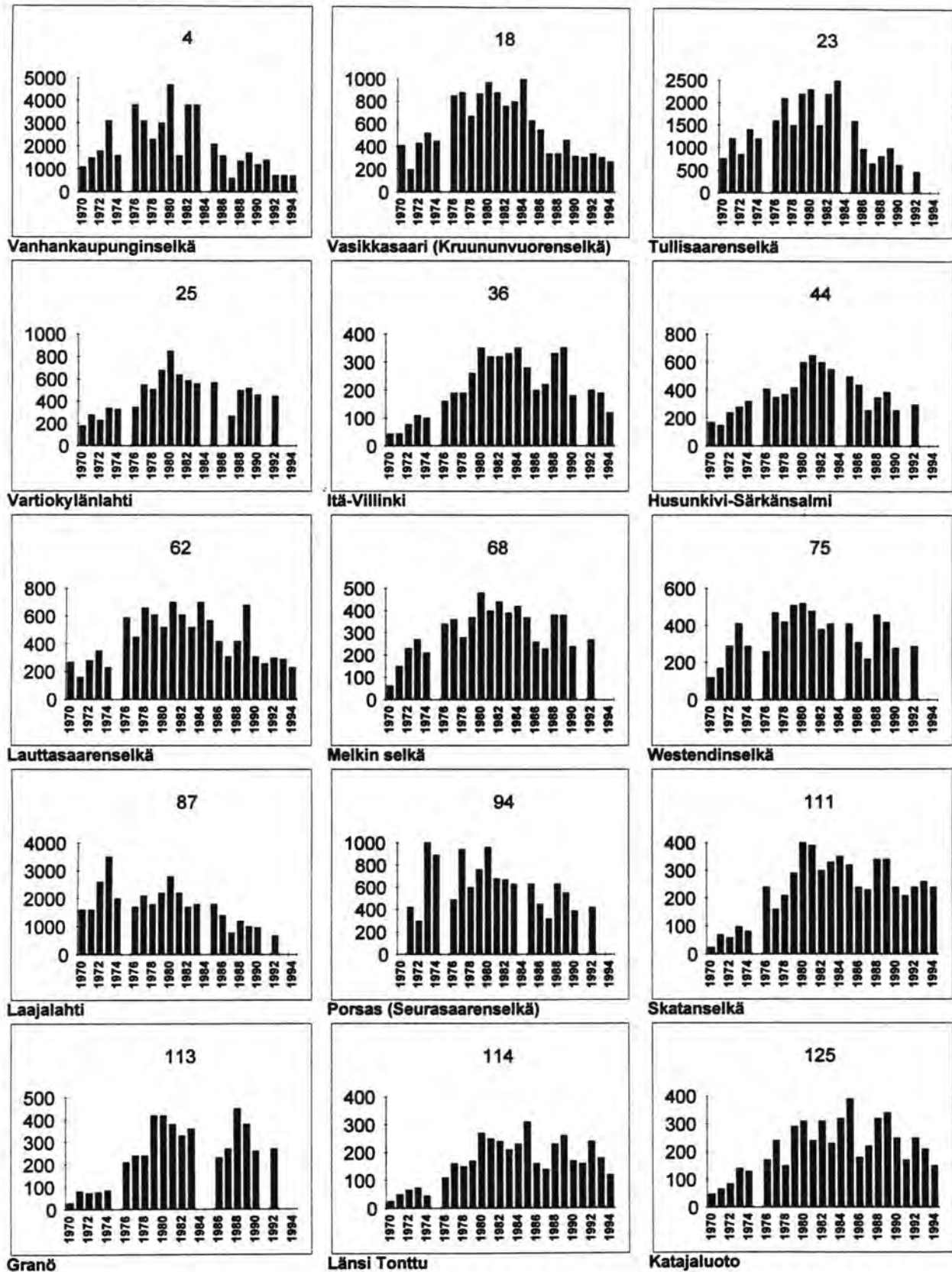
Kuva 5.2.4

Kasviplanktonin perustuotantokyky (mg C(yht.)/m³/d, kasvukauden keskiarvo) vuosina 1970-94 kolmella lahtihavaintopaikalla: Vanhankaupunginselkä 4 (Helsingin merialue), Laajalahti (87) ja Espoonlahti 118 (Espoon merialue)



Kuva 5.2.5

Kasviplanktonin perustuotantokyky (mg C(yht.)/m³/d, kasvukauden keskiarvo) vuosina 1970-94 kahdella ulkosaariston havaintopaikalla: Katajaluoto 125 (Helsingin jätevesien nykyinen purkualue) ja Knaperskär 147 (Espoon jätevesien nykyinen purkualue)

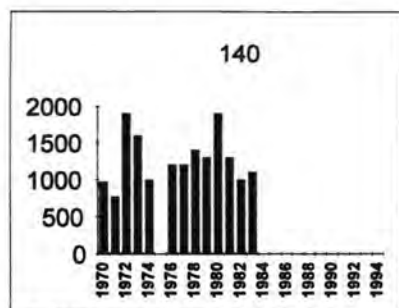


Kuva 5.2.6

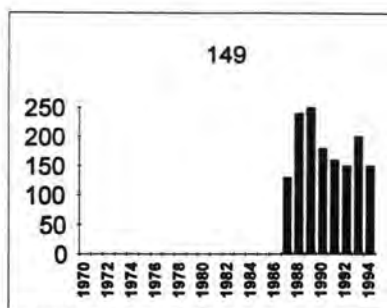
Kasviplanktonin perustuotantokyky Helsingin edustan merialueen havaintopaikoilla vuosina 1970 - 1994

mg C(yht.)/m³/d

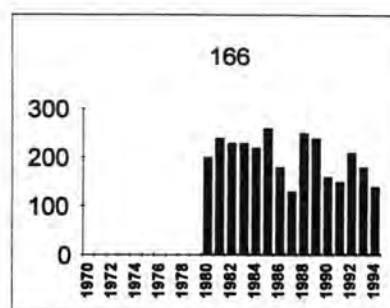
kasvukauden (15.4 - 1.10.) keskiarvot



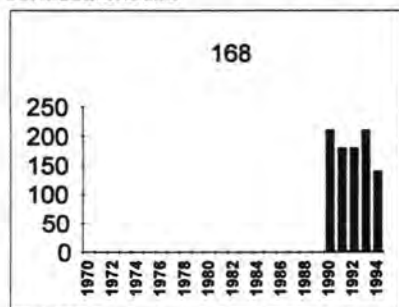
Lehtisaarenselkä



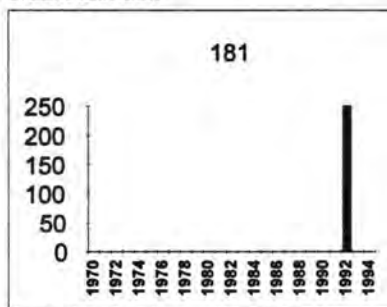
Gräskarsbådan



Pentarn

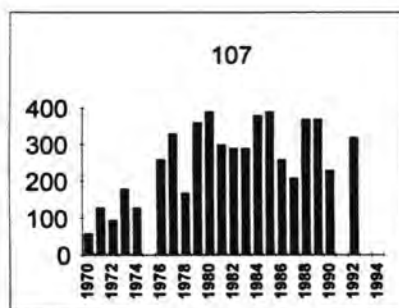


Koiraluoto

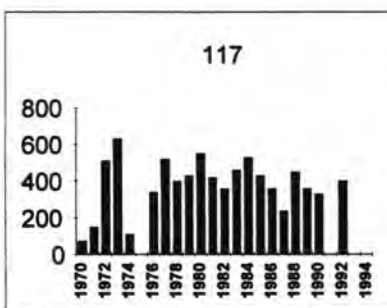


Musta Hevonen

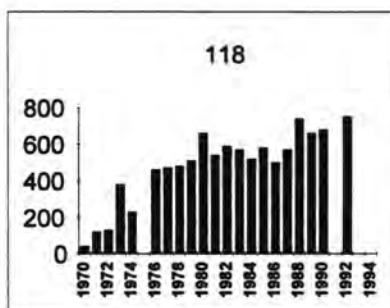
Kuva 5.2.6
jatkoa



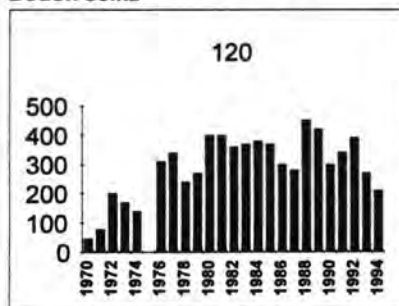
Bodön selkä



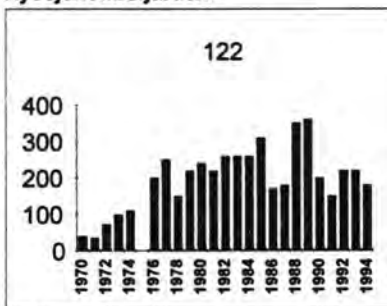
Ryssjeholmsfjärden



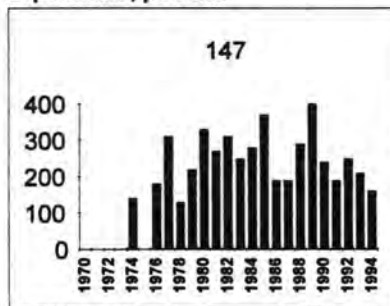
Espoonlahti, perukka



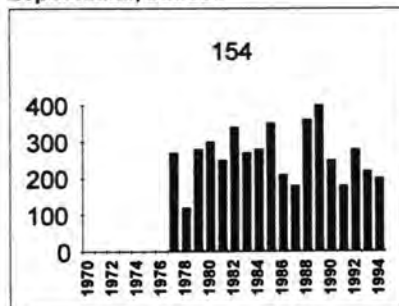
Espoonlahti, suuosa



Kytö



Knaperskär



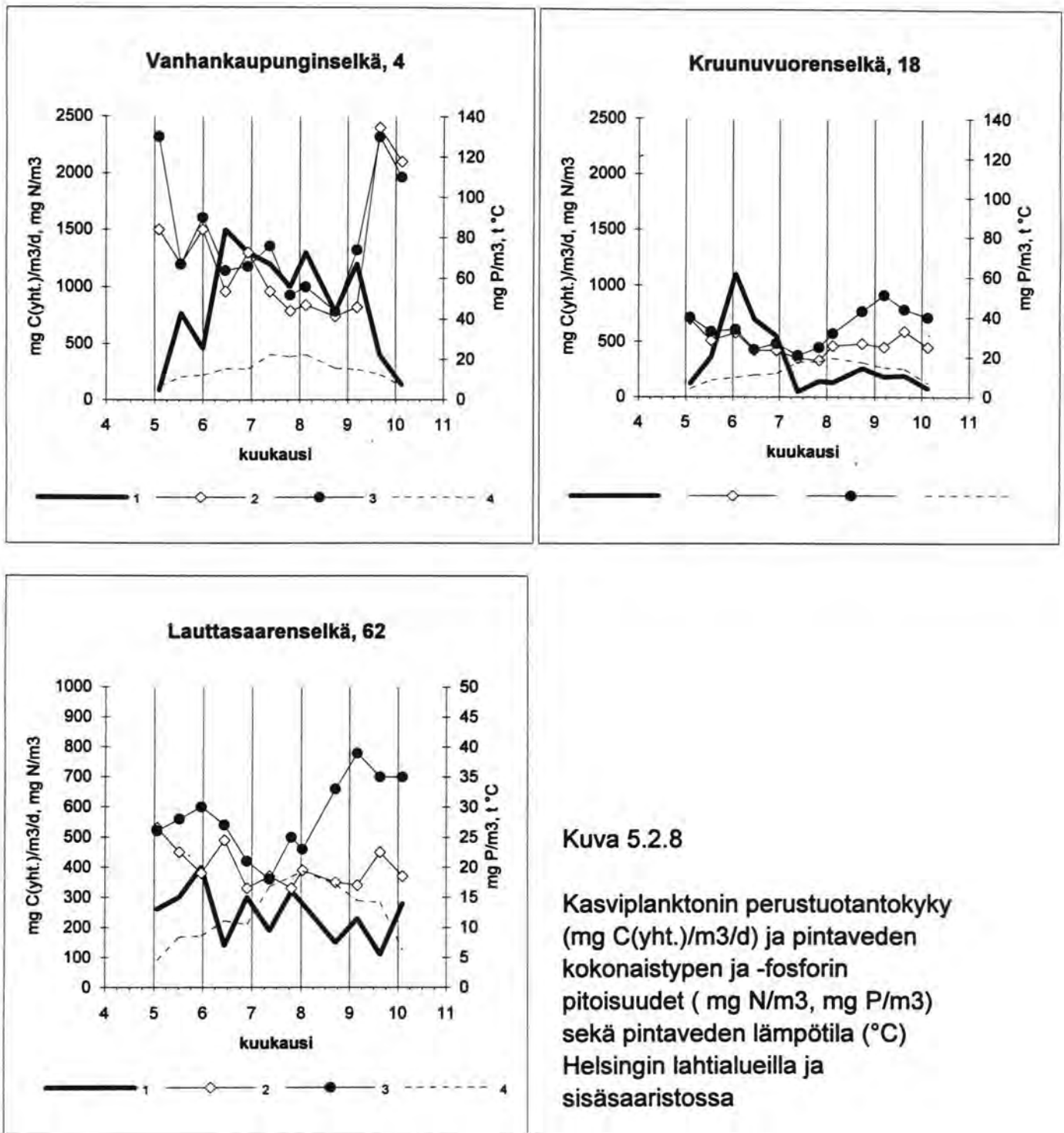
Knaperskär

Kuva 5.2.7

Kasviplanktonin perustuotantokyky Espoon edustan
merialueen havaintopaikoilla vuosina 1970 - 1994

mg C(yht.)/m3/d

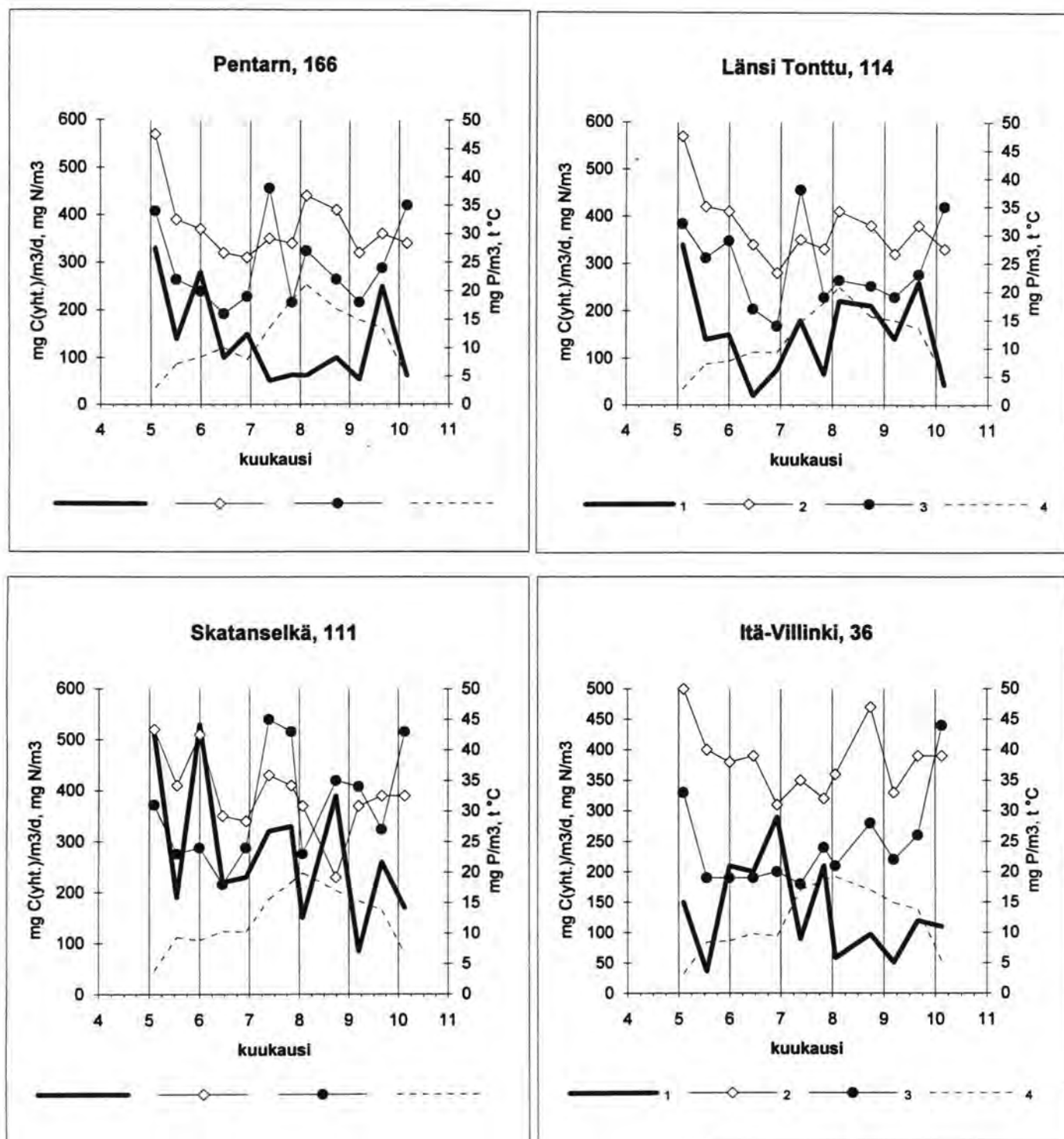
kasvukauden (15.4- 1.10.) keskiarvot



Kuva 5.2.8

Kasviplanktonin perustuotantokyky (mg C(yht.)/m³/d) ja pintaveden kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet (mg N/m³, mg P/m³) sekä pintaveden lämpötila (°C) Helsingin lahtialueilla ja sisäsaaristossa

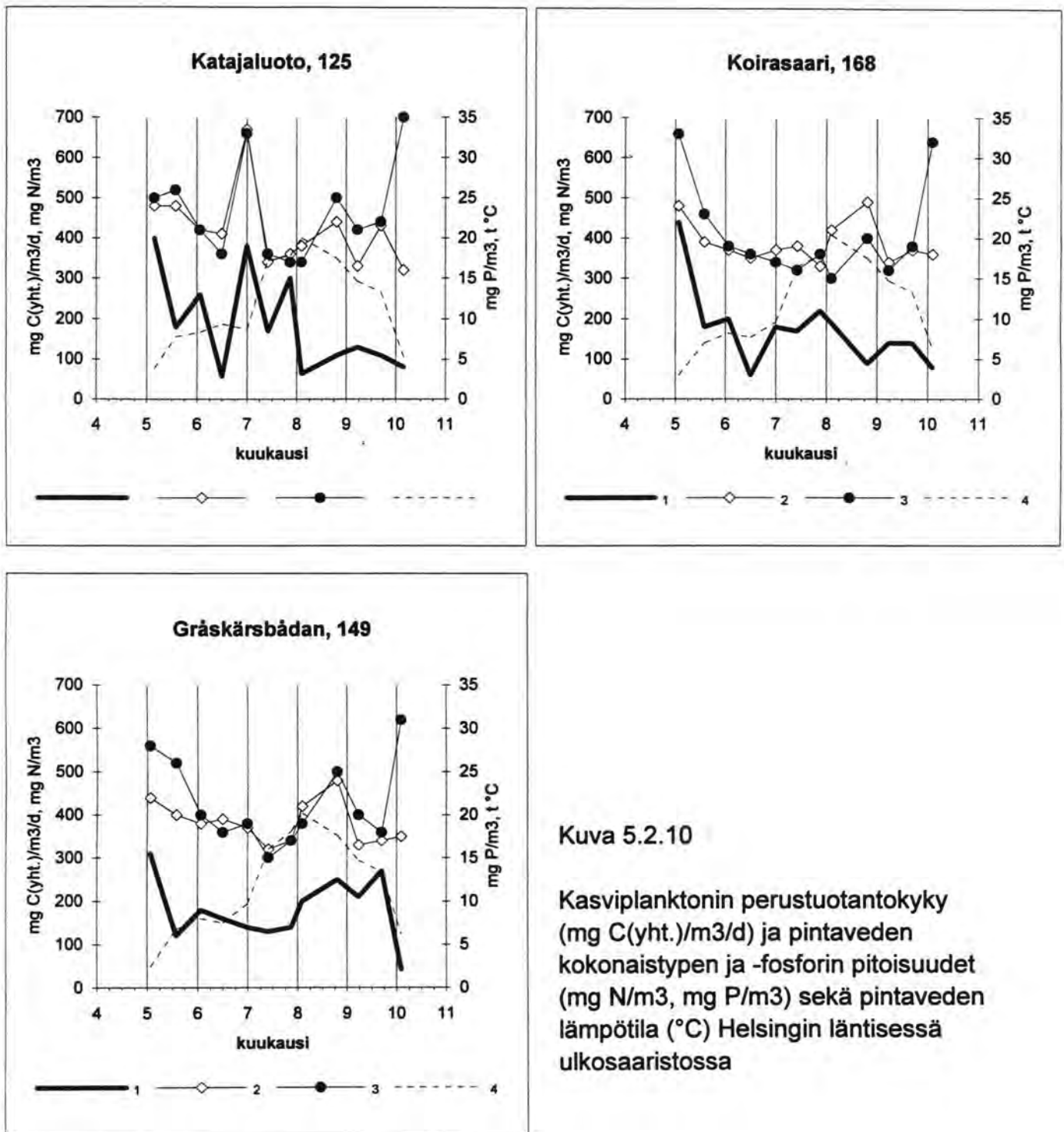
- 1 = perustuotantokyky
- 2 = pintaveden kokonaistyyppi
- 3 = pintaveden kokonaisfosfori
- 4 = pintaveden lämpötila



Kuva 5.2.9

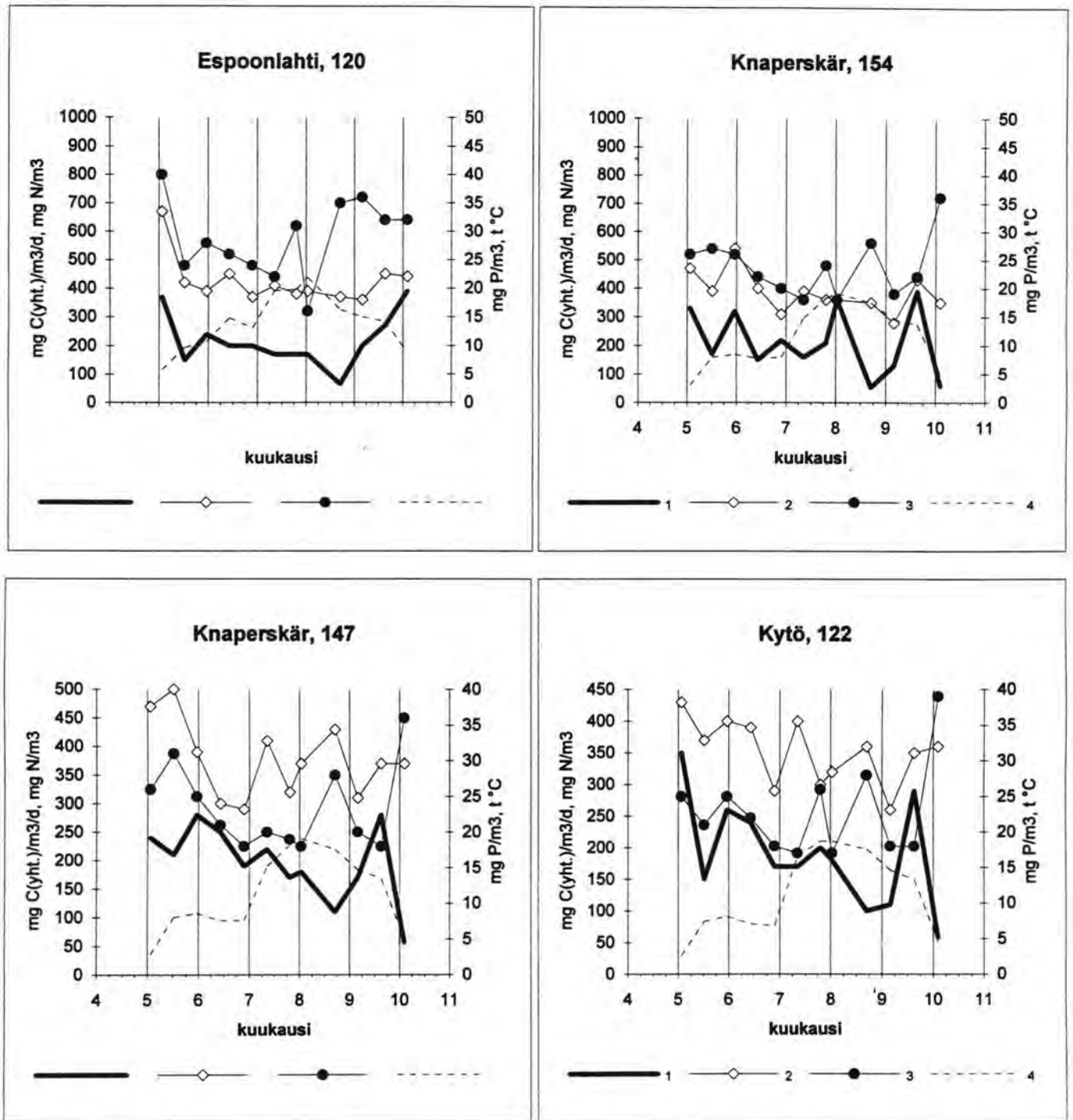
- 1 = perustuotantokyky
- 2 = pintaveden kokonaistyyppi
- 3 = pintaveden kokonaisfosfori
- 4 = pintaveden lämpötila

Kasviplanktonin perustuotantokyky (mg C(yht.)/m³/d) ja pintaveden kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet (mg N/m³, mg P/m³) sekä pintaveden lämpötila (°C) Helsingin itäisessä ulkosaaristossa



Kuva 5.2.10

Kasviplanktonin perustuotantokyky (mg C(yht.)/m³/d) ja pintaveden kokonaistyyppi ja -fosforin pitoisuudet (mg N/m³, mg P/m³) sekä pintaveden lämpötila (°C) Helsingin läntisessä ulkosaaristossa



Kuva 5.2.11

- 1 = perustuotantokyky
- 2 = pintaveden kokonaistyyppi
- 3 = pintaveden kokonaisfosfori
- 4 = pintaveden lämpötila

Kasviplanktonin perustuotantokyky (mg C(yht.)/m³/d) ja pintaveden kokonaistyyppien ja -fosforin pitoisuudet (mg N/m³, mg P/m³) sekä pintaveden lämpötila (°C) Espoon merialueella

6 RANTAVYÖHYKKEEN UPOSKASVILLISUUDEN TILA HELSINGIN JA ESPOON MERIALUEILLA VUOSINA 1983 - 1993

6.1

Johdanto

Useimmat uposversoiset (veden pinnan alla kasvavat) kasvit reagoivat veden tilaan (sameuteen, lämpötilaan, suolapitoisuuteen, ravinteisuuteen, aallokkoisuuteen jne) kasvunsa ja lisääntymistapahtumiensa avulla. Selvittämällä tietyn rannan kasvijaiston koostumus sopivin väliajoin voidaan vetää johtopäätöksiä alueen kasvulosuhteitten muutoksista. Helsingin ja Espoon merialueilla on kartoitettu useaan otteeseen rantavyöhykkeen uposversoista vesikasvillisuutta (taulukko 6.1). Tässä yhteenvedossa on vertailtu kolmen viimeisimmän kartoituksen tuloksia.

Taulukko 6.1. Helsingin ja Espoon merialueilla suoritettut vesikasvillisuuskartoitukset.

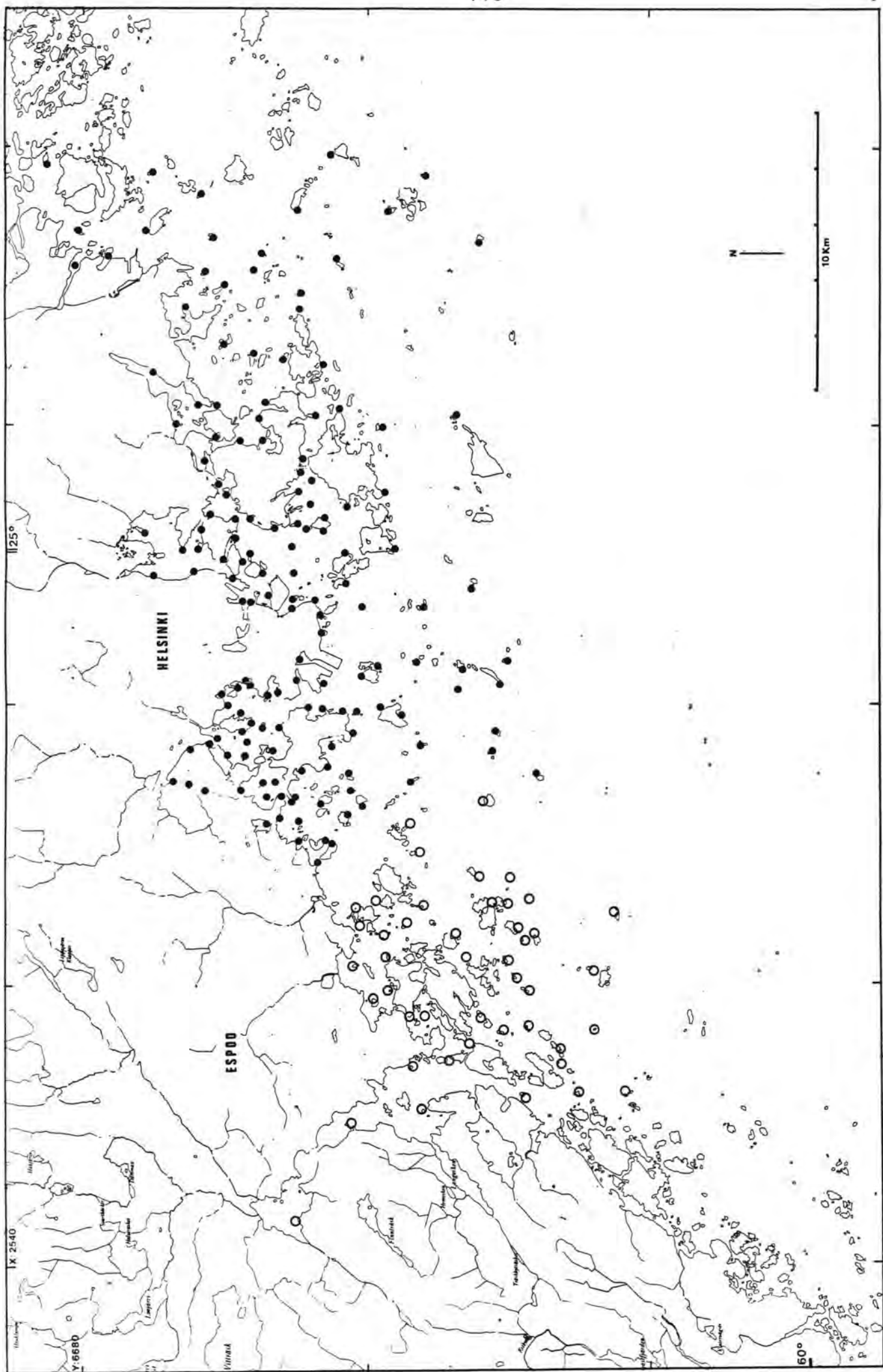
Näytteenotto- kausi	Tutkittu merialue	Koealoja (kpl)	Viite
8.7.--20.9.74	Helsinki	267	Maa ja Vesi 1976
10.7.-23.8.79	Hki, Espoo	264	Viitasalo 1985
18.7.-17.8.84	Helsinki	127	Viitasalo 1988
19.7.-19.8.88	Hki, Espoo	223	Viitasalo 1990
16.7.-28.7.93	Hki, Espoo	225	Viitasalo ym. 1994

6.2

Menetelmä

Rantaveden kasvillisuusnäytteet otettiin varsiharalla veneestä käsin. Näytteenotokohteet ("koealat") muodostuivat n. 3-5 metrin levyisestä, tavallisimmin kallio- tai kivipohjaisesta rantakaistasta, joka ulottui vesirajasta n. 1.5-2 metrin syvyyteen. Eri vuosina tehdyissä kartoituksissa on käytetty samoja koealoja. Jokaiselta koealalta koottiin näyte, johon kerättiin mahdollisimman edustavasti kaikkia koealalla esiintyviä kasvilajeja runsaussuhteittensa mukaisesti. Yhdeltä koealalta kerätyn näytteen tuorepaino oli tavallisesti 1-5 kg. Näytteet ositettiin kentällä 0.5 tai 1.0 litran säilytysastioihin ja kestävästiin työpäivän lopussa. Lajinmääritykset suoritettiin laboratoriossa stereo- ja tavallisella valomikroskoopilla. Runsausarviointia varten eri lajit eroteltiin laboratoriossa toisistaan mahdollisimman huolellisesti, ja niiden osuus näytteestä arvioitiin silmämääräisesti prosentista runsausasteikkoa käyttäen. Vaikka eri lajien runsaussuhteita ei dokumentoida kentällä, saadaan menetelmällä kultakin koealalta puolikvantitatiivinen kuvaus lyhyessä ajassa. Näin voidaan suurikin tutkimusalue kartoittaa verraten nopeasti ja taloudellisesti.

Eri tutkimuksissa havaitut kasvilajit on lueteltu liitteessä 1. Alueella on käytössä yhteensä 225 vakituista koealaa (kuva 6.1).



Kuva 6.1 Vesikasvillisuuskartoituksen koalat. ● = Helsinki. ○ = Espoo.

Koealojen luokittelu on pääosin tapahtunut tiettyjen indikaattorilajien esiintymisen tai poissaolon, kunnon, kasvutavan ja runsauden perusteella. Taulukossa 6.2 on esitetty eri luokkien tärkeimmät piirteet. On huomattava, että ominaisuudet koskevat vain kasvukauden keskivaihetta, jolloin yksivuotiset levät ovat saavuttaneet suurimman kokonsa, mutta eivät vielä ole hajoamassa.

Indikaattorimenetelmän ohella näytteiden kuvaamisessa on käytetty lajikohtaisia s-arvoja (Liite 1). Nämä s-arvot kuvastavat kasvilajin suhdetta veden likaantuneisuuteen. Ensimmäisen s-arvolistan esitti MAA ja VESI (1976) prof. Ernst Häyrenin ja tri Guy Hällforsin kokemuksiin perustuen. Listaa on sittemmin jonkin verran muutettu yksittäisten lajien osalta (mm. LINDGREN 1978), ja siihen on lisätty eräiden lajien ulkoasua ja epifytyttisyyttä koskevia havaintoja. Samantapaisia kokemukseräisiä indikaattoriarvoja on annettu kasviplankton- tai pohjaeläinlajeille. Laaja tilastollinen analyysi siitä, miten näillä bioindikaattorimenetelmillä on onnistuttu mittaamaan jätevesien (rehevöittävää tms) vaikutusta, puuttuu toistaiseksi.

Minkään ekologisen tekijän vaikutukset eivät ole luonnossa jyrkkärajaisia, joten samalla koealalla esiintyy aina kahden tai useamman "likaantumisyöhykkeen" indikaattorilajeja. Tästä syystä jokaiselle näytteelle on laskettu näytekohtainen S-indeksi (S), joka on näytteessä esiintyvien lajien s-arvojen runsaudella painotettu keskiarvo. Likaantuneisuusluokkia vastaavia ohjeellisia S-arvoja on esitetty taulukossa 6.2.

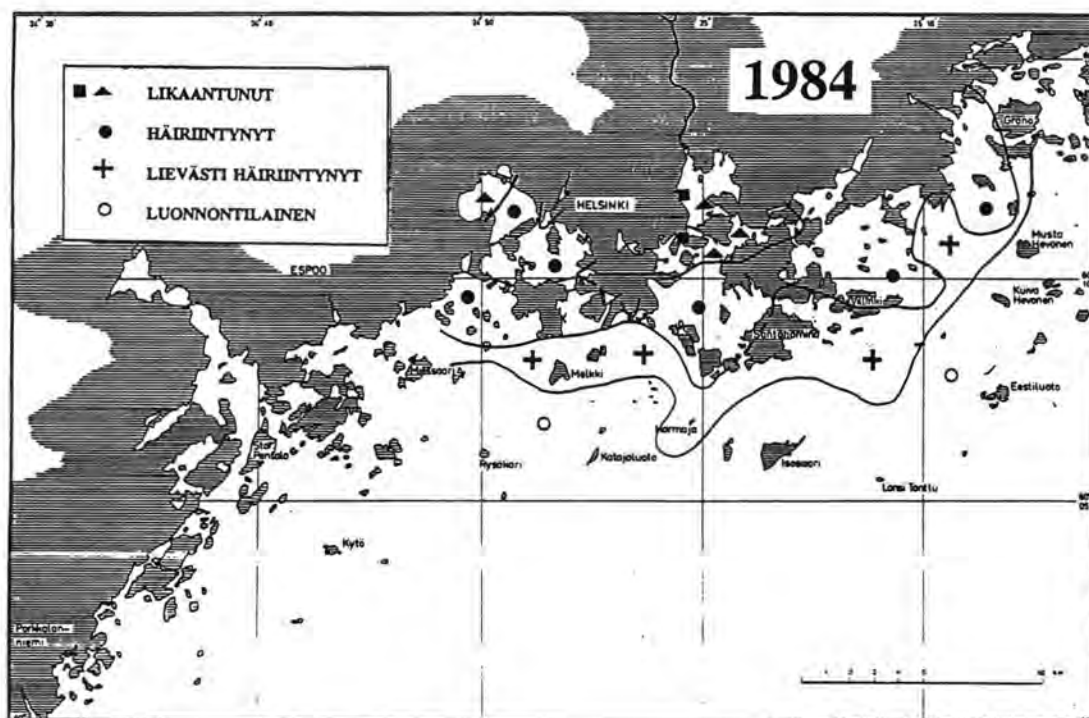
Taulukko 6.2. Helsingin ja Espoon merialueiden luokittelu vesikasvillisuuden perusteella.

Luokan nimi	luonnontilainen	lievästi häiriintynyt	häiriintynyt	lievästi liikaantunut	likaantunut	voimakk. liikaantunut
Esimerkkejä p.o. alueen käyttömuodoista	kaikki käyttömuodot mahdollisia	kaikki virkistyskäyttömuodot mahdollisia	uinti, virkistyskalastus	uinti, ellei veden sameus aseta esteitä	maisema- ja satamakäyttö	vesiliikenne
Tyypilajeja tai niiden ominaisuuksia Helsingin ja Espoon edustalla	Cladophora gl. <10cm Cl. rupestris Elachista:cp Sphacelaria Furcellaria Dictyosiphon chordaria Chorda filum Pilayella, Ectocarpus Polysiphonia Phyllophora Chara, Najas Tolypella	Cladophora gl. >12 cm E.intestinalis:sp Fucus:-cp, fert. Elachista:sp Dictyosiphon foenic.:cp Stictyosiphon:cp Ceramium:cp Zannichellia	Cladophora:-ccp E.ahln.+prol +int. +ym <10% Fucus:-sp, ster. Myriophyllum Ranunculus Potamogeton	Cladophora:sp Enteromorpha >40-60% Ectocarpus."fluv." Ceratophyllum	Flagellata Cyanobact:cp Balanus Cordylophora	Bacteria Protozoa Flagellata
Ohjeellinen S-indeksin vaihteluväli	-1,6...-2,0	-1,4...-1,6	+1,0...-1,4	+1,5...0	+2,0...+1,0	+4,0...+3,0

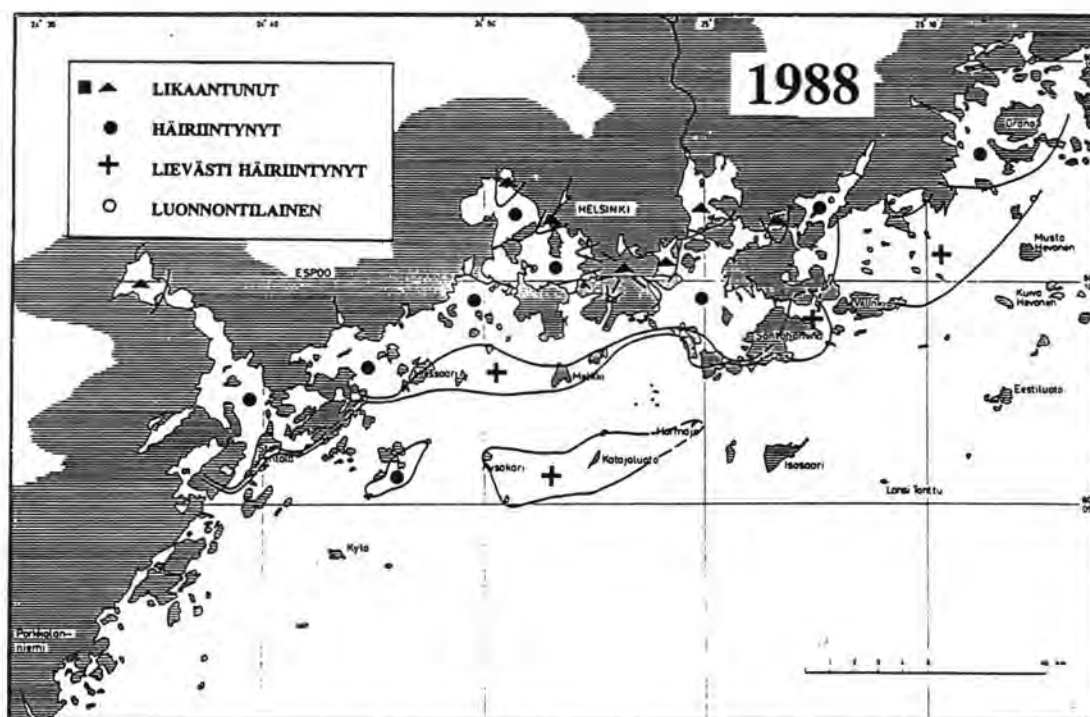
6.3

Vesikasvillisuuden muutokset vuosina 1984 - 1993 ja tulosten tarkastelua.

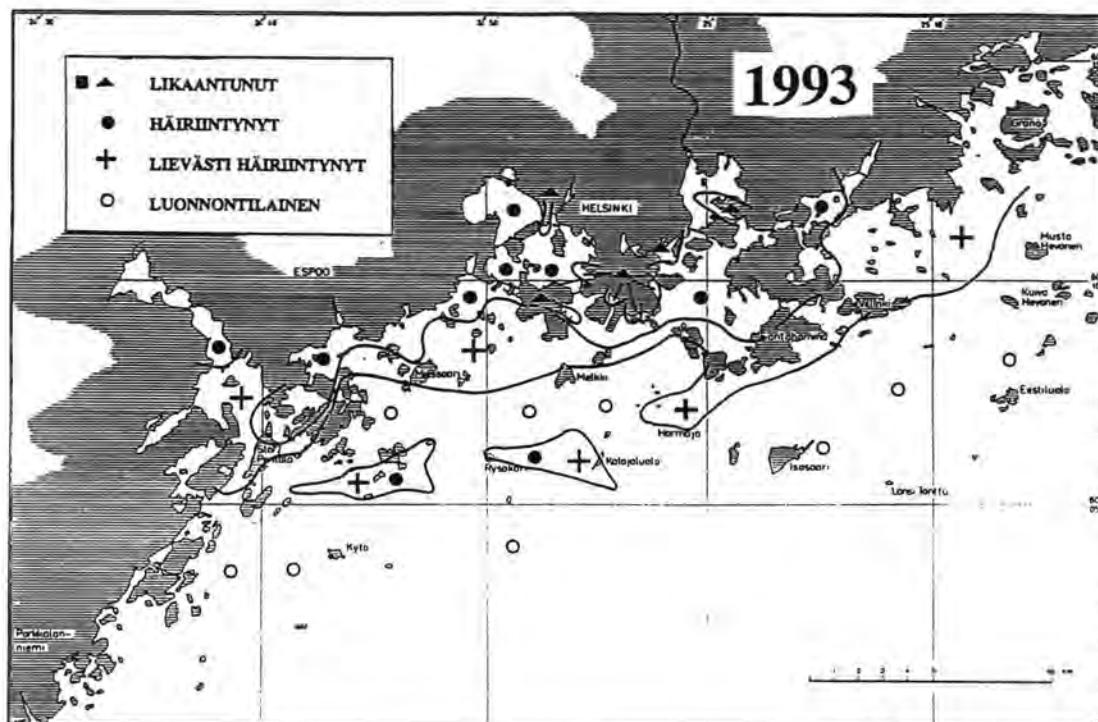
Kuvissa 6.2-4 on esitetty rantojen vesikasvillisuuden perusteella laaditut likaantuneisuusluokittelut vuosille 1984, 1988 ja 1993.



Kuva 6. 2. Eri likaantuneisuusluokkiin kuuluvan vesikasvillisuuden levinneisyys vuonna 1984 (Viitasalo 1988).



Kuva 6. 3. Eri likaantuneisuusluokkiin kuuluvan vesikasvillisuuden levinneisyys vuonna 1988 (Viitasalo 1989).



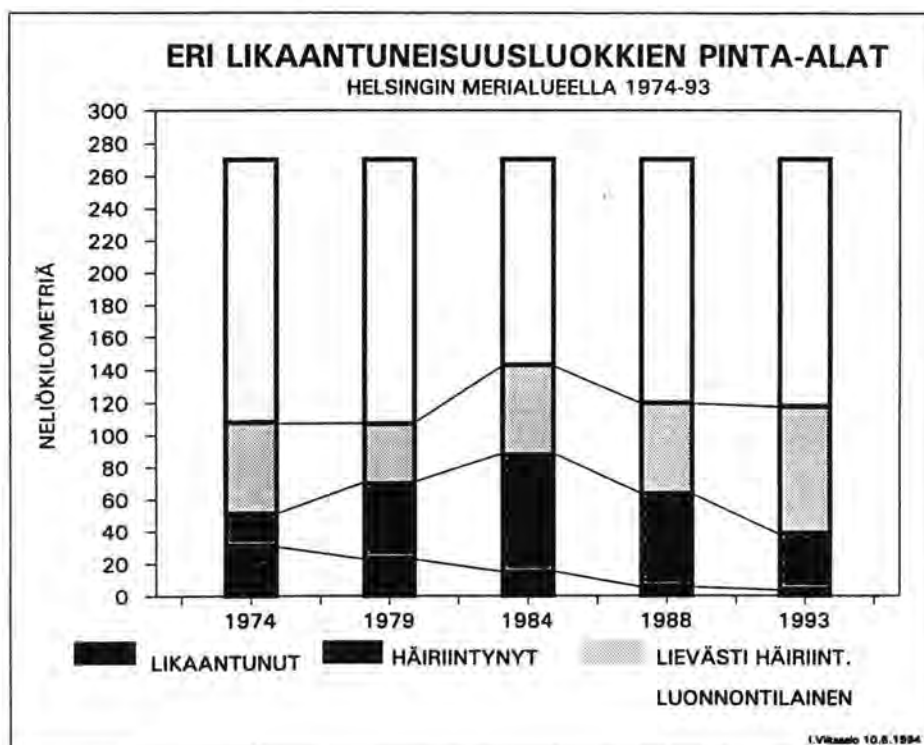
Kuva 6. 4. Eri likaantuneisuusluokkiin kuuluvan vesikasvillisuuden levinneisyys vuonna 1993 (Viitasalo ym. 1994).

Katajaluodon purkutunneli otettiin käyttöön vuoden 1987 alussa. Vuoden 1988 vesikasvillisuuskartoituksessa sen vaikutus näkyi itä-länsisuuntaisena erillisenä vyöhykkeenä Rysäkarin ja Harmajan välisellä alueella. Samanaikaisesti Helsingin niementä ympäröivien vesien kasvillisuus alkoi toipua, ja kasvittomia tai suolilevien massaesiintymien vallassa olevia alueita tavattiin enää sisimpien lahtien perukoissa. Tauluselkä luokiteltiin luonnontilaiseksi, mutta Lauttasaaren edustan ja Suvisaaris- ton välisen alueen kasvillisuus oli laajoilla alueilla häiriintynyt.

Vuonna 1993 Helsingin niemeä ympäröivien lahtivesien kasvillisuuden toipuminen oli vielä selvemmin näkyvässä, vaikka niiden likaantuneisuusluokka ei muuttunut- kaan edellisestä kartoituksesta. Erityisen ilahduttavaa oli Laajalahden toipuminen. Lauttasaaren ja Suvisaaris- ton välinen alue oli myös parantunut. Helsingin niemen edustalla tilanne ei ollut muuttunut merkittävästi vuoteen 1988 verraten. Likaantu- neita alueita esiintyi edelleen lähinnä satama-altaiden pohjukoissa ja purosuissa.

Santahaminan eteläpuolisten luotojen kasvillisuus oli lievästi häiriintynyt (aiem- min luonnontilaista), ja häiriintynyt alue jatkui siitä länteen Harmajan suuntaan. Idässä, Isosaaren-Eestiluodon alueilla kasvillisuus oli edelleen luonnontilaista. Sil- mälläpidettävän poikkeuksen muodosti vuonna 1993 Itä-Tonttu, jonka kasvillisuus oli lievästi häiriintynyt.

Katajaluodon ja Espoon Viipurinkiven purkualueiden vaikutus tuntui lievänä molemmilla alueilla. Erot vuosien 1988 ja 1993 välillä johtuvat ilmeisesti yleisten sää- ja virtausolosuhteden vaihtelusta eivätkä heijasta muutoksia jäte- vesikuormituksessa.



Kuva 6.5. Eri likaantuneisuusluokkiin kuuluvan kasvillisuuden luonnehtimien vesialueiden pinta-alat Helsingin merialueella vuosina 1974, 1979, 1984, 1988 ja 1993.

Kuvassa 6.5 on esitetty eri likaantuneisuusluokkiin kuuluvan kasvillisuuden luonnehtimien vesialueiden pinta-alat eri tutkimusvuosina Helsingin merialueella. Likaantuneet alueet ovat edelleen vähentyneet. Hyvin tärkeätä, on, että myös häiriintyneet alueet olivat toipuneet ja muuttuneet lievästi häiriintyneiksi. Lievästi häiriintyneet vesialueet soveltuvat kaikkiin virkistyskäyttömuotoihin (vrt. taulukko 6.2). Luonnontilaisten alueiden määrä ei toisaalta ollut lisääntynyt.

6.4

Arvio muutosten suunnasta

Muutokset vesikasvillisuuden tilassa liittyvät jäteveden purkupaikkojen muutoksiin ja muuttuviin puhdistusvaatimuksiin. Vuoden 1994 aikana lopetettiin jätevesien purku Vuosaaren edustalle ja Viikinmäen jätevedenpuhdistamo otettiin täysimittaisesti käyttöön. Tämä tulee mitä todennäköisimmin parantamaan edelleen kaupungin itäisten vesialueiden tilaa ja sen myötä niiden virkistysarvo nousee edelleen.

Helsingin sisälahtien tilan parantuminen nykyisestä edellyttää viemäristön ylivuotojen rajoittamista, laivojen päästöjen tiukentuvaa valvontaa ja pahimmin likaantuneiden alueiden, esim. Töölönlahden kunnostamista. Nopeimmin tulevat toipumaan läntiset sisälahdet, Laajalahti, Seurasaarenselkä ja Lehtisaarenselkä. Vantaanjoki tuo - erityisesti tulvakausina - saviaineksen lisäksi typpeä ja fosforia keskeisille sisälahdille (Vanhankaupunginselkä, Kruunuvuorenselkä) ja Helsingin edustalle. Kun sekä rannikon että jokivarren kunnat panostavat tällä hetkellä voimakkaasti vesiensuojeluun, olisi kohtuullista, että myös Vantaanjoen valuma-alueen maa- ja metsätaloudessa päästäisiin vähentämään joen ravinnekuormitusta.

Katajaluodon ja Gåsgrundetin purkualueiden tila liittyy ennen kaikkea muuttuviin puhdistusvaatimuksiin. Länsi-Suomen vesioikeus on antanut päätöksen jäteveden laskemiseksi edelleen Katajaluodon alueelle, ja siihen liittyviä lupaehtoja. Kun vesioikeuskäsittely on vielä kesken, on ennen aikaista antaa ennustetta näiden alueiden tilan kehittymisestä.

VIITTEET

Hällfors, G., Viitasalo, I., Niemi, Å. 1987: Macrophyte vegetation and trophic status of the Gulf of Finland -A review of Finnish investigations. -Meri 13:111-158, Helsinki 1987.

Lindgren, L. 1978: Algzoneringen på klippiga stränder i Porkkala, Helsingfors och Sibbo som bas för fortsatt kontroll av föroreningsläget. -Pro-gradu, Helsingfors universitet 1978, 1-155 (moniste).

Maa ja Vesi 1976: Helsingin ranta-alueiden likaantumistasite littoraalin kasviyhdyksuntien perusteella vuosina 1974..1975. Raportti H4453. -Moniste, Hels.-Kaup.Rak.Virasto, 1-44, liitt.

Viitasalo, I. 1985: Rantavyöhykkeen uposversoisen vesikasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1979. -Vesiens.lab.tiedonantoja 16: 1-40, liitt., Helsinki 1985.

Viitasalo, I. 1988: Helsingin ja Espoon saariston rantojen vesikasvillisuuden tila vuosina 1974, 1979 ja 1984. Julkaisussa: Pesonen,L.(toim.): Helsingin ja Espoon edustan merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1970-1986. -Tutkimustoimiston tiedonantoja 17:147-165. -Helsinki 1988.

Viitasalo, I. 1989a: Uposversoisen vesikasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuonna 1988. Vertailu vuosiin 1979 ja 1984. -Moniste, Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos 31.8.1989. 1-33, liitt.

Viitasalo, I., Laine, A., Martin, G. ja Ryhänen, P. 1994: Rantavyöhykkeen uposkasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon mesialueilla vuonna 1993. -Helsingin kaupunki, Ympäristökeskus 15.6.1994 (moniste).

LIITE 1

ERI TUTKIMUSVUOSINA TAVATUT KASVILAJIT JA NIIDEN OMINAISUUDET

Laji/taksoni	"s"	Löytöjen lukumäärä					Huom.
		1974	1979	1984	1988	1993	
<i>Gloeotrichia pîsum</i>				2	1		
<i>Aphanocapsa litoralis</i>				1	1		(1)
<i>Rivularia atra</i>	-2		2			4	
<i>Anabaena (variabilis)</i>	2		14	23	17	22	
<i>Oscillatoria sp</i>	3	55	5	5	4	12	
<i>Lyngbya sp</i>	1	65	6	9	2	16	
<i>Ulothrix pseudoflaccida</i>	1	1				15	
<i>Ulothrix subflaccida</i>	2	7				1	
<i>Percursaria percursa</i>	2	1	1	1		3	
<i>Blidingia minima</i>				1		1	
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	1	41	95	77	122	82	
<i>Enteromorpha compressa</i>	0.5	4	5		1	15	
<i>Enteromorpha ahlfneriana</i>	2	47	28	17	16	11	
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	2	7	5	3	7		
<i>Enteromorpha prolifera</i>	2	19	77	19	74	76	
<i>Enteromorpha clathrata</i>	1	1	7				
<i>Chaetomorpha sp</i>			12			6	
<i>Rhizoclonium implexum</i>	1			8	58	60	
<i>Rhizoclonium riparium</i>	1	11	16	21	7	10	
<i>Cladophora rupestris</i>	-2	3	40	13	7	32	
<i>Cladophora glomerata (h=3-12 cm)</i>	0	66	186	79	148	92	(2)
<i>Cladophora glomerata (h=10-30 cm)</i>	1			34	50	108	(2)
<i>Cladophora glomerata (kääpiömuoto)</i>				3	3		(3)
<i>Acrosiphonia centralis</i>	-1		2			2	(4)
<i>Spongomorpha pallida</i>	1		3	1		1	
<i>Urospora sp</i>	-1	7	12		+	8	
<i>Spirogyra sp</i>	1	18	10	11		49	
<i>Tolypella nidifica</i>	-1	3	8		2	1	
<i>Chara canescens</i>	-2			2	1		(5)
<i>Chara tomentosa</i>	-2			1	1	3	(5)
<i>Chara baltica</i>				1	5		(5)
<i>Chara aspera</i>					1		(5)
<i>Pilayella litoralis</i>	-2	21	156	66	37	118	
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-1	55	115	25	23	56	
<i>Ect.conf.t.fluv.(s.WAERN)</i>	1		17	28	36	19	
<i>Sphacelaria arctica</i>	-2		52	5	9	8	
<i>Elachista fucicola</i>	-2	3	63	45	40	94	
<i>Eudesme virescens</i>	-2		7				
<i>Stictyosiphon tortilis</i>	-1	6	58	9	5	4	
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	-1	13	87	41	11	48	
<i>Dictyosiphon chordaria</i>	-2		5	1		9	
<i>Chorda filum</i>	-2	16	22	2		18	
<i>Fucus vesiculosus/fert.</i>	-1	21	125	68	52	98	(6)
<i>Fucus vesiculosus/ster.</i>	1			8	57	16	(6)
<i>Bangia sp</i>					1		
<i>Furcellaria fastigiata</i>	-2		38	12	3	22	
<i>Phyllophora brodiaei</i>	-2		+	1		3	
<i>Phyllophora membranifolia</i>	-2		+	3		2	
<i>Ceramium tenuicorne</i>	-1		69	60	64	112	
<i>Callithamnion roseum</i>	-2		1		2	5	
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	-2		13	+			
<i>Polysiphonia violacea</i>	-2		2			7	
<i>Rhodomela confervoides</i>	-1		2	1			
<i>Berkeleya rutilans</i>	1	10	5	4	1		
<i>Potamogeton pectinatus</i>	0	37	58	38	41	51	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0	35	54	35	55	41	
<i>Zannichellia palustris</i>	-1	7	10	9	9	10	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	10	7	2	6	18	
<i>Ranunculus baudotii</i>	-2	15	8	19	10	21	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	-1	18	20	8	9	17	
<i>Najas marina</i>	-1		5	1	1		

Huom (1): Alustava lajinmääritys.

Huom (2): Yksilöiden pituuseroja ei määritetty ennen vuotta 1984.

Huom (3): Vrt. NORIN ja WAERN 1973.

Huom (4): Keskikesän muoto.

Huom (5): Alustavia lajinmäärityksiä.

Huom (6): Rakkolevän fertiilisyyttä ei määritetty ennen vuotta 1984.

7

POHJAEÄIMISTÖ HELSINGIN JA ESPOON MERIALUEILLA VUOSINA 1987-1994

Pohjaeläimistön seuranta kuuluu osana vesistöjen velvoitetarkkailuihin, sillä pohjaeläimet kuvastavat hyvin ympäristön tilaa ja siinä tapahtuvia muutoksia. Useat pohjaeläinlajit ovat pitkäikäisiä ja niiden avulla voidaan seurata pitkällä ajanjaksolla tapahtuvia muutoksia. Vesistön likaantumisasasteessa tapahtuvat muutokset näkyvät myöskin sekä lajistossa että yksilömäärissä. Aluksi rehevöityminen lisää lajien ja yksilöiden lukua, mutta sen edelleen lisääntyessä pienenee lajien määrä, vaikka eläinten kokonaismäärä edelleenkin voi kasvaa. Veden liiallinen rehevöityminen voi lopulta johtaa tilanteeseen, jossa pohjan läheiset kerrokset muuttuvat hapettomiksi ja pohja kuolee.

Helsingin ja Espoon merialueiden pohjaeläimistöä on seurattu säännöllisesti vuodesta 1962 alkaen ja niiden tulokset on esitetty vesiviranomaisille toimitetuissa vuosiraporteissa. Vuonna 1991 tehtiin alueella laaja pohjaeläinselvitys (Varmo 1994⁴), johon kerättiin aineistoa yhteensä 66 havaintopaikalta.

Tässä raportissa käsitellään aineistoa, joka on kerätty vuosina 1987-1994 syksyisin kuudeltatoista havaintopaikalta.

7.1

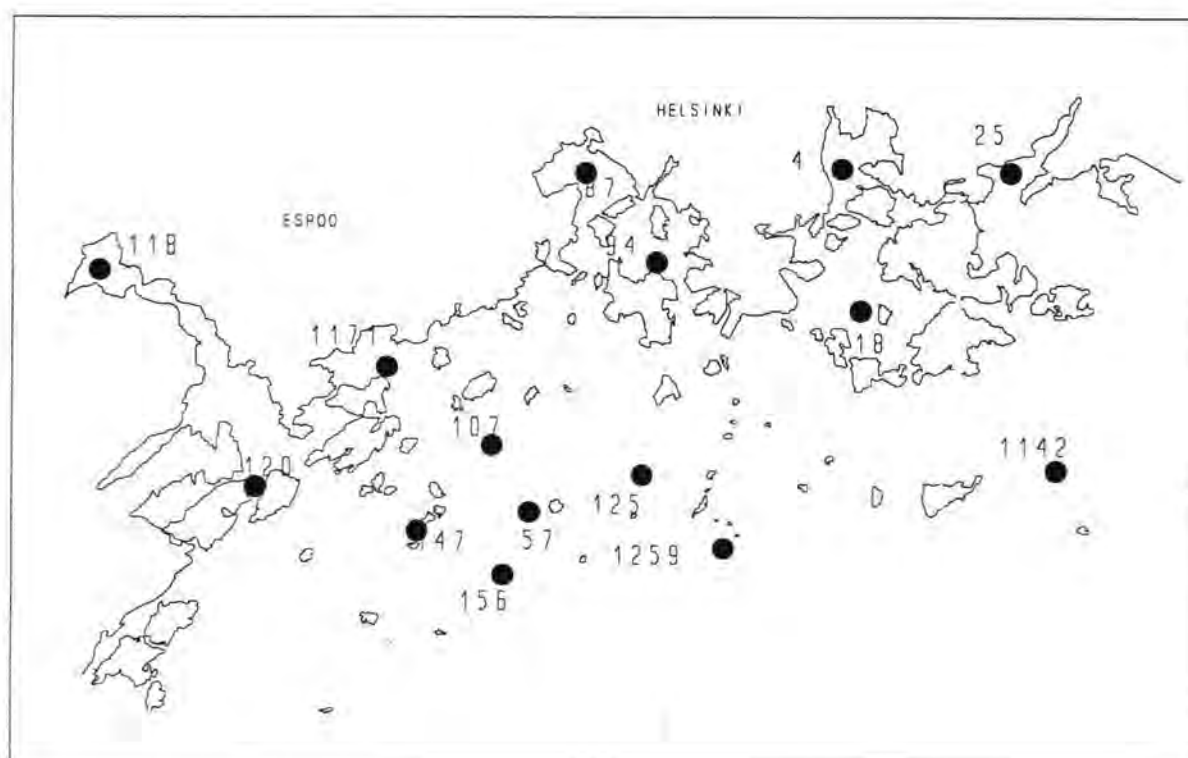
Aineisto ja menetelmät

Helsingin ja Espoon merialueen pohjaeläinnäytteet kerättiin vuosina 1987-1994 seuraavilta 16 havaintopaikalta:

Havainto- paikka	Nimi	Syvyys (m)
Helsinki:		
87	Laajalahti	3-4
94	Seurasaarenselkä	8
4	Vanhankaupunginselkä	2-3
25	Vartiokylänlahti	4-5
18	Kruunuvuorenselkä	15-16
125	Katajaluoto	26
1259	Katajaluoto	29
1142	Itäinen ulkosaaristo	27-29

Havaintopaikka	Nimi	Syvyys (m)
Espoo:		
118	Espoonlahti	10-13
120	Espoonlahti	13-14
1171	Ryssjeholmsfjärden	3-4
107	Bodön selkä	17.5-18.5
57	Kytön väylä	28-29
147	Knaperskär	25-27
156	Knaperskär	30-31
111	Skatanselkä	15-16

Pohjaeläinnäytteet otettiin näiltä havaintopaikoilta elo-syyskuun aikana. Kataja-luodon merialueelta havaintopaikoilta 125 ja 1259 sekä havaintopaikalta 1142 otettiin pohjaeläinnäytteet myöskin keväällä. Lisäksi tutkimusalueella tehtiin muutamia erillisiä pohjaeläinselvityksiä, mm. Eestiluodon lähellä sijaitsevalla hiekanottoalueella, Mustakuvun, Taulukarin ja Rövargrundin läjitysalueilla sekä Vanhankaupunginlahden perukassa.



Kuva 7.1

Helsingin ja Espoon vuosittain seurattavat pohjaeläinhavaintopaikat

Havaintopaikkojen paikallistamisessa on käytetty apuna tutkaa, maamerkkejä, veden syvyyttä ja edellisten tutkimusten pohjanlaatutietoja.

Tutkimusmenetelmät ovat noudattaneet Itämerenmaiden yhteisiä suosituksia (Dybern et al. 1976⁵) ja olleet yhtenäiset vuodesta 1978 lähtien. Näytteenottimena on käytetty lahtialueiden pehmeillä pohjilla Ekman-Birge-tyyppistä pohjanoudinta (pinta-ala 250 cm²), jolla on otettu yleensä 10 rinnakkaisnäytettä yhdeltä havaintopaikalta kerralla. Saaristossa on käytetty van Veen-tyyppistä pohjanoudinta (pinta-ala 1110 cm²), jolla on otettu viisi rinnakkaisnäytettä kultakin havaintopaikalta. Näytteet on seulottu vesijohtovedellä rännassa kahden teräsverkkoseulan läpi (1.0 ja 0.5 mm). Jokainen nosto ja eri seuloilla olleet osanäytteet on kestävyöity toisistaan erillään heksamiinilla puskuroituun ja bengal-rosalla värjättyyn 4% formaliiniliuokseen. Eläimet on eroteltu muusta seulontajätteestä laboratoriossa stereomikroskoopin avulla vähintään 6-kertaista suurennusta käyttäen. Yleensä eläimet on pyritty määrittämään lajin tarkkuudella. Harvasukasmadot ja surviaissääskitoukat on kuitenkin käsitelty ryhminä. Näytteiden biomassat on punnittu aikaisintaan kolmen kuukauden säilöntäajan jälkeen. Ennen punnitusta eläimet on kuivattu imupaperilla. Jokainen laji tai ryhmä on punnittu erillään. Simpukat on jaettu 1 mm:n tarkkuudella kokoluokkiin ja punnittu kokoluokittain kuoret auki.

7.2

Tulokset ja niiden tarkastelu

Helsingin kaupungin jätevedet on johdettu vuoteen 1986 saakka puhdistamoiden läheisille lahti- ja rantavesille, jotka ovat olleet erittäin rehevöityneitä. Vuonna 1986 valmistui Katajaluotoon johtava purkutunneli, johon yhdistettiin aluksi Munkisaaren, Viikin ja Kyläsaaren puhdistamot. Syksyllä 1994 liitettiin järjestelmään viimeisenä Vuosaaren puhdistamo ja sen jälkeen kaikki puhdistamoilta tulevat jätevedet on purettu Katajaluodon alueelle. Espoon kaupungin jätevedet on johdettu ulkosaaristoon Gåsgrundetin itäpuolelle jo vuodesta 1974 lähtien.

Jätevesien aiheuttamasta rehevöitymisestä johtuen on lahtialueilla esiintynyt pääasiassa vain surviaissääskitoukkia ja harvasukamatoja. Tarkkailujakson aikana on harvasukasmatojen osuus ollut keskimäärin 61 % ja surviaissääskien 29 %. Jätevesien vaikutuksen vähentyessä on kaikissa lahdissa alkanut esiintyä enenevässä määrin myöskin nuoria itämerensimpukoita. Biomassa on edelleenkin alhainen, sillä valtaryhmänä olevat harvasukasmadot ovat hyvin pieniä yksilöitä, joista suurin osa poimitaan 0.5 mm:n seulalta.

Laajalahdella (havaintopaikka 87) pehmeiden pohjien valtalajit, harvasukasmadot ja surviaissääskien toukat, ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana. Vuonna 1993 oli harvasukasmatoja erittäin paljon, yli 5000 yksilöä neliömetrillä. Seuraavana kesänä niitä, samoin kuin surviaissääskitoukkia, oli runsaat 2000 yksilöä neliömetrillä. Ensimmäiset itämerensimpukat löytyivät alueelta vuonna 1992 ja seuraavina vuosina on esiintynyt jonkin verran pieniä yksilöitä. Vuonna 1993 oli Laajalahdella erittäin runsas *Polydora redeki* -monisukasmatopopulaatio, mutta vuonna 1994 oli näitä vain muutama yksilö. Vuosittain on alueella ollut kotiloita. Laajalahdella on runsain yksilömäärä kaikista tutkituista lahdista.

Seurasaarenselän havaintopaikka 94 on ollut käytössä vuodesta 1990. Alueen pohjaeläimistön yksilöluku on ollut runsaat 1000 yksilöä neliömetrillä paitsi vuonna 1988, jolloin niitä oli vain 500. Viimeisten vuosien aikana ovat itämerensimpukat ohittaneet aiemmin valtaryhmänä olleet harvasukasmadot. Lajilukumäärä

on vaihdellut kuudesta yhteentoista, mutta biomassassa on erittäin alhainen, 1-2 g/m². Vuonna 1994 kaikki löydetty eläimet olivat 0.5 mm:n seulalla.

Vuoden 1987 alusta ei Viikin ja Kyläsaaren puhdistamoilta ole enää johdettu jätevesiä Vanhankaupunginselälle. **Vanhankaupunginselällä** (havaintopaikka 4) valtaryhminä ovat olleet harvasukasmadot. Vuosien 1987-1993 aikana niitä oli 70% yksilömäärästä. Vuonna 1994 valtalajeina olivat surviaissääsket, joiden yksilömäärä tällä alueella oli koko merialueen tihein. Jätevesikuorman vähennyttyä on pienten itämerensimpukoiden määrä hitaasti lisääntynyt lahdessa.

Vartiokylänlahdella (havaintopaikka 25) on puolet pienempi yksilömäärä kuin Vanhankaupunginselällä, mutta se on lajistoltaan monipuolisempi. Harvasukasmattoja ja itämerensimpukkaa on ollut keskimäärin 38% yksilömäärästä tutkimusjakson aikana. Vuonna 1994 itämerensimpukan yksilömäärä oli merialueen korkein. Biomassa on kuitenkin vähäinen, koska itämerensimpukat ovat pääasiassa nuoria pieniä yksilöitä.

Kruunuvuorenselällä (havaintopaikka 18) yli puolet eläimistä on ollut harvasukasmattoja. Vuosina 1987-1994 niiden osuus oli keskimäärin 76%. Biomassan runsaus tällä havaintopaikalla johtuu kuitenkin itämerensimpukoista, jotka ovat suuria ja hyvinvoivan näköisiä. Myöskin valkokatkat ovat suuria, pääasiassa aikuisia yksilöitä. Vuonna 1993 alueella esiintyi runsaasti uutta lajia *Marenzelleria viridis*, mutta vuonna 1994 niitä oli enää muutama yksilö.

Katajaluodon alueelle on johdettu puhdistettua jätevettä vuodesta 1987 alkaen. Harvasukasmattoja ovat olleet alueella valtaryhmänä lukuunottamatta vuotta 1993, jolloin oli runsaasti pieniä itämerensimpukoiden nuoruusasteita. Eläinten pienuudesta johtuen niillä ei ollut merkittävää vaikutusta biomassan määrään. Normaalisti tällä alueella esiintyy itämerensimpukan kaikkia kokoluokkia. Kolmantena valtalajina on valkokatka, joka on edellisiä lajeja vähälukuisempi. Vuoden 1990 näytteistä määritettiin myöhemmin alueelle uusi monisukasmatto (*Marenzelleria viridis*), jota esiintyi vuonna 1993 kohtalaisesti lähes koko tutkimusalueella. Vuonna 1994 sitä oli täälläkin vain muutamia yksilöitä. Katajaluodon yksilömäärien keskiarvo kahdeksan vuoden ajalla on ollut 1577 yks/m² ja biomassassa 67 g/m².

Katajaluodon havaintopaikan 125 yksilömäärä on vähentynyt merkittävästi vuonna 1994. Merelliset lajit, makkaramatto (*Halicryptus spinulosus*) ja valkokatka (*Pontoporeia affinis*), ovat hieman lisääntyneet, mutta niitä on edelleenkin vähän. Kahdeksan vuoden aikana ovat harvasukasmattoja olleet valtaryhmänä muodostaen 50% yksilömäärästä. Pääasiassa itämerensimpukasta koostuva biomassassa, lähes 60 g/m², on tutkitun alueen korkein.

Katajaluodon eteläpuolen havaintopaikalla 1259 oli vuonna 1994 tarkkailujakson suurin yksilömäärä, mikä pääasiassa koostui harvasukasmattoista (1508 kpl/m²). Näytteissä oli myös muutamia kilkkejä, jotka suurikokoisina nostivat biomassan määrää.

Katajaluodon purkualueen vertailupaikaksi vuonna 1988 otettu itäisen ulkosaariston havaintopaikka 1142 on lajistoltaan hieman monipuolisempi, mutta yksilötiheys ja biomassassa ovat siellä samaa suuruusluokkaa kuin Katajaluodon alueella. Myös tällä havaintopaikalla oli harvasukasmattojen ja itämerensimpukoiden määrä vähentynyt merkittävästi edelliseen vuoteen verrattuna.

Skatanselältä (havaintopaikka 111) on otettu näytteitä vuodesta 1978, nyt viimeisen neljän vuoden ajalla vuosittain. Alue on erittäin lajirikas, neljän vuoden aikana löytyi 19 merellistä lajia. Harvasukasmadot ovat valtaryhmä, myös itämerensimpukka viihtyy ja lisääntyy alueella, valkokatkaa ja surviaissääskiä on löytynyt vuosittain. Itämerensimpukkaa esiintyy kaikissa kokoluokissa, nuoruusasteita kuitenkin runsaimmin. Biomassa oli tutkitun merialueen korkein vuonna 1994. Yksilömäärät ovat samaa luokkaa kuin Katajaluodon alueella.

Espoonlahden pohjaeläinhavaintopaikoilla 118 ja 120 on usein kerrostuneisuuden aiheuttamia vähähappisia ajanjaksoja, jotka rajoittavat alueen eläinlajistoa. Yksilömäärät ovat vuosina 1987-1994 olleet kohtalaiset, lahden pohjukassa havaintopaikalla 118 suurempia kuin lahden suulla olevassa syvänteessä sijaitsevalla havaintopaikalla 120, jonka eläimistö koostuu pääosin harvasukasmadoista ja surviaissääskien toukista. Nuoria itämerensimpukoita esiintyy ajoittain alueella: vuonna 1993 niitä oli lahden suulla 340 yksilöä neliömetrillä, vuonna 1994 niitä ei ollut lainkaan. Espoonlahden yksilömäärän ja biomassan kahdeksan vuoden keskiarvot ovat 3249 yks/m^2 ja 11 g/m^2 . Biomassa on samaa suuruus luokkaa kuin Helsingin lahdissa.

Ryssjeholmfjärdenin (havaintopaikka 1171) alue on pehmeäpohjainen. Itämerensimpukka on ollut tarkkailujakson aikana lähes aina valtalajina (noin 60%). Pääasiassa ne ovat nuoria pieniä yksilöitä, mutta myös muutamia aikuiskokoisia yksilöitä oli näytteissä. Vuosittain on löytynyt limamatoa (*Prostoma obscurum*) muutamia kymmeniä yksilöitä. Vuonna 1994 olivat surviaissääsket valtalajina muodostaen myös pääosan biomassasta, joka on muihin lahtialueisiin verrattuna korkea. Suhteellisen runsas lajivalikoima antaa kuvan melko luonnontilaisesta pohjasta.

Bodön selän havaintopaikalla 107 vallitsevat huonot happiolosuhteet ja ajoittaiset happikadot rajoittavat tehokkaasti pohjan eläimistöä. Tarkkailujakson (vuodet 1987-1994) aikana pohjaeläimiä on ollut yleensä vain muutamia yksilöitä neliömetrillä. Vuonna 1994 ei löytynyt yhtään yksilöä.

Espoon saariston jäteveden purkualueella (havaintopaikat 57, 147 ja 156) pohjaeläimistö on ulkosaaristolle tyypillinen, lajivalikoima on pysynyt monipuolisena, vaikka vuosina 1987-1994 valtalajina ovat olleet harvasukasmadot. Niitä on ollut noin puolet kokonaisyksilöluvusta. Itämerensimpukan kaikkia kokoluokkia on alueella, mutta runsaimmin esiintyy nuoria yksilöitä. Valkokatkan tiheys on vuosittain vaihdellut maksimimäärän ollessa vuonna 1994 havaintopaikalla 156. Tämä havaintopaikka on koko alueen lajirikkain. Vuonna 1994 siellä esiintyi 14 lajia. Merellinen makkaramato on ollut alueella yleinen kaikkina vuosina. Uusi laji *Marenzelleria viridis* vähentyi vuonna 1994 myös täällä, vain muutama yksilö löytyi alueelta. Espoon saariston alueella oli kahdeksan vuoden keskiarvona kokonaisyksilömäärä 1278 yks/m^2 ja biomassa 24 g/m^2 , mikä on alhaisempi kuin Katajaluodon alueella.

Havaintopaikka 57 on ollut vuosina 1987-1994 vaihteleva. Yksilömäärä oli korkea vuonna 1992 johtuen pääasiassa harvasukasmadoista, joita oli yli 3700 yks/m^2 . Silti biomassa oli kahdeksan vuoden alhaisin. Vuonna 1994 valtalajina oli itämerensimpukka. Ainoastaan valkokatka on lisääntynyt alueella. Harvasukasmadot olivat vähentyneet vuonna 1994. Havaintopaikan kahdeksan vuoden keskiarvot ovat korkeammat kuin muilla alueen havaintopaikoilla, 1459 yks/m^2 ja 29 g/m^2 .

Havaintopaikka 147 on kaikista Espoon saaristoalueen havaintopaikoista vaihtelevin. Suuret heilahtelut yksilömäärissä saattavat johtua voimakkaista myrskyistä, jotka huuhtovat alueelta pintasedimentin mukana myös siinä olevat eläimet. Vuonna 1994 oli alueen biomassa vain kymmenesosa vuoden 1991 määrästä. Yksilöluku oli samoin vähentynyt 2800:sta 640:een. Pienimmät arvot olivat vuonna 1987, jolloin eläimiä oli vain 13 kpl/m².

Havaintopaikka 156 sijaitsee kauimpana Espoon jätevesien purkuputkesta. Havaintopaikan lajilukumäärä on tutkimusaikana vaihdellut kuudesta neljääntoista (vuonna 1994), mikä on merialueen korkeimpia. Vuonna 1994 yksilöluvultaan runsaimpia olivat täälläkin harvasukasmadot, samoin valkokatka oli lisääntynyt huomattavasti. Kaikkien kokoluokkien itämerensimpukoita esiintyi vuonna 1994.

7.3 Yhteenveto

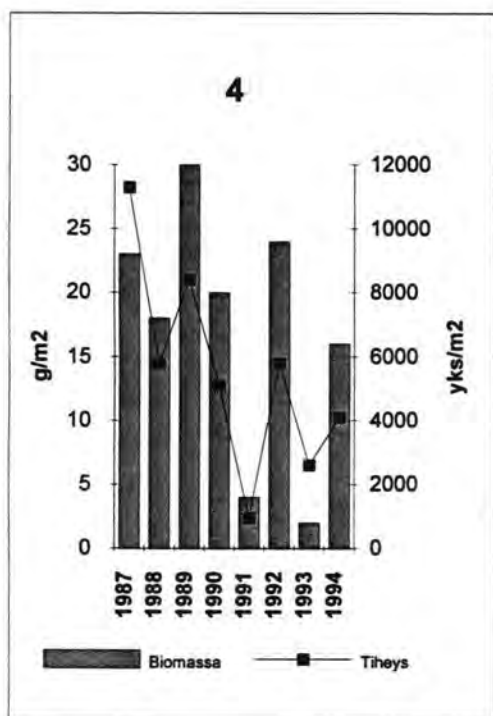
Vuosien 1987-1994 vertailuaineistona on käytetty vuosittain elo-syyskuussa kerättyjä aineistoja. Helsingin puhdistettujen jätevesien purkupaikkojen siirto lahtialueilta Katajaluotoon on kuluneena aikana parantanut rantavesien tilaa ja samalla pohjaeläimistö on näillä alueilla hitaasti elpynyt. Lahtialueilla valtaryhminä ovat olleet harvasukasmadot ja surviaissääskien toukat, mutta myös muiden lajien osuus on lisääntynyt. Itämerensimpukkaa esiintyy koko merialueella Espoonlahtea lukuunottamatta. Saaristossa on eniten nuoria yksilöitä, mutta siellä on kaikkien kokoluokkien simpukoita. Lahdissa on vain nuoria ikäluokkia.

Espoon lahdella ajoittain esiintyvät alhaiset happipitoisuudet rajoittavat eläimistön lähes yksinomaan monisukasmatoihin ja surviaissääskien toukkiin. Lahden pohjukassa yksilömäärät ovat suuremmat kuin sen suuosassa. Hapettomuutta ja kuolleita pohjia on myös paikoin saaristossa, mm. Bodön selkä on ollut hapeton.

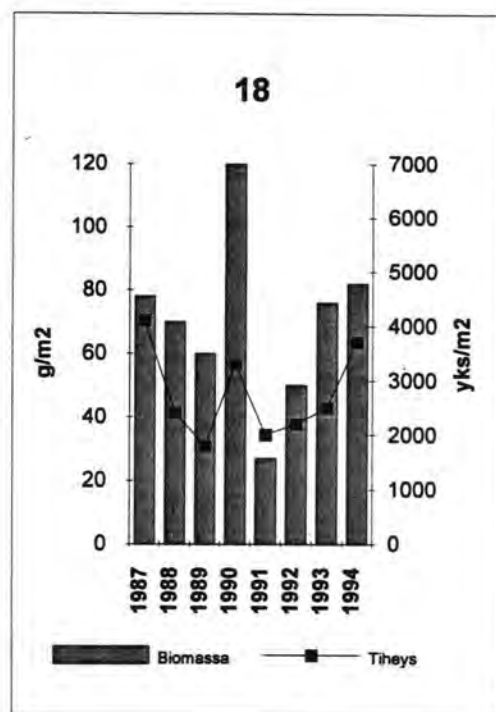
Saariston valtalajisto on muuttunut siten, että aikaisemmin vallinneiden itämerensimpukan ja valkokatkan sijasta runsaimmaksi ryhmäksi ovat tulleet harvasukasmadot, joita on viime vuosina esiintynyt runsaasti lähes kaikilla havaintopaikoilla. Jätevesien purkuputkien alueella yksilömäärät laskivat jakson alussa, mutta ovat sen jälkeen uudelleen kohonneet lähinnä lisääntyneiden harvasukasmatojen vuoksi.

Vuonna 1990 löydettiin uusi monisukasmatolaji (*Marenzelleria viridis*) Katajaluodon alueelta. Sen määrä kasvoi aluksi nopeasti koko merialueella lahtialueita lukuunottamatta. Vuonna 1993 niitä oli jopa yli sata yksilöä/m² Kruunuvuorenselällä, mutta vuonna 1994 niitä löytyi enää muutama yksilö.

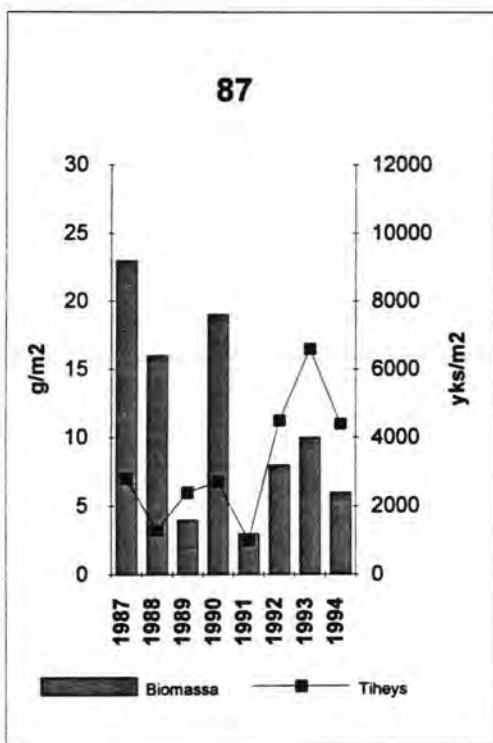
Helsingin ja Espoon merialueille on tyypillistä pohjaeläimistön määrissä ja lajistossa tapahtuva vaihtelu, jota ei voi suoraviivaisesti yhdistää kuormituksen vaihteluihin. Lahtialueiden kuormituksen väheneminen on luonut selvästi paremmat olosuhteet pohjaeläimistölle, mutta se ei selitä ulkosaaristossa tapahtuneita jyrkkiäkin muutoksia.



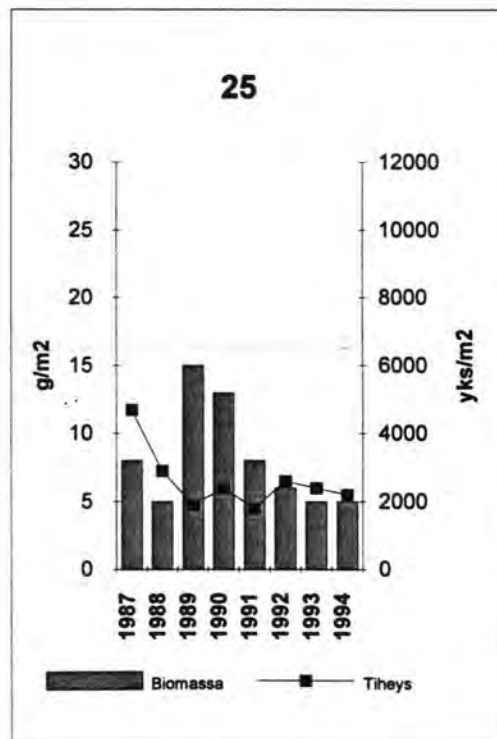
Kuva 7.2
Pohjaeläinten biomassa (g/m²)
ja tiheys (yksilöä/m²) Vanhankaupunginselällä



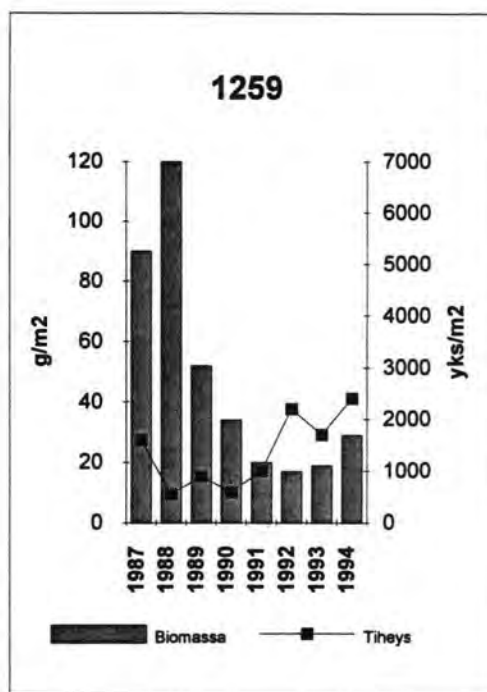
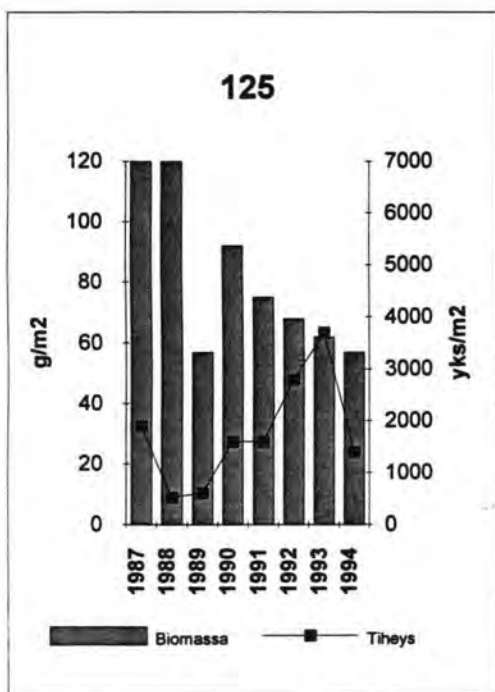
Kuva 7.3
Pohjaeläinten biomassa (g/m²)
ja tiheys (yksilöä/m²) Kruunuvuorenselällä



Kuva 7.4
Pohjaeläinten biomassa (g/m²)
ja tiheys (yksilöä/m²) Laajalahdessa

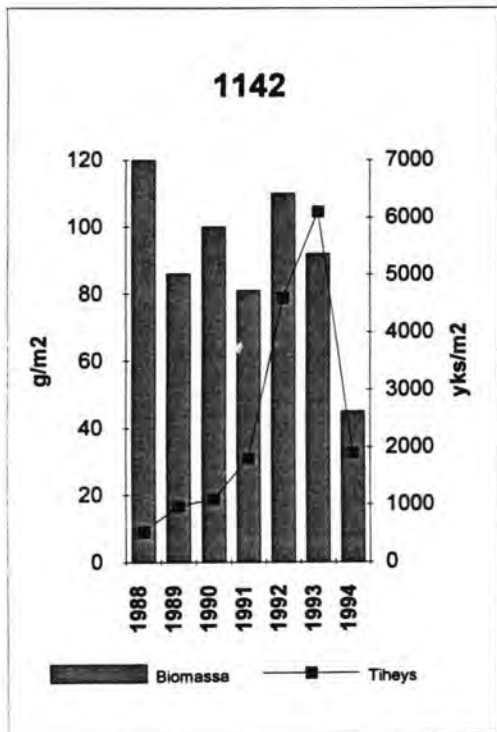


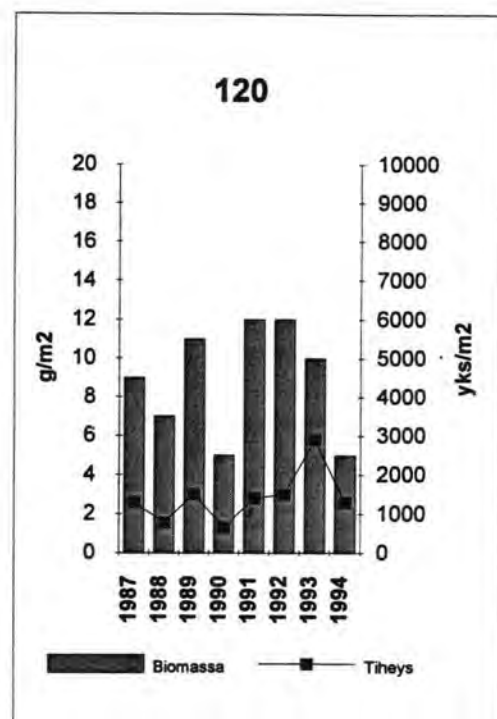
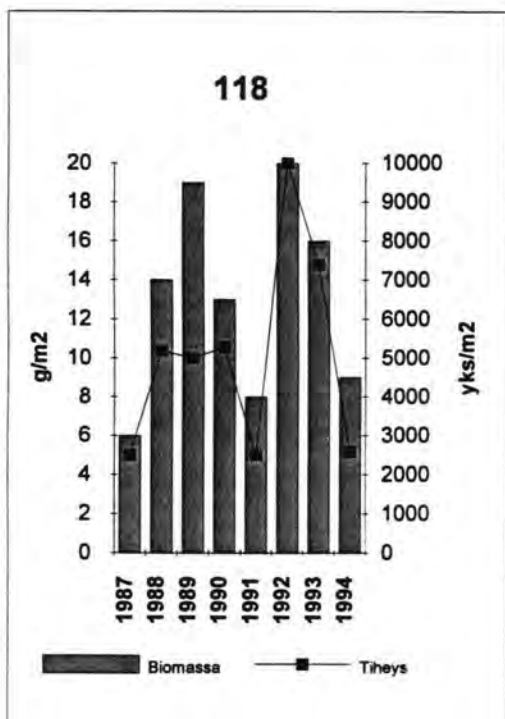
Kuva 7.5
Pohjaeläinten biomassa (g/m²)
ja tiheys (yksilöä/m²) Vartiokylänlahdella



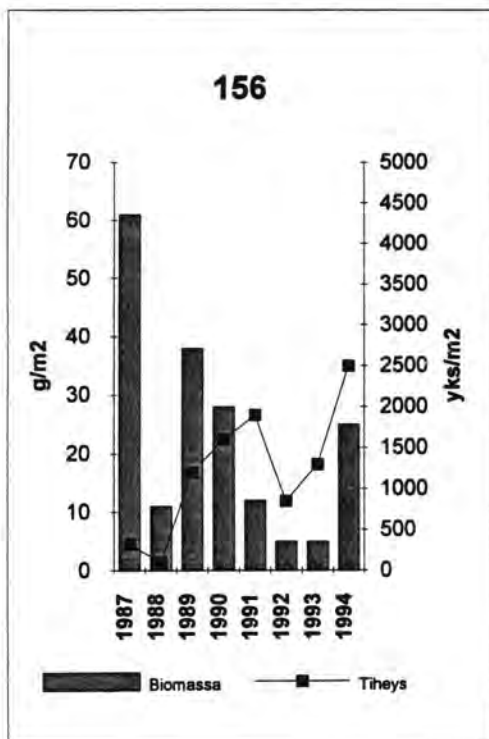
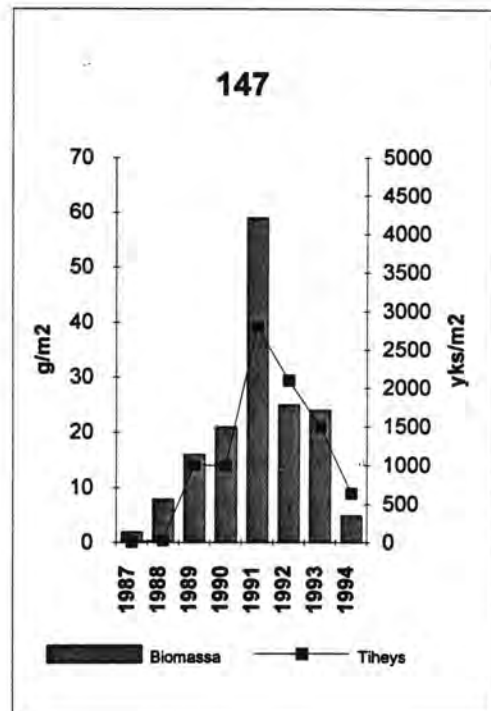
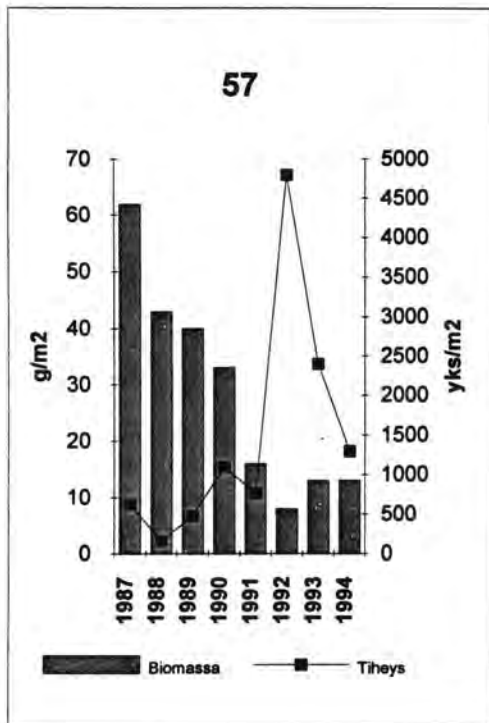
Kuva 7.6

Pohjaeläinten biomassa (g/m²)
ja tiheys (yksilöä/m²)
Katajaluodon alueella ja
itäisessä saaristossa (1142)





Kuva 7.7
Pohjaeläinten biomassa (g/m²)
ja tiheys (yksilöä/m²) Espoonlahdella



Kuva 7.8
Pohjaeläinten biomassa (g/m²)
ja tiheys yks/m²)
Espoon ulkosaaristossa

Taulukko 7. 1 Pohjaeläinten lajisto, tiheys ja biomassa havaintopaikoittain v 1994.

Havaintopaikka 87

Laajalahti

30.8.1994

Syvyys 4 m

Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Polydora redeki	8	5,3	0,2	0,01	0,00	0,1
Oligochaeta, indet.	2108	326,8	47,7	0,66	0,12	10,9
Chironomidae, indet.	2264	166,7	51,3	5,31	0,71	87,9
Hydrobidae sp.	12	6,1	0,3	0,07	0,05	1,1
Macoma balthica	24	10,7	0,5	0,00	0,00	0,0
5	4416	376,4	100,0	6,04	0,74	100,0

Havaintopaikka 94

Seurasaarenselkä

30.8.1994

Syvyys 8 m

Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Prostoma obscurum	28	12,0	2,5	0,01	0,00	0,7
Nereis diversicolor	4	4,0	0,4	0,01	0,01	0,5
Manayuncia aestuarina	16	8,8	1,4	0,00	0,00	0,1
Marenzelleria viridis	12	8,5	1,1	0,02	0,01	1,5
Oligochaeta, indet.	416	64,6	36,6	0,09	0,02	7,6
Chironomidae, indet.	24	10,7	2,1	0,03	0,01	2,3
Macoma balthica	636	74,3	56,0	1,05	0,99	87,3
7	1136	135,0	100,0	1,21	1,01	100,0

Havaintopaikka 4

Vanhankaupunginselkä

22.8.1994

Syvyys 2,5 m

Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Prostoma obscurum	4	4,0	0,1	0,01	0,01	0,0
Oligochaeta, indet.	1392	104,8	33,6	0,64	0,08	3,9
Chironomidae, indet.	2716	147,2	65,5	15,62	1,13	96,0
Macoma balthica	32	11,6	0,8	0,00	0,00	0,0
4	4144	205,7	100,0	16,27	1,17	100,0

Havaintopaikka 25

Vartiokylänlahti

23.8.1994

Syvyys 5 m

Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Oligochaeta, indet.	292	37,3	13,3	0,05	0,02	1,1
Stylaria lacustris	4	4,0	0,2	0,00	0,00	0,0
Jaera sp.	4	4,0	0,2	0,00	0,00	0,1
Chironomidae, indet.	392	38,6	17,9	0,45	0,06	8,8
Macoma balthica	1504	190,9	68,5	4,56	3,48	90,0
5	2196	201,6	100,0	5,06	3,45	100,0

Havaintopaikka 18

Kruunuvuorenselkä

22.8.1994

Syvyys 15-16 m

Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Manayuncia aestuarina	16	8,8	0,4	0,00	0,00	0,0
Marenzelleria viridis	28	10,4	0,8	0,44	0,35	0,5
Oligochaeta, indet.	2668	181,0	72,7	1,70	0,19	2,1
Pontoporeia affinis	20	8,9	0,5	0,06	0,04	0,1
Chironomidae, indet.	408	41,2	11,1	0,92	0,20	1,1
Hydrobidae sp.	4	4,0	0,1	0,01	0,01	0,0
Macoma balthica	524	52,1	14,3	78,68	8,13	96,2
7	3668	179,1	100,0	81,80	7,96	100,0

Havaintopaikka 125

Katajaluoto

24.8.1994

Syvyys 26 m

Näytteenotin van Veen

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Halicryptus spinulosus	65	22,5	4,7	0,17	0,16	0,3
Manayuncia aestuarina	5	2,6	0,3	0,00	0,00	0,0
Marenzelleria viridis	9	6,4	0,6	0,24	0,15	0,4
Oligochaeta, indet.	689	80,0	49,7	0,19	0,02	0,3
Mysidae sp.	7	2,3	0,5	1,81	1,78	3,2
Jaera sp.	7	4,3	0,5	0,01	0,00	0,0
Pontoporeia affinis	79	18,5	5,7	0,13	0,06	0,2
Chironomidae, indet.	7	2,3	0,5	0,03	0,02	0,0
Macoma balthica	520	34,5	37,5	54,82	13,07	95,5
9	1386	102,5	100,0	57,40	12,56	100,0

Havaintopaikka 1259
 Katajaluoto
 1.9.1994
 Syvyys 29 m
 Näytteenotin van Veen

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
<i>Halicryptus spinulosus</i>	16	7,7	0,6	0,30	0,29	1,0
<i>Manayuncia aestuarina</i>	2	2,3	0,1	0,00	0,00	0,0
<i>Marenzelleria viridis</i>	18	12,7	0,7	0,53	0,41	1,8
<i>Oligochaeta</i> , indet.	1508	277,3	62,0	0,35	0,16	1,2
<i>Saduria entomon</i>	16	7,7	0,6	6,63	6,60	22,8
<i>Gammarus</i> sp.	43	22,2	1,8	0,06	0,06	0,2
<i>Pontoporeia affinis</i>	209	29,5	8,6	0,39	0,11	1,4
Chironomidae, indet.	7	4,3	0,3	0,01	0,00	0,0
<i>Macoma balthica</i>	614	78,8	25,3	20,82	9,24	71,6
9	2432	390,2	100,0	29,09	9,26	100,0

Havaintopaikka 1142
 Itäinen ulkosaaristo
 24.8.1994
 Syvyys 27 m
 Näytteenotin van Veen

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
<i>Halicryptus spinulosus</i>	11	8,5	0,6	0,00	0,00	0,0
<i>Manayuncia aestuarina</i>	5	4,5	0,2	0,00	0,00	0,0
<i>Marenzelleria viridis</i>	5	2,6	0,2	0,00	0,00	0,0
<i>Oligochaeta</i> , indet.	875	271,4	45,6	0,38	0,07	0,8
Mysidae sp.	2	2,3	0,1	0,01	0,01	0,0
<i>Saduria entomon</i>	14	4,5	0,7	4,57	4,06	10,1
<i>Gammarus</i> sp.	9	6,4	0,5	0,00	0,00	0,0
<i>Pontoporeia affinis</i>	281	45,5	14,6	0,29	0,06	0,6
<i>Corophium volutator</i>	2	2,3	0,1	0,00	0,00	0,0
Chironomidae, indet.	5	4,5	0,2	0,01	0,01	0,0
<i>Limapontia capitata</i>	14	8,6	0,7	0,01	0,01	0,0
<i>Macoma balthica</i>	700	54,9	36,4	39,80	2,18	88,3
12	1922	393,9	100,0	45,07	5,99	100,0

Havaintopaikka 118
 Espoonlahti
 8.9.1994
 Syvyys 13 m
 Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
<i>Oligochaeta</i> , indet.	2156	165,4	83,2	1,87	0,13	21,4
<i>Gammarus</i> sp.	4	4,0	0,2	0,00	0,00	0,0
<i>Corophium volutator</i>	8	5,3	0,3	0,00	0,00	0,1
Chironomidae, indet.	424	38,7	16,4	6,83	0,70	78,5
4	2592	178,5	100,0	8,71	0,68	100,0

Havaintopaikka 120
Espoonlahti
7.9.1994
Syvyys 13,5-14 m
Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Oligochaeta, indet.	936	120,5	72,2	0,89	0,13	19,6
Chironomidae, indet.	360	58,1	27,8	3,63	0,82	80,4
2	1296	139,6	100,0	4,52	0,85	100,0

Havaintopaikka 1171
Ryssjeholmsfjärden
8.9.1994
Syvyys 3,5-4 m
Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Prostoma obscurum	16	6,5	0,4	0,03	0,01	0,1
Nereis diversicolor	20	12,3	0,5	0,06	0,05	0,3
Manayuncia aestuarina	12	6,1	0,3	0,00	0,00	0,0
Marenzelleria viridis	4	4,0	0,1	0,00	0,00	0,0
Oligochaeta, indet.	372	46,2	9,7	0,05	0,01	0,2
Chironomidae, indet.	2280	157,9	59,3	10,12	0,97	51,2
Hydrobidae sp.	8	5,3	0,2	0,01	0,01	0,1
Limapontia capitata	4	4,0	0,1	0,00	0,00	0,0
Macoma balthica	1128	158,5	29,3	9,48	3,43	48,0
9	3844	228,7	100,0	19,75	4,11	100,0

Havaintopaikka 107
Bodön selkä
25.8.1994
Syvyys 18 m
Näytteenotin Ekman

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
0	0	0,0	100,0	0,00	0,00	100,0

Havaintopaikka 57
Kytön väylä
25.8.1994
Syvyys 29 m
Näytteenotin van Veen

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
Halicryptus spinulosus	52	8,5	3,9	0,01	0,00	0,1
Manayuncia aestuarina	2	2,3	0,2	0,00	0,00	0,0
Marenzelleria viridis	7	4,3	0,5	0,11	0,11	0,9
Oligochaeta, indet.	360	117,5	27,0	0,04	0,01	0,3
Saduria entomon	14	2,6	1,0	0,03	0,01	0,2
Gammarus sp.	14	5,8	1,0	0,01	0,00	0,1
Pontoporeia affinis	176	20,3	13,2	0,25	0,08	2,0
Macoma balthica	711	65,6	53,3	12,10	1,34	96,4
8	1334	99,9	100,0	12,55	1,36	100,0

Havaintopaikka 147
Knaperskär
31.8.1994
Syvyys 27 m
Näytteenotin van Veen

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
<i>Halicryptus spinulosus</i>	7	4,3	1,1	0,00	0,00	0,0
<i>Manayuncia aestuarina</i>	7	4,3	1,1	0,00	0,00	0,0
<i>Marenzelleria viridis</i>	5	4,5	0,7	0,00	0,00	0,0
<i>Oligochaeta</i> , indet.	358	116,5	55,8	0,04	0,02	0,9
<i>Gammarus</i> sp.	2	2,3	0,4	0,00	0,00	0,0
<i>Pontoporeia affinis</i>	77	62,0	11,9	0,10	0,08	2,1
Chironomidae, indet.	45	16,0	7,0	0,23	0,05	4,9
<i>Macoma balthica</i>	142	61,1	22,1	4,34	2,49	92,0
8	641	256,6	100,0	4,72	2,63	100,0

Havaintopaikka 156
Knaperskär
31.8.1994
Syvyys 30 m
Näytteenotin van Veen

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
<i>Halicryptus spinulosus</i>	52	16,9	2,1	0,01	0,01	0,0
<i>Nereis diversicolor</i>	4	3,6	0,1	0,05	0,05	0,2
<i>Manayuncia aestuarina</i>	5	2,2	0,2	0,01	0,00	0,0
<i>Marenzelleria viridis</i>	4	2,2	0,1	0,01	0,00	0,0
<i>Oligochaeta</i> , indet.	1543	217,9	61,2	0,39	0,05	1,6
Mysidae sp.	7	4,4	0,3	0,02	0,02	0,1
<i>Saduria entomon</i>	7	3,4	0,3	2,84	2,82	11,5
<i>Jaera</i> sp.	2	1,8	0,1	0,00	0,00	0,0
<i>Gammarus</i> sp.	23	10,5	0,9	0,01	0,00	0,0
<i>Pontoporeia affinis</i>	265	60,0	10,5	0,46	0,12	1,9
Chironomidae, indet.	2	1,8	0,1	0,00	0,00	0,0
<i>Limapontia capitata</i>	5	3,6	0,2	0,01	0,01	0,0
<i>Mytilus edulis</i>	2	1,8	0,1	0,00	0,00	0,0
<i>Macoma balthica</i>	599	71,6	23,8	20,97	4,68	84,7
14	2520	258,9	100,0	24,77	2,89	100,0

Havaintopaikka 111
Skatanselkä
5.9.1994
Syvyys 15,5 m
Näytteenotin van Veen

Laji	Yks/m2	SE	%	g/m2	SE	%
<i>Prostoma obscurum</i>	7	1,8	0,3	0,02	0,01	0,0
<i>Halicryptus spinulosus</i>	45	16,6	1,6	0,01	0,00	0,0
<i>Nereis diversicolor</i>	2	1,8	0,1	0,00	0,00	0,0
<i>Manayuncia aestuarina</i>	261	74,4	9,2	0,03	0,01	0,0
<i>Marenzelleria viridis</i>	41	11,6	1,5	1,06	0,50	0,9
<i>Oligochaeta</i> , indet.	1145	135,7	40,3	1,11	0,28	0,9
Mysidae sp.	4	2,2	0,1	0,00	0,00	0,0
<i>Saduria entomon</i>	7	3,4	0,3	1,91	1,14	1,6
<i>Jaera</i> sp.	2	1,8	0,1	0,00	0,00	0,0
<i>Gammarus</i> sp.	4	3,6	0,1	0,01	0,01	0,0
<i>Pontoporeia affinis</i>	13	8,8	0,4	0,05	0,04	0,0
<i>Corophium lacustris</i>	2	1,8	0,1	0,00	0,00	0,0
Chironomidae, indet.	178	84,9	6,3	0,16	0,07	0,1
<i>Limapontia capitata</i>	25	7,2	0,9	0,01	0,00	0,0
<i>Macoma balthica</i>	1104	104,6	38,9	118,37	18,58	96,4
15	2839	261,6	100,0	122,75	19,33	100,0

8

VEDEN LAATULUOKITUS HELSINGIN JA ESPOON MERIALUEILLA

8.1

Yleistä Helsingin ja Espoon edustan merialueen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittamiseksi sovellettiin vuoteen 1990 saakka paikallista vedenlaatuluokitusta (Pesonen ym., 1978⁶). Vesi- ja ympäristöhallituksen (VYH) annettua oman valtakunnalliseen käyttöön tarkoitetun suosituksensa (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988⁷) siirryttiin käyttämään VYH:n edellyttämää luokitusta ja vertailun mahdollistamiseksi arvioitiin veden laatu samoilla perusteilla myös aikaisemmille vuosille. Luokitusperusteina on käytetty seuraavia suureita:

- 1) sameus, 2) näkösyvyys, 3) hapenkyllästysprosentin vaihtelu, 4) kokonaisfosforipitoisuus, 5) fekaalisten kolimuotoisten bakteerien tiheys ja 6) α -klorofyllipitoisuus.

Alueella sovellettu luokitus on ns. yleisluokitus, joka kuitenkin pääasiallisesti pyrkii ottamaan huomioon virkistyskäytön veden laadulle asettamat vaatimukset. Alue on pääasiassa asumajätevesien kuormittamaa, minkä vuoksi luokituksessa tarkastellaan ennen kaikkea vesistön happitilannetta ja rehevöitymistä kuvaavia suureita sekä hygieenistä laatua. Lisäksi on otettu huomioon virkistyskäyttöarvoon vaikuttavia suureita kuten veden sameus ja näkösyvyys. Luokat on määritetty suoraan mitattujen suureiden arvojen avulla. Koska laatuluokkien raja-arvot ovat laajat ja käytetyt parametrit käsitettävissä jossain määrin eriarvoisiksi, on rajatapauksissa käytetty hyväksi myös muuta veden laadusta saatavissa olevaa tietoa. Suosituksen mukaisesti on kutakin luokitusta varten käytetty kolmen peräkkäisen vuoden ajalta olevaa aineistoa. Laatuluokitus antaa yleistetyn käsityksen vesialueiden laadusta.

8.2

Helsingin ja Espoon edustan laadullinen yleisluokitus

Viimeisimpään vedenlaatua kuvaavaan yleisluokitukseen on käytetty tutkimusaineistoa vuosilta 1992, 1993 ja 1994. Vedenlaadun kehityksen seuraamiseksi on lisäksi esitetty kartakkeet yleisluokituksista, joiden perustana ovat tutkimustulokset vuosilta 1974-76, 1981-83, 1984-86 ja 1988-90 (kuva 8.1).

1970-luvun puolivälin jälkeen on jätevesien käsittelyssä ja johtamisessa tapahtunut Helsingissä ja Espoossa huomattavia muutoksia.

Ajanjakson 1974-76 alussa Helsingissä oli käytössä 11 jätevedenpuhdistamoa (Tali, Rajasaari, Lauttasaari, Munkkisaari, Kyläsaari, Viikki, Kulosaari, Mustikkamaa, Herttoniemi, Laajasalo ja Vuosaari) ja yhtä monta jätevesien purkupaikkaa. Jakson loppuun mennessä oli Kulosaaren ja Mustikkamaan puhdistamoiden käyttö lopetet-

¹ Lauri Pesonen, Ilkka Rinne, Eeva Tarkkainen-Rinne, Hilikka Viljamaa, 1978: Veden laatuluokitus Helsingin ja Espoon merialueella vuosina 1968-1977. - Vesilaboratorion tiedonantoja 10 (1978):2, Helsinki 1978.

² Vesi- ja ympäristöhallitus 1988: Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. - Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20: 1-48.

tu ja osa Talin puhdistamolle tulleista jätevesistä (puhdistamon ylikuorma) käännetty Kyläsaareen. Helsingissä jätevedet johdettiin tuolloin pääasiassa ranta-alueille puhdistamoiden läheisyyteen. Espoon kaupungin jätevedet johdettiin Suomenojan jätevedenpuhdistamolta aluksi Bodön selälle ja jo vuoden 1974 aikana nykyiselle purkupaikalle ulkosaaristoon Gåsgrundetin itäpuolelle. Tällöin olivat Helsingin läntiset ja keskiset lahtialueet (Laajalahti, Lehtisaarenselkä, Seurasaarenselkä, Vanhankaupunginselkä, Tullisaarenselkä, Porolahti, Tiiliruukinlahti ja Kruunuvuorenselän pohjoisosat) laadultaan heikkoja (laatuluokka V). Lauttasaarenselkä, pääosa Kruunuvuorenselästä ja Laajasalon itäpuolinen merialue sekä Espoossa Suvisaariston pohjoispuolinen merialue luokiteltiin välttäviksi (luokka IV). Suurin osa saaristosta luokiteltiin laadultaan tyydyttäväksi (luokka III). Uloimmassa saaristossa laatuluokka oli hyvä (luokka II).

Ajanjaksona 1981-83 alueella oli 9 kunnallisten jätevesien purkupaikkaa. Edellä mainituista jätevedenpuhdistamoista oli lopetettu Rajasaaren, Kulosaaren ja Mustikkamaan puhdistamot. Näistä etenkin Rajasaaren puhdistamon lopettamisen vaikutus oli selvästi nähtävissä Seurasaarenselän veden laadun huomattavana paranemisena. Vuoteen 1979 mennessä oli fosforinpoisto otettu käyttöön kaikilla Helsingin puhdistamoilla ja Suomenojan puhdistamolla oli käynnistetty biologinen osa. Helsingin läntisellä lahtialueella veden laatu parani: Laajalahti ja Lehtisaarenselkä luokasta heikko (V) luokkaan välttävä (IV) sekä Seurasaarenselkä luokasta heikko (V) luokkaan tyydyttävä (III). Keskisellä lahtialueella huonoimman luokan alue supistui siten, että Kruunuvuorenselän pohjoisosa parani luokasta heikko (V) luokkaan välttävä (IV). Veden laatu parani myös Suomenojan edustalla ja Vartiokylänlahden pohjukassa. Heikoksi (luokka V) vesi luokiteltiin Iso-Huopalahdessa, Töölönlahdessa, Vanhankaupunginselällä, Tullisaarenselällä ja osin Tiiliruukin- ja Porolahdella. Luokan tyydyttävä (III) ulkoraja työntyi jonkin verran etelämmäksi varsinkin tarkkailualueen itäosissa. Suurin osa ulkosaaristoa luokiteltiin laadultaan hyväksi.

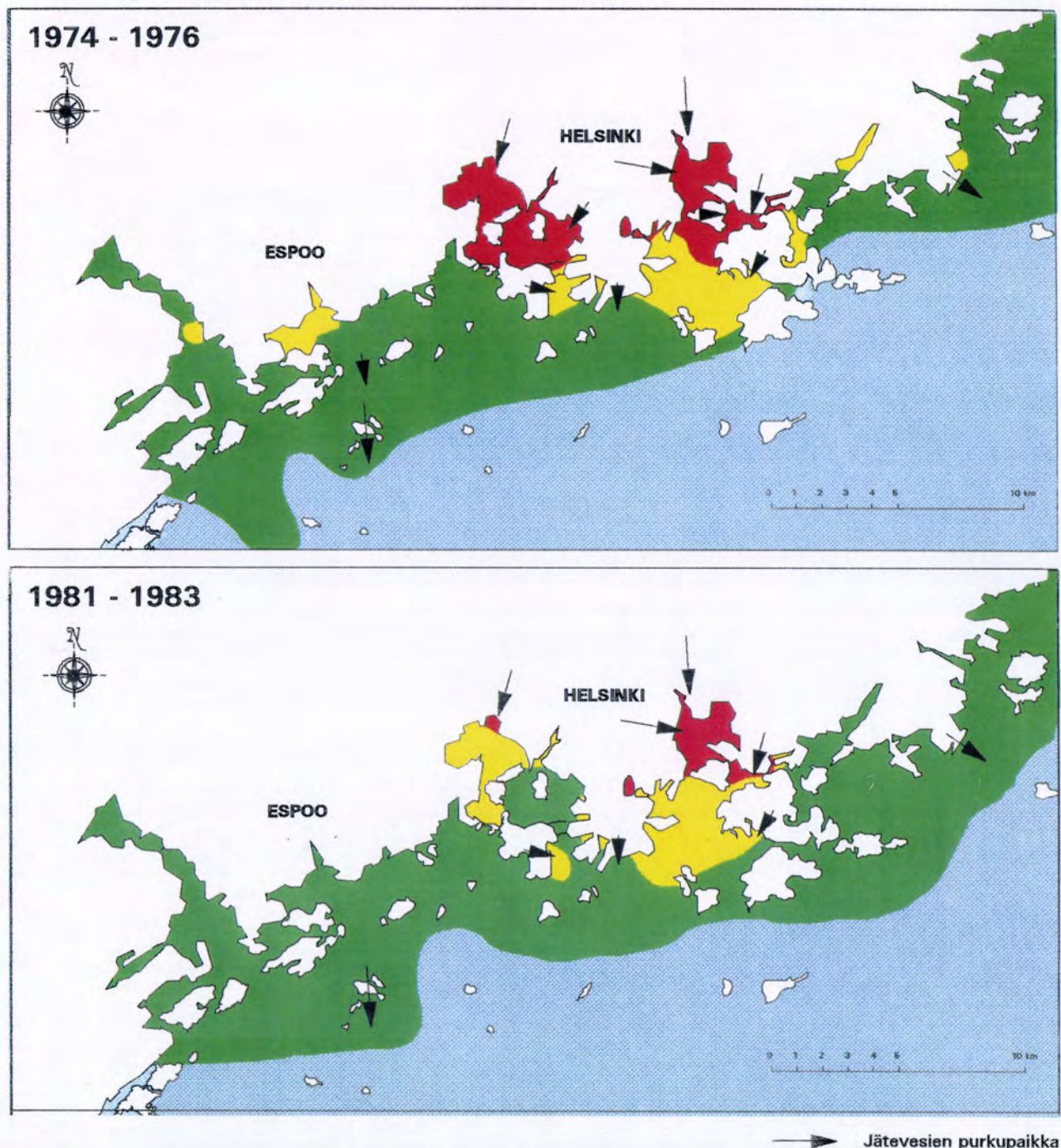
Ajanjaksona 1984-86 aloitettiin Helsingissä Katajaluodon jätevesitunnelin käyttö johtamalla vuonna 1985 tunneliin osa Munkkisaaren puhdistamon jätevesistä. Herttoniemen puhdistamon jätevedet viemäroitiin Vuosaareen vuoden 1985 loppuun mennessä. Laatuluokkaan heikko (V) kuuluivat Vanhankaupunginselkä, Porolahti ja Iso-Huopalahti. Luokkaan välttävä (IV) kuuluivat Töölönlahti, Kaisaniemenlahti, Tullisaarenselkä, Kruunuvuorenselän pohjoisosa, Laajasalon koillis- ja eteläpuoleiset salmet, Eteläsatama, Merisatama, Lapinlahti, Pikku-Huopalahti, Laajalahti ja Espoonlahden perukka. Laatuluokan tyydyttävä (III) ulkoraja oli vetäytynyt lähemmäksi rannikkoa varsinkin Espoon edustalla ja Villingin ympäristössä linjalle Medvastö - Suvisaaristo - Miessaari - Melkki - Suomenlinna - Santahamina - Jollas - Skatanselkä. Ulkosaaristo luokiteltiin kokonaisuudessaan laadultaan hyväksi (luokka II).

Vuoden 1987 alussa otettiin Katajaluodon jätevesitunneli täysimittaiseen käyttöön. Katajaluodon ja Gåsgrundetin tunneleiden lisäksi olivat vielä käytössä Vuosaaren ja Lauttasaaren purkualueet ja vuoteen 1988 saakka myös Laajasalon puhdistamo purkualueineen. Ajanjakson 1988-90 erot vuosien 1984-86 laatuluokitukseen olivat lahti- ja sisäsaaristossa varsin vähäiset; ulkosaaristossa olivat nähtävissä Katajaluodon ja Gåsgrundetin jätevesitunneleiden vaikutusalueet (laatuluokka oli purku-kohtien ympäristössä huonontunut luokasta hyvä (II) luokkaan tyydyttävä (III). Vanhankaupunginselkä ja Töölönlahti luokiteltiin vielä laadultaan heikoiksi (V).

Ajanjakson 1992-94 alussa alueella oli enää neljä jätevesien purkupaikkaa ja jakson lopussa vain kaksi: Viikinmäki Helsingissä ja Suomenoja Espoossa. Jakson aikana pääosa Helsingin jätevesistä johdettiin ulkosaariston reunaan Katajaluodon jätevesitunnelissa. Lisäksi johdettiin jätevesiä mereen Lauttasaaren (vuoden 1992 loppuun) ja Vuosaaren (vuoden 1994 syyskuuhun) puhdistamoilta. Espoon jätevedet johdettiin ulkosaaristoon Gåsgrundetin jätevesitunnelissa. Lahtialueiden paraneminen jatkui edelleen verrattaessa vuosiin 1988-90: Laajalahti luokiteltiin pääosin laadultaan tyydyttäväksi (III) ja Vanhankaupunginselkä välttäväksi (IV). Tyydyttäväksi luokitellun alueen ulkoraja Helsingin itäisessä saaristossa ja Espoon Suvisaaristossa oli siirtynyt kauemmas merelle.

Merialueen veden laatu on varsinkin Helsinkiä ympäröivillä lahtialueilla parantunut merkittävästi 70-luvun puoliväliin verrattuna. Laatuluokkaan heikko (V) luetaan enää vain Iso-Huopalahti. Vanhankaupunginselkä, pohjoinen Kruunuvuorenselkä, Porolahdi, Töölönlahti ja Kaisaniemenlahti ovat parantuneet luokasta heikko (V) luokkaan välttävä (IV) ja Laajalahti, Lehtisaarenselkä ja Seurasaarenselkä luokkaan tyydyttävä (III). Espoossa on Suvisaariston pohjoispuolinen alue parantunut luokasta välttävä (IV) luokkaan tyydyttävä (III). Tyydyttäväksi luokitellun alueen ulkoraja on Helsingin niemen edustalla ja Espoon saaristossa vetäytynyt selvästi lähemmäksi rannikkoa. Ulkosaaristossa on suppeahkoilla alueilla todettavissa molempien ulkosaariston purkutunneleiden vaikutus (veden laatu tyydyttävä, luokka III) sekä itäisessä saaristossa Vuosaaren puhdistamon purkuputken vaikutus (laatuluokka välttävä, IV). Muu osa ulkosaaristoa luokiteltiin hyväksi (luokka II).

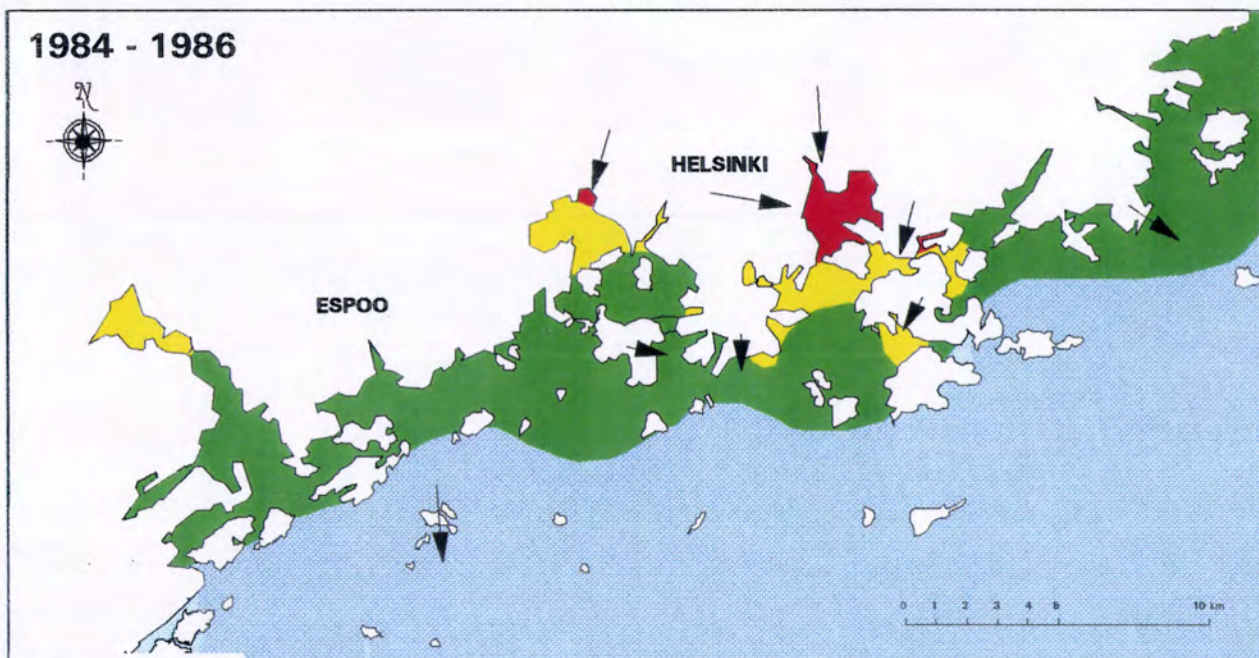
Laatuluokkaan erinomainen (I) kuuluvia vesialueita ei seurannan piiriin kuuluvalla alueella tavata.



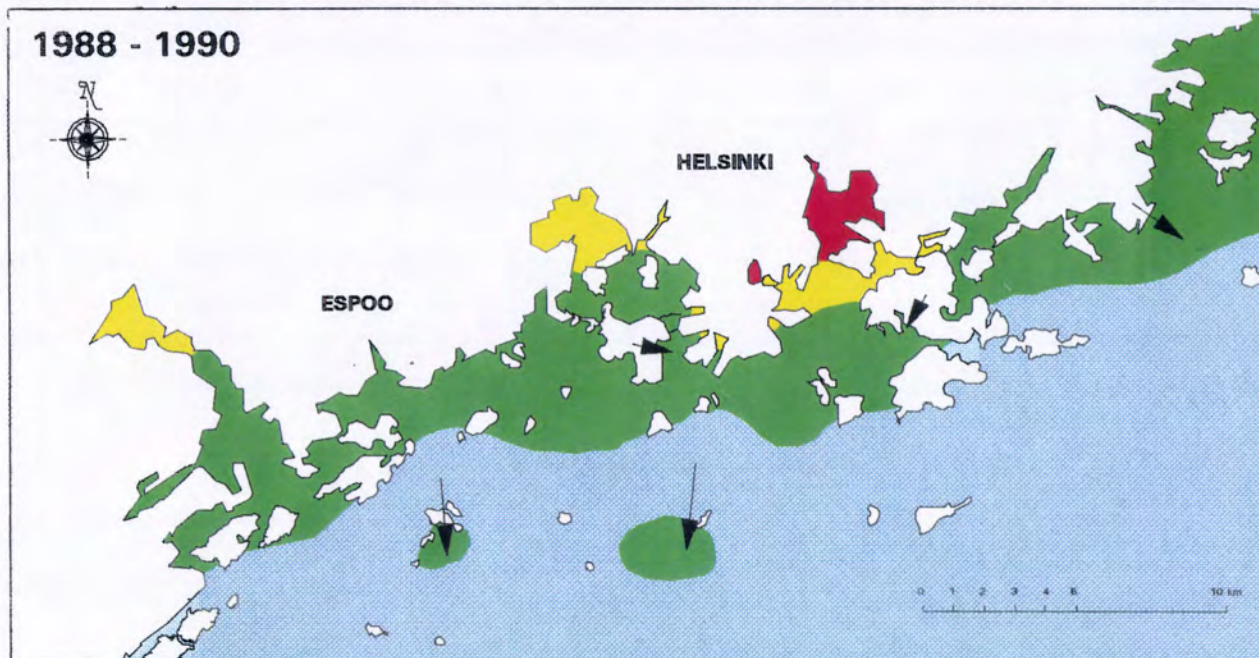
	Laatuluokka I	Erinomainen	Soveltuu erittäin hyvin eri käyttömuotoihin joissa veden suolapitoisuus ei ole esteenä
	Laatuluokka II	Hyvä	Soveltuu hyvin eri käyttömuotoihin
	Laatuluokka III	Tyydyttävä	Soveltuu yleensä tyydyttävästi useimpiin käyttömuotoihin
	Laatuluokka IV	Välttävä	Soveltuu yleensä vain sellaisiin käyttötarkoituksiin, joiden vedenlaatuvaatimukset ovat vähäiset
	Laatuluokka V	Heikko	Soveltuu huonosti mihinkään käyttötarkoitukseen

Kuva 8.1. Helsingin ja Espoon merialueiden veden laatu vuosina 1974-76, 1981-83, 1984-86, 1988-90 ja 1992-94.

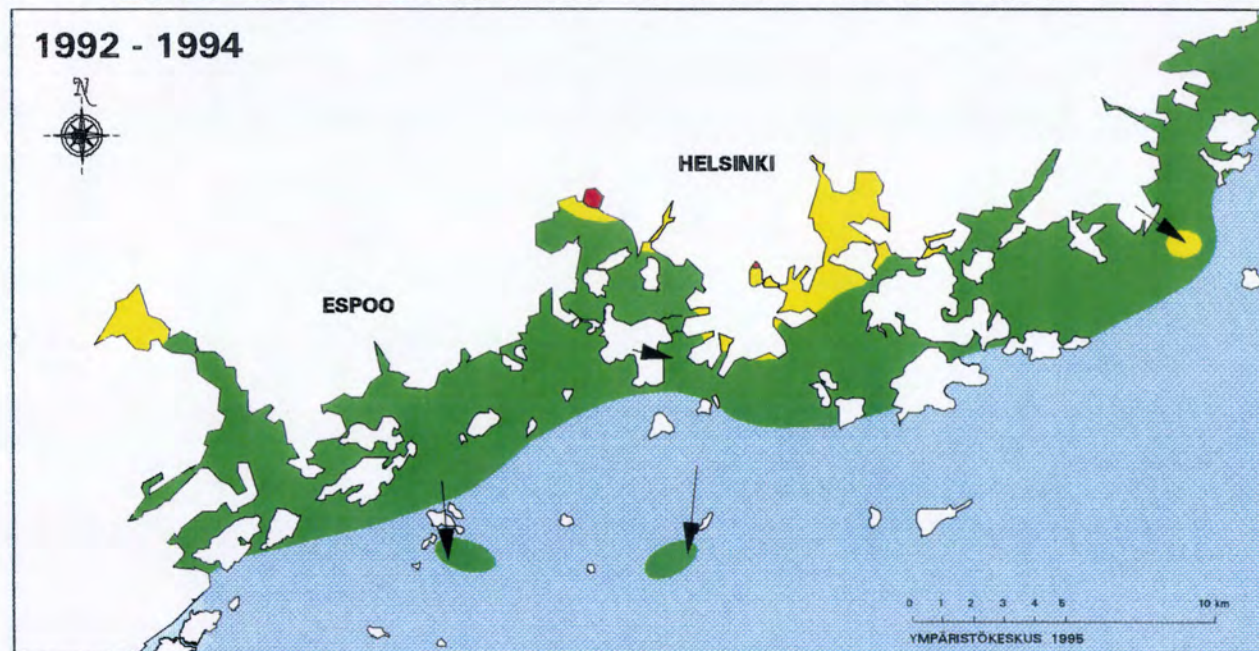
1984 - 1986



1988 - 1990



1992 - 1994



HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTEITA 1995

1. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1987 - 1994

Monisteiden tilaus:
ympäristökeskuksen tiedotus
Sturenkatu 25, 00510 HELSINKI
puh. 7099 2894 tai 7099 2815
fax 7099 2842
