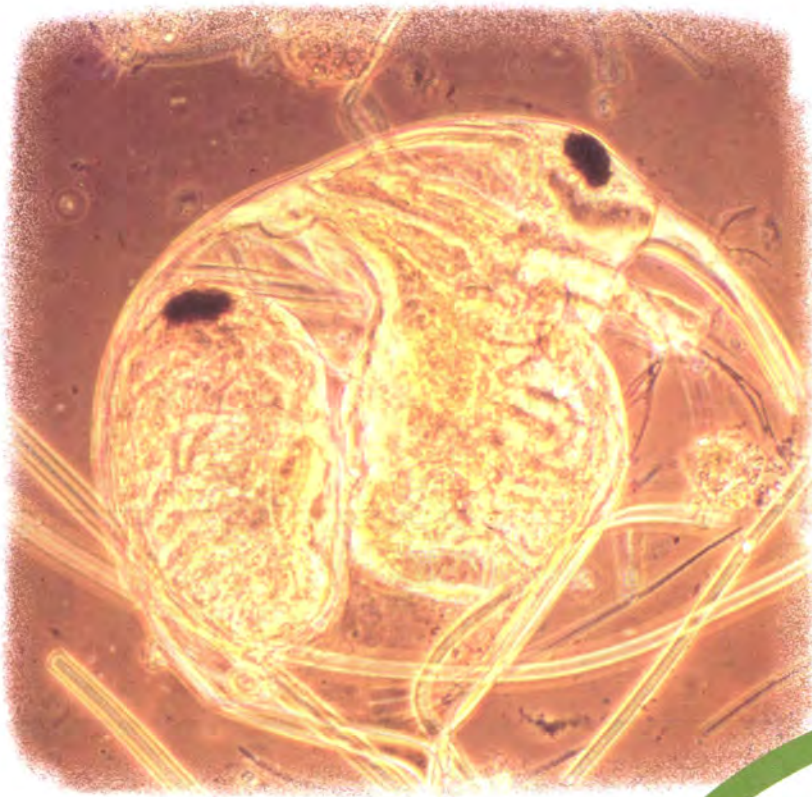




Eläinplankton Helsingin merialueella 1969 - 1996



Katja Pellikka ja Hilikka Viljamaa

Helsinki 1998



HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 12/98

Katja Pellikka ja Hilikka Viljamaa

ELÄINPLANKTON HELSINGIN MERIALUEELLA 1969 - 1996

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 1998

SISÄLLYS

YHTEENVETO	1
SAMMANDRAG.....	2
SUMMARY	3
1. JOHDANTO.....	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	5
2.1. Tutkimusalue	5
2.2. Näytteenotto ja käsittely	7
2.3. Aineiston käsittely	7
2.4. Tilastolliset menetelmät	8
2.5. Ympäristötekijät	8
3. TULOKSET	9
3.1. Lajisto ja yksilömäärä.....	9
3.1.1. <i>Monimuotoisuus</i>	9
3.1.2. <i>Lajisto</i>	15
3.2. Biomassa	25
3.3. Havaintopaikkojen samankaltaisuus.....	27
3.4. Eläinplanktonin ja ympäristötekijöiden suhteet	27
3.4.1. <i>CCA-analyysi</i>	27
3.4.2. <i>Korrelaatioanalyysi</i>	30
4. TULOSTEN TARKASTELU.....	31
4.1. Havaintopaikkojen väliset erot ja muutokset eläinplanktonyhteisöissä.....	31
4.2. Ympäristötekijöiden vaikutus eläinplanktonin esiintymiseen.....	33
4.3. Vertailu muihin alueisiin	34
5. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	35
6. LÄHTEET	35

LIITTEET:

1. Tärkeimpien eläinplanktonilajien ja niiden eri kehitysvaiheiden hiilisisällöt
2. Ympäristötekijöiden: veden lämpötilan, suolaisuuden, typen, fosforin ja *a*-klorofyllin sekä eräiden kasviplanktonryhmien mediaanit kesinä 1969 - 1996
3. Eläinplanktonin kokonaismäärien ja ryhmien yksilömäärät
4. Eläinplanktonin kokonaismäärien ja ryhmien biomassamäärät
5. Eläinplanktonin ja ympäristötekijöiden väliset korrelaatiokertoimet

Yhteenveto

Tutkimuksessa selvitettiin eläinplanktonin lajiston ja biomassan muutoksia sekä ympäristötekijöiden vaikutuksia niihin Helsingin merialueella kesinä 1969 - 1996.

Näytteet otettiin koko vesipatsaasta neljänä jaksona: 1969 - 76, 1980 - 81, 1990 - 91 ja 1995 - 96. Aineisto käsitti kolmen lahtialueen (Vanhankaupunginselkä, Laajalahti, Vartiokylänlahti) ja sisäsaariston (Kruunuvuorenselkä) sekä ulkosaariston (Katajaluoto) havaintopaikan tulokset, jolloin pintaveden lämpötila ylitti lahtialueilla 15 °C tai saaristossa 13 °C. Aineiston käsittelyssä käytettiin mm. ryhmittely-, korrespondenssi- ja korrelaatioanalyseja.

Eläinplanktonin kokonaisuusilömäärä koko vesipatsaassa oli suurin (keskimäärin $3,2 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) Vanhankaupunginselällä ja pienin ($0,3 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) Katajaluodon alueella. Kokonaisbiomassan kesäaikainen keskiarvo oli lahtialueilla noin 140 mg C m^{-3} , Kruunuvuorenselällä 90 mg C m^{-3} ja Katajaluodon alueella 40 mg C m^{-3} .

Lajistossa merkittävimmät rataseläinsuvut koko tutkimusalueella olivat *Keratella* ja *Synchaeta*. Runsaimmin esiintyvä vesikirppu oli *Bosmina longispina maritima*. Muita tyypillisiä vesikirppulajeja olivat *Pleopsis polyphemoides* ja *Evadne nordmanni* sekä lahtialueilla *Daphnia cucullata*. Hankajalkaisista runsaslukuisimmat olivat *Acartia biflosa* ja *Eurytemora affinis* -keijuhankajalkaiset (Calanoida) sekä lahtialueilla kyklooppihankajalkaiset (Cyclopoida). Lisäksi esiintyi säännöllisesti merirokon (*Balanus improvisus*) naupliustoukkia ja Tintinnida-lahkon kuorellisia ripsieläimiä.

Vesikirppuja tavattiin Vartiokylänlahdella huomattavasti enemmän kuin muilla lahtialueilla. Ryhmän lukumäärä oli 1990-luvulla noin puolet tutkimuskauden alkuvuosien tasosta, tosin vuotuiset vaihtelut olivat suuria riippuen mm. lämpötilasta. Vesikirppuja tavataan runsaimmin lämpimän veden aikaan, jolloin myös eläinplanktonin kokonaisbiomassa kasvoi tutkimusaikana Helsingin edustalla.

Lahtialueilla jätevesikuormituksen vähennyttyä veden laatu parani ja samanaikaisesti eläinplanktonilajistosta kehittyi monimuotoisempi. Rehevissä oloissa viihtyvät kyklooppihankajalkaiset korvautuivat keijuhankajalkaisilla, lähinnä *Acartia biflosa*lla. Laajalahdella tarkkailu-

kauden alkuaikoina lähes tyystin puuttuneet vesikirput lisääntyivät vasta sinilevien määrän selvän vähentymisen jälkeen. Tehdyn ryhmittelyanalyysin perusteella eläinplanktonin lajiston muuttuminen Laajalahdella tarkastelukauden aikana viittaa rehevyytason alenemiseen. Samalla Vanhankaupunginselkä eriytyi muista poikkeavaksi alueeksi, jossa makean veden lajeilla oli merkittävä osuus.

Vanhankaupunginselällä vesikirppuja on ollut viime vuosinakin vain vähän ja alue on rataseläinvaltainen. Tosin rataseläinten määrä vaihteli vuosittain suuresti. Kesällä 1996 oli lisäksi erittäin paljon kuorellisia ripsieläimiä. Korrespondenssianalyysin mukaan Vanhankaupunginselän eläinplanktonyhteisön vaihtelua aiheuttavista ympäristötekijöistä merkittävin oli sinilevien biomassaa. Muita tärkeitä muuttujia olivat veden α -klorofyllipitoisuus, muut syötäväksi soveltuvat levät kuin piilevät ja veden lämpötila.

Laajalahdella eläinplanktonilajistolla oli suurin yhteisvaihtelu suolaisuuden, sinilevien määrän sekä veden α -klorofylli- ja fosfaattipitoisuuden kanssa, jotka suolaisuutta lukuun ottamatta korreloivat keskenään positiivisesti. Kyklooppihankajalkaiset sekä *Brachionus* spp. - ja *Synchaeta* spp. (pienet) -rataseläimet suosivat fosfaattipitoista, runsasleväistä vettä. Tällaista vettä kartoivat *K. cochlearis*, *Acartia biflosa* ja *S. monopus*. Suolaisessa vedessä viihtyivät *K. cochlearis*, *A. biflosa* ja *Bosmina longispina maritima*, makeassa *Brachionus* spp. ja *Asplanchna* spp.

Kruunuvuorenselällä ja Katajaluodon alueella eläinplanktonin kokonaisbiomassa on pysynyt 1980 - 90 -luvulla lähes saman suuruisena. Näiden havaintopaikkojen eläinplanktonlajeilla oli suuri yhteisvaihtelu syötäväksi mahdollisesti kelpaavien piilevien määrän kanssa. Kruunuvuorenselällä lisäksi muita tärkeitä ympäristömuuttujia olivat muut levät, lämpötila ja fosfaattipitoisuus, jotka kaikki kolme korreloivat keskenään positiivisesti. Katajaluodon alueella toinen tärkeä ympäristömuuttuja oli syötävien levien lisäksi veden suolaisuus. Katajaluodon alueella muutokset eläinplanktonyhteisöissä olivat pieniä. Äyriäisplanktonin (vesikirput ja hankajalkaiset) määrä vähentyi jonkun verran, sen sijaan rataseläinten määrä kasvoi, mikä johtunee alueen lievistä rehevöitymisestä. Katajaluodon alueella ja etenkin Kruunuvuorenselällä oli *Eurytemora affinis* yleisin hankajalkaislaji.

Fosfaattifosfori oli korrespondenssianalyysin mukaan ulkosaaristoa lukuun ottamatta tärkeä eläinplanktonilajien yhteisvaihtelua selittävä tekijä.

Sen sijaan nitraattipitoisuudella oli varsin vähän vaikutusta lajien esiintymiseen tutkituilla havaintopaikoilla. Rehevillä lahtialueilla sinilevien määrä ja siihen läheisesti kytkeytyvä veden *a*-klorofyllipitoisuus olikin merkittävämpi ympäristötekijä kuin esim. ravinteiden määrä. Levien massaesiintyminen on luultavasti vaikuttanut sekä suoraan myrkyllisyyden ja suodatussystemien häiriytymisen että epäsuorasti veden pH-arvon kohoamisen kautta.

Djurplankton utanför Helsingfors 1969 - 1996

Sammandrag

I kustzonen utanför Helsingfors har förändringar i djurplanktonets artsammansättning och biomassa under perioden 1969 - 1996 undersökts samt hur dessa har påverkats av olika miljöfaktorer.

Djurplanktonproven har tagits från hela vattendjupet under fyra perioder: 1969 - 76, 1980 - 81, 1990 - 91 och 1995 - 1996. De undersökta proven representerar tre inre vikar (Gammelstadsviken, Bredviken och Botbyviken) den inre skärgården (Kronbergsfjärden) och den yttre skärgården (Enskär) under den årstid, då vattentemperaturen överstigit 15 °C i de inre vikarna och 13 °C i skärgården. Materialet har analyserats med grupperings-, korrespondans- och regressionsanalyser.

Det totala antalet djurplankton i hela vattenmassan var störst (i medeltal $3,2 \cdot 10^6$ ind m^{-3}) i Gammelstadsviken och minst ($0,3 \cdot 10^6$ ind m^{-3}) vid Enskär. Den totala biomassan var i medeltal ca $140 \text{ mg C } m^{-3}$ i de inre vikarna, ca $90 \text{ mg C } m^{-3}$ på Kronbergsfjärden och ca $40 \text{ mg C } m^{-3}$ vid Enskär.

De viktigaste rotatoriesläktena som förekom i hela det undersökta området var *Keratella* och *Synchaeta*. *Bosmina longispina maritima* var den rikligast förekommande vattenloppan. Andra typiska vattenloppsarter var *Pleopsis polyphemoides* och *Evadne nordmanni* samt i de inre vikarna dessutom *Daphnia cucullata*. Av copepoderna förekom *Acartia bifilosa* och *Eurytemora affinis* (tillhör Calanoida) i största antal i hela området och därtill cyklocopepoder (Cyclopoida) i de inre vikarna. Naupliuslarver av havstulpanen (*Balanus improvisus*) och skalförsedda ciliater tillhörande ordningen

Tintinnida förekom också regelbundet.

Det fanns betydligt mer vattenloppor i Botbyviken än i de andra inre vikarna. Under 1990-talet var individantalet inom den här gruppen bara hälften av antalet i början av undersökningsperioden, men individantalet varierade mycket år från år beroende på bl a vattentemperaturen. Vattenlopporna förekommer i största mängd när vattnet var varmt, samtidigt som hela djurplanktonbiomassan ökade under undersökningsperioden utanför Helsingfors.

Vattenkvaliteten förbättrades i de inre vikarna när avloppsvattenbelastningen minskade och då ökade artrikedomen bland djurplanktonet. Cyklocopepoderna, som trivs i näringsrikt vatten, ersattes av andra copepodarter, främst av *Acartia bifilosa*. Vattenlopporna saknades nästan helt i Bredviken i början av undersökningsperioden och antalet ökade först när blågrönalgerna på allvar minskat. Grupperingsanalysen visar att djurplanktonartsammansättningen i Bredviken utvecklades i riktning mot en sammansättning typisk för mindre näringsrikt vatten under undersökningsperioden. Gammelstadsviken skilde sig också från de andra områdena genom det stora inslaget av sötvattensarter.

I Gammelstadsviken har vattenlopporna varit fåtaliga under de senaste åren och rotatorierna har dominerat. Individantalet har emellertid varierat mycket från år till år. Sommaren 1996 förekom det dessutom mycket skalförsedda ciliater. Korrespondensanalysen indikerar att blågrönalgernas biomassa är den miljöfaktor som inverkar mest på djurplanktonbiomassan i Gammelstadsviken. Andra viktiga faktorer som påverkar biomassan är halten av klorofyll *a*, förekomsten av ätbara växtplankton och dessutom vattentemperaturen.

I Bredviken samvarierade djurplanktonbiomassan mest med saliniteten, mängden blågrönalger och halten av klorofyll *a* och fosfater. Korrelationen var positiv, utom med salinitet. Cyklocopepoderna samt rotatorierna *Brachionus* spp. och små arter av släktet *Synchaeta* trivs i fosfat- och algrikt vatten. *Keratella cochlearis*, *Acartia bifilosa* och *S. monopus* undviker däremot dylikt vatten. *Keratella cochlearis*, *Acartia bifilosa* och *Bosmina longispina maritima* trivs i saltvatten, medan *Brachionus* spp. och *Asplanchna* spp. trivs bättre i sött vatten.

På Kronbergsfjärden och nära Enskär har djurplanktonbiomassan bibehållits på samma nivå under 1980- och 1990-talen. På dessa stationer

samvarierar artsammansättningen med eventuellt ätbara kiselalger. På Kronobergfjärden var andra växtplanktongrupper, temperaturen och fosfathalten också av stor betydelse. Alla tre faktorer korrelerade positivt sinsemellan. Nära Enskär var vattnets salthalt en viktig, reglerande miljöfaktor, förutom förekomsten av ätbara växtplanktonarter. Vid Enskär var förändringarna i djurplanktonsamhället mycket små under undersökningsperioden. Vattenlopporna och copepoderna minskade något i motsatts till rotatorierna som ökade i antal, antagligen till följd av att vattnets eutrofigrad steg. *Eurytemora affinis* var den dominerande copepodarten nära Enskär och framför allt på Kronobergsfjärden.

Korrespondanalysen visar att fosfatfosfor är den viktigaste faktorn som reglerar variationerna i djurplanktonets artsammansättning i de inre vikarna och den inre skärgården, men inte i den yttre skärgården. Däremot inverkar nitrathalten ytterst lite på artsammansättningen. I de eutrofierade inre vikarna var mängden blågrönalger och klorofyllhalten de faktorer som påverkade mest, mer än t ex mängden närsalter. Djurplanktonsamhället har troligtvis påverkats av blågrönalgbloomningarna såväl direkt genom att blågrönalgerna producerar gift, stör filtreringssystemen och som indirekt genom att blomningarna höjer vattnets pH-värde.

Zooplankton in the Helsinki sea area 1969 - 1996

Summary

Research was conducted to study causal relationships between environmental changes and changes in zooplankton community structure and biomass. Sampling took place in the coastal area of Helsinki during summers between 1969 and 1996.

Samples covering the water column were collected during the years 1969-76, 1980-81, 1990-91, and 1995-96 from three bay areas (Vanhankaupunginlahti, Laajalahti, Vartiokylänlahti), from the inner archipelago (Kruunuvuorenselkä), and from the outer archipelago (Katajaluoto). Sampling was carried out when the surface water temperatures exceeded 15 °C in the bay areas and 13 °C in the archipelago. The data was processed using grouping

analysis, correspondence analysis, and correlation analysis.

Zooplankton density was highest in Vanhankaupunginselkä ($3.2 \cdot 10^6$ individuals m^{-3}) and lowest in Katajaluoto ($0.3 \cdot 10^6$ individuals m^{-3}). The summertime mean value of the total zooplankton biomass was ca. 140 mg C m^{-3} in the bay areas, ca. 90 mg C m^{-3} in Kruunuvuorenselkä, and ca. 40 mg C m^{-3} in Katajaluoto.

Keratella spp. and *Synchaeta* spp. were the most abundant rotifers in the study area whereas *Bosmina longispina maritima* was the most abundant cladoceran. *Pleopsis polyphemoides* and *Evadne nordmanni* were typical cladocerans in all sites and *Daphnia cucullata* in the bay areas. The calanoids *Acartia bifilosa* and *Eurytemora affinis* were the most numerous copepods, except for the bay areas where the cyclopoids dominated. Nauplii of barnacle (*Balanus improvisus*) and shelled ciliates in the order Tintinnida were also common.

The number of cladocerans in Vartiokylänlahti decreased by about a half during the study period, but their amount was markedly higher than in the other two bay areas. It should be noted though, that annual variation was considerable due to temperature differences and other factors. Cladocerans were most numerous during warm water periods, following the same trend as the total biomass of zooplankton.

As a result of a decreased wastewater load the water quality in the bay areas started to improve. Consequently the diversity of the zooplankton community increased. Cyclopoids, which favor eutrophic conditions, were replaced by calanoids (especially *Acartia bifilosa*). Cladocerans were nearly absent in the beginning of the study period in Laajalahti. Their amount increased following a significant decrease in the amount of blue-green algae. Grouping analysis showed changes in the zooplankton community in Laajalahti to indicate lowering in trophic state. In Vanhankaupunginselkä fresh water species formed an important part of the zooplankton community.

The zooplankton community in Vanhankaupunginselkä is dominated by rotifers, although annual fluctuation is large. Cladocerans have appeared only in small amounts. During 1996 rotifers and (shelled) ciliates were dominant. Correspondence analysis indicated the biomass of the blue-green algae to be the most significant environmental factor affecting

changes in the zooplankton community. Other important factors were chlorophyll-*a* concentration, amount of other edible algae (excluding diatoms), and the water temperature.

In Laajalahti zooplankton community covaried most with salinity, the amount of blue-green algae, chlorophyll-*a* concentration, and phosphate concentration. Cyclopoids and rotifers (*Brachionus* spp. and small *Synchaeta* spp.) favored water with a high phosphate and algae concentration, whereas *K. cochlearis*, *A. bifilosa*, and *S. monopus* avoided it. *K. cochlearis*, *A. bifilosa*, and *Bosmina longispina maritima* favored brackish water. *Brachionus* spp. and *Asplanchna* spp. favored fresh water.

The total zooplankton biomass in Kruunuvuorenselkä and Katajaluoto was almost constant during the 80's and the 90's, but the species structure covaried strongly with the amount of possibly edible diatoms. Other important environmental variables in Kruunuvuorenselkä were the amount of other algae groups, water temperature, and phosphate concentration, which correlated positively with each other. In Katajaluoto salinity formed an important environmental variant together with edible algae. Changes in the zooplankton community in Katajaluoto were minor. The amount of planktonic crustaceans (cladocerans and copepods) diminished somewhat whereas the amount of rotifers increased by a small amount. This may have been the result of minor eutrophication in the area. *Eurytemora affinis* was the most common copepod species in Katajaluoto and in Kruunuvuorenselkä.

Correspondence analysis showed phosphate-phosphorus to be an important explaining factor of covariance of zooplankton species in the bay areas and the inner archipelago. Nitrate concentration had very little effect to the occurrence of species in the study areas. In the eutrophic bay areas the amount of blue-green algae, closely associated with the chlorophyll-*a* concentration, was a more significant environmental factor than the amount of nutrients for example. The mass occurrence of algae probably affected zooplankton directly by toxicity and disturbances to the filtering system and indirectly by increasing the pH of water.

1. Johdanto

Helsingin merialueelta on julkaistu eläinplanktonitietoja jo 1800-luvun loppuvuosilta (mm. Levander 1913) ja 1900-luvun alusta (mm. Välikangas 1926). Nykyisen kaltainen tarkkailu on kalataloudellisiin perusselvityksiin liittyen aloitettu Helsingin kaupungin rakennusvirastossa vuonna 1968. Tämän jälkeen seuranta on jatkettu Helsingin kaupungin vesi- ja viemärlaitoksen käyttöosaston tutkimustoimistossa ja nykyisin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen vesistö-tutkimuksessa. Tutkimustuloksia on julkaistu seurannan aikana vuosittaisen tarkkailuselostusten lisäksi useissa erilliselvityksissä (mm. Viljamaa 1972, 1985, 1988, Melvasalo ym. 1975, Eerola 1979, Purasjoki & Viljamaa 1984, Pellikka & Viljamaa 1997).

Eläinplanktonilla on tärkeä merkitys vesiekosysteemissä energian ja ravinteiden siirtäjänä ravintoverkossa ylemmille trofiatasoille, kuten planktonia syöville kaloille. Eläinplankton myös vapauttaa ravinteita (regeneroi) takaisin alempien trofiatasojen käyttöön eli leville ja bakteereille. Eläinplanktonin koostumukseen, määrään ja vuodenaikaissukkueseen vaikuttavat veden fysikaalis-kemialliset tekijät, kuten lämpötila, suolaisuus ja happipitoisuus sekä biologiset tekijät, mm. kasviplanktonin määrä ja laatu, eläinplanktonia syövät eläimet ja kilpailu (esim. Remane & Schlieper 1958, Hernroth & Ackefors 1979, Kankaala 1984, Viitasalo 1994).

Itämeressä elää meriympäristöön, murto- ja makeaan veteen sopeutuneita lajeja, joten suolaisuus säätelee kunkin alueen eläinplanktonlajistoa. Vähäsuolaisilla alueilla, kuten Helsingin edustalla, pystyvät elämään vain muutamat mereiset lajit (mm. Purasjoki 1953).

Eläinplanktereiden ravinnonotto voi olla herbivorista (kasvinsyöjiä), karnivorista (petoja), bakteriovorista (bakteerien syöjiä) ja omnivorista (syövät niin kasveja, detritusta, bakteereita kuin eläimiäkin). Eläinten kyky käyttää ravintoa hyväkseen riippuu ravinnon määrän lisäksi mm. ravintopartikkeleiden koosta, muodosta, haluttavuudesta ja ravintosisällöstä.

Itämeressä eläinplanktonia käyttävät ravinnokseen kalojen nuoruusvaiheet ja useat aikuiset kalat (pääasiassa silakka, kilohaili, kuore ja siika) sekä halkoisjalkaäyriäiset. Saalistuksen pääpaino on syyskesällä ja syksyllä. Eläinplanktonin tutkiminen

kalataloudellisissa perusselvityksissä onkin siksi tärkeää.

Eläinplanktonlajistoa on pyritty käyttämään vesi-alueiden likaantumisen kuvastajana. Tätä varten on määritetty indikaattorilajeja (esim. Välikangas 1926, Järnefelt ym. 1963, Hakkari 1972, Vuorinen 1980). Indikaattorisysteemin käyttämisestä murtovesialueella häiritsee suolaisuus, sillä useimmat tutkimukset on tehty makeissa vesissä ja monet lajit ovat herkkiä suolaisuuden pienillekin muutoksille.

Ympäristötekijöiden vaikutusta eläinplanktoniin on tilastollisin menetelmin tutkittu aiemmin mm. Suomenlahdella Tvärminnen alueella (Viitasalo ym. 1995) ja Saaristomerellä (Vuorinen & Ranta 1987, Ranta & Vuorinen 1990, Viitasalo ym. 1990).

Tässä työssä selostetaan kesäisen eläinplanktonin lajiston ja yhteisörakenteiden pitkän aikavälin muutoksia sekä havaintopaikkojen välisiä eroja Helsingin merialueella. Lisäksi tutkitaan tilastollisin menetelmin eläinplanktonin suhdetta eräisiin ympäristötekijöihin, mm. rehevöitymiseen.

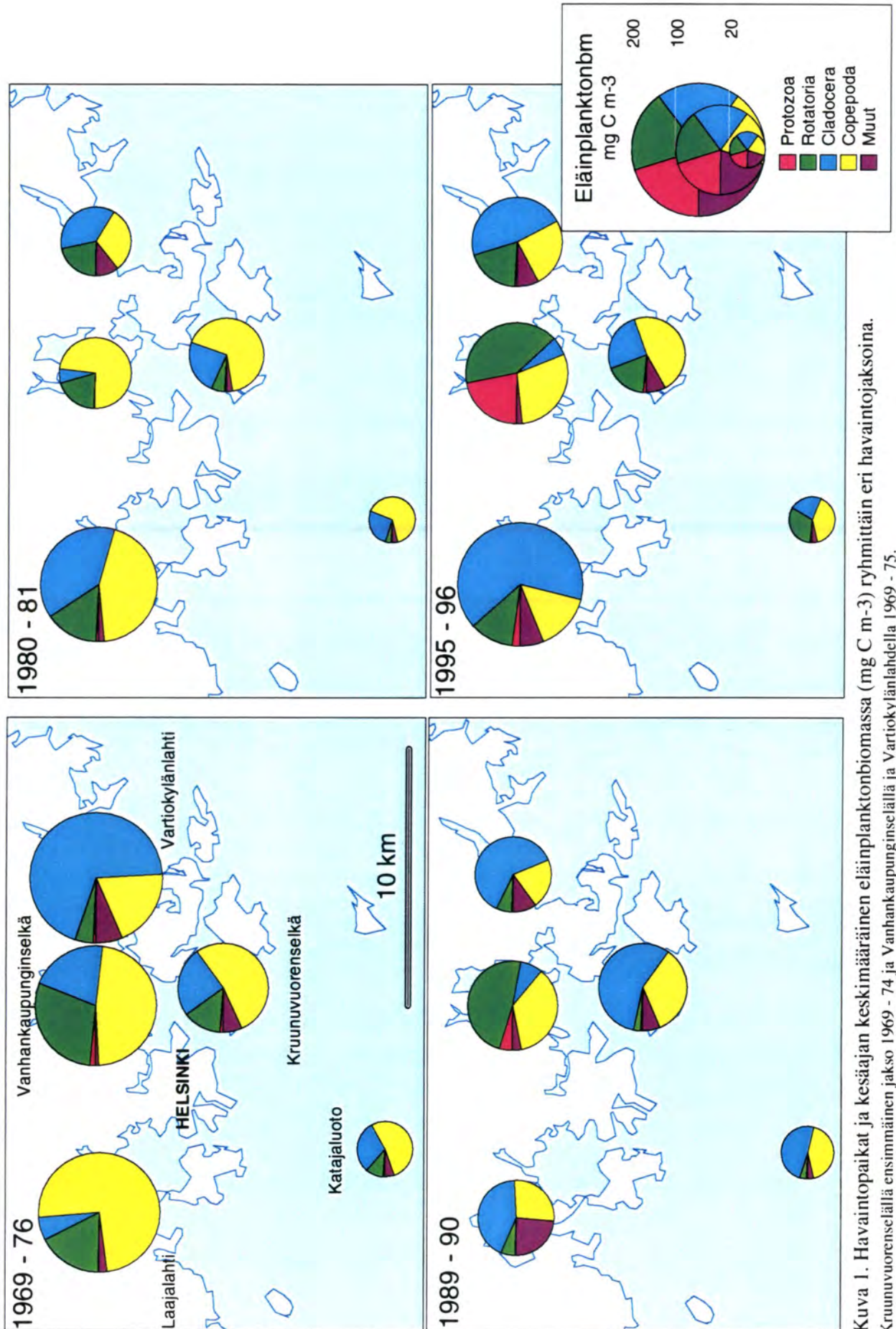
2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Tutkimusalue

Näytteet kerättiin Helsingin merialueelta viideltä havaintopaikalta, joista Laajalahti (87), Vanhankaupunginselkä (4) ja Vartiokylänlahti (25) edustavat matalia lahtialueita, Kruunuvuorenselkä (18) sisäsaaristoa sekä Katajaluoto (125) ulkosaaristoa (kuva 1).

Laajalahtea kuormitti vuoteen 1986 asti Talin jätevedenpuhdistamo. Vuonna 1975 osa Talin jätevesistä käännettiin Kyläsaaren puhdistamolle, jonka purkualueena oli Vanhankaupunginlahti. Vuoteen 1986 asti Vanhankaupunginlahtea kuormitti lisäksi Viikin jätevedenpuhdistamo. Alueeseen vaikuttavat lisäksi Vantaanjoen tuomat ravinteet, savisamennus ja runsas makean veden määrä. Niiden vaikutus on ulottunut Kruunuvuorenselälle, jota lisäksi ovat aikaisemmin kuormittaneet useat pienet jätevedenpuhdistamot: Mustikkamaan ja Kuloaaren vuoteen 1975 saakka, Herttoniemen vuoteen 1985 asti ja Laajasalon puhdistamo vuoteen 1988 asti. Kruunuvuorenselällä veden vaihtuvuus on parempi kuin suljetuilla lahtialueilla.

Helsingin puhdistamoilla käsitellyt jätevedet on



Kuva 1. Havaintopaikat ja kesäjän keskimääräinen eläinplanktonbiomassa (mg C m⁻³) ryhmittäin eri havaintojaksoina. Kruunuvuorenselällä ensimmäinen jakso 1969 - 74 ja Vanhankaupunginseikällä ja Vartiokylänlahdella 1969 - 75.

Taulukko 1. Havaintopaikat, syvyys, pintaveden kesäaikainen suolaisuus sekä laatuluokka eri jaksoina.

Havaintopaikka	Nro	Syvyys (m)	Suolaisuus (‰)		Laatuluokka*			
			mediaani	vaihteluväli	1974 - 76	1981 - 83	1989 - 91	1994 - 96
Vanhankaupunginselkä	4	3	3,5	0,1 - 5,2	V	V	V	V
Vartiokylänlahti	25	4	5,2	4,5 - 5,9	III	III	III	III
Laajalahti	87	3	4,9	3,2 - 5,8	V	IV	IV	III / IV
Kruunuvuorenselkä	18	16	5,1	3,5 - 5,9	IV	IV	III	III
Katajaluoto	125	27	5,3	4,3 - 6,1	II	II	II / III	II / III

* = julkaisuista Pesonen 1996, 1997

Laatuluokka I = erinomainen, II = hyvä, III = tyydyttävä, IV = välttävä ja V = heikko

suurimmaksi osaksi johdettu Katajaluodon eteläpuolelle vuodesta 1987 alkaen. Tästä syystä Katajaluodon alueen veden laatuluokka huonontui 1980-luvun lopussa (taulukko 1). Vuodesta 1995 alkaen merialueella oli käytössä kaksi jätevesien purkupaikkaa ulkosaaristossa: Helsingillä Katajaluodon alue ja Espoolla Knaperskär. Vartiokylänlahteen eivät ole suoraan vaikuttaneet mitkään jätevedet, joten sitä on pidetty vertailualueena. Tutkimusalueetta kuormitustietoineen on kuvattu aiemmin johdannossa mainittujen julkaisujen lisäksi tarkkailuselostuksissa (esim. Pesonen 1980, 1988, 1996, 1997, Pesonen ym. 1995).

2.2. Näytteenotto ja käsittely

Eläinplankton tutkimuksia varten näytevesi nostettiin aamupäivisin yleensä joka toinen viikko putkinoutimella (pituus 1 m, tilavuus 28 l, vuodesta 1995 alkaen 13 l) ja konsentroititiin silmäkooltaan 50 µm:n haavikankaan läpi. Näytteet edustivat useimmiten koko vesikerrosta jaoteltuina neljän metrin osiin. Näytteitä otettiin tilapäisesti v. 1990 aikaisempaa pienemmällä noutimella (Ruttner 2,1 l). Tällöin koko vesikerrosta edustava näyte koostettiin metrin välein nostetuista näytteistä. Näytteet säilöttiin formaliinilla (noin 40 % formaldehydi; 4 ml formaliniina/100 ml näytettä) ja varastoititiin yleensä viileässä ja pimeässä.

Laboratoriossa näyte tarvittaessa jaettiin Folsom-jakajalla tai mittalasi menetelmällä, minkä jälkeen sen annettiin sedimentoitua yön yli laskeutuskammioista kyvetteihin. Eläimet määritettiin ja laskettiin käänteismikroskoopilla yleensä kyvetin koko pohjalta tai runsaimpien rataseläinten ja alku-eläinten tapauksessa osalta pohjaa. Eläimet pyrittiin määrittämään lajilleen, mutta varsinkin alku-eläimistä pystyttiin joskus määrittämään vain suku tai ryhmä ja Cyclopoida-hankajalkaiset vain harvoin lahkoo pidemmälle. Vesikirput ja sukutasolle

määritetyt *Synchaeta*-rataseläimet jaettiin koon perusteella luokkiin. Aikuiset vesikirput ja hankajalkaiset jaettiin koiraisiin ja naaraisiin sekä hankajalkaisten naupliustoukat ja kopepoditit molemmat lisäksi kehitysvaiheen mukaan kolmeen ryhmään.

Biomassa laskettiin hiilenä käyttäen vesistö-tutkimuksen omaa rekisteriä, jossa yksikkötilavuudet ja -hiilisisällöt perustuvat omiin mittauksiin tai kirjallisuuteen (liite 1).

2.3. Aineiston käsittely

Eläinplankton tulokset edustavat koko vesikerroksen kokoomanäytteitä, syvemmällä alueella joskus eri vesikerrosten tuloksista laskettuja painotettuja keskiarvoja. Syviltä havaintoalueilta joiltakin näytteenotto kerroilta puuttui koko vesipatsaan kattavia näytteitä.

Tarkasteluun valittiin kultakin vuodelta kesäajan tulokset, jotta karkein kausivaihtelu jäisi pois. Lahti-alueella kesän rajana käytettiin pintaveden lämpötilan kohoamista yli 15 °C. Kruunuvuorenselällä ja Katajaluodon alueella kesän rajana pidettiin 13 °C, sillä nämä kaksi havaintopaikkaa ovat muita syvempiä. Lämpötilan tilapäisesti laskiessa ko. rajojen alapuolelle myös nämä havainnot otettiin tarkasteluun mukaan. Täten kesän tutkimusaika ajoittui yleensä kesäkuun alkupuolelta (v. 1981 toukokuun alusta ja v. 1996 heinäkuun alusta) syyskuuhun.

Yksilömäärissä ja biomassatuloksissa ei ole mukana rataseläinten ja vesikirppujen munia. Hankajalkaisten (Copepoda) lajikohtaisista yksilömääristä on ajoittaisen lajinmääritysepävarmuuden vuoksi naupliustoukkavaiheet jätetty pois, mutta ryhmäkohtaisessa tarkastelussa toukat ovat mukana niin yksilömäärissä kuin biomassoissakin.

Koko havaintokauden aineisto käsiteltiin neljänä eri jaksona: 1969 - 76, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96, sillä näytteitä ei ole otettu joka vuosi. Tarkkailukauden ensimmäisellä jaksolla tuloksia on Kruunuvuorenselältä vuoteen 1974 ja Vanhankaupunginselältä sekä Vartiokylänlahdelta vuoteen 1975 asti. Kesän lajikohtaisista tuloksista laskettiin mediaani ja näistä keskiarvot eri jaksoille. Lisäksi tarkastelussa on käytetty koko havaintokauden keskiarvoa, jolloin mediaaneista on laskettu keskiarvo. Ryhmäkohtaisessa tarkastelussa on käytetty aritmeettista keskiarvoa.

Yhteisöjen monimuotoisuuden eli diversiteetin selvittämiseksi jokaisesta näytteestä laskettiin

Margalefin indeksi kaavalla $d = \frac{S-1}{\sqrt{N}}$, missä S =

näytteen määritysyksikköjen lukumäärä ja N = näytteen eläinten yksilömäärä.

Eläinplanktonhavaintojen selittäjinä käytetyt ympäristöhavainnot tilastollisia analyysejä varten tehtiin samoilta päivämääriltä kuin eläinplanktonnäytteidenotto tai maksimissaan kahdeksan vuorokautta aiemmin tai kaksi vuorokautta myöhemmin. Taustamuuttujia ei saatu kaikille eläinplanktonhavaintopäiville eikä eräillä havaintopaikoilla edes kaikille vuosille. Veden fysikaalis-kemialliset- sekä kasviplanktontulokset edustavat pintavettä. Kasviplanktonista on käsitelty erikseen sinilevät, eläinplanktonin ravinnoksi mahdollisesti kelpaavat piilevät sekä muut syötävät levät. Syötäviksi leviksi valittiin tilavuudeltaan alle 10 000 μm^3 olevat levät niin, että sini- ja panssarisiimalevät rajattiin kokonaan pois. Ympäristömuuttujien (veden fysikaalis-kemiallisten määritysten ja kasviplanktonanalyyseiden) määrittäminen on selostettu mm. julkaisuissa Pesonen 1980 ja Pesonen ym. 1995.

2.4. Tilastolliset menetelmät

Havaintopaikkojen eläinplanktonin samankaltaisuutta tutkittiin ryhmittelyanalyyseihin kuuluvan klusterianalyysin avulla (ohjelmisto SAS 6.11, SAS Institute Inc. 1989 - 96). Ryhmittelevinä muuttujina käytettiin eläinplanktonlajien yksilömäärien aritmeettisia keskiarvoja kultakin jaksolta. Harvinaiset ja vain satunnaisesti esiintyvät lajit jätettiin laskuista pois. Klusterianalyysi laskee ryhmittelevien muuttujien perusteella euklidisia (kahden pisteen välinen lyhin etäisyys kolmiulotteisessa avaruudessa) etäisyyksiä (sidonaisuuksia) eri havaintopaikkojen välille. Etäisyyden laskutapana käytettiin klustereiden välisen etäisyyden

maksimia.

Ympäristömuuttujien ja eläinplanktonlajien välisiä suhteita tutkittiin kanonisen korrespondenssi-analyysin eli CCA:n avulla (CANOCO-ohjelmisto, Ter Braak 1987 - 1992). Mukaan valittiin havaintokerrat, jolloin kaikista ympäristömuuttujista oli saatavissa tuloksia, ja vain joitakin yksittäisiä lukuarvoja interpoloitiin. Analyysiin ei otettu mukaan vain satunnaisesti esiintyviä lajeja. Vartiokylänlahti jätettiin CCA-analyysin ulkopuolelle vähäisten ympäristömuuttujahavaintojen vuoksi. Analyysiä varten eläinplanktonlajien yksilömäärien ja ympäristömuuttujien tulokset muunnettiin lukuarvojen 0 ja 1 välille.

Tilastollisena analyysinä CCA soveltuu hyvin ekologiselle aineistolle, missä lajien jakaumat ovat usein vinoja, ympäristömuuttujat keskenään korreloivia ja kaikkia yhteisörakenteeseen vaikuttavia tekijöitä ei tunneta (Palmer 1993). CCA on unimodaalinen menetelmä eli se olettaa lajin omaavan kellon muotoisen vasteen ympäristögradientilla. Tulokset esitetään ordinaatiodiagrammeina, joissa pisteet edustavat lajeja ja vektorit ympäristömuuttujia (Ter Braak 1986). Lajin pistearvo on ympäristömuuttujan painotettu keskiarvo näytteistä. Painotus perustuu lajin yksilömäärään kussakin näytteessä. Lajin lopullinen sijainti ordinaatiodiagrammissa on eri ympäristömuuttujista laskettujen pistearvojen keskustassa eli sentroidissa.

Eläinplanktonlajien yksilömäärien sekä ryhmien biomassojen ja ympäristötekijöiden välisiä suhteita tutkittiin lisäksi ei-parametrisellä Spearmanin korrelaatioanalyysillä (SAS 6.11). Analyysissä oli mukana kaikki säännöllisesti esiintyvät lajit. Parametristä analyysiä ei voitu käyttää, sillä aineisto ei ollut normaalijakautunut edes logaritmi-muunnoksen jälkeen.

2.5. Ympäristötekijät

Fysikaalis-kemialliset ja biologiset tulokset koko tutkimuskaudella 1969 - 1996 on seuraavassa yleiskatsauksessa rajattu pintaveden lämpötilan mukaan edellä kohdassa 2.3 esitetyllä tavalla. Tulokset kesäajan mediaaneista ovat liitteessä 2.

Veden lämpötila oli tässä aineistossa lahtialueilla korkeimmillaan v. 1972 ja 1973, mutta merkittäviä muutoksia ei koko havaintokauden aikana todettu.

Suolaisuus kasvoi jonkin verran Laajalahdella 1970-luvulla. Sitä vastoin Vanhankaupunginselällä suolaisuus väheni hieman 1970-luvun jälkeen. Vanhankaupunginlahden kesäajan ympäristö-

ominaisuuksien vuotuiset vaihtelut 1970- ja 1980-luvuilla olivat suuria riippuen pääasiassa Vantaanjoen virtaaman vaihteluista.

Liukoisen epäorgaanisen typen (DIN) pitoisuus oli Vanhankaupunginselällä suurin 80-luvun alussa (maksimi 5700 mg m⁻³) ja oli edelleen v. 1995 - 96 huomattavasti suurempi kuin muilla lahtialueilla. Vartiokylänlahden DIN-pitoisuus oli tutkituista havaintopaikoista pienin, vuosien 1969 - 96 keskiarvo oli 20 mg m⁻³. Laajalahdella ja Katajaluodon alueella DIN-pitoisuuksissa ei havaittu selvää trendiä (keskiarvo alle 50 mg m⁻³), tosin Katajaluodon alueella pitoisuus oli v. 1996 poikkeuksellisen suuri (maksimi 470 mg m⁻³). Kruunuvuorenselän DIN-pitoisuuden keskiarvo oli 97 mg m⁻³ ja kauden maksimi kesältä 1981 oli 1600 mg m⁻³.

Typen kokonaispitoisuus (TN) oli Laajalahdella noin puolet ja muilla havaintopaikoilla noin neljäsosa Vanhankaupunginselän pitoisuudesta (keskiarvo 2600 mg m⁻³). TN-pitoisuus vähentyi selvästi tarkkailukauden aikana Laajalahdella, Vanhankaupunginselällä ja Kruunuvuorenselällä. Vartiokylänlahden ja Katajaluodon alueen TN-pitoisuuksissa ei havaittu selvää trendiä.

Epäorgaanisen fosforin (DIP) eli fosfaattifosforin pitoisuudet vähenivät kaikilla havaintopaikoilla. DIN-pitoisuuden keskiarvo oli Vanhankaupunginselällä 110 mg m⁻³ (maksimi 740 mg m⁻³ kesällä 1978), Laajalahdella 66 mg m⁻³ (maksimi 460 mg m⁻³ kesällä 1969) ja muilla havaintopaikoilla moninkertaisesti vähemmän.

Fosforin kokonaispitoisuuden (TP) keskiarvo oli Vanhankaupunginselällä 260 mg m⁻³ ja muilla havaintopaikoilla samassa suhteessa vähemmän kuin DIP-pitoisuudetkin. TP-pitoisuudet vähenivät tutkimuskauden aikana muilla havaintopaikoilla, paitsi Vartiokylänlahdella ja Katajaluodon alueella.

Taulukko 2. Eläinplanktonin määritysyksikköjen lukumäärän keskiarvo ryhmittäin Vanhankaupunginselällä (4), Vartiokylänlahdella (25), Laajalahdella (87), Kruunuvuorenselällä (18) ja Katajaluodon alueella (125) eri havaintojaksoina.

	Protozoa alkueläimet					Rotatoria rataseläimet					Cladocera vesikirput					Copepoda hankajalkaiset					Yhteensä				
	4	25	87	18	125	4	25	87	18	125	4	25	87	18	125	4	25	87	18	125	4	25	87	18	125
69 - 76	4	6	3	6	6	7	6	4	7	6	2	4	1	3	3	3	4	2	4	4	17	21	11	21	21
80 - 81	6	4	4	3	6	12	7	6	9	7	2	5	4	3	5	4	5	5	4	7	25	22	20	21	27
89 - 90	4	4	3	5	6	9	7	6	8	7	4	6	4	6	6	4	4	4	4	5	22	25	20	25	25
95 - 96	5	5	4	6	6	14	10	9	9	9	3	6	4	3	3	5	5	4	5	5	28	28	21	25	26
<i>Ka</i>	4	5	3	5	6	9	7	8	8	7	3	5	2	4	4	4	4	3	4	5	21	23	16	23	23

Ka = Vuosikeskiarvojen keskiarvo

Veden α -klorofyllipitoisuus väheni selvästi 1970-luvun puolivälistä Laajalahdella (maksimi 330 mg m⁻³ kesällä 1973) ja 1980-luvun puolivälin jälkeen Vanhankaupungin- (maksimi 330 mg m⁻³ kesällä 1982) sekä Kruunuvuorenselällä (maksimi 67 mg m⁻³ kesällä 1984). Katajaluodon alueella α -klorofyllipitoisuuden keskiarvo oli pienin, 5 mg m⁻³, mutta pitoisuudet olivat siellä lievässä nousussa 1980-luvulla.

Eläinplanktonille ravinnoksi kelpaavina pidettyjen levien määrä väheni vuosien myötä Vanhankaupungin- ja Kruunuvuorenselällä. Näiden levien biomassa oli Laajalahdella suurin 1970-luvun loppupuolella ja Katajaluodon alueella 1980-luvun puolivälissä, minkä jälkeen niiden määrä vähentyi.

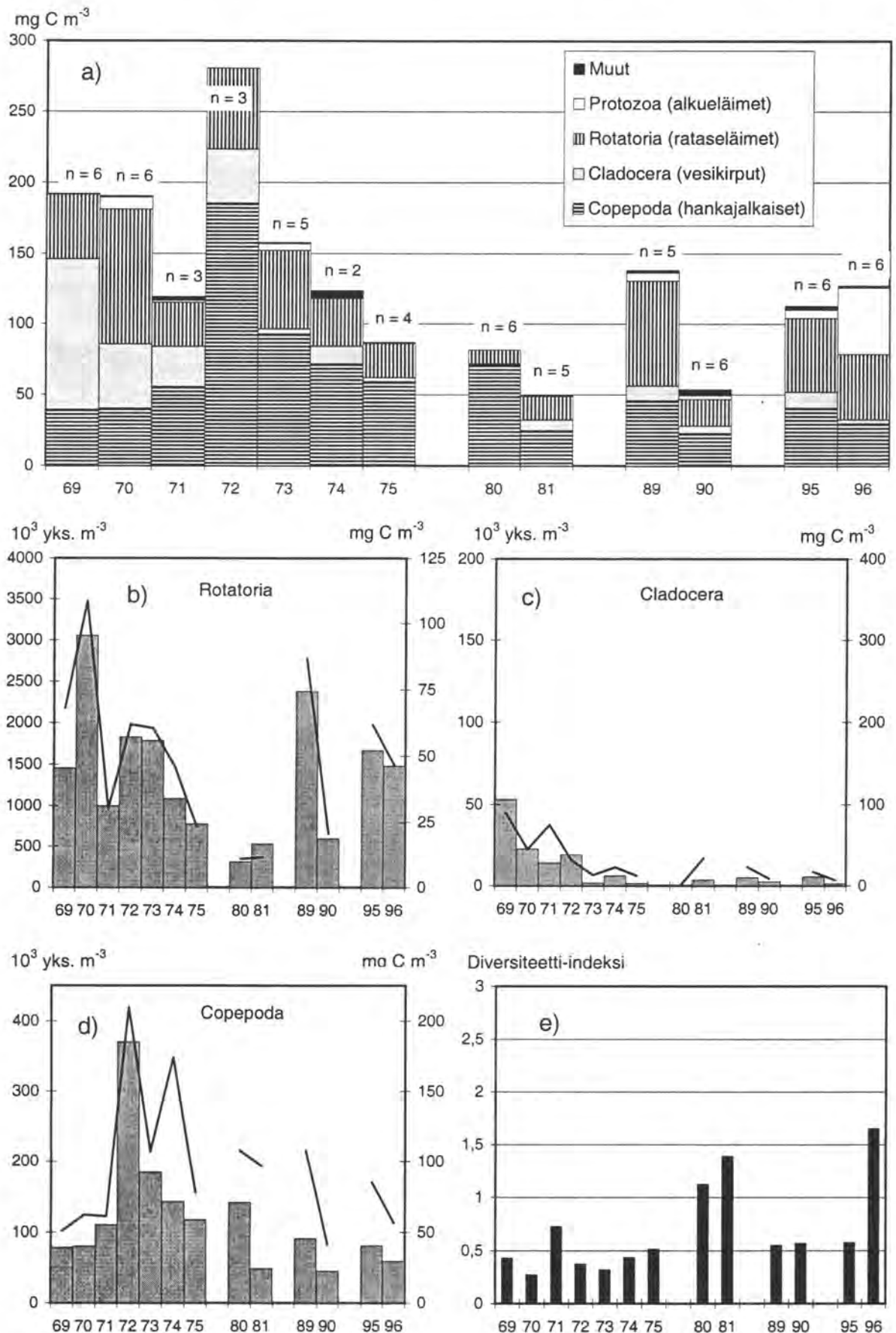
Sinileviä oli erityisen runsaasti v. 1973 ja 1974 rehevöityneillä alueilla, mutta ryhmän määrä väheni selvästi havaintokauden aikana. Katajaluodon alueella selvää trendiä ei havaittu. Myös Vartiokylänlahdella trenditarkastelu oli vaikeaa, sillä havaintoja oli liian vähän.

3. Tulokset

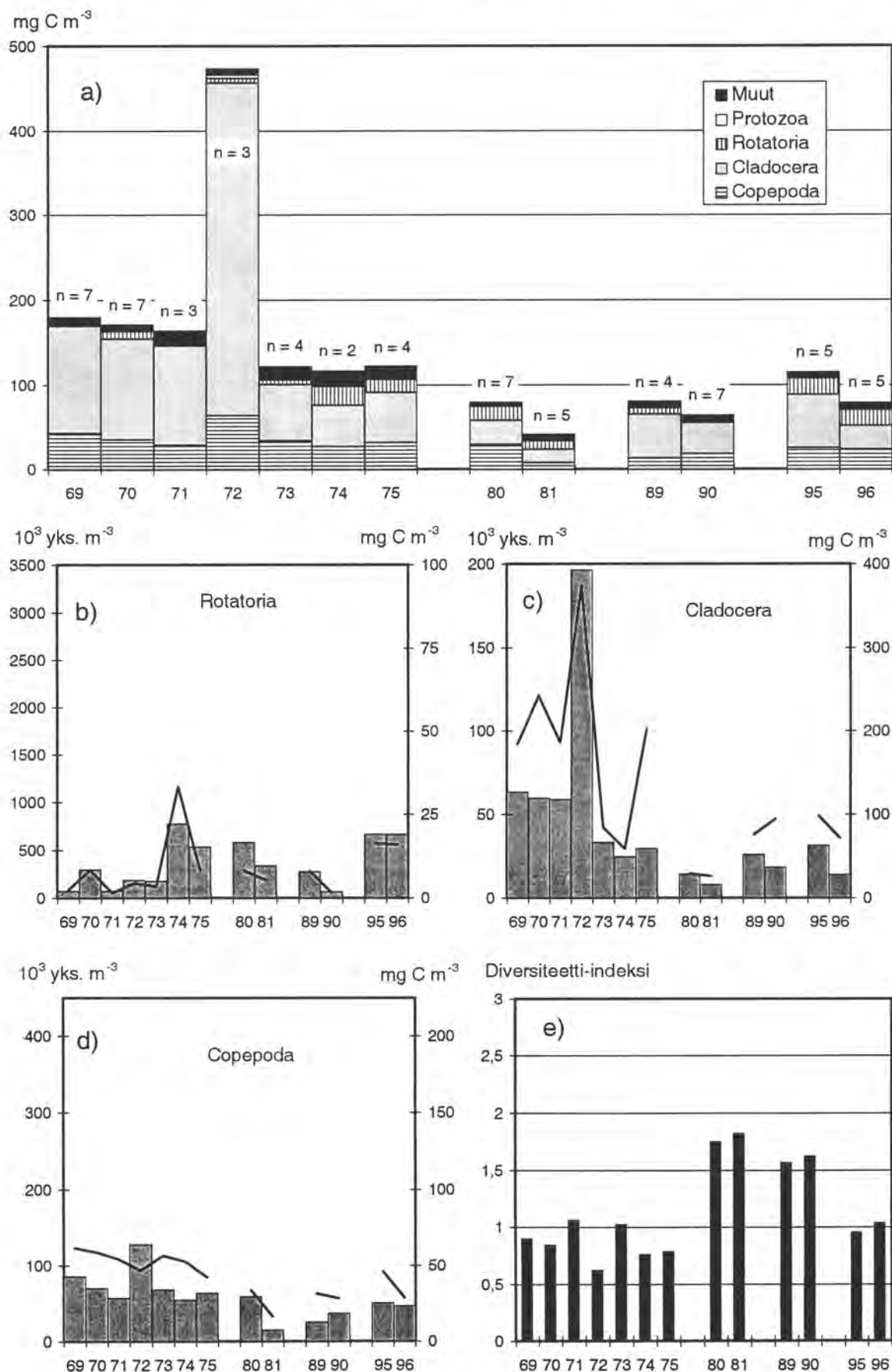
3.1. Lajisto ja yksilömäärä

3.1.1. Monimuotoisuus

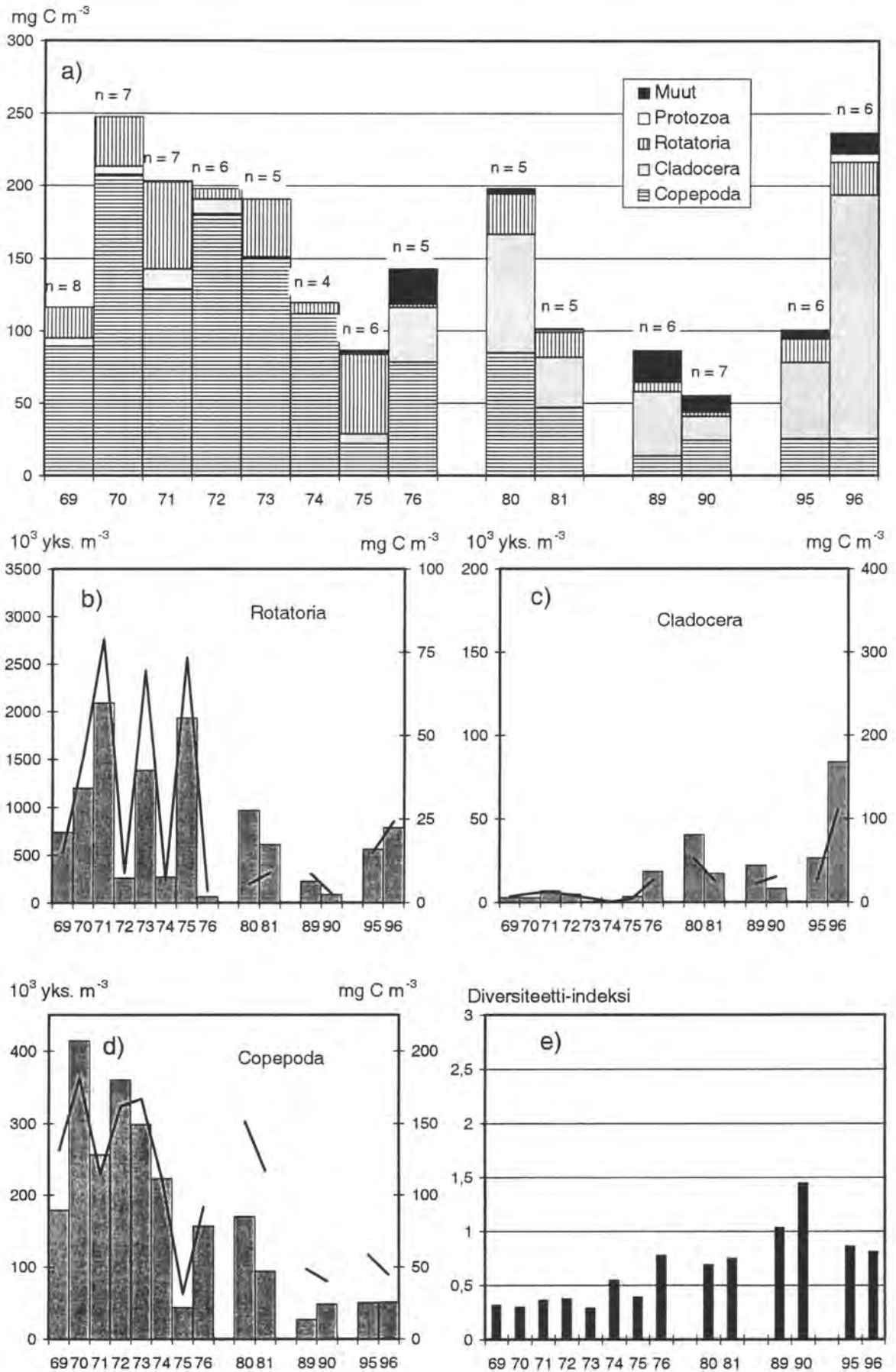
Lajilukumäärä, oikeammin määritysyksikköjen (taksonien) lukumäärä, kasvoi 1970-luvun jälkeen kaikilla havaintopaikoilla (taulukko 2). Etenkin Laajalahdella ja Vanhankaupunginselällä muutos oli selkeä. Rataseläinryhmä monipuolistui eniten. Laajalahdella oli jatkuvasti pienin määritys- yksikköjen lukumäärä. Alkueläimistä oli taksoneita eniten Katajaluodolla, rataseläimistä Vanhankaupunginlahdella ja vesikirpuista Vartiokylän-



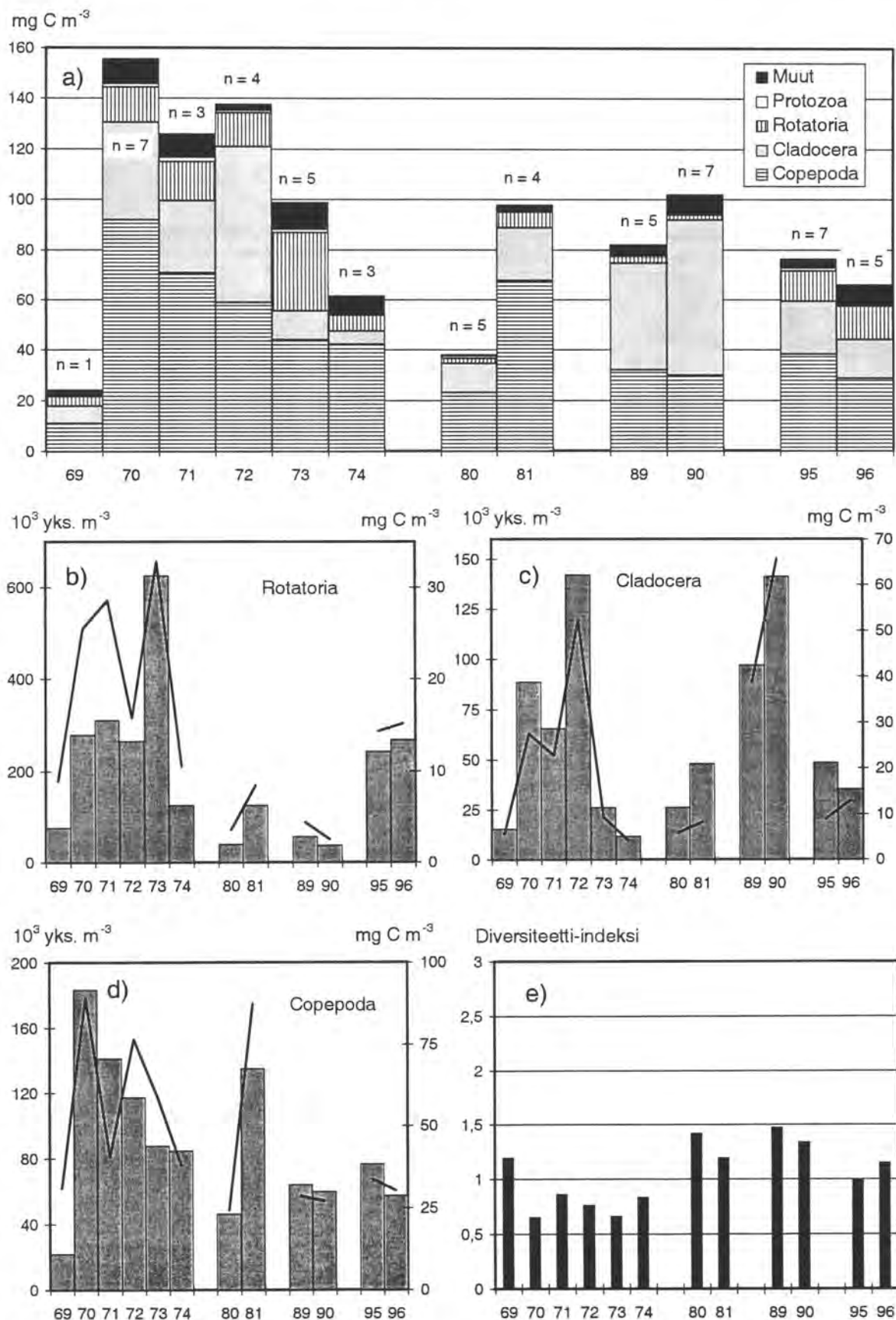
Kuva 2. Vanhankaupunginselän (4) koko vesipatsaan eläinplanktonin kokonaisbiomassan ja havaintokertojen lukumäärän (a), rataseläinten (b), vesikirppujen (c) ja hankajalkaisten (d) yksilömäärän (viiva) ja biomassan (pylväs) sekä diversiteetti-indeksin (e) keskiarvon vaihtelu kesiltä 1969 - 75, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.



Kuva 3. Vartiokylänlahden (25) koko vesipatsaan eläinplanktonin kokonaisbiomassan ja havaintokertojen lukumäärän (a), rataseläinten (b), vesikirppujen (c) ja hankajalkaisten (d) yksilömäärän (viiva) ja biomassan (pylväs) sekä diversiteetti-indeksin (e) keskiarvon vaihtelu kesiltä 1969 - 75, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.

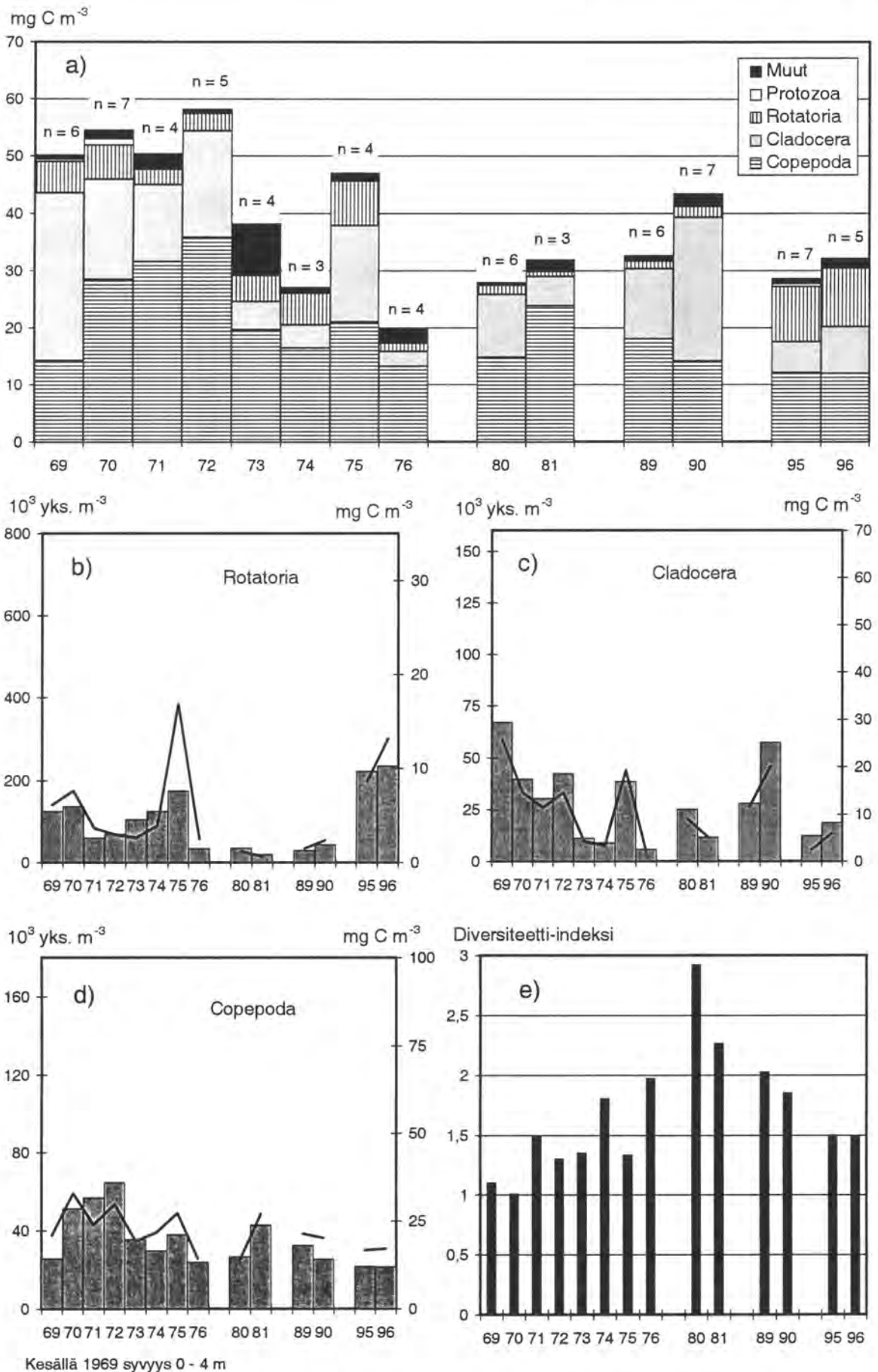


Kuva 4. Laajalahden (87) koko vesipatsaan eläinplanktonin kokonaisbiomassan ja havaintokertojen lukumäärän (a), rataseläinten (b), vesikirppujen (c) ja hankajalkaisten (d) yksilömäärän (viiva) ja biomassan (pylväs) sekä diversiteetti-indeksin (e) keskiarvon vaihtelu kesiltä 1969 - 76, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.



Kesällä 1969 syvyys 0 - 4 m

Kuva 5. Kruunuvuorenselän (18) koko vesipatsaan eläinplanktonin kokonaisbiomassan ja havaintokertojen lukumäärän (a), rataseläinten (b), vesikirppujen (c) ja hankajalkaisten (d) yksilömäärän (viiva) ja biomassan (pylväs) sekä diversiteetti-indeksin (e) keskiarvon vaihtelu kesiltä 1969 - 74, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.



Kuva 6. Katajaluodon (125) koko vesipatsaan eläinplanktonin kokonaisbiomassan ja havaintokertojen lukumäärän (a), rataseläinten (b), vesikirppujen (c) ja hankajalkaisten (d) yksilömäärän (viiva) ja biomassan (pylväs) sekä diversiteetti-indeksin (e) keskiarvon vaihtelu kesiltä 1969 - 76, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.

lahdella. Hankajalkaisten lajiluku oli suurin Katajaluodon alueella.

Margalefin diversiteetti-indeksin perusteella Katajaluodon alue (indeksiarvot 1 - 2,9) oli lähes poikkeuksetta monimuotoisin ja Laajalahti (0,3 - 1,4) sekä Vanhankaupunginselkä (0,3 - 1,6) köyhimmät alueet (kuvat 2 - 6). Vartiokylänlahdella indeksi vaihteli 0,6 ja 1,8 välillä. Monimuotoisuus oli kaikilla alueilla vähäisintä 1970-luvulla ja suurinta 1980-luvulla.

3.1.2. Lajisto

Eläinplanktonin kokonaisuusilömäärä oli suurin (keskimäärin $3,2 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) Vanhankaupunginselällä ja pienin ($0,3 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) Katajaluodon alueella (liite 3). Rataseläimet olivat vallitsevana ryhmänä Vanhankaupunginselällä, Vartiokylänlahdella ja Kruunuvuorenselällä (kuvat 2 - 6). Ne hallitsivat myös Laajalahdella, jossa kuitenkin hankajalkaiset olivat 1980-luvulla poikkeuksellisesti selvästi suurin ryhmä. Katajaluodon alueella yksilömäärältään suurin ryhmä 1980-luvulla olivat alkueläimet, mutta rataseläimiä oli eniten v. 1995 - 96.

Vanhankaupunginselällä rataseläinten lukumäärä vaihteli paljon tutkimuskauten aikana. Hankajalkaisten määrä väheni jonkin verran, mutta vesikirppuja oli niukasti koko havaintokauden.

Vartiokylänlahdella tavattiin vesikirppuja huomattavasti enemmän kuin muilla lahtialueilla. Ryhmän lukumäärä oli 1990-luvulla noin puolet tutkimuskauten alkuvuosien tasosta, tosin vuotuiset vaihtelut olivat suuria. Hankajalkaisten lukumäärä väheni Vartiokylänlahdella 1970-luvulla, jonka jälkeen ryhmän määrä pysyi lähes saman suuruisena. Rataseläinten määrä oli suurimmillaan 1970- ja 1990-lukujen puolivälissä.

Laajalahdella rataseläinten määrä vaihteli suuresti. Vesikirppujen määrä oli alkuajoina hyvin pieni, mutta kasvoi koko havaintokauden. Sen sijaan hankajalkaisten lukumäärä väheni.

Saaristohavaintopaikoilla rataseläinten määrät kohosivat v. 1995 - 96 takaisin havaintokauden alkuvuosien tasoon. Vesikirppuja oli molemmilla alueilla eniten vuosina 1989 - 90. Hankajalkaisten lukumäärät keskimäärin vähenivät, vaikka erityisesti Kruunuvuorenselällä niitä tavattiin v. 1981 erittäin paljon.

Alkueläimet (Protozoa)

Alkueläimistä määritettiin tutkimusalueella noin 15 lajia/sukua. Alkueläinten vaikean lajintunnistuksen vuoksi havaittujen taksonien lukumäärä saattoi vaihdella määrittäjän taitojen mukaan. Myös osa yksilöistä on voinut läpäistä näytteenotossa käytetyn haavin. Tämän johdosta tässä esitetään alkueläimistä tuloksia vain kuorellisten ripsieläinten alalahkosta Tintinnida.

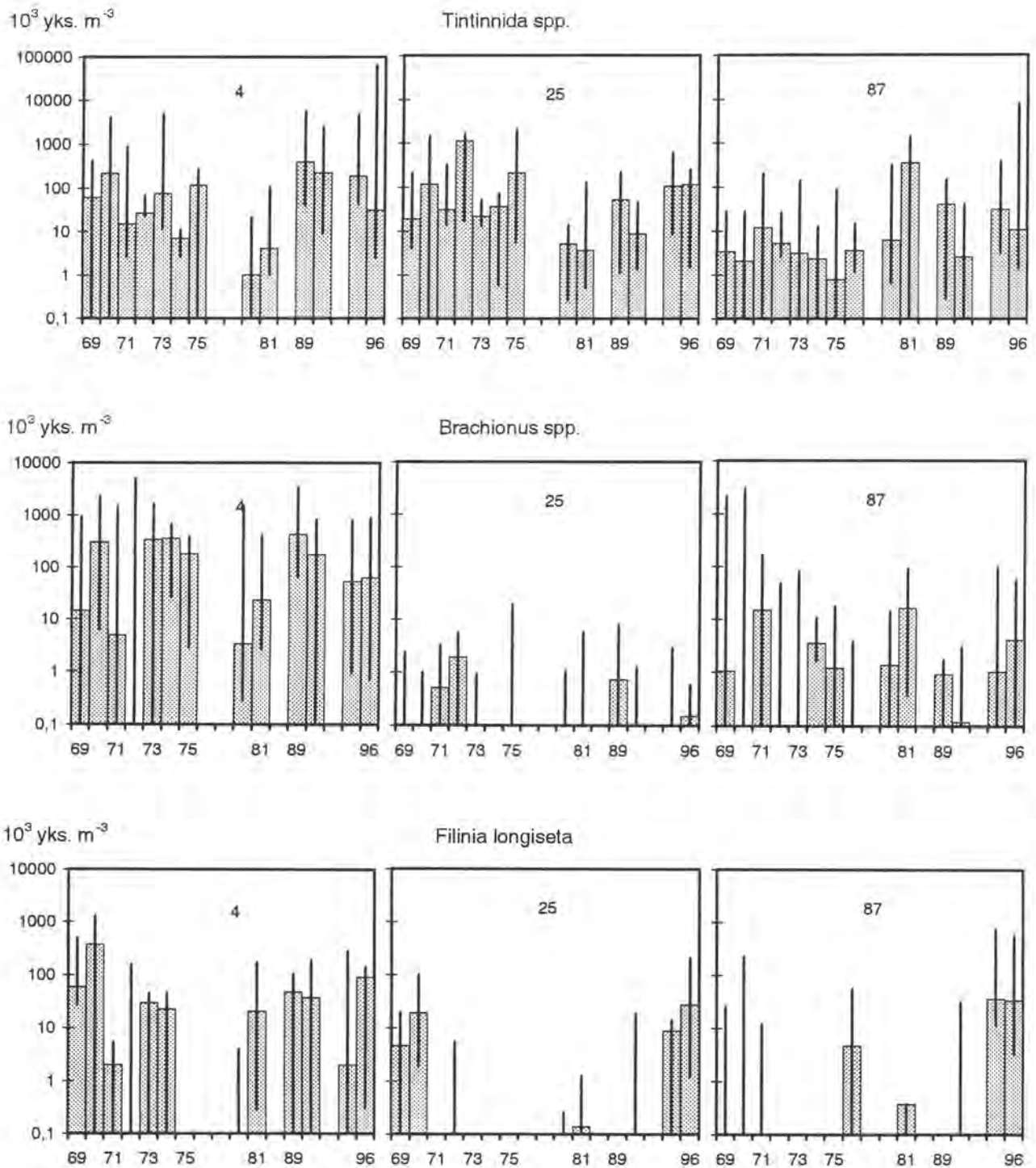
Kaikilla havaintopaikoilla tavattiin säännöllisesti ja ajoittain hyvin runsaasti lajeja *Tintinnopsis brandti*, *T. fimbriata* ja *T. lobiancoi*. Saaristossa ja Vartiokylänlahdella tavattiin lisäksi lajia *Leprotintinnus bottnicus* ja erityisesti Katajaluodon alueella lisäksi lajia *Helicostomella subulata*.

Tintinniiden määrä vaihteli kaikilla alueilla paljon niin vuosien kuin eri havaintokertojen välillä (kuvat 7 ja 8). Eniten niitä havaittiin Vartiokylänlahdella (kesämediaanien keskiarvo $0,1 \cdot 10^6$ yks m^{-3}). Havaintokauden maksimitiheys, $64 \cdot 10^6$ yks m^{-3} (*Tintinnopsis fimbriata*), oli Vanhankaupunginselällä 26.8.1996. Tintinniiden tiheys oli kaikilla havaintoalueilla pieni v. 1980. Katajaluodon alueella tintinniiden määrät olivat suurimmillaan kesällä 1970 ja kesinä 1995 - 96.

Rataseläimet (Rotatoria)

Rataseläimiä tavattiin Vanhankaupunginselällä kaikkiaan noin 40 lajia, muilla alueilla noin 20. Vanhankaupunginselällä oli koko tutkimusalueella yleisenä tavattujen lajien lisäksi paljon satunnaisia makean veden ja litoraalin lajeja. Kaikilla havaintopaikoilla esiintyviä lajeja olivat *Keratella cochlearis*, *K. cruciformis eichwaldii*, *K. quadrata quadrata*, *Synchaeta baltica*, *S. littoralis* ja *S. monopus*. Lahtialueilla esiintyivät säännöllisesti myös *Brachionus angularis*, *B. calicyflorus* ja *Filinia longiseta*.

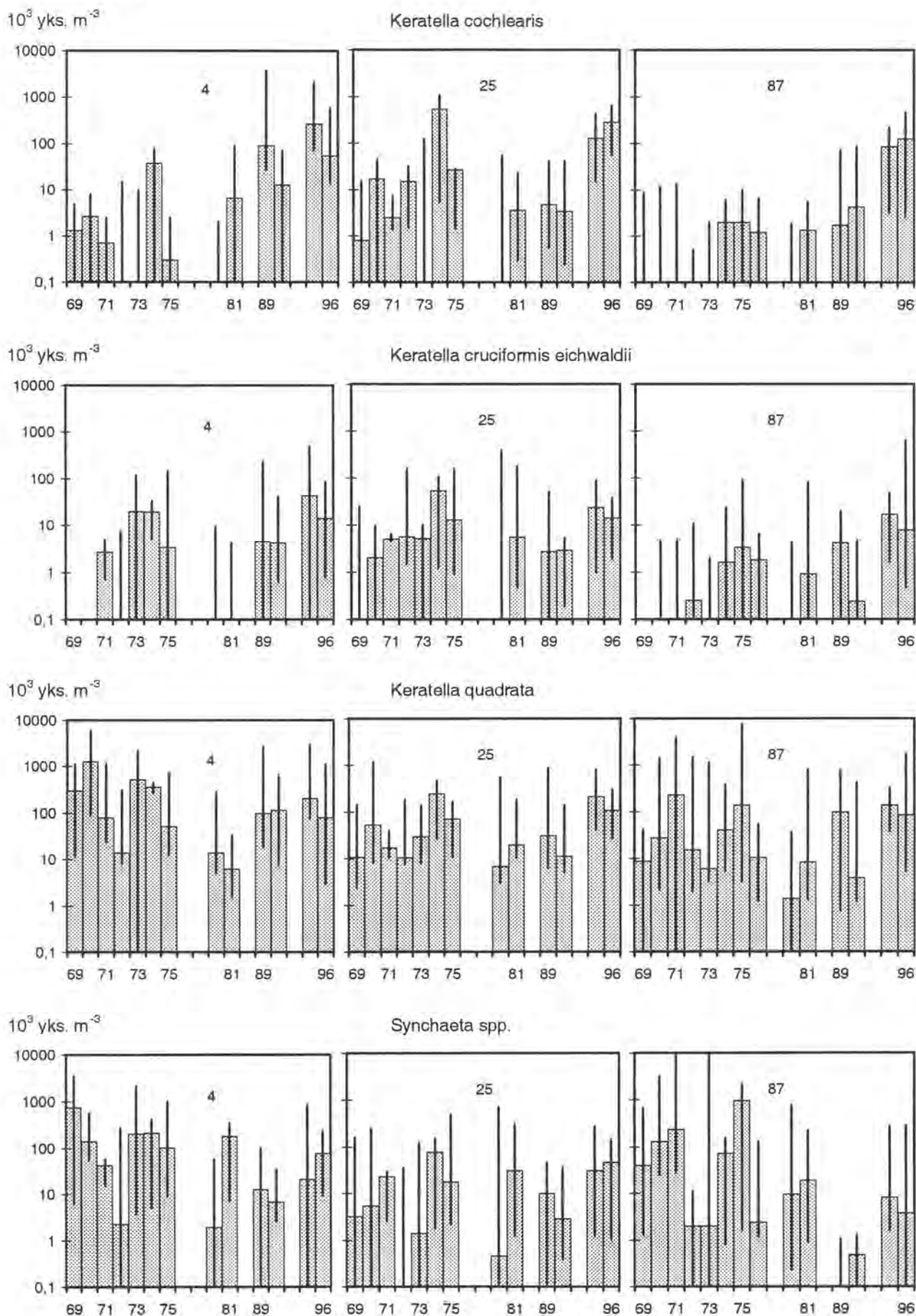
Asplanchna esiintyi säännöllisesti Vanhankaupunginselällä ja lähes joka kesä myös Laajalahdella. Suvun maksimiesiintyminen, 56 000 yks m^{-3} , todettiin Vanhankaupunginselällä 2.7.1973. Muilla alueilla sen esiintyminen oli satunnaista. Poikkeuksellisesti kesällä 1996 suku esiintyi yleisesti myös Vartiokylänlahdella ja Kruunuvuorenselällä. *Asplanchna*-suvun lajeja ei eroteltu kvantitatiivisessa määrittämisessä erikseen. Alueelta on aikaisemmin määritetty lajit *Asplanchna brightwelli* ja *A. priodonta* (Viljamaa 1972), jotka ovat makean veden lajeja.



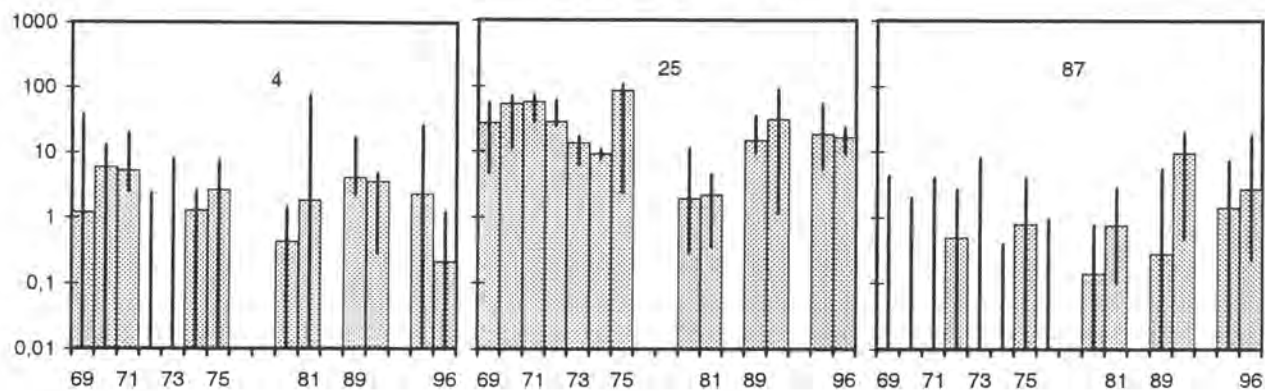
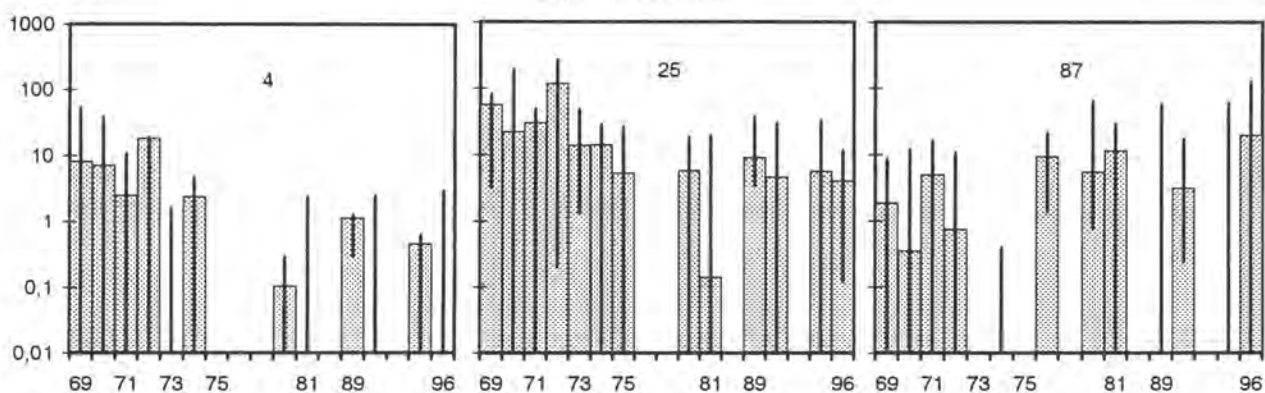
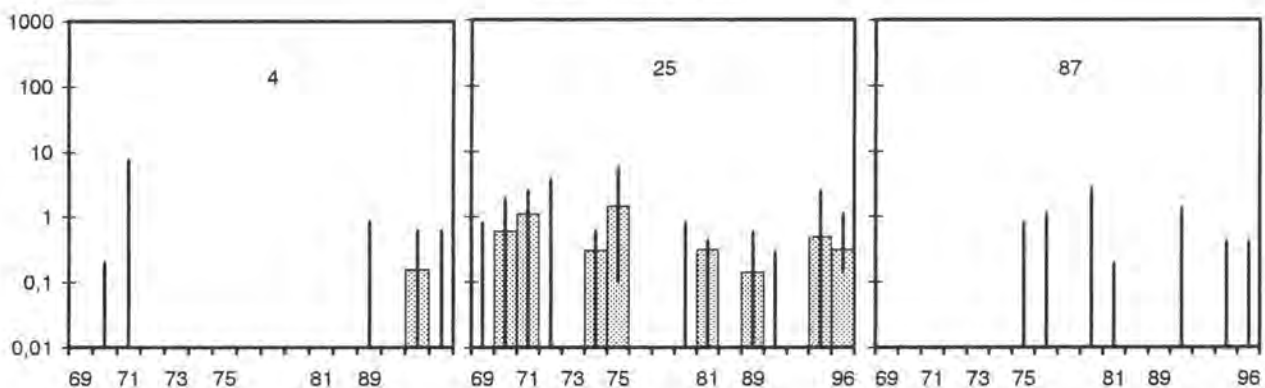
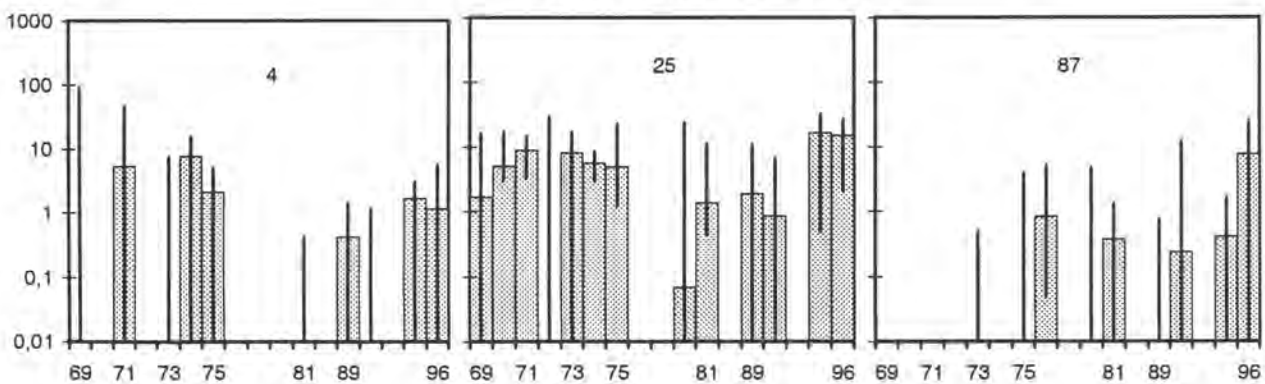
Kuva 7. Vanhankaupunginselällä (4), Vartiokylänlahdella (25) ja Laajalahdella (87) runsaana esiintyvien eläinplanktonlajien yksilömäärän mediaanit kesiltä 1969 - 75, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96. Vaihteluväli esitetty viivalla. Y-akselin asteikko ei ole kaikissa kuvissa sama.

Laajalahdella ensimmäinen jakso 1969 - 76.

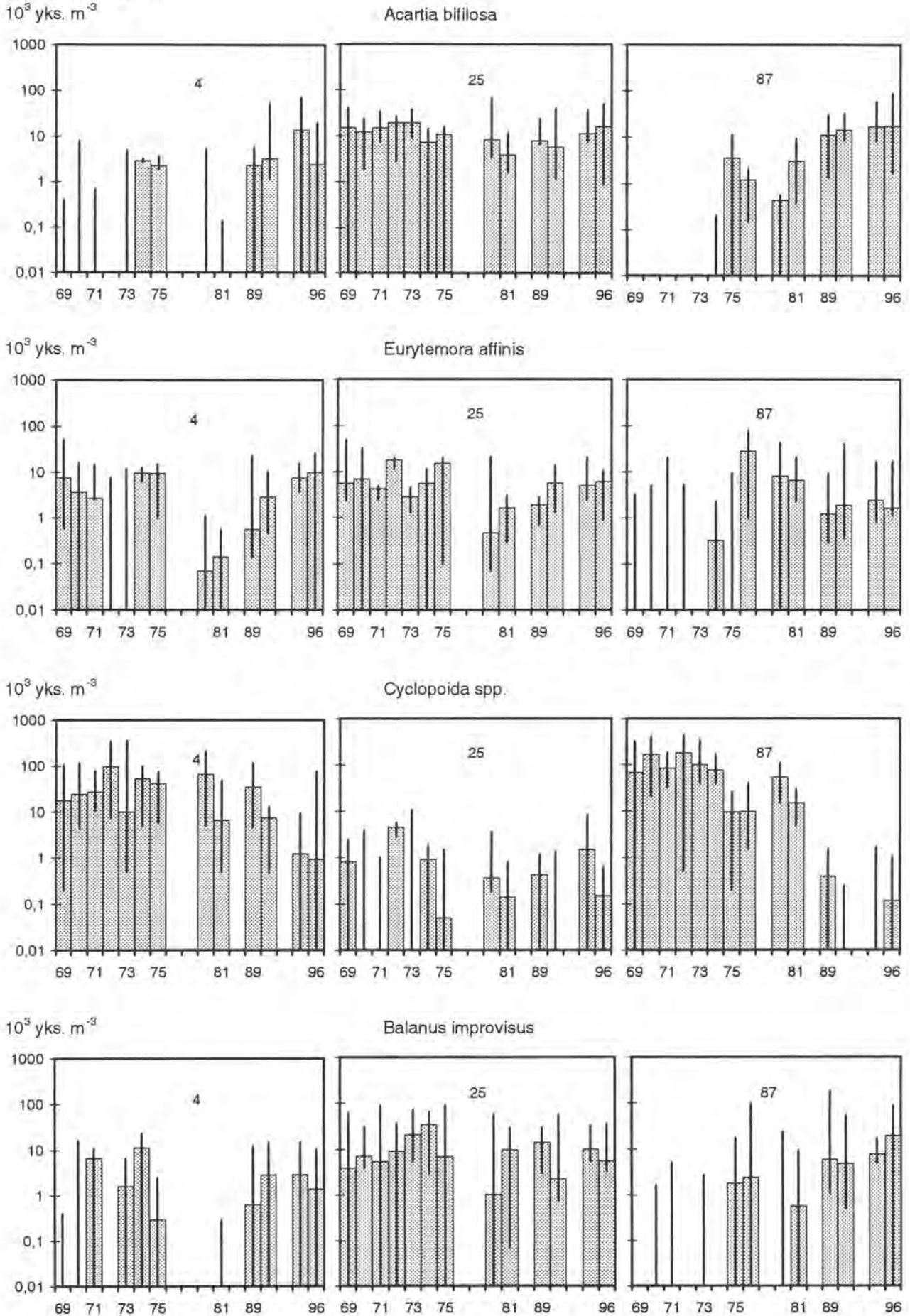
Kuva 7. Jatkuu.



Kuva 7. Jatkuu.

 10^3 yks. m^{-3} *Bosmina longispina maritima* 10^3 yks. m^{-3} *Daphnia cucullata* 10^3 yks. m^{-3} *Evadne nordmanni* 10^3 yks. m^{-3} *Pleopsis polyphemoides*

Kuva 7. Jatkuu.



Brachionus-suvun lajit ovat makean veden rataseläimiä, joita pidetään hyvin runsasravinteisen veden ilmentäjinä. Niitä tavattiin runsaasti (kesämediaanien keskiarvo $0,2 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) Vanhankaupunginselällä, jossa niiden maksimi, $5,1 \cdot 10^6$ yks m^{-3} , oli 13.6.1972 (kuva 7). Vanhankaupunginselällä suvun runsain laji oli *B. angularis*, mutta etenkin 1970-luvulla tavattiin paljon myös lajeja *B. urceus* ja *B. calyciflorus*. Laajalahdella havaittiin kesällä 1969 *B. calyciflorus* -maksimi ($1,9 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) ja kesällä 1970 *B. angularis* -piikki ($3,5 \cdot 10^6$ yks m^{-3}), mutta myöhemmin suvun yksilömäärät olivat pieniä. Vartiokylänlahdella ja saariston havaintoalueilla suku esiintyi vain harvakseltaan.

Filinia longisetata esiintyi paljon Vanhankaupunginlahdella (kesämediaanien keskiarvo 53 000 yks m^{-3}), missä sitä tavattiin runsaana erityisesti kesinä 1969 - 70 (maksimi $1,3 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) (kuva 7). Laajalahdella laji esiintyi yleisenä vasta kesinä 1995 - 96 ja Vartiokylänlahdella kesällä 1996. Saaristoalueilla laji oli harvalukuinen, sillä se on makean veden laji.

Keratella cochlearis -lajista esiintyy Helsingin merialueella yleisinä ainakin kaksi muotoa: *Keratella cochlearis cochlearis* ja *K. cochlearis recurvispina*. Näistä ensimmäistä tavattiin runsaasti etenkin Vanhankaupunginlahdella ja jälkimmäistä ulompana. *K. cochlearis recurvispina* on Hernrothin ja Ackeforsin (1979) mukaan Itämeren endeeminen laji. Tässä tarkastelussa kaikki muodot on yhdistetty varsinaisen lajinimen alle. *K. cochlearis* esiintyi runsaimpana v. 1995 - 96. Tosin Kruunuvuorenselällä ja Katajaluodon alueella lajia tavattiin runsaasti myös 1969 - 70 (kuva 8). Koko havaintokauden kesämediaanien keskiarvo oli suurin Vartiokylänlahdella ($79\ 000$ yks m^{-3}) ja maksimi ($3,8 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) Vanhankaupunginselällä 19.6.1989.

Keratella cruciformis eichwaldii oli kaikilla havaintopaikoilla vähälukuisin *Keratella*-suvun edustaja (kuvat 7 ja 8). Havaintokauden alkuvuosina ja 1980-luvulla sitä tavattiin erittäin vähän. Runsaimmin lajia esiintyi v. 1995 - 96, miltä ajalta maksimi ($0,6 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) havaittiin Laajalahdella 6.6.1996. *K. cruciformis* esiintyi poikkeuksellisen runsaana myös kesällä 1973 Kruunuvuorenselällä, jossa laji oli keskimäärin runsain (kesämediaanien keskiarvo $20\ 000$ yks m^{-3}). Tosin eri alueiden välillä ei ollut juurikaan eroja.

Keratella quadrata oli alueen runsaslukuisin rataseläin. Lajista esiintyy alueella kaksi muotoa:

Keratella quadrata quadrata ja *K. quadrata platei*. Jälkimmäinen on Hernrothin ja Ackeforsin (1979) mukaan Itämeren endeeminen laji. Tässä tarkastelussa muodot on yhdistetty lajinimen alle. *Keratella quadrata* esiintyi runsaimmin Vanhankaupunginselällä (kesämediaanien keskiarvo $0,2 \cdot 10^6$ yks m^{-3}). Laji oli runsain v. 1995 - 96 muilla alueilla paitsi Kruunuvuoren- ja Vanhankaupunginselällä, missä se esiintyi runsaimpana jo v. 1969 - 75 (kuvat 7 ja 8). Koko havaintokauden maksimi ($7,5 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) havaittiin Laajalahdella 2.6.1975.

Notholca-suvun lajit ovat makean veden eläimiä, joita Helsingin merialueella tavattiin satunnaisesti. Maksimiesiintyminen, $60\ 000$ yks m^{-3} (lähinnä lajia *Notholca striata*) havaittiin Vanhankaupunginselällä 17.6.1969. Suvun muista lajeista esiintyvät *N. acuminata* ja *N. caudata*.

Polyarthra-sukua tavattiin lähinnä Vanhankaupunginselällä, ja sielläkin yleisimmän vain kesinä 1981 ja 1996. Suurin yksilömäärä ($55\ 000$ yks m^{-3}) havaittiin 21.7.1981.

Synchaeta-suvusta esiintyy alueella useita lajeja, joiden erottelu on vaikeaa säilötyistä näytteistä. Tässä käsitellään koko sukua yhteensä, sekä erikseen kolmea kohtalaisen helposti tunnistettavaa lajia: *Synchaeta monopus*, *S. baltica* ja havaintojaksena 1969 - 75 määritettyä *S. littoralis*. Suku esiintyi runsaimpana Vanhankaupunginselällä (kesämediaanien keskiarvo $0,1 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) (kuvat 7 ja 8) (taulukko 3). Havaintokauden maksimi ($10,6 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) (*S. littoralis*) havaittiin Laajalahdella 4.6.1973. *Synchaeta*-suku oli kesinä 1972 ja 1980 kaikilla alueilla poikkeuksellisen vähälukuinen. Rehevöityneimmillä lahtialueilla *Synchaeta*-suvusta suurin osa oli pieniä lajeja. Vanhankaupunginselällä ja Laajalahdella vallinneet pienet (100 ja 200 μm kokoiset) *Synchaeta*-lajit olivat luultavimmin myös 1980- ja 90-luvuilla lajia *S. littoralis*. Muilla havaintopaikoilla vallitsevana oli *S. baltica*, jota tavattiin kaikilla alueilla määrällisesti eniten v. 1995 - 96. *S. monopus* esiintyi lähinnä saaristossa, mutta sielläkin melko vähälukuisena.

Vesikirput (Cladocera)

Bosmina longispina maritima oli alueen runsaslukuisin vesikirppu. Sitä esiintyi eniten Vartiokylänlahdella (kesämediaanien keskiarvo $28\ 000$ yks m^{-3}) (kuvat 7 ja 8). Lajin maksimi ($0,5 \cdot 10^6$ yks m^{-3}) tavattiin kuitenkin Kruunuvuorenselällä 2.8.1990. Vartiokylänlahdella *Bosminaa* oli runsaimmin v. 1969 - 75, mutta muilla alueilla v. 1989 - 90. Laji karttaa alle 2 %:n suolapitoisuutta ja esiintyy Itämeressä endeemisenä (Purasjoki 1958). Täs-

sä työssä Vanhankaupunginselällä ja Laajalahdella lajia tavattiin vain vähän, mutta viime vuosina sen määrä on kasvanut.

Cercopagis pengoe -petovesikirppua tavattiin satunnaisesti Kruunuvuorenselällä ja Katajaluodon alueella ensimmäisen kerran kesällä 1995. Lahti-alueiden näytteistä lajia ei vielä löydetty. Tämä Kaspienmereltä kotoisin oleva suurikokoinen vesikirppulaji tavattiin Itämeressä ensimmäisen kerran Riianlahdella kesällä 1992 (Ojaveer & Lumberg 1995).

Daphnia cucullata esiintyi runsaimpana (kesämediaanien keskiarvo 22 000 yks m⁻³) Vartiokylänlahdella, jossa lajin esiintymishuippu (0,3 * 10⁶ yks m⁻³) havaittiin 11.7.1972. Lajia tavattiin muilla alueilla vain vähän (kuvat 7 ja 8). *Daphnia cucullata* on makean veden laji, jonka runsas esiintyminen ajoittui lämpimpiin aikoihin.

Evadne nordmanni -vesikirppu esiintyi pääasiassa saaristossa, runsaimpana (kesämediaanien keskiarvo 1000 yks m⁻³) Katajaluodon alueella, jossa suurin yksilömäärä (6000 yks m⁻³) havaittiin 22.6.1989 (kuvat 7 ja 8). *Evadne* sietää laajaa suolapitoisuuden vaihtelua (holoeurysaliininen) ja kestää suolaisuuden laskun 2 ‰:een asti (Hernroth & Ackefors 1979).

Leptodora kindti -petovesikirppu on makean veden laji, joka esiintyi harvakseltaan lahtialueilla. Maksimi (13 000 yks m⁻³) havaittiin Vanhankaupunginselällä 30.6.1969.

Pleopsis (Podon) polyphemoides esiintyi tutkituil-

la alueilla säännöllisesti Vanhankaupunginselkää ja Laajalahtea lukuun ottamatta (kuvat 7 ja 8). Laji oli runsain yleensä kesällä 1996, kuitenkin yksilömäärä oli melko pieni. Esiintymishuippu (93 000 yks m⁻³) oli Kruunuvuorenselällä jo 20.7.1971. Laji on *Evadnen* tavoin holoeurysaliini (Hernroth & Ackefors 1979). *Pleopsis* on Halmeen (1958) mukaan viileän veden laji, kuten tämäkin selvitys osoitti.

Podon intermedius esiintyi satunnaisesti ja erittäin harvalukuisena Kruunuvuorenselällä ja Katajaluodon alueella.

Lisäksi tavattiin makean veden vesikirppulajeja *Chydorus* sp. ja *Ceriodaphnia* sp., joiden esiintyminen lahtialueilla oli hyvin satunnaista.

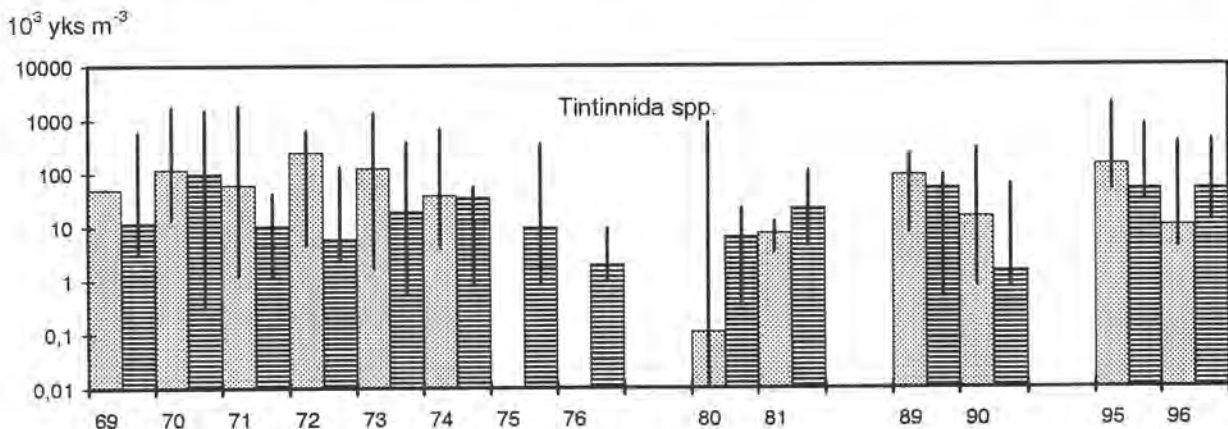
Hankajalkaiset (Copepoda)

Hankajalkaisten seuraavassa käsiteltävät yksilömäärät sisältävät kopepodiittivaiheet eli viisi nuoruusvaihetta sekä sukukypsät aikuiset.

Calanoida-lahko

Acartia bifilosa esiintyi runsaimpana Vartiokylänlahdella (kesämediaanien keskiarvo 12 000 yks m⁻³), missä se oli yleisin hankajalkaislaji (kuvat 7 ja 8). Saaristoalueella sitä tavattiin runsaimmin v. 1980 - 81. Laajalahdelta ja Vanhankaupunginselältä *Acartia bifilosa* puuttui lähes tyystin 1970-luvun puoliväliin saakka, minkä jälkeen sen yksilömäärä kasvoi huomattavasti. Lajin maksimi (89 000 yks m⁻³) tavattiinkin Laajalahdella 26.8.1996.

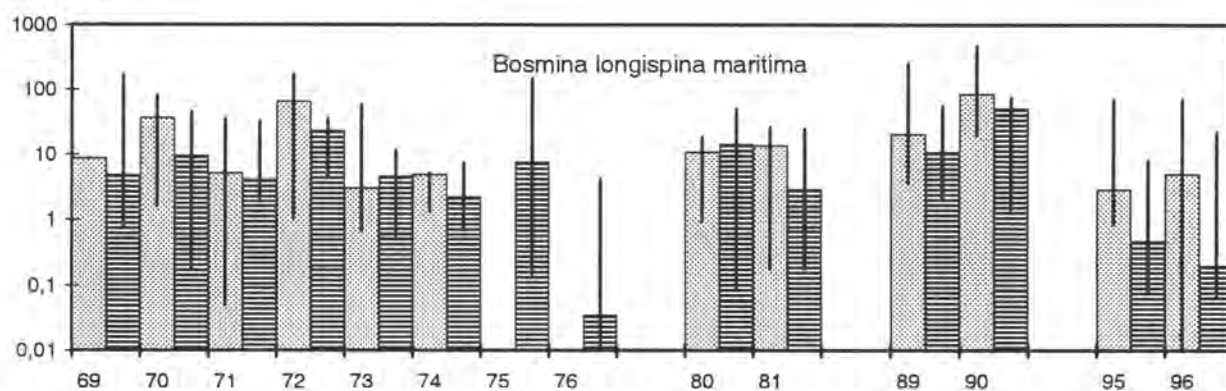
Eurytemora affinis oli yleisin hankajalkaislaji



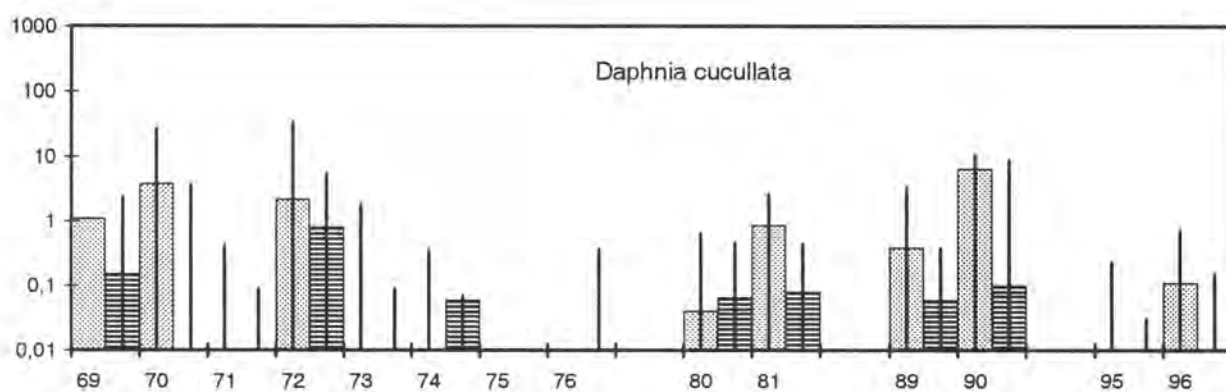
Kuva 8. Kruunuvuorenselällä (18) (harmaa pylväs) ja Katajaluodon alueella (125) (vinoviivoitus) runsaana esiintyvien eläinplanktonlajien yksilömäärän mediaanit kesiltä 1969 - 76 (Kruunuvuorenselällä 1969 - 74), 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96. Vaihteluväli esitetty viivalla. Y-akselin asteikko ei ole kaikissa kuvissa sama.

Kuva 8. Jatkuu

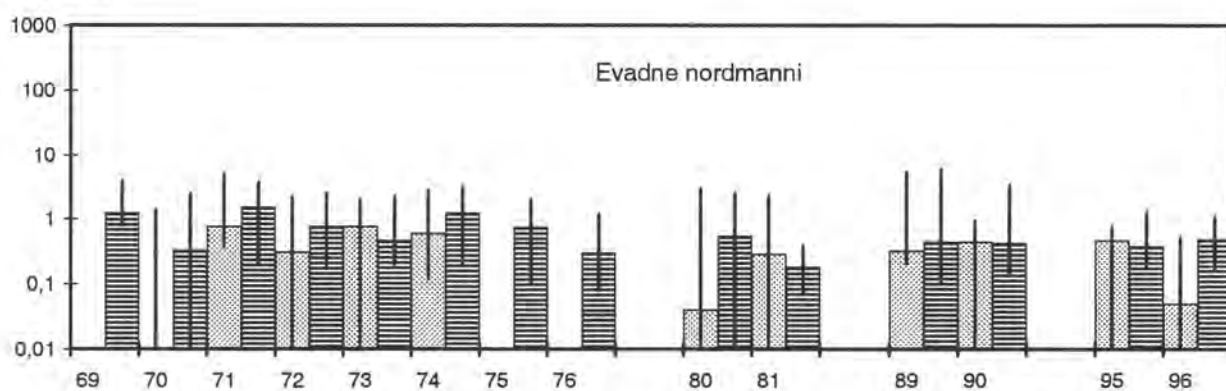
10^3 yks m^{-3}



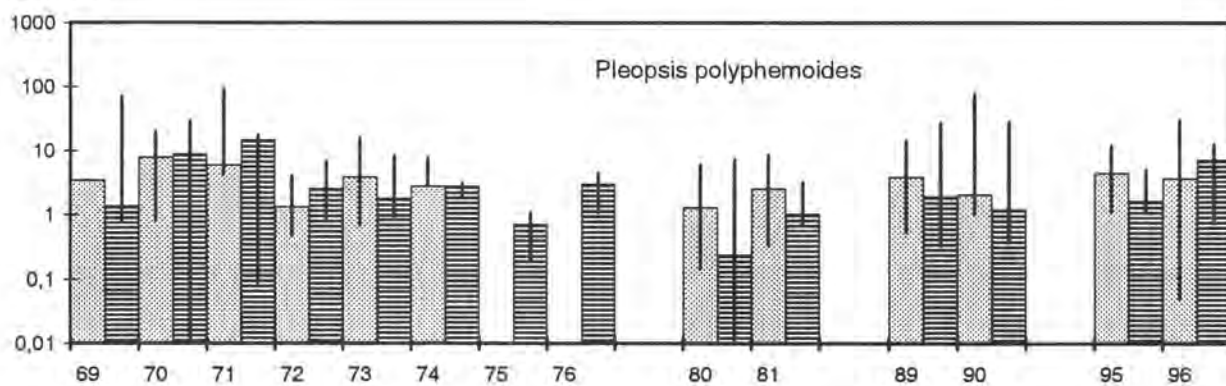
10^3 yks m^{-3}



10^3 yks m^{-3}

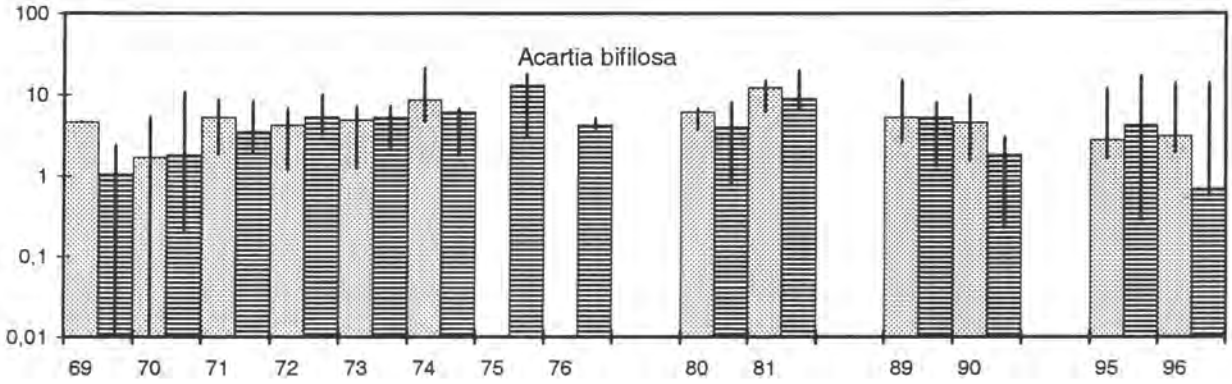


10^3 yks m^{-3}

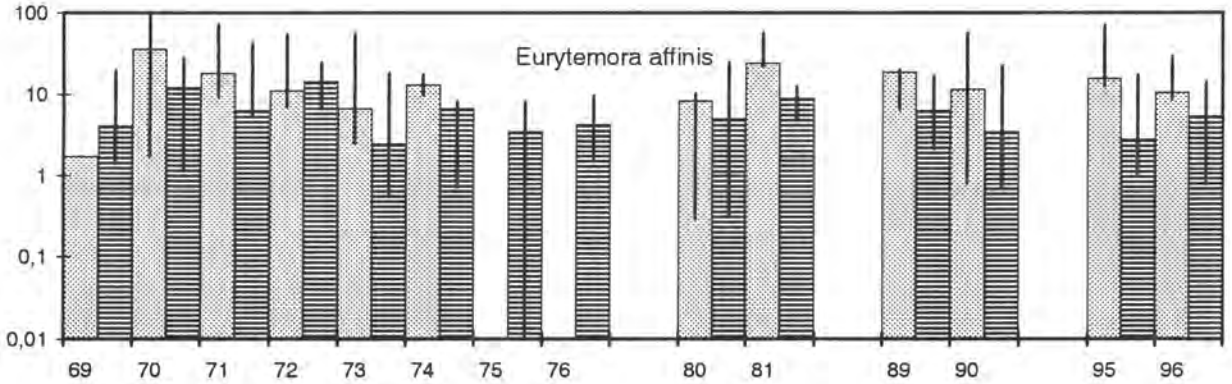


Kuva 8. Jatkuu.

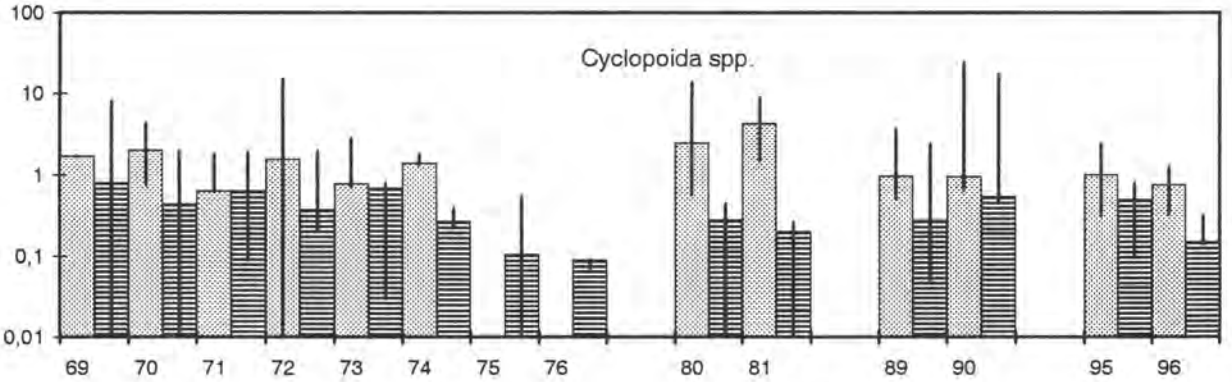
10^3 yks m^{-3}



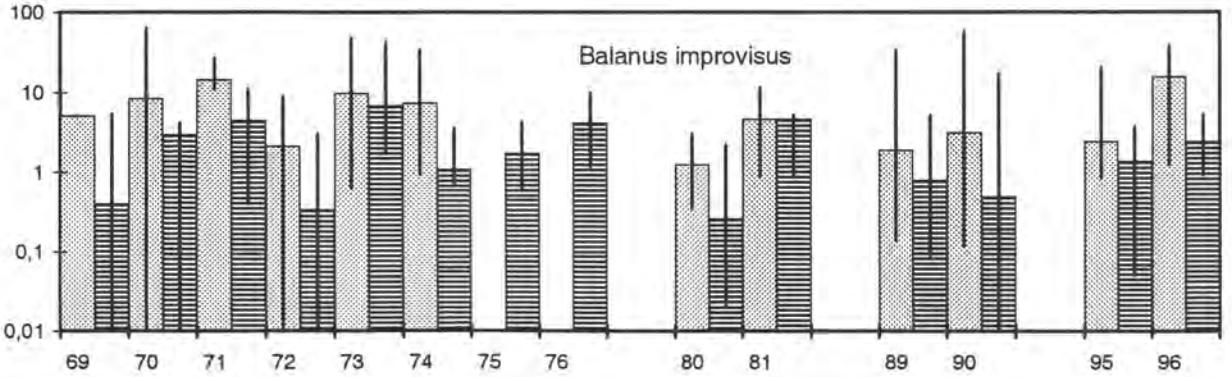
10^3 yks m^{-3}



10^3 yks m^{-3}



10^3 yks m^{-3}



Taulukko 3. *Synchaeta*-taksonien osuudet (%) koko suvun yksilömäärästä eri havaintojaksoina.

Taksoni / Jakso	Havaintopaikka				
	4	25	87	18	125
<i>Synchaeta baltica</i>					
1969 - 76	8	87	5	54	72
1980 - 81	0	70	4	89	93
1989 - 90	81	88	-	68	73
1995 - 96	33	57	68	63	76
<i>Synchaeta monopus</i>					
1969 - 76	0	8	0	14	23
1980 - 81	0	28	0	11	6
1989 - 90	12	12	-	29	24
1995 - 96	17	6	2	16	15
<i>Synchaeta</i> , pienet					
1969 - 76	92	5	95	32	6
1980 - 81	100	2	96	0	1
1989 - 90	7	0	-	4	3
1995 - 96	50	37	30	21	9

saaristoalueella (kuva 8). Runsaimmin (kesämediaanien keskiarvo 15 000 yks m⁻³) sitä esiintyi Kruunuvuorenselällä, jossa havaittiin 18.8.1970 myös lajin maksimi (92 000 yks m⁻³). Laajalahdella lajia tavattiin vasta 1970-luvun puolivälin jälkeen (kuva 7). *Eurytemora affinis* on murtovesilaji, joka esiintyy 8 %:n suolaisuuteen asti (Hernroth & Ackefors 1979).

Satunnaisesti Helsingin merialueella tavattiin Calanoida-lahkon lajia *Limnocalanus macrurus*. Katajaluodon alueella tavattiin lisäksi säännöllisesti lajia *Temora longicornis* sekä harvemmin lajeja *Pseudocalanus elongatus* ja *Centropages hamatus*, joiden suolapitoisuusvaatimukset ovat korkeammat.

Cyclopoida-lahko

Cyclopoida-hankajalkaiset olivat Laajalahdella ja Vanhankaupunginselällä yleisimpiä hankajalkaisia (kuva 7). Purasjoen ja Viljamaan (1984) mukaan suurin osa Helsingin rehevien lahtien kyklooppihankajalkaisista on lajia *Acanthocyclops robustus* (G.O. Sars). Muita tavattuja lajeja olivat *Mesocyclops leuckarti* ja *Thermocyclops oithonoides*. Cyclopoida-hankajalkaiset esiintyivät runsaimpina (kesämediaanien keskiarvo 55000 yks m⁻³) Laajalahdella, missä myös maksimi (430 * 10³ yks m⁻³) tavattiin 24.7.1972. Kyklooppihankajalkaisten yksilömäärä väheni kuitenkin huomattavasti 1970-luvun puolivälistä alkaen rehevillä lahtialueilla, eikä niitä 90-luvulla esiintynyt Laajalahdella juuri lainkaan. Vartiokylänlahdella ja saaristossa Cyclopoida-hankajalkaisia tavattiin koko havaintokautena vain satunnaisesti (kuva 8).

Muut eläimet

Balanus improvisus-merirokon naupliustoukkia tavattiin kaikilla havaintopaikoilla, mutta hyvin vähän kaikkein rehevöityneimmässä vesissä, esim. Laajalahdessa havaintokauden alkujaksona ja Vanhankaupunginselällä 1980-luvulla (kuvat 7 ja 8). Runsaimpina ne esiintyivät Vartiokylänlahdella (kesämediaanien keskiarvo 10 000 yks m⁻³).

3.2. Biomassa

Eläinplanktonin kokonaisbiomassan kesäarvojen keskiarvo koko vesipatsaassa oli lahtialueilla noin 140 mg C m⁻³, Kruunuvuorenselällä 90 mg C m⁻³ ja Katajaluodon alueella 40 mg C m⁻³ (liite 4). Biomassa oli suurin vuosina 1969 - 76 ja pienin 1980 - 81 muilla alueilla, paitsi Laajalahdella, jossa se oli suurin v. 1995 - 96 ja pienin 1989 - 90 (kuvat 1 - 6). Eläinplanktonbiomassan maksimi (470 mg C m⁻³) havaittiin Vartiokylänlahdella kesällä 1972, jolloin 84 % biomassasta muodostui vesikirpuista.

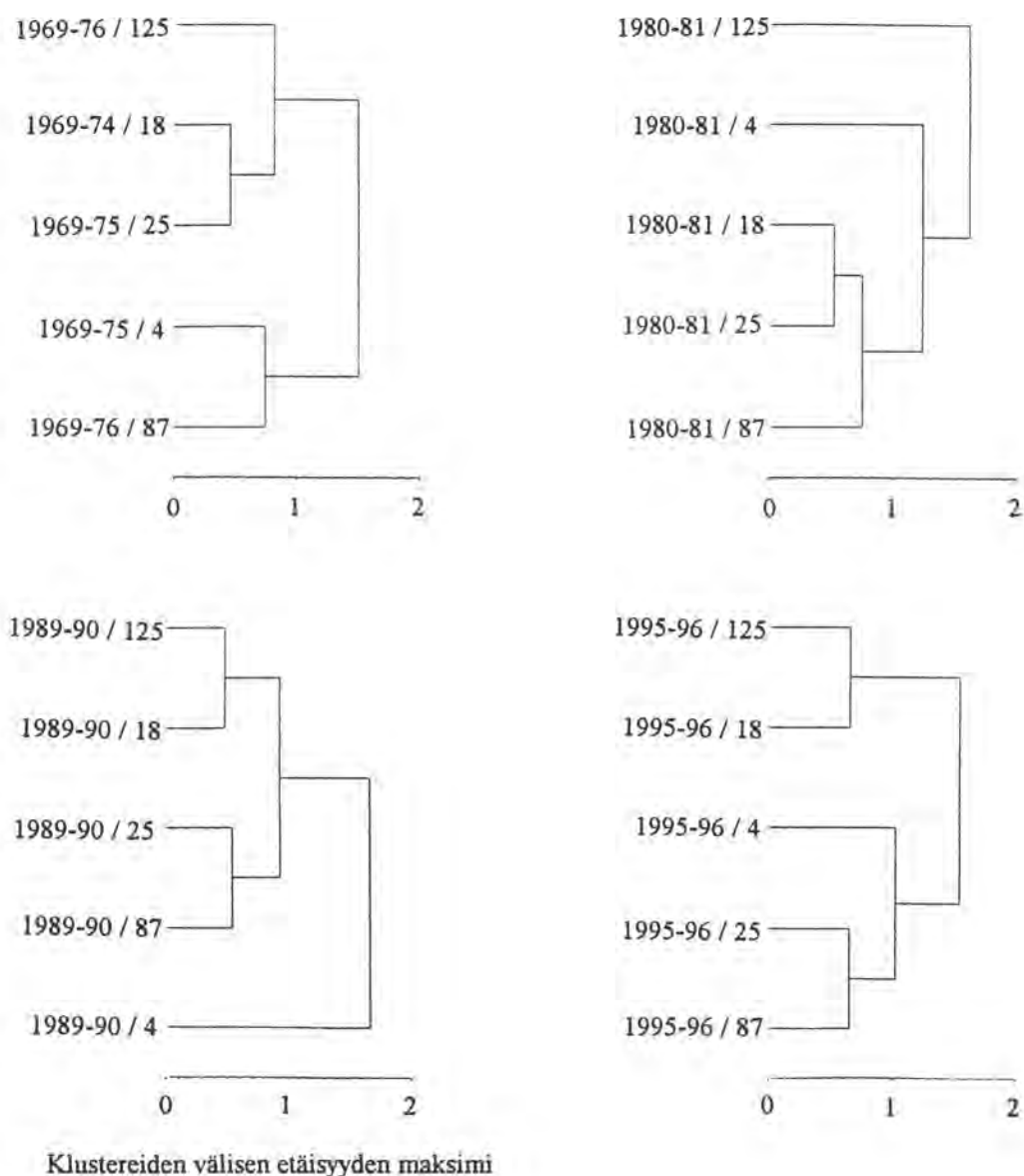
Vanhankaupunginselällä rataseläinten biomassa (noin 40 mg C m⁻³) ei tutkimuskauden aikana juurikaan muuttunut (kuvat 1 ja 2). Sen sijaan vesikirppujen biomassa väheni viidesosaan ja hankajalkaisten (lähinnä Cyclopoida-ryhmä) puoleen havaintokauden alusta.

Vartiokylänlahdella vesikirput olivat suurin ryhmä ja muodostivat koko tarkastelukauden aikana noin puolet biomassasta (kuvat 1 ja 3). Tosin vesikirppujen biomassa väheni vuosien 1969 - 75 (keskimäärin 130 mg C m⁻³) jälkeen kolmasosaan. Myös hankajalkaisten biomassa pieneni, mutta vuosina 1995 - 96 se oli taas suurempi.

Laajalahti muuttui 90-luvulla selvästi syklooppihankajalkaisvaltaisesta yhteisöstä vesikirppuvaltaiseksi (kuvat 1 ja 4). Kesällä 1996 vesikirppuja oli n. 170 mg C m^{-3} , mikä oli lähes 20 kertaa enemmän kuin havaintokauden alkuvuosina. Hankajalkaisten biomassa väheni kesien 1969 - 76 keskiarvosta (120 mg C m^{-3}) viidesosaan

tutkimuskauden loppuvuosina. Rataseläinten biomassassa vaihteli vuosittain hyvin paljon.

Kruunuvuorenselällä ja Katajaluodon alueella eläinplanktonin kokonaisbiomassa väheni lähinnä hankajalkaisten määrän vähenemisen vuoksi (kuvat 1, 5 ja 6). Vesikirppujen määrä oli suurin vuo-



Kuva 9. Klusterianalyysi eri havaintopaikoista tärkeimpien lajien yksilömäärän mukaan ryhmiteltynä kesinä 1969 - 75, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.

Kruunuvuorenselällä ensimmäinen jakso 1969 - 74 ja Laajalahdella sekä Katajaluodon alueella 1969 - 76.

sina 1989 - 90, Kruunuvuorenselällä keskimäärin 50 mg C m^{-3} ja Katajaluodon alueella 20 mg C m^{-3} . Tällöin koko yhteisö oli vesikirppuvaltainen. Rataseläinten biomassassa pieneni 80-luvulla kolmasosaan, mutta kasvoi 90-luvulla Katajaluodon alueella kaksinkertaiseksi ja Kruunuvuorenselällä samalle tasolle havaintokauden alkuvuosiin verrattuna.

3.3. Havaintopaikkojen samankaltaisuus

Ryhmittelyanalyysissä eläinplanktonyhteisöjen perusteella havaintopaikoista erottui havaintokauden ensimmäisellä jaksolla (v. 1969 - 76) kaksi havaintopaikkaparia: Vanhankaupunginselkä - Laajalahti sekä Kruunuvuorenselkä - Vartiokylänlahti (kuva 9). Katajaluodon eläinplanktonyhteisö ryhmittyi lähelle jälkimmäistä paria.

Seuraavana havaintojaksona (v. 1980 - 81) Kruunuvuorenselkä ja Vartiokylänlahti olivat edelleen lähellä toisiaan, mutta Laajalahti ja Vanhankaupunginselkä olivat selvästi erillään. Laajalahti ryhmittyi lähelle edellistä paria. Vanhankaupunginselällä eläinplanktonyhteisö muuttui 80-luvulla hankajalkaisvaltaisesta rataseläinvaltaiseksi.

Vuosina 1989 - 90 Vanhankaupunginselän eläinplanktonyhteisö erosi muista havaintopaikoista selvästi. Katajaluoto ja Kruunuvuorenselkä sekä samoin Vartiokylänlahti ja Laajalahti ryhmittyivät pareiksi.

Viimeisellä jaksolla (v. 1995 - 96) Vanhankaupunginselän yhteisö läheni hieman muita lahti-alueita, mutta muuten ryhmittely oli sama kuin edellisellä jaksolla. Siten koko tarkastelukauden aikainen eläinplanktonin lajistokehitys Laajalahdella muuttui vähemmän reheväksi ja eriytti Vanhankaupunginselän muista poikkeavaksi alueeksi.

3.4. Eläinplanktonin ja ympäristötekijöiden suhteet

3.4.1. CCA-analyysi

Merkittävimpien eläinplanktolajien esiintymiseen vaikuttavia ympäristötekijöitä esittäviä ordinaatiodiagrammikuviä tulkittiin projisoimalla lajien pisteitä suorassa kulmassa kuhunkin ympäristötekijävektoriin (kuva 10). Tätä kohtaa vektorilla voidaan pitää lajin optimina k. o. ympäristömuuttujaan ja verrata optimipistettä muiden lajien vastaaviin optimipisteisiin. Koordinaatioakselien leikkauspistettä (origoa) lähellä sijaitsevien lajien voidaan tulkita viihtyvän

“keskinkertaisissa” oloissa tai niillä ei ole merkittävää yhteisvaihtelua tutkittujen ympäristötekijöiden kanssa. Ympäristötekijävektoreissa on oleellista niiden suunta ja suhteellinen pituus: mitä pidempi vektori, sitä suurempi yhteisvaihtelu sillä on tutkittujen lajien kanssa. Keskinäinen korrelaatio näkyi kuvassa vektoreiden samansuuntaisuutena. Vektoreita voidaan tarvittaessa jatkaa origon toiselle puolelle.

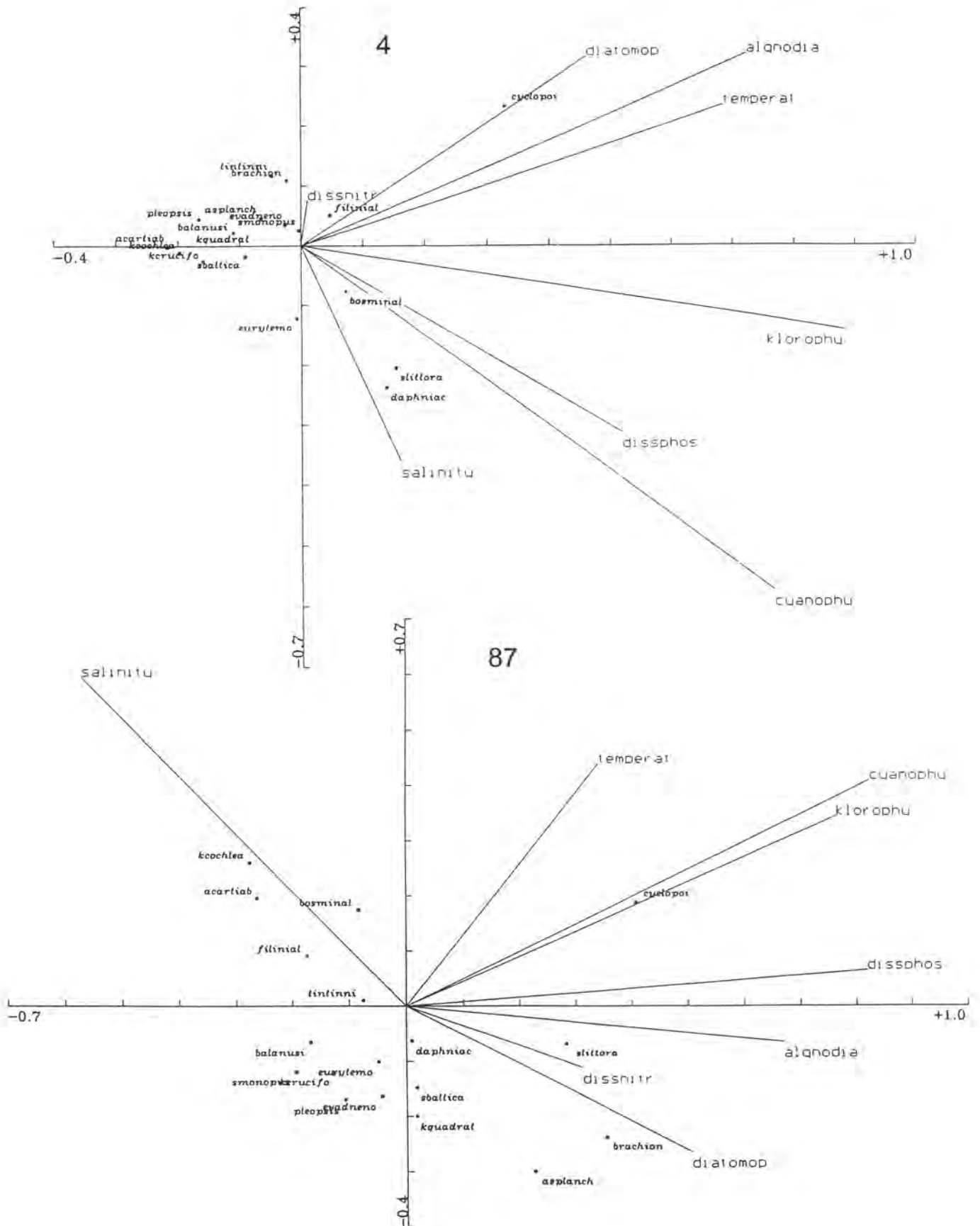
CCA-analyysin mukaan Vanhankaupunginselän eläinplanktonyhteisöillä oli suurin yhteisvaihtelu sinilevien biomassan kanssa (kuva 10). Muita tärkeitä ympäristömuuttujia olivat veden *a*-klorofyllipitoisuus, muut syötäväksi soveltuvat levät kuin piilevät ja lämpötila. Näistä tekijöistä monet olivat keskenään korreloivia. *Daphnia cucullata*, *Synchaeta* spp. (pienet) ja Cyclopoidat esiintyivät vedessä, jossa oli korkea klorofyllipitoisuus ja paljon sinilevää toisin kuin *Acartia bifilosa*, *Keratella cochlearis* ja *Pleopsis polyphemoides*. Cyclopoidien optimilämpötila oli lisäksi muita korkeampi.

Laajalahdella eläinplanktonlajistolla oli suurin yhteisvaihtelu suolaisuuden, sinilevien määrän sekä veden *a*-klorofylli- ja fosfaattipitoisuuden kanssa, jotka suolaisuutta lukuun ottamatta korreloivat keskenään positiivisesti (kuva 10). Cyclopoidat, *Brachionus* spp. ja *Synchaeta* spp. (pienet) suosivat fosfaattipitoista, runsasleväistä vettä. Tällaista vettä karttoivat *K. cochlearis*, *Acartia bifilosa* ja *S. monopus*. Suolaisessa vedessä viihtyivät *K. cochlearis*, *A. bifilosa* ja *Bosmina longispina maritima*, makeassa *Brachionus* spp. ja *Asplanchna* spp.

Kruunuvuorenselällä ja Katajaluodon alueella oli eläinplanktonlajeilla suuri yhteisvaihtelu syötäväksi mahdollisesti kelpaavien piilevien määrän kanssa (kuva 10). Kruunuvuorenselällä muita tärkeitä ympäristömuuttujia olivat muut levät, lämpötila ja fosfaattipitoisuus, jotka kaikki kolme olivat keskenään positiivisesti korreloivia.

Kruunuvuorenselällä satunnaisesti tavatut *Podon intermedius* ja *Temora longicornis* esiintyivät leväpitoisessa ja lämpimässä vedessä, jossa oli suhteellisen korkea suola- ja fosfaattipitoisuus. Sitä vastoin esim. *Evadne nordmanni*, *K. cruciformis eichwaldii* ja *Pleopsis polyphemoides* esiintyivät, kun leviä oli vähän ja vesi viileää.

Katajaluodon alueella tärkeä ympäristömuuttuja oli myös veden suolaisuus syötävien levien lisäksi. Katajaluodolla piileväisessä ja kylmässä vedessä

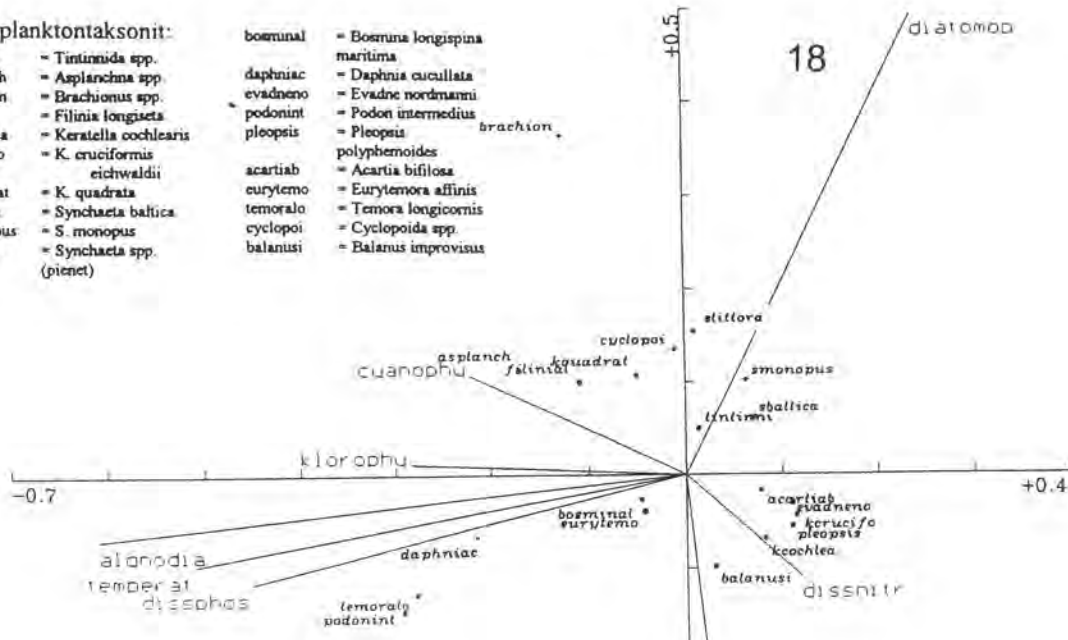


Kuva 10. Kanonisen korrespondenssianalyysin (CCA) ordinaatiodiagrammikuva tärkeimpien eläinplanktonitaksonien (pisteet) ja ympäristötekijöiden (vektorit) välillä Vanhankaupunginselällä (4), Laajalahdella (87), Kruunuvuorenselällä (18) ja Katajaluodon alueella (125) kesinä 1969 - 74, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.

Eläinplanktonitaksiinit:

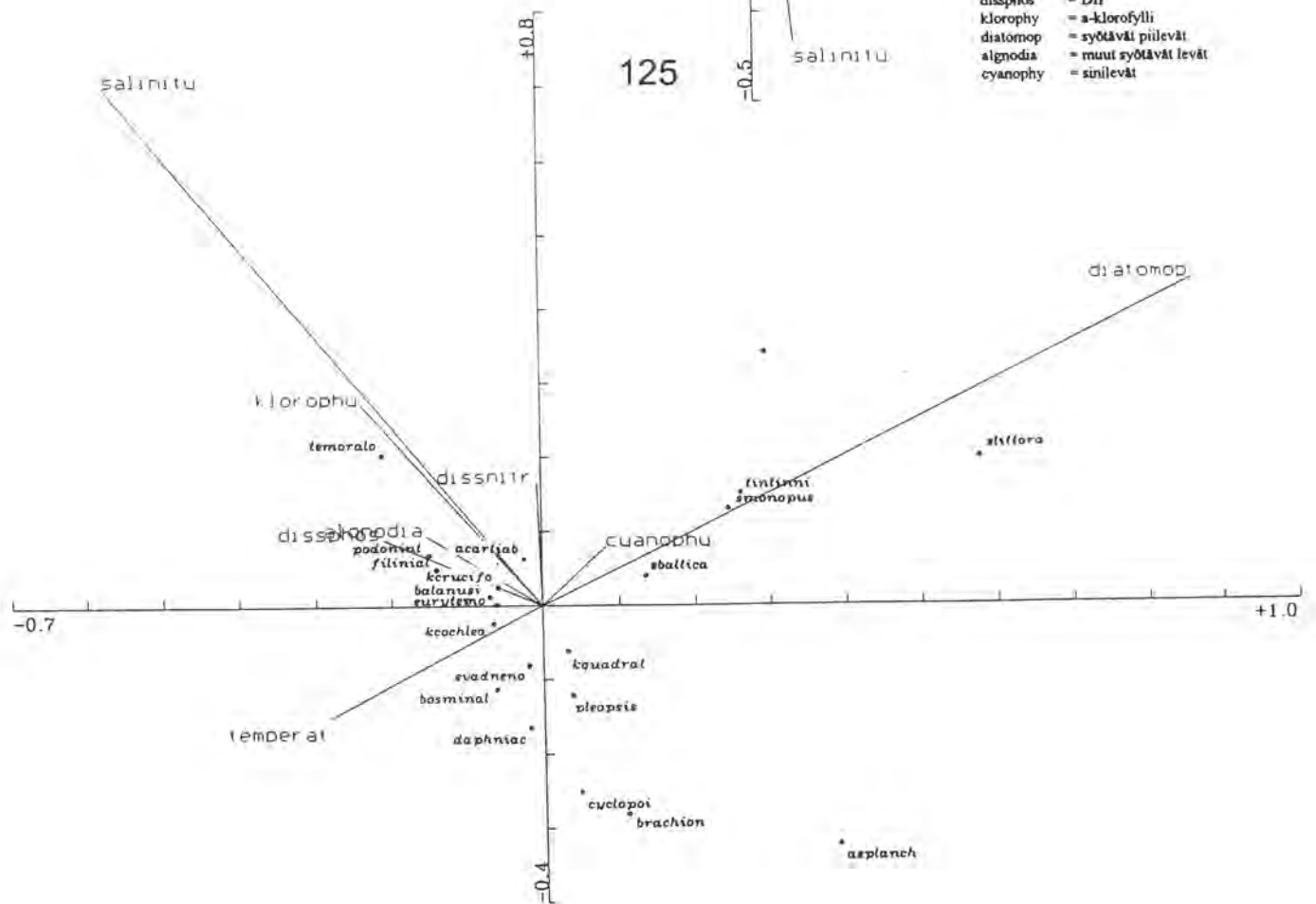
- tintinni = *Tintinnida* spp.
- asplanch = *Asplanchna* spp.
- brachion = *Brachionus* spp.
- filinia = *Filinia longiceta*
- koocilea = *Keratella cochlearis*
- kerucifo = *K. cruciformis*
- kquadrat = *K. quadrata*
- sbaltica = *Synchaeta baltica*
- emonopus = *S. monopus*
- sittora = *Synchaeta* spp. (pienet)

- bosminal = *Bosmina longispina* *maritima*
- daphniac = *Daphnia cucullata*
- evadneno = *Evadne nordmanni*
- podonint = *Podon intermedius*
- pleopsis = *Pleopsis polyphemoides*
- acartiab = *Acartia biflosa*
- eurytemo = *Eurytemora affinis*
- temoralo = *Temora longicornis*
- cyclopoi = *Cyclopoida* spp.
- balanusi = *Balanus improvisus*



Ympäristötekijät:

- temperat = lämpötila
- salinitu = suolaisuus
- dissnitr = DIN
- dissphos = DIP
- klorofy = a-klorofylli
- diatomop = syötävät pölvät
- algnodia = muut syötävät levät
- cyanophy = sinilevät



Kuva 10. Jatkuu.

Taulukko 4. Eläinplanktonlajien ryhmittely erilaisiin ympäristöolosuhteisiin CCA-analyysin mukaan.

Lämpimässä vedessä esiintyneet	<i>Daphnia</i> sp. ja lahtialueilla <i>Cyclopoida</i> spp. ja <i>Synchaeta</i> spp. (pienet)
Viileässä vedessä esiintyneet	<i>Keratella cruciformis</i> , <i>K. cochlearis</i> ja <i>Pleopsis polyphemoides</i>
Suolaisessa vedessä esiintyneet	<i>Podon intermedius</i> , <i>Temora longicornis</i>
Makeassa vedessä esiintyneet	<i>Brachionus</i> spp., <i>Asplanchna</i> sp., <i>Keratella quadrata</i> ja <i>Cyclopoida</i> spp.
Sinilevien seassa esiintyneet	Lahtialueilla <i>Synchaeta</i> spp. (pienet) ja <i>Cyclopoida</i> spp.
Sinileviä karttaneet	Lahtialueilla <i>Acartia bifilosa</i> , <i>K. cochlearis</i> ja <i>Pleopsis polyphemoides</i> , <i>Balanus</i> -nauplius
Leväpitoisessa vedessä esiintyneet	Lahtialueilla <i>Synchaeta</i> spp. (pienet) ja <i>Cyclopoida</i> spp.
Piileväpitoisessa vedessä esiintyneet	Saaristoalueella kaikki <i>Synchaeta</i> -lajit

viihtyivät kaikki *Synchaeta*t ja tintinniidit. *Temora longicornis* ja *Podon intermedius* suosivat suolaista vettä, ja satunnaisesti esiintyvät *Asplanchna* spp. ja *Brachionus* spp. sekä *Cyclopoida*t ja *Daphnia cucullata* taas makeaa.

Nitraattipitoisuudella oli analyysin mukaan varsin vähän vaikutusta lajien esiintymiseen tutkituilla havaintopaikoilla. Sen sijaan fosfaattifosfori oli ulkosaaristoa lukuun ottamatta tärkeä yhteisvaihtelua selittävä tekijä.

Eläinplanktonlajit jaettiin CCA-analyysin mukaan eri tyyppisissä ympäristöoloissa viihtyviin (taulukko 4).

3.4.2. Korrelaatioanalyysi

Merkittävimpien lajien sekä ympäristötekijöiden väliset korrelaatiokertoimet eri havaintopaikoilla on esitetty liitteessä 5. Seuraavassa mainitaan vain joitakin tärkeimmiksi katsottuja suhteita, joiden korrelaatio on yleensä erittäin merkitsevä tai merkitsevä ($p < 0.01 - 0.001$).

Ajan kanssa lahtialueilla korreloivat tilastollisesti merkitsevästi ja positiivisesti *Keratella cochlearis* ja *K. cruciformis eichwaldii*. Rehevillä alueilla em. lisäksi korrelaatio ajan suhteen oli positiivinen *Synchaeta balticalla*, *Acartia bifilosa* ja merirokon toukilla, mutta negatiivinen pienillä *Synchaetoilla* ja *Cyclopoideilla*.

Ulommilla alueilla *K. cruciformis eichwaldii* korreloi ajan kanssa lahtialueiden tapaan positiivisesti, samoin *K. cochlearis* Kruunuvuorenselällä.

Lämpötilan korrelaatio lahtialueilla oli negatiivinen *Keratella cruciformis eichwaldii* ja *Synchaeta*-rataseläimiin mutta positiivinen *Cyclopoida*-hankajalkaisiin. Vanhankaupunginlahdella

eläinplanktonin kokonais- ja hankajalkaisten biomassalla sekä Vartiokylänlahdella lisäksi vesikirppubiomassalla oli positiivinen korrelaatio lämpötilan kanssa. Katajaluodon alueella odotetusti lämpötilan ja *Bosmina longispina maritima* - ja *Podon intermedius*-vesikirppujen positiivinen korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä.

Suolaisuuden kanssa korreloi useita lajeja vain Katajaluodon alueella. Negatiivisesti korreloivat saaristoalueella satunnaisesti esiintyvä *Brachionus*-suku sekä Vanhankaupunginselällä *Polyarthra*- ja *Notholca*-suvut. Vanhankaupunginselällä kokonaisbiomassa sekä vesikirppu- ja hankajalkaisbiomassat korreloivat positiivisesti. Laajalahdella suolaisuuden ja *Keratella cochlearis* korrelaatio oli positiivinen ja erittäin merkitsevä. *Acartia bifilosa* ja suolaisuudella oli usealla alueella positiivinen korrelaatio. Katajaluodon alueella vesikirpuista *Podon intermedius* ja hankajalkaisista *Temora longicornis*, samoin kuin *Balanus improvisus*-merirokon toukat ja hankajalkaisten biomassa korreloivat positiivisesti suolaisuuden kanssa.

Epäorgaanisen liukoisien typen (DIN) pitoisuudella oli positiivinen korrelaatio *Keratella cochlearis* ja *K. quadrata*-rataseläinten sekä kokonais- ja rataseläinbiomassan kanssa Katajaluodon alueella. Rataseläinistä *Polyarthra* spp. Vanhankaupunginselällä ja *Synchaeta* spp. (pienet) Laajalahdella korreloivat positiivisesti. Sen sijaan Laajalahdella *Acartia bifilosa*-hankajalkaisilla oli vahva negatiivinen korrelaatio DIN:n kanssa. Vartiokylänlahdella *Daphnia*- ja *Bosmina*-vesikirput korreloivat positiivisesti. Vanhankaupunginselällä kokonais-, vesikirppu- ja hankajalkaisbiomassat korreloivat negatiivisesti veden DIN-pitoisuuden kanssa.

Typen kokonaispitoisuuden (TN) suhde tutkittuihin eläimiin oli samantyyppinen kuin liukoisten tyyppiyhdisteidenkin. TN korreloi itse voimakkaasti useilla alueilla levien ja muiden ravinteiden kanssa, minkä vuoksi se on jätetty tässä käsittelemättä.

Fosforiravinnepitoisuuksien (DIP ja TP) kanssa lahtialueilla ja varsinkin Laajalahdella useat rataseläimet ja hankajalkaiset korreloivat vahvan negatiivisesti. Poikkeuksena erottuivat *Synchaeta* spp. (pienet) ja Cyclopoida-hankajalkaiset, joilla oli vahva positiivinen korrelaatio niin Laajalahdella kuin Vanhankaupunginselälläkin.

Klorofylli-*a*-pitoisuuden korrelaatio *Keratella*- ja *Synchaeta*-sukujen rataseläimiin sekä merirokon toukkiin oli lahtialueilla negatiivinen. Vartiokylänlahdella myös *Pleopsis polyphemoides* korreloi negatiivisesti, mutta *Daphnia*-vesikirput positiivisesti. Vanhankaupunginselällä ja Laajalahdella hankajalkaiset korreloivat negatiivisesti lukuun ottamatta kyklooppihankajalkaisia, joilla oli vahva positiivinen korrelaatio.

Sinilevien biomassan kanssa Vanhankaupunginselällä ja Laajalahdella rataseläimistä *Keratella cochlearis* ja *K. cruciformis eichwaldii* sekä Laajalahdella lisäksi *Synchaeta baltica*, *S. monopus* ja merirokon toukat korreloivat negatiivisesti. Vanhankaupunginselällä *Notholca*- ja *Polyarthra*-sukujen korrelaatio oli negatiivinen. Hankajalkaisista korreloi lahtialueilla negatiivisesti *Eurytemora affinis* ja Laajalahdella lisäksi *Acartia bifilosa*. Cyclopoidat korreloivat rehevillä lahtialueella positiivisesti. Vesikirppujen ja Calanoida-hankajalkaisten yksilömäärät vähenivät sinilevien biomassan kasvaessa (kuva 11). Cyclopoidien määrän vaihtelusta sinilevien biomassan vaihtelu selitti 46 %, kun mukaan oli otettu kaikki havainnot.

Piilevien ja muiden eläinplanktonin ravinnoksi mahdollisesti soveltuvien levien biomassan korrelaatio oli Vanhankaupunginselällä ja Laajalahdella *Keratella cochlearis* ja *Keratella cruciformis eichwaldii* -rataseläinten kanssa negatiivinen. *Bosmina*-vesikirput ja *Acartia*-hankajalkaiset korreloivat joillakin alueilla negatiivisesti piilevien määrän kanssa, mutta tämä saattaa johtua niiden eri esiintymisajankohdasta. Muiden syötäväksi soveltuvien levien määrän kanssa korreloi *Acartia bifilosa* Laajalahdella negatiivisesti, mutta Katajaluodon alueella positiivisesti. Myös kyklooppihankajalkaisten korrelaatio oli positiivinen rehevillä alueilla.

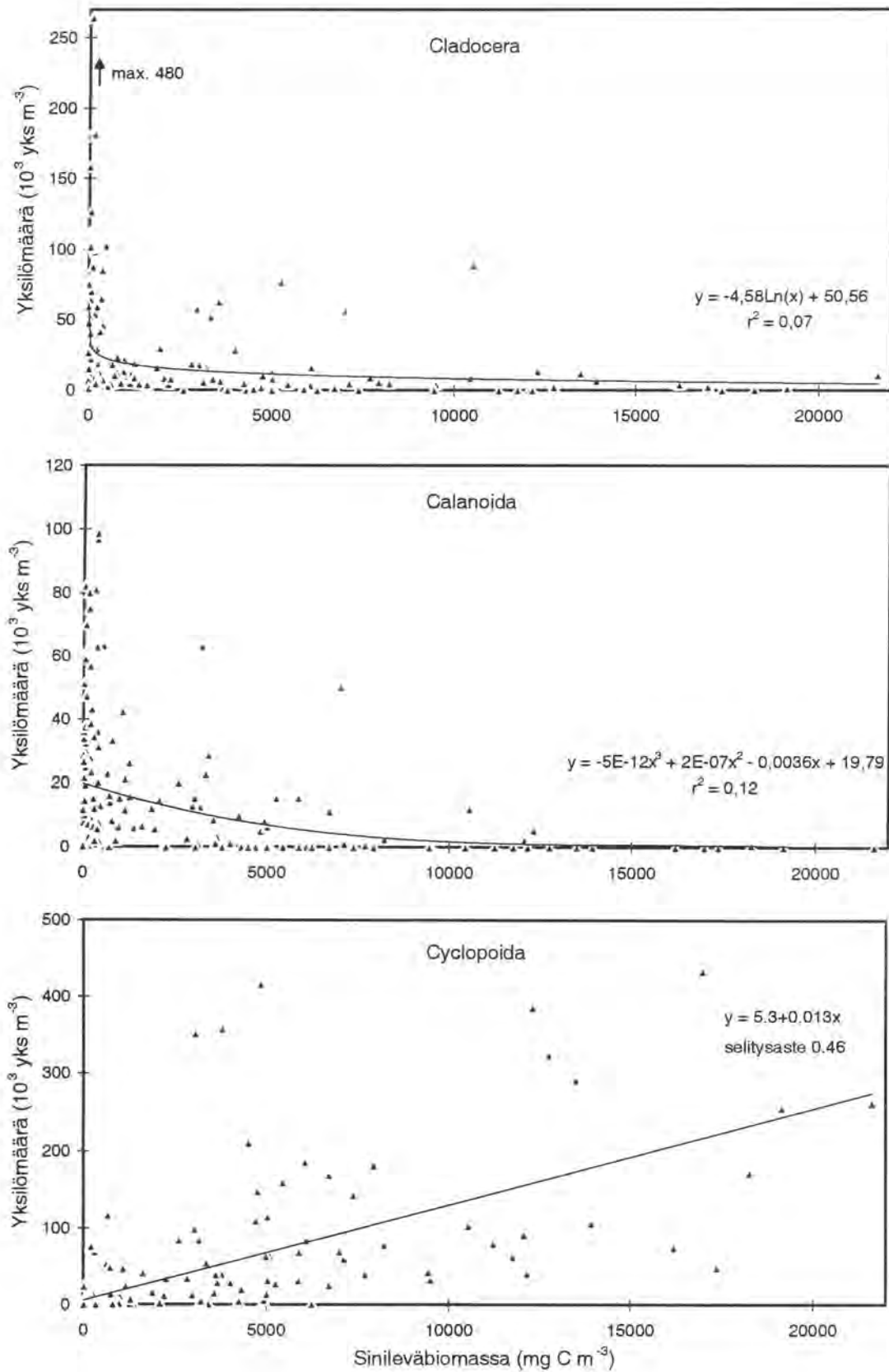
4. Tulosten tarkastelu

4.1. Havaintopaikkojen väliset erot ja muutokset eläinplanktonyhteisöissä

Lajiluvun ja diversiteetti-indeksin (monimuotoisuus) selkeä kohoaminen tutkimuskauden aikana esim. Laajalahdella on ollut seurausta veden laadun paranemisesta. Diversiteetti-indeksiin vaikuttaa näytteestä laskettujen eläinten yksilömäärä eli otoksen koko. Otosten suuruus vaihteli tässä työssä näytteiden erilaisuuden vuoksi. Lisäksi vaikutusta on myös ollut sillä, että näytteitä ovat analysoineet useat eri henkilöt. Indeksien käyttöä veden laadun ilmaisijana onkin arvosteltu. Kuitenkin indeksin avulla oli mahdollista tehostaa eri alueiden ja ajankohtien tulosten vertailua muiden tunnuslukujen ohella.

Laajalahdella ja Vanhankaupunginselällä eläinplanktonyhteisön diversiteetti-indeksi oli havaintokauden alkuvuosina pieni eli eläinplankton koostui muutamasta runsasravinteisuuteen ja sinilevävaltaisuuuteen sopeutuneesta lajista. Samaan aikaan biomassa oli suuri johtuen Cyclopoidahankajalkaisten suuresta määrästä. Kyklooppihankajalkaiset käyttävät ravintonaan ripsi- ja rataseläimiä. Näistä jälkimmäisiä tavattiin paljon, eniten lajeja *Synchaeta littoralis*, *Brachionus* spp. ja *Keratella quadrata*. Viimeksi mainittu oli erityisen runsaslukuinen Vanhankaupunginselällä, missä lisäksi *Filinia longisetata* esiintyi paljon. Nämä kaikki ovat eutrofian eli runsasravinteisuuden ilmentäjiä (mm. Järnefelt ym. 1963, Pejler 1964, Hakkari 1972), ja ainakin *Brachionus*-lajit pystyvät käyttämään sinileviä ravintonaan (DeMott 1989). Vuosisadan alussa, kesällä 1919, jolloin Vanhankaupunginlahti ja Laajalahti eivät vielä olleet rehevöityneet ihmistoiminnan vuoksi, eläinplankton koostui Tintinnida-ripsieläimistä ja rataseläimistä (*Synchaeta* spp., *Keratella* spp. ja *Brachionus* spp.) (Välikangas 1926). Välikankaan tutkimusten mukaan tuolloin ei riittävästi sinileviä eikä Cyclopoida-hankajalkaisia esiintynyt runsaasti, sen sijaan lahtialueilla tavattiin *Pleopsis polyphemoides*-vesikirppuja ja Laajalahdella lisäksi *Bosmina*-vesikirppuja ja *Eurytemora*-hankajalkaisia.

Partenogeneettisesti lisääntyvät vesikirput ja rataseläimet runsastuvat nopeasti sopivissa oloissa. Vesikirppuja esiintyi Laajalahdella runsaammin vasta sinilevien määrän vähennyttyä, mutta Vanhankaupunginselällä niitä tavattiin koko havaintokaudella vain vähän. Vanhankaupungin-



Kuva 11. Vesikirppujen (Cladocera) sekä Calanoida- ja Cyclopoida -hankajalkaisten riippuvuus sinilevien määrästä kaikilla havaintopaikoilla kesinä 1969 - 76, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96.

selällä ja Laajalahdella on veden pH ollut 1970- ja 80-luvuilla ajoittain lähes 10, mikä on myös mahdollisesti vähentänyt vesikirppujen esiintymistä. Laajalahdella ja Vanhankaupunginselällä oli paljon myös kookkaita, rihmallisia sinileviä, jotka tukivat vesikirppujen suodatussystemit. Sinilevät ovat myös ravintoarvoltaan heikkoa ja niiden mahdolliset myrkyt aiheuttavat eläinplanktonille kuolleisuutta, vähentävät syntyvyyttä ja lyhentävät elin-aikaa (mm. DeMott 1989, Reinikainen ym. 1994, Gilbert 1996). Sinilevien runsas esiintyminen voi muuttaa eläinplanktonyhteisöä suosien lajeja, jotka eivät niele sinileviä tai joihin ne muuten eivät vaikuta. Herkkyyks sinilevien myrkyjä vastaan kasvaa ravinnon vähentyessä (Gilbert 1996). Sinilevien runsaan esiintymisen aikaan eläinplanktonille sopivaa kasviplanktonravintoa oli kuitenkin runsaasti, joten ravinnon puute ei liene vähentänyt muiden lajien esiintymistä.

Keratella cochlearis -rataseläin lisääntyi selvästi Helsingin merialueella kesinä 1995 - 96. Katajaluodon alueella lajin lisääntyminen seurasi epäorganisen tyypin määrän kasvua, mutta Laajalahdella kasvu näytti selittyvän veden suolaisuuden lisääntymisellä.

Vesikirput (lähinnä lajit *Bosmina longispina maritima* ja *Daphnia cucullata*) olivat biomassaltaan suurin ryhmä Vartiokylänlahdella, jossa eläinplanktonin yhteisörakenne ei juurikaan muuttunut havaintokauden aikana. *Bosminan* ja *Daphnian* lisäksi *Pleopsis polyphemoides* -vesikirppuja oli Vartiokylänlahdella kesinä 1995 - 96 paljon. Siellä ei havaintokauden aikana ollut rehevämpien lahtialueiden tapaan voimakkaita sinilevien massaesiintymiä, joten vesikirppujen ja Calanoida-hankajalkaisten runsas esiintyminen oli mahdollista.

Yleisimmät hankajalkaislajit havaintokauden loppupuolella olivat *Acartia bifilosa* lahtialueilla ja *Eurytemora affinis* saaristossa. Johansson (1992) totesi *Eurytemoran* hyötyvän *Acartian* kustannuksella rehevöitymisestä Ruotsin rannikolla, Askössä. *Eurytemora*a pidetään suspensionsyöjänä, joka käyttää ravintonaan kasviplanktonin ja detrituksen lisäksi myös ripsieläimiä. *Acartia* on myös suspensionsyöjä, mutta syö myös tintinniidejä ja muita ripsieläimiä sekä naupliuksia (mm. Kivi 1996). Luultavasti petomaisen syömistapansa (syö kenties myös *Eurytemoran* naupliuksia) vuoksi *Acartia* oli runsain hankajalkaislaji lahtialueilla. *Acartia bifilosa* suosi niin Laajalahdella kuin Katajaluodon alueellakin korkeaa suolaisuutta, joten lajin optimisaliniteetti lienee korkeampi kuin

Helsingin merialueen suolapitoisuus yleensä. Välikankaan (1926) ja Halmeen (1958) mukaan sen optimisaliniteetti onkin yli 5 ‰.

4.2. Ympäristötekijöiden vaikutus eläinplanktonin esiintymiseen

Eläinplanktonin vuosisidynamiikkaa ajatellen Itämeressä lämpötila on tärkein ympäristötekijä suolaisuuden ohella (Hernroth & Ackefors 1979). Lämpötila vaikuttaa useimpiin fysiologisiin prosesseihin, kuten kehitysaikoihin, kasvuun, lisääntymiseen, syömiseen, aineenvaihduntaan ja kuolleisuuteen sekä yhteisörakenteeseen ja energian virtaukseen. Tässä tutkimuksessa kaikki näytteet olivat lämpimän veden ajalta, joten lämpötilan merkitys vuosisidynamiikkaan ei tullut kaikilta osin selvästi esille. Kuitenkin vuosien väliset lämpötilaerot näkyivät mm. eräiden lajien ja varsinkin lämpöä suosivien vesikirppujen runsaassa esiintymisessä esim. kesällä 1972 Vartiokylänlahdella. *Daphnia* spp., Cyclopoidat ja *Synchaeta littoralis* osoittautuivat lämpimässä vedessä viihtyviksi. Halmeen (1958) mukaan niiden optimilämpötila onkin korkea lukuun ottamatta Cyclopoida-lahkoa. Ripsieläinten määrän suurta vaihtelua selittää niiden elinkierron nopeus lämpimän veden aikana. Tämän tutkimuksen näytteenottofrekvenssillä (yleensä joka toinen viikko) ei ole mahdollista päästä luotettavasti kiinni ryhmän dynamiikkaan. Useat lajit (mm. *T. lobiancoi*) ovat lisäksi kevätlajeja (Välikangas 1926, Viljamaa 1972), joten niiden esiintymisaika jäi osittain tutkimusjakson ulkopuolelle.

Helsingin merialueella makean veden lajien esiintyminen riippui veden suolaisuudesta. Toisaalta odotetusti mereiset lajit (*Temora longicornis* ja *Podon intermedius*) esiintyivät suolaisuuden ollessa korkeimmillaan. Mereisiin lajeihin lukeutuvien *Evadne nordmannin* ja *Pleopsis polyphemoideksen* yksilömäärät eivät tässä työssä kuitenkaan osoittaneet riippuvuutta suolaisuudesta. Niiden optimisaliniteetti on noin 5 ‰ (Välikangas 1926, Halme 1958).

Tulosten tulkintaan vaikutti tässä työssä kriteerit täyttävien eläinplanktonnäytteiden vähäisyys esim. kesältä 1974. Lisäksi käytetyt pintavettä edustavat ympäristömuuttujatiedot, varsinkin kemiallis-fysikaalisten ominaisuuksien osalta, eivät aina ehkä olleet riittävän edustavia koko vesipatsaan eläinplanktonitulosien selittäjinä. Rehevillä lahtialueilla ravinnepitoisuuksia merkittävämmäksi ympäristötekijäksi osoittautuikin sinilevien määrä ja siihen läheisesti kytkeytyvä veden a-

klorofyllipitoisuus. Levien massaesiintyminen on luultavasti vaikuttanut sekä suoraan myrkyllisyyden ja suodatussystemien häiriytymisen että epäsuorasti mm. veden pH-arvon kohoamisen kautta. Eutrofioituminen suosii mikroeläinplanktonia, rataseläimiä ja vesikirppuja lisääntyneiden bakteerien ja ravinnoksi sopivien pienikokoisten kasviplanktonilajien seurauksena (mm. Johansson 1992). Rataseläimet ja vesikirput kilpailevat osittain samasta ravinnosta, joten runsasravinteisilla lahtialueilla vesikirppujen väistyttyä rataseläimille jäi valta-asema. Vanhankaupunginselän rataseläinvaltaisuuden lienee vaikuttanut myös muita alueita makeampi vesi ja sopivien ravinnoksi kelpaavien levien, mm. viherlevien, määrä. 1970-luvun lopulta alkaneen rehevien lahtialueiden vedenlaadun kohentumisen jälkeen pienten *Synchaeta*-rataseläinten ja Cyclopoida-hankajalkaisten määrät laskivat ja hankajalkaisbiomassa muodostui lähinnä lajistista *Acartia bifilosa*. Laajalاهدella vesikirppujen määrä kasvoi sinilevien määrän vähentyessä niin, että kesinä 1995 - 96 vesikirput olivat biomassaltaan suurin ryhmä. Vanhankaupunginselällä rataseläimet ja Tintinnida-ripsieläimet lisääntyivät syklooppihankajalkaisten saalistuksen vähennyttyä.

Eläinplanktonin esiintyminen muokkautuu suurelta osin sekä soveliaan ravinnon että saalistuspaineen vaikutuksesta. Eläinplanktonia syövien kalojen ja halkoisjalkaäyriäisten saalistus, lämpötilan lasku ja ruoan väheneminen romahduttavat syksyisin eläinplanktonbiomassan (esim. Rudstam ym. 1992). Saalistajat valikoivat suurikokoisia ravintokohteita, joten koko eläinplanktoniyhteisön rakenne voi muuttua pienikokoisten eläinplanktereiden suuntaan (esim. Carpenter & Kitchell 1993). Eläinplanktonia syövät saalistajat käyttävät Itämeressä huomattavan (> 50 %) osan eläinplanktonin tuotannosta vuosittain (Rudstam ym. 1994), joten niiden merkitys myös Helsingin merialueella on todennäköisesti merkittävä.

4.3. Vertailu muihin alueisiin

Helsingin merialue on lajistoltaan köyhä verrattuna esim. Porin edustaan (Vuorinen 1980), missä rehevöityneimmätkin alueet ovat olleet monimuotoisempia kuin Helsingin alueen korkeimman diversiteetti-indeksin saaneet.

Verrattaessa Viitasalon (1992) tekemään selvitykseen Suomenlahdelta on Helsingin merialueella vähemmän *Acartiaa* kuin läntisemmällä havaintopaikoilla, mutta enemmän kuin Orregrundissa, Loviisan edustalla itäisellä Suomenlahdella.

Eurytemoran kohdalla tilanne on päinvastoin. Ero johtunee alueiden suolaisuuseroista. *Bosmina*-vesikirppuja on Viitasalon (1992) tutkimilla havaintopaikoilla vähemmän kuin Helsingin merialueella lukuun ottamatta Helsingin rehevöityneimpiä lahtialueita. Tämä eroavuus voi johtua Helsingin merialueen rehevyydestä, se on tarjonnut vesikirpuille runsaasti ravintoa.

Suomenlahden eläinplanktonbiomassa koostuu kesäisin 60 %:sesti vesikirpuista ja 40 %:sesti hankajalkaisista (Itäisellä Suomenlahdella 70 ja 30 %) (Viitasalo 1992). Rataseläinten osuus on ollut hyvin pieni. Helsingin edustalla rataseläimet muodostavat nyt tehdyn tutkimuksen mukaan 14 - 37 % biomassasta. Ero johtuu suurelta osin siitä, että tässä työssä käytettiin silmäkooltaan pienempää haavia kuin muissa Suomenlahden tutkimuksissa yleensä. Helsingin edustan eläinplanktoniyhteisö oli Vartiokylänlahtea lukuun ottamatta yleensä hankajalkaisvaltainen. *Eurytemora affinis* -hankajalkaisen maksimi oli Helsingin merialueella kahdeksankertainen verrattuna Hernrothin (1979) esittämiin tuloksiin eteläiseltä Selkämereltä (Eggegrund). Ero selittynee osittain Helsingin merialueen rehevyydellä, koska veden suolaisuus (n. 5,5 ‰) on lähes sama molemmilla merialueella.

Myös Tallinnan edustalla ja keskisellä Suomenlahdella elokuussa vuosina 1993 - 96 eläinplanktonia oli vähemmän (keskimäärä oli vain 52 000 yks m⁻³) kuin nyt tehdyn tutkimuksen havaintopaikoilla ja dominoivin ryhmä oli yleensä vesikirput (Bogdanov & Pöllumäe 1997). Eroavuus yksilömäärässä johtuu Bogdanovin ja Pöllumäen käyttämästä, silmäkooltaan suuremmasta (90 µm) haavista, joka läpäisee suuren osan pienistä rataseläimistä.

Samoin Perämeren tuloksiin (Kankaala 1987) verrattuna on Helsingin merialueella kymmenkertaisesti enemmän rataseläimiä. Sielläkin käytetyn haavin silmäkoko oli 90 µm. Perämeren rannikkohavaintopaikoilla eläinplanktonin biomassasta valtaosan muodostivat vesikirput (jopa 70 %). Vesikirppuja ja *Eurytemora*a on Helsingin edustalla ollut vähemmän, mutta syklooppihankajalkaisia etenkin Helsingin rehevillä lahtialueilla enemmän kuin Perämerellä. Perämeren lajistosta puuttuu vähäisen suolaisuuden vuoksi *Acartia bifilosa* -hankajalkainen, jolla Helsingin merialueella on hyvin merkittävä osuus.

Vain harvat lajit korreloivat Helsingin merialueella samoin kuin Saaristomerellä (Seili) (Vuorinen & Ranta 1987), Suomenlahden suualueella

(Storfjärden) (Viitasalo ym. 1995) ja varsinaisen Itämeren Ruotsin puoleisella rannikolla (Johansson ym. 1992) tehdyissä korrelaationanalyysissä. *Temora longicornis* lisääntyi Katajaluodolla ja Seilissä veden suolaisuuden kohotessa. Laji onkin varsinaisen Itämeren lajeja (Hernroth & Ackefors 1979), joten sen optimisaliniteetti on varsin korkea. Seilissä *Podon intermedius* ja varsinaisella Itämerellä *Acartia* sp. vähenivät suolaisuuden lisääntyessä, mutta lisääntyivät Katajaluodon alueella. Tämä ero johtunee Katajaluodon alhaisemmasta suolapitoisuudesta. Vesikirppujen biomassa kasvoi lämpötilan kohotessa Storfjärdenillä (Viitasalo ym. 1995) ja varsinaisella Itämerellä (Johansson ym. 1992), samoin kuin Helsingin merialueella. Ruotsin rannikolla *Eurytemora* väheni eutrofioituneella alueella *a*-klorofyllipitoisuuden kasvaessa. Tämä tuli esille myös tässä tutkimuksessa rehevimmillä lahtialueilla. Viitasalon ym. (1995) tutkimuksessa *Temora*, *Acartia*, *Daphnia* ja *Balanus* osoittautuivat suolaisessa vedessä viihtyviksi lajeiksi ja *Keratella quadrata* ja kyklooppihankajalkaiset makeammassa vedessä viihtyviksi. Saman suuntaisia tuloksia saatiin myös tässä tutkimuksessa joiltain havaintopaikoilta.

5. Johtopäätöksiä

Eläinplanktonia on tarkkailtu Helsingin merialueella määrävuosivälein. Viime aikoina tarkkailujakso on ollut kaksi peräkkäistä vuotta vuosien välisten vaihteluiden poistamiseksi. Tarkastelujaksojen välillä oli 1980-luvulla kahdeksan ja muulloin kolme vuotta. Vuotuiset vaihtelut osoittautuivat tässä tutkimuksessa usein suuriksi, kuitenkin pitkän aikavälin muutokset olivat todettavissa. Helsingin merialueen eläinplanktonitarkkailu on jatkosuunnitelmassa ehdotettu toteutettavaksi edelleenkin 2-vuotisjaksoina joka neljäs vuosi, mikä lieneekin riittävä tarkkailuväli.

Tutkimus pyrittiin tekemään samoin menetelmin koko tarkkailukauden ajan. Menetelmäeroja muodostui kuitenkin mm. näytteenottimien vaihdoista sekä eri henkilöiden näytteiden analysointieroista johtuen. Tutkimuksia tulisi vastaisuudessa jatkaa samoin menetelmin tulosten ajallisen vertailtavuuden vuoksi. Toisaalta tulosten vertailumahdollisuus myös muiden tutkimusten kanssa on tärkeää. Vertailua muihin Suomenlahdella tehtyihin tutkimuksiin vaikeutti mm. näytteenottimien eroavuudet. Tässä työssä käytettiin pienempää haavin silmäkokoa (50 µm) kuin yleensä muissa eläinplanktonitutkimuksissa. Tällöin aiheutui ajoit-

tain hankaluutta mm. runsaasta kasviplanktonmassasta näytteissä. Pienempää haavin silmäkokoa käytettäessä saadaan näytteisiin kuitenkin enemmän pieniä ripsi- ja rataseläimiä, joilla on tärkeä merkitys rannikkovesien eläinplanktonissa. Näiden eläinten joukossa on myös useita hyviä veden laadun ilmentäjälajeja.

Eläinplanktonin jatkotutkimuksissa tulisi ottaa huomioon mm. seuraavat näkökohdat:

- eläinplanktonitarkkailu tulisi tehdä samoilta paikoilta samoin menetelmin kuin aiemmin
- muiden ympäristöominaisuuksien tulokset pitäisi ajoittaa samoille päiville tai mahdollisimman lähelle eläinplanktonin näytteenottoa
- näytteenotto tulisi olla tiheävälisempi (n. 1 viikko) kuin nykyinen (n. 2 viikon välein), etenkin tuotannon määrittystä varten
- eläinplanktonin hiilisisällön määrittämisestä olisi tarpeen jatkaa mm. eri kokoluokkien osalta sekä eri vuodenaikoihin liittyvän vaihtelun selvittämiseksi
- eläinplanktonin vertikaalijakauman tarkastelu tulisi tehdä sekä nykyisen aineiston että jatkotutkimusten pohjalta
- asiantunteva analysoija luo pohjan luotettavalle tutkimukselle.

6. Lähteet

Bogdanov, V. & Pöllumäe, A. 1997: Zooplankton abundance and biomass in the Gulf of Finland in 1996. - Teoksessa: Sarkkula, J. (toim.), Proceedings of the Final Seminar of the Gulf of Finland Year 1996. Suomen ympäristökeskuksen moniste 105: 239 - 245. ISBN 952-11-0222-5, ISSN 1455-0792.

Carpenter, S.R. & Kitchell, J.F. (toim.) 1993: The tropic cascade in lakes. - Cambridge Univ. Press, Lontoo.

DeMott, W. R. 1989: The role of competition in zooplankton succession. - Teoksessa: Sommer, U. (toim.), Plankton ecology - Succession in plankton communities. - Springer-Verlag, Berlin. 195 - 252. ISBN 3-540-51373-6.

Eerola, L. 1979: Eläinplankton ja sen tuotanto Helsingin merialueella vuosina 1972 - 1976. - Vesilaboratorion tiedonantoja n:o 11. 89 s. ISSN 0356-7680. ISBN 951-771-166-2.

Gilbert, J.J. 1996: Effect of food availability on the response of planktonic rotifers to a toxic strain of the cyanobacterium *Anabaena flos-aquae*. - Limnol. Oceanogr. 41: 1565 - 1572.

- Hakkari, L. 1972: Zooplankton species as indicators of environment. - *Aqua Fennica* 1972: 46 - 54.
- Halme, E. 1958: Planktologische Untersuchungen in der Pojo-Bucht und angrenzenden Gewässern. IV. Zooplankton. - *Ann. Zool. Soc. 'Vanamo'* 19: 1 - 62.
- Hernroth, L. 1979: The zooplankton of the Bothnian Sea. Studies on the population dynamics of *Eurytemora* sp. in the Bothnian Sea. - käsikirjoitus väitöskirjassa. Department of Zoology. University of Stockholm. Moniste.
- Hernroth, L. & Ackefors, H. 1979: The zooplankton of the Baltic Proper. A long term investigation of the fauna, its biology and ecology. - Report, Fish. Bd. Sweden, Inst. Mar. Res. 2: 1 - 60.
- Johansson, S. 1992: Regulation factors for coastal zooplankton community structure in the Baltic proper. - Väitöskirja. University of Stockholm. ISBN 91-87272-28 - 8.
- Johansson, S., Larsson, U. & Skärlund, K. 1992: Annual dynamics of Baltic Sea coastal zooplankton communities in relation to eutrophication. - Käsikirjoitus väitöskirjassa.
- Järnefelt, H., Naulapää, A. & Tikkanen, T. 1963: Planktonopas. Kalavesitutkimus II. Suomen kalastusyhdistys 34.
- Kivi, K. 1996: On the ecology of planktonic microprotozoans in the Gulf of Finland, northern Baltic Sea. - Väitöskirja. W. & A. de Nottbeck Foundation Sci. Rep. 11:1-36. ISBN 951-97529-0-0.
- Kankaala, P. 1987: Structure, dynamics and production of mesozooplankton community in the Bothnian Bay, related to environmental factors. - *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 72: 121 - 146.
- Levander, K.M. 1913: Till kännedom om planktonbeskaffenheten i Helsingors inre hamnar. - *Medd. Soc. Fauna Flora Fennica* 39: 26 - 36.
- Melvasalo, T., Pesonen, L., Varmo, R. & Viljamaa, H. 1975: Inshore effects of pollution on the biota of the Baltic, Southern Finland. - *Verh. Int. Verein. Limnol.* 19: 2340 - 2353.
- Ojaveer, H. & Lumberg, A. 1995: On the role of *Cercopagis* (*Cercopagis*) *pengoi* (Ostroumov) in Pärnu Bay and the NE part of the Gulf of Riga ecosystem. - *Proc. Estonian Acad. Sci. Ecol.* 5: 20 - 25.
- Palmer, M. W. 1993: Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. - *Ecology* 74: 2215 - 2230.
- Pejler, B. 1964: Regional-ecological studies of Swedish freshwater zooplankton. - *Zool. Bidr. Uppsala* 36: 417-515.
- Pellikka, K. & Viljamaa, H. 1997: Eläinplankton vuosina 1995 ja 1996. - Teoksessa: Pesonen, L. (toim.), Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1996: 85-109. - Ympäristökeskuksen julkaisuja 5/97. ISSN 1235-9718. ISBN 951-772-940-5.
- Pesonen, L. (toim.) 1980: Helsingin ja Espoon merialueiden tarkkailu vuosina 1978-1979. - *Vesilaboratorion tiedonantoja* 12:1. 178 s.
- Pesonen, L. (toim.) 1988: Helsingin ja Espoon edustan merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1970-1986. - *Tutkimustoimiston tiedonantoja* 17. 264 s. ISSN 0356-7680. ISBN 951-771-794-6.
- Pesonen, L. (toim.) 1996: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1995. - *Ympäristökeskuksen julkaisuja* n:o 3/96. 111 s. ISSN 1235-9718. ISBN 951-772-824-7.
- Pesonen, L. (toim.) 1997: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1996. - *Ympäristökeskuksen julkaisuja* n:o 5/97. 147 s. ISSN 1235-9718. ISBN 951-772-940-5.
- Pesonen, L., Norha, T., Rinne, I., Viitasalo, I. ja Viljamaa, H. 1995: Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1987-1994. - *Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen moniste* n:o 1. 143 s.
- Purasjoki, K. J. 1953: Beobachtungen über die Einwirkung gesteigerten Saltsgehalts auf das Auftreten einige marinen Zooplanktonarten ausserhalb Helsinki. - *Arch. Soc. "Vanamo"* 8(1): 101 - 104.
- Purasjoki, K. J. 1958: Zur Biologie der Brackwasserkladozere *Bosmina coregoni* maritima (P.E. Müller). - *Ann. Zool. Soc. Vanamo*, Tom. 19(2).
- Purasjoki, K. & Viljamaa, H. 1984: *Acanthocyclops robustus* (Copepoda, Cyclopoida) in plankton of the Helsinki sea area, and a morphological comparison between *A. robustus* and *A. vernalis*. - *Finnish Marine Research* 250: 33 - 44.
- Ranta, E. & Vuorinen, I. 1990: Changes of abundance relations in marine meso-zooplankton at Seili, northern Baltic Sea, in 1967 - 75. - *Aqua Fennica* 20: 171 - 180.
- Reinikainen, M., Ketola, M. ja Walls, M. 1994: Effects of the concentrations of toxic *Microcystis aeruginosa* and an alternative food on the survival of *Daphnia pulex*. - *Limnol. Oceanogr.* 39: 424 -

432.

Remane, A. & Schlieper, C. 1971: Biology of Brackish Water. - Die Binnengewässer XXV. 372 s. ISBN 3 510 40034-8, ISBN 0 471 71640-5.

Rudstam, L.G., Hansson, S., Johansson, S. & Larsson, U. 1992: Dynamics of planktivory in a coastal area of the northern Baltic Sea. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 80: 159 - 173.

Rudstam, L.G., Aneer, G. & Hildén, M. 1994: Top-down control in the pelagic Baltic ecosystem. - Dana 10: 105-129.

SAS Institute Inc. 1989 - 96: SAS 6.11. - SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Ter Braak, C.J.F. 1986: Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. - Ecology 67: 1167 - 1179.

Ter Braak, C.J.F. 1987 - 1992: CANOCO - a FORTRAN program for Canonical Community Ordination. - Microcomputer Power, Ithaca, New York, USA.

Vaupel-Klein, J.C. von & Weber, R.E. 1975: Distribution of *Eurytemora affinis* - (Copepoda: Calanoida) in relation to salinity: field and laboratory observations. - Neth. J. Sea Res. 9: 297 - 310.

Viitasalo, M. 1992: Mesozooplankton of the Gulf of Finland and northern Baltic Proper - a review of monitoring data. - Ophelia 35: 147 - 168.

Viitasalo, M. 1994: Seasonal succession and long-term changes of mesozooplankton in the northern Baltic Sea. - Väitöskirja. Helsinki, Merentutkimuslaitos. Finnish Mar. Res. 263. ISSN 0357-1076. ISBN 951-47-9838-4.

Viitasalo, M., Vuorinen, I. & Ranta, E. 1990: Changes in crustacean mesozooplankton and some environmental parameters in the Archipelago Sea (northern Baltic) in 1976-1984. - Ophelia 31: 207 - 217.

Viitasalo, M., Vuorinen, I. & Saesmaa, S. 1995: Mesozooplankton dynamics in the northern Baltic Sea: implications of variations in hydrography and climate. - J. Plankton Res. 10:1857 - 1878.

Viljamaa, H. 1972: Helsingin merialueen eläinplanktonista ja likaantumisen vaikutuksista siihen vuosina 1969 ja 1970. - Vesiensuojelulaboratorion tiedonantoja n:o 8. 140 s.

Viljamaa, H. 1985: Relations between zooplankton and phytoplankton biomass and production in the

Helsinki sea area. - Teoksessa: Trei, T. (toim.), Problems concerning bioindication of the ecological condition of the Gulf of Finland: 84 - 98. - Acad. Sci Estonian S.S.R., Inst. Zool. Bot., Hydrobiol. Res. 15. Tallinn.

Viljamaa, H. 1988: Eläinplankton Helsingin merialueella vuosina 1970-81. - Teoksessa: Pesonen, L. (toim.), Helsingin ja Espoon edustan merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1970 - 1986: 133 - 146. - Tutkimustoimiston tiedonantoja n:o 17. ISSN 0356-7680. ISBN 951-771-794-6.

Vuorinen, I. 1980: Reposalmen merialueen eläinplanktonitutkimus 1975 sekä eläinplanktonitutkimusmenetelmien tarkastelu. - Kokemäen vesistön vesiensuojeluyhdistys r.y.:n julkaisu 113. 55 s.

Vuorinen, I. & Ranta, E. 1987: Dynamics of marine meso-zooplankton at Seili, northern Baltic sea, in 1967 - 1975. - Ophelia 28: 31 - 48.

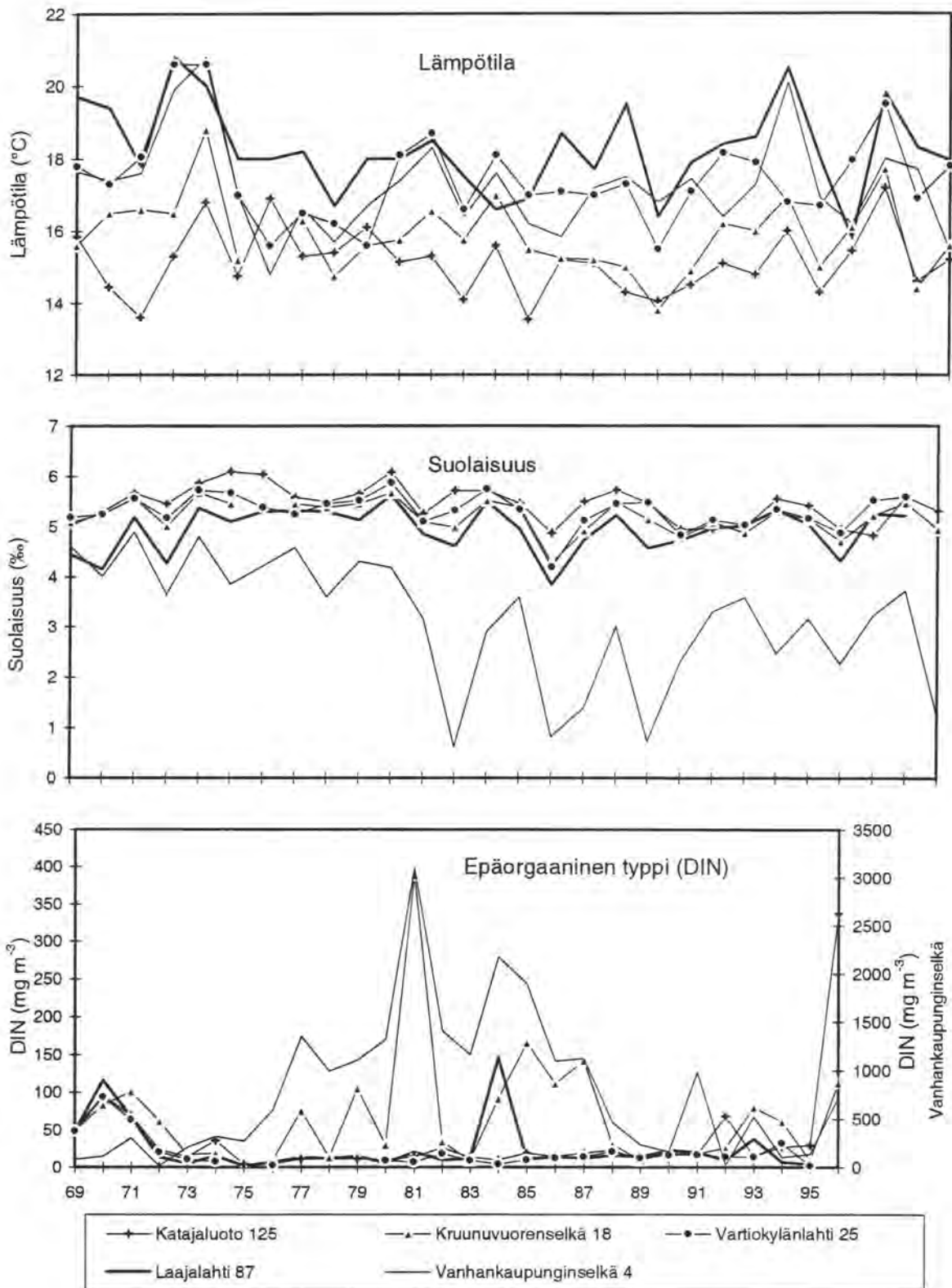
Välikangas, I. 1926: Planktologische Untersuchungen Im Hafengebiet Von Helsingfors. - Acta Zool. Fennica 1. 298 s.

LIITE 1.

Tärkeimpien eläinplanktonlajien ja niiden eri kehitysvaiheiden hiilisisällöt ($\mu\text{g C yks.}^{-1}$).

Protozoa (alkueläimet)		<i>Limnocalanus macrurus</i> (Sars)	
<i>Helicostomella subulata</i> (Ehrenb.)	0.0011	naupliustoukka	0.1- 0.5
<i>Leprotintinnus botnicus</i> (Nordqw.)	0.011	kopepodiitti C I-II	1
<i>Tintinnopsis brandti</i> (Nordqw.)	0.00264	kopepodiitti C III-IV	3.5
<i>Tintinnopsis tubulosa</i> Levander	0.00264	kopepodiitti C V	7
Rotatoria (rataseläimet)		naaras	
<i>Asplanchna</i> spp.	0.16	koiras	20
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	0.029	<i>Pseudocalanus elongatus</i> Boeck	
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas	0.0368	naupliustoukka	0.05 - 0.2
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenb.)	0.0308	kopepodiitti C I-II	0.25
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	0.007	kopepodiitti C III-IV	0.75
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	0.024	kopepodiitti C V	1.5
<i>Keratella cruciformis eichwaldii</i> (Levand.)	0.006	naaras	4
<i>Keratella quadrata</i> O.F.Müller	0.024	koiras	2.5
<i>Polyarthra</i> sp.	0.02	<i>Temora longicornis</i> (O.F. Müller)	
<i>Synchaeta baltica</i> Ehrenb.	0.1	naupliustoukka	0.05 - 0.15
<i>Synchaeta monopus</i> Plate	0.1	kopepodiitti C I-II	0.25
Cladocera (vesikirput)		kopepodiitti C III-IV	
<i>Bosmina longispina maritima</i> (P.E. Müller)	0.25 - 0.65	kopepodiitti C V	0.5
<i>Cercopagis pengoi</i> (Ostr.)	150	naaras	0.8
<i>Daphnia cucullata</i> G.O. Sars	0.5 - 7.5	koiras	2.75
<i>Evadne nordmanni</i> S. Loven	0.07 - 3.5	Cyclopoida spp.	2.5
<i>Leptodora kindti</i> Focke	12 - 150	naupliustoukka	0.02 - 0.14
<i>Podon intermedius</i> Lilljeb.	3 - 5	kopepodiitti, pieni	0.28
<i>Pleopsis polyphemoides</i> Leuckart	0.2 - 3	kopepodiitti, keskikoko	0.6
Copepoda (hankajalkaiset)		kopepodiitti, suuri	
<i>Acartia bifilosa</i> Giesbr.		naaras	1.1
naupliustoukka	0.03 - 0.15	koiras	1.5
kopepodiitti C I-II	0.25		1.1
kopepodiitti C III-IV	0.5	Harpacticoida spp.	
kopepodiitti C V	1	naupliustoukka	0.025
naaras	1.6	juveniili	0.1
koiras	1	aikuinen	0.4
<i>Eurytemora affinis</i> (Poppe)		Muut	
naupliustoukka	0.07 - 0.25	<i>Balanus improvisus</i> , nauplius	0.5
kopepodiitti C I-II	0.3	Gastropoda, toukka	0.025
kopepodiitti C III-IV	1.1	Lamellibranchiata, toukka	0.05
kopepodiitti C V	1.65		
naaras	2.1		
koiras	1.3		

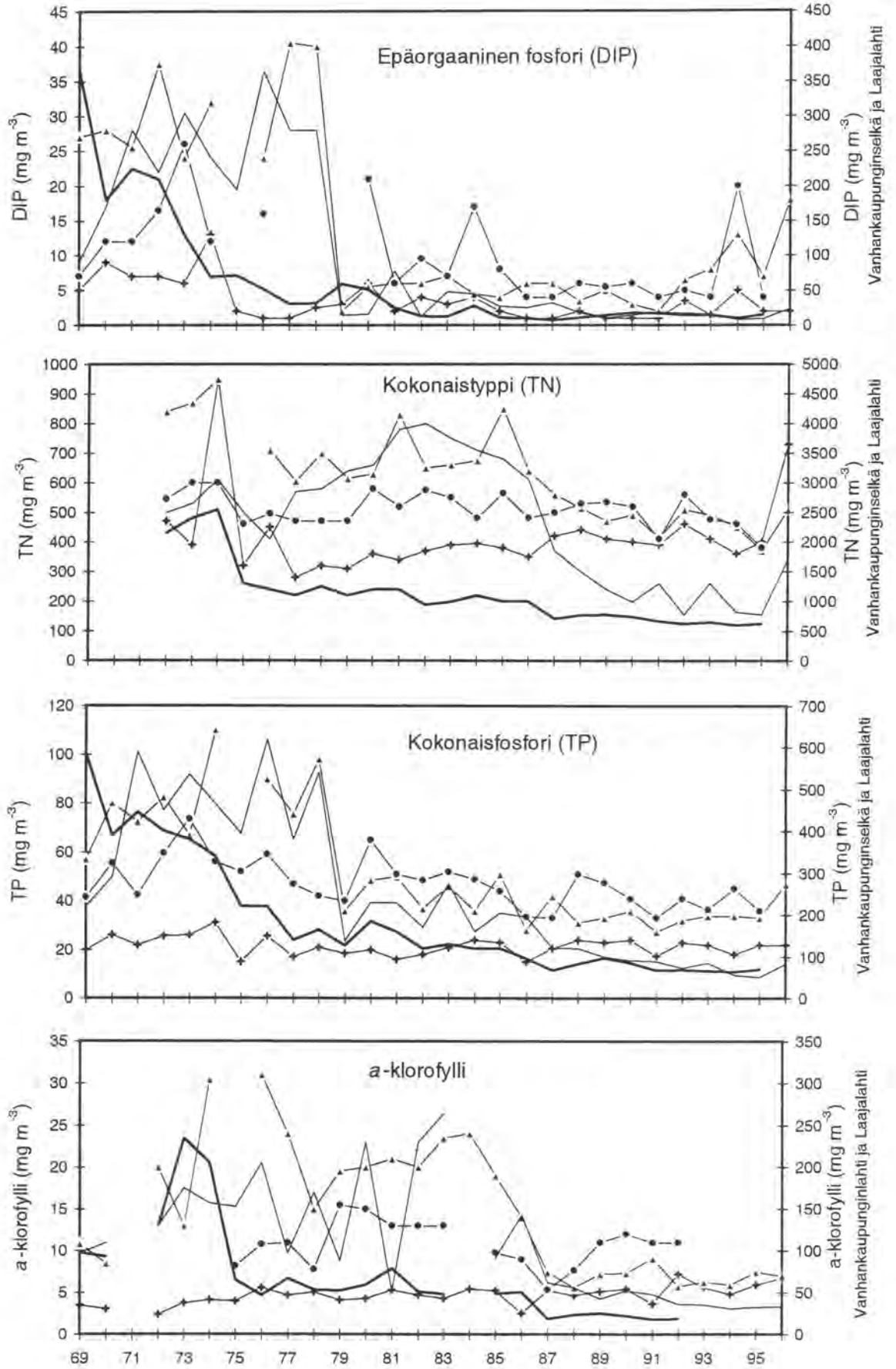
LIITE 2.
1(3)



Pintaveden lämpötilan, suolaisuuden, epäorgaanisen typen (DIN) ja fosforin (DIP), kokonaistypen (TN), -fosforin (TP) ja a-klorofyllipitoisuuden sekä syötäväksi kelpaavien pii- ja muiden levien sekä sinilevien biomassan mediaanit Helsingin merialueella kesinä 1969 - 96.

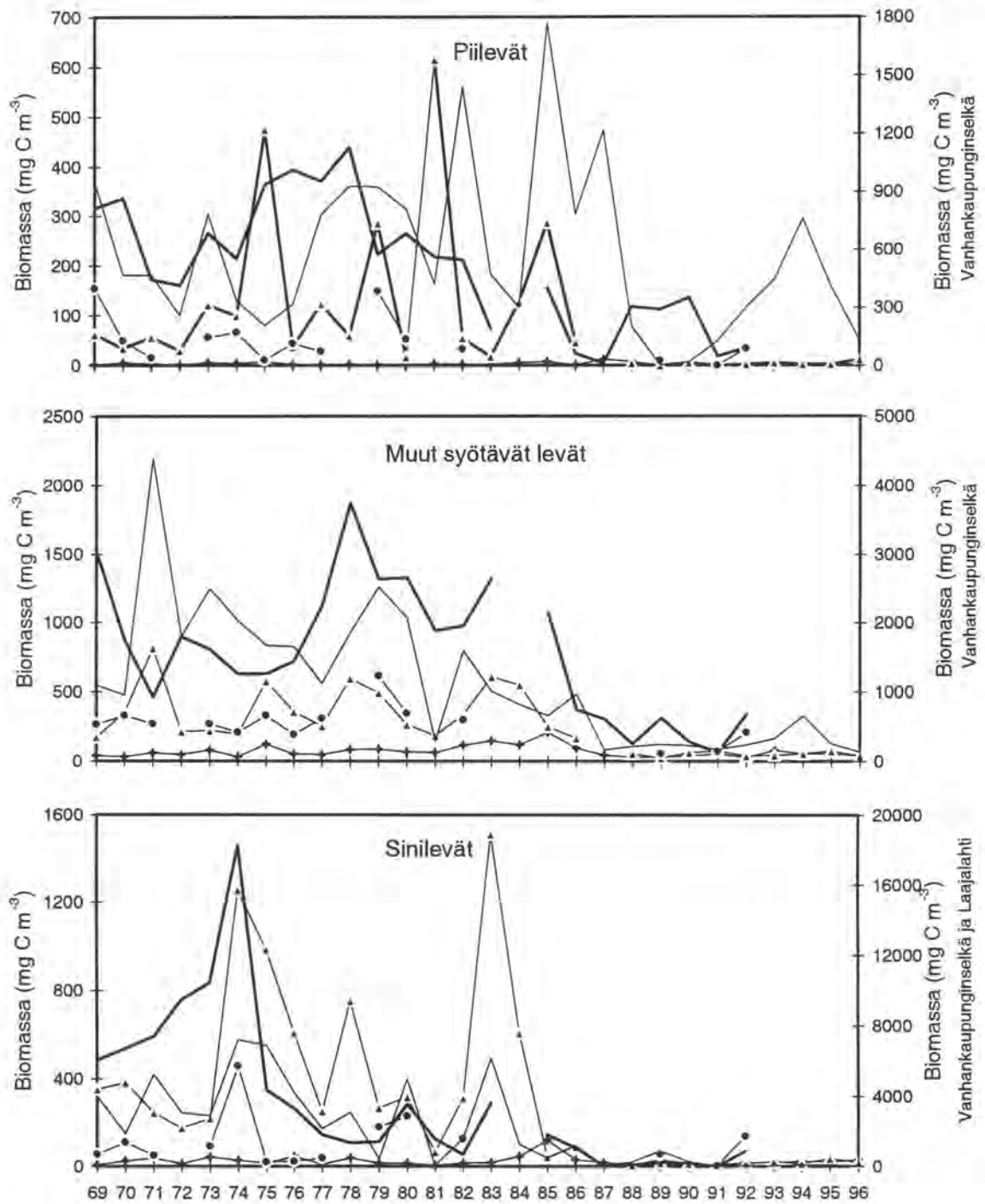
Näytteet lahtialueelta, kun veden lämpötila > 15 °C ja saaristossa > 13 °C.

LIITE 2.
2(3)



LIITE 2.

3(3)



Eläinplanktonin kokonais- ja ryhmäyksilömäärät sekä prosentuaaliset osuudet kesäaikana eri havaintojaksoina

Vanhankaupunginselkä, 4

Havainto- jaksot	Protozoa		Rotatoria		Cladocera		Copepoda		Muut		Yhteensä
	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³
1969 - 75	499	17	1820	59	21	2	212	21	4	0	2555
1980 - 81	197	22	359	45	9	1	204	33	0	0	769
1989 - 90	1077	33	1712	58	8	1	149	6	5	0	2951
1995 - 96	6061	27	1733	60	6	1	142	12	5	0	7947
Vuosien ka.	1397	22	1565	57	15	2	190	20	4	0	3171

Vartiokylänlahti, 25

Havainto- jaksot	Protozoa		Rotatoria		Cladocera		Copepoda		Muut		Yhteensä
	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³
1969 - 75	351	30	306	25	95	18	106	21	27	6	885
1980 - 81	23	11	238	41	14	12	50	28	23	7	351
1989 - 90	70	20	171	31	43	17	60	25	15	7	359
1995 - 96	166	19	567	62	42	6	74	10	16	2	866
Vuosien ka.	229	24	315	34	66	15	84	21	23	6	719

Laajalahti, 87

Havainto- jaksot	Protozoa		Rotatoria		Cladocera		Copepoda		Muut		Yhteensä
	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³
1969 - 76	78	8	1314	50	5	0	248	38	36	4	1680
1980 - 81	331	32	256	25	20	3	268	40	5	1	880
1989 - 90	91	14	202	28	13	8	89	33	31	17	428
1995 - 96	725	18	691	55	35	5	102	18	21	4	1575
Vuosien ka.	209	13	915	43	12	3	207	37	28	5	1372

Kruunuvuorenselkä, 18

Havainto- jaksot	Protozoa		Rotatoria		Cladocera		Copepoda		Muut		Yhteensä
	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³
1969 - 74	408	32	407	38	46	9	111	19	19	3	992
1980 - 81	191	14	120	42	16	8	112	34	5	2	443
1989 - 90	121	28	69	18	119	28	56	20	13	6	379
1995 - 96	273	30	295	52	25	4	64	12	12	2	669
Vuosien ka.	301	28	284	38	50	11	94	20	15	3	744

Katajaluoto, 125

Havainto- jaksot	Protozoa		Rotatoria		Cladocera		Copepoda		Muut		Yhteensä
	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³	%	10 ³ yks m ⁻³
1969 - 76	134	39	132	39	27	8	43	13	6	2	342
1980 - 81	54	41	21	16	16	12	37	28	4	3	132
1989 - 90	51	30	44	26	36	21	37	22	3	2	172
1995 - 96	215	42	250	49	10	2	30	6	3	1	508
Vuosien ka.	122	39	120	39	24	8	39	13	5	2	311

Munien lukumäärä ei ole mukana.

Jaksojen ja vuosien keskiarvot laskettu kesäkeskiarvoista.

Eläinplanktonin kokonais- ja ryhmäbiomassat sekä prosentuaaliset osuudet kesäaikana eri havaintojaksoina

Vanhankaupunginselkä, 4

Havainto- jaksot	Protozoa mg C m ⁻³		Rotatoria mg C m ⁻³		Cladocera mg C m ⁻³		Copepoda mg C m ⁻³		Muut mg C m ⁻³		Yhteensä mg C m ⁻³
		%		%		%		%		%	
1969 - 75	2	2	49	37	34	16	78	44	2	1	165
1980 - 81	0	1	13	31	4	4	48	63	0	0	65
1989 - 90	4	5	46	42	8	9	34	39	3	5	96
1995 - 96	26	7	49	41	7	10	35	38	2	4	120
Vuosien ka.	6	3	43	37	21	12	60	45	2	2	132

Vartiokylänlahti, 25

Havainto- jaksot	Protozoa mg C m ⁻³		Rotatoria mg C m ⁻³		Cladocera mg C m ⁻³		Copepoda mg C m ⁻³		Muut mg C m ⁻³		Yhteensä mg C m ⁻³
		%		%		%		%		%	
1969 - 75	1	1	9	11	133	55	38	23	13	10	193
1980 - 81	0	0	13	21	22	39	18	27	7	12	61
1989 - 90	0	0	5	8	44	57	15	23	7	11	73
1995 - 96	1	1	19	26	46	40	24	24	8	9	97
Vuosien ka.	1	1	10	15	89	50	29	24	10	10	139

Laajalahti, 87

Havainto- jaksot	Protozoa mg C m ⁻³		Rotatoria mg C m ⁻³		Cladocera mg C m ⁻³		Copepoda mg C m ⁻³		Muut mg C m ⁻³		Yhteensä mg C m ⁻³
		%		%		%		%		%	
1969 - 76	0	0	28	20	10	8	121	70	4	3	163
1980 - 81	1	1	23	14	58	32	66	51	2	2	150
1989 - 90	0	0	4	11	30	20	19	39	17	31	71
1995 - 96	3	1	19	26	111	34	25	27	11	11	169
Vuosien ka.	1	0	23	18	34	17	85	57	6	8	149

Kruunuvuorenselkä, 18

Havainto- jaksot	Protozoa mg C m ⁻³		Rotatoria mg C m ⁻³		Cladocera mg C m ⁻³		Copepoda mg C m ⁻³		Muut mg C m ⁻³		Yhteensä mg C m ⁻³
		%		%		%		%		%	
1969 - 74	1	2	14	18	26	22	53	49	7	9	101
1980 - 81	0	1	4	7	16	26	45	63	2	3	68
1989 - 90	0	1	2	4	52	47	31	40	6	9	92
1995 - 96	1	1	13	21	18	19	33	49	6	10	71
Vuosien ka.	1	1	10	15	27	26	45	49	6	8	89

Katajaluoto, 125

Havainto- jaksot	Protozoa mg C m ⁻³		Rotatoria mg C m ⁻³		Cladocera mg C m ⁻³		Copepoda mg C m ⁻³		Muut mg C m ⁻³		Yhteensä mg C m ⁻³
		%		%		%		%		%	
1969 - 76	0	1	5	13	13	25	23	54	2	7	43
1980 - 81	0	1	1	6	8	26	19	63	1	5	30
1989 - 90	0	1	2	4	19	45	16	45	1	4	38
1995 - 96	0	1	10	36	7	20	12	37	1	6	30
Vuosien ka.	0	1	4	14	12	27	20	52	2	6	39

Rotatoria- ja Cladocera-ryhmät eivät sisällä munien biomassaa.

Copepoda-biomassa sisältää myös naupliustoukat.

Jaksojen ja vuosien keskiarvot laskettu kesäkeskiarvoista.

LIITE 5.
I(5)

Spearmanin korrelaatiokertoimet (kerrottu 100:lla) Vanhankaupunginselällä eiäinplanktonitaksoneien (yksilömäärän/biomassan) ja ajan sekä ympäristömuuttujien välillä kesinä 1969 - 75, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96. Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot merkitty tähdeillä:

* $p = 0,01 - 0,05$, ** $p = 0,001 - 0,01$ tai *** $p < 0,001$.

	Aika	Lämpö- tila	Suolai- suus	DIN	TN	DIP	TP	Kloro- fylli-a	Sini- levät	Pii- levät	Muut levät
Yksilömäärä											
<i>Tintinniida</i> spp.	14	-3	12	-44 **	-60 ***	-19	-25	-29 *	-17	-19	-27 *
<i>Asplanchna</i> spp.	-13	10	2	0	-2	-3	-8	-11	-15	16	-4
<i>Brachionus</i> spp.	2	2	-20	-2	-16	-20	-26	-14	-34 *	6	-21
<i>Filinia longiseta</i>	-8	3	-1	-28 *	-29	-4	-23	-20	-18	12	-13
<i>Keratella cochlearis</i>	64 ***	-27 *	-19	3	-49 **	-44 ***	-58 ***	-55 ***	-49 ***	-52 ***	-65 ***
<i>K. cruciformis eichwaldii</i>	54 ***	-41 **	-10	2	-47 **	-19	-39 **	-47 ***	-40 **	-42 **	-43 **
<i>K. quadrata</i>	-16	0	21	-23	-40 **	-3	-20	-8	-5	16	-3
<i>Notholca</i> spp.	30 *	-25	-42 **	18	11	5	-17	-39 **	-51 ***	-25	-42 **
<i>Polyarthra</i> spp.	32 **	-7	-66 ***	56 ***	35	10	-7	-23	-55 ***	9	-33 *
<i>Synchaeta baltica</i>	42 ***	-28 *	2	-21	-52 ***	-25	-37 **	-41 **	-30 *	-37 **	-37 **
<i>Synchaeta monopus</i>	6	-2	0	-16	-37 *	-20	-38 **	-27	-26	-4	-24
<i>Synchaeta</i> spp. (pieni)	-38 **	-17	0	26	40 **	54 ***	40 **	26	20	37 **	22
<i>Bosmina longispina maritima</i>	-3	10	17	-19	-22	-5	-2	-17	11	-27	-12
<i>Daphnia cucullata</i>	-26 *	14	45 ***	-41 **	-14	23	34 **	25	53 ***	-4	32 *
<i>Evadne nordmanni</i>	31	-13	1	-7	-33 *	-20	-33 *	-22	-25	-17	-22
<i>Leptodora kindti</i>	-10	-8	31 *	-39 **	-31 *	-13	-16	-10	11	-2	-1
<i>Pleopsis polyphemoides</i>	24	-14	12	-20	-39 *	-18	-31 *	-40 **	-23	-14	-16
<i>Acartia bifilosa</i>	52 ***	-38 **	7	-18	-57 ***	-38 **	-49 ***	-35 *	-24	-41 **	-24
<i>Eurytemora affinis</i>	4	-24	26	-35 **	-41 **	8	-23	-30 *	-8	-14	-23
<i>Cyclopoida</i> spp.	-38 **	51 ***	35 **	-19	27	27	57 ***	57 ***	67 ***	20	59 ***
<i>Balanus improvisus</i>	35 **	-26 *	17	-24	-55 ***	-20	-34 *	-54 ***	-22	-31 *	-28 *
Biomassa											
Yhteensä	-40 **	42 ***	45 ***	-47 ***	-15	21	27 *	25	35	43 **	37 **
Rotatoria	-15	-5	3	-8	-19	6	-12	-1	-18	29 *	-9
Cladocera	-22	13	37 **	-43 **	-30	20	16	1	36 **	-4	18
Copepoda	-13	44 ***	42 **	-37 **	-7	13	29 *	25	48 ***	12	44 **

LIITE 5.
2(5)

Spearmanin korrelaatiokertoimet (kerrottu 100:lla) Vartiokylänlahdella eläinplanktonitaksionien (yksilömäärän/biomassan) ja ajan sekä ympäristömuuttujien välillä kesinä 1969 - 75, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96. Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot merkitty tähdellä:

* $p = 0,01 - 0,05$, ** $p = 0,001 - 0,01$ tai *** $p < 0,001$.

	Aika	Lämpötila	Suolaisuus	DIN	TN	DIP	TP	Klorofylli-a	Sini-levät	Pli-levät	Muut levät
Yksilömäärä											
Tintinniida spp.	-14	7	26	28	0	13	-6	-15	34	-10	-22
Brachionus spp.	12	12	-22	-2	-18	-21	-29	-10	-24	-45*	-50*
Filinia longiseta	4	0	-5	38*	15	0	4	22	8	12	23
Keratella cochlearis	38**	-12	-12	11	-16	-9	-20	-68***	10	-18	-18
K. cruciformis eichwaldii	29*	-28*	-8	-26	-40*	-8	-25	-68***	-8	-17	-28
K. quadrata	20	-13	-12	-3	-32	-7	-22	-66***	-5	-9	0
Synchaeta baltica	22	-33*	-21	-16	-38*	-22	-39*	-78***	-7	-26	-36
Synchaeta monopus	16	-40**	-26	-25	-47**	-42**	-42**	-65***	-1	-12	-43
Synchaeta spp. (pieni)	-4	-42**	-7	-17	-23	10	-33**	-29	32	-17	-51*
Bosmina longispina maritima	-23	25	17	60***	8	12	-4	-3	-34	-53*	-7
Daphnia cucullata	-41***	38**	31*	48**	40*	24	29	65***	-12	-7	3
Evadne nordmanni	10	-12	-31*	5	-28	-25	-38*	-32	-60**	-22	-13
Leptodora kindtii	13	29*	-4	-12	19	7	27	47*	22	6	-27
Pleopsis polyphemoides	0	-19	7	4	-18	-14	-27	-56**	-52*	21	31
Acartia bifilosa	4	38**	38*	22	13	17	29	2	-7	-14	6
Eurytemora affinis	-24	20	-16	35*	-32	-13	-26	-10	-59**	10	8
Cyclopoida spp.	-5	19	-24	-5	19	17	7	3	-28	-7	-3
Balanus improvisus	4	7	18	-15	5	-23	5	-27	-59**	14	30
Biomassa											
Yhteensä	-51***	28*	21	36*	-4	8	0	-20	-32	9	19
Rotatoria	21	-34*	-16	-9	-42*	-10	-38*	-78***	12	-27	-28
Cladocera	-44***	41**	30	53***	33	19	18	41*	-15	-8	2
Copepoda	-39**	38**	14	39*	-5	16	10	-7	-52*	25	34

LIITE 5.
3(5)

Spearmanin korrelaatiokertoimet (kerrottu 100:lla) Laajalahdella eläinplanktonitaksonien (yksilömäärän/biomassan) ja ajan sekä ympäristömuuttujien välillä kesinä 1969 - 76, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96. Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot merkitty tähdellä: * $p = 0,01 - 0,05$, ** $p = 0,001 - 0,01$ tai *** $p < 0,001$.

	Aika	Lämpötila	Suolaisuus	DIN	TN	DIP	TP	Klorofylli-a	Sini-levät	Pii-levät	Muut levät
Yksilömäärä											
Tintinnia spp.	23 *	-19	0	-2	3	-2	-13	-9	-31 *	-17	-17
Asplanchna spp.	-5	-10	-9	25	-24	14	10	-23	-1	8	-13
Brachionus spp.	2	5	-5	2	15	-1	1	-5	-1	13	-7
Filinia longiseta	41 ***	1	0	-17	-36 *	-17	-28 *	-47 ***	-28 *	-18	-18
Keratella cochlearis	59 ***	-20	48 ***	-16	-45 **	-38 **	-42 ***	-29 *	-32 **	-41 ***	-44 ***
K. cruciformis eichwaldii	55 ***	-36 **	19	-20	-27	-54 ***	-55 ***	-30 *	-45 ***	-21	-41 ***
K. quadrata	9	-17	-11	3	-19	6	-8	-16	-12	6	-30 *
Synchaeta baltica	33 **	-23	7	-12	0	-16	-16	-24	-28 *	-7	-12
Synchaeta monopus	31 **	-39 ***	6	17	-30	-35 **	-38 **	-26	-44 ***	-19	-26 *
Synchaeta spp. (pieni)	-45 ***	-9	-14	41 ***	26	45 ***	38 **	21	28 *	28 *	13
Bosmina longispina maritima	45 ***	-10	18	-5	-34 *	-17	-32 *	-19	-23	-41 ***	-24
Daphnia cucullata	15	4	-9	-6	5	-12	0	-12	-7	-10	14
Evadne nordmanni	25 *	-18	2	-13	-6	-23	-22	-13	-21	-4	8
Leptodora kindti	32 **	4	1	-46 ***	-1	-29 *	-26 *	-17	-18	1	5
Pleopsis polyphemoides	56 ***	-22	13	-28 *	-17	-49 ***	-44 ***	-26	-36 **	-10	-9
Acartia bifilosa	89 ***	-9	40 **	-49 ***	-75 ***	-73 ***	-86 ***	-73 ***	-77 **	-40 ***	-43 ***
Eurytemora affinis	55 ***	-16	2	-32 *	-28	-60 ***	-56 ***	-54 ***	-59 ***	-18	-14
Cyclopoida spp.	-76 ***	26 *	-28 *	32 *	71 ***	64 ***	80 ***	74 ***	79 ***	34 **	62 ***
Balanus improvisus	66 ***	-15	23	-39 **	-58 ***	-62 ***	-67 ***	-68 ***	-67 ***	-19	-37 **
Biomassa											
Yhteensä	-29 **	-1	-31 *	9	30	27 *	40 ***	32 *	33 **	35 **	42 ***
Rotatoria	-7	-24 *	-14	12	-5	15	1	-14	-10	12	-16
Cladocera	27 *	7	7	-19	-11	-17	-9	-16	-15	-7	10
Copepoda	-56 ***	23	-13	22	48 **	46 ***	65 ***	58 ***	66 ***	37 **	59 ***

LIITE 5.
4(5)

Spearmanin korrelaatiokertoimet (kerrottu 100:lla) Kruunuvuorenselällä eläinplanktonitaksonien (yksilömäärän/biomassan) ja ajan sekä ympäristömuuttujien välillä kesinä 1969 - 74, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96. Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot merkitty tähdeillä:
* $p = 0,01 - 0,05$, ** $p = 0,001 - 0,01$ tai *** $p < 0,001$.

	Aika	Lämpö- tila	Suolai- suus	DIN	TN	DIP	TP	Kloro- fylli-a	Sini- levät	Pii- levät	Muut levät
Yksilömäärä											
Tintinniida spp.	-11	-20	19	-13	-25	16	-6	-7	1	4	-2
Asplanchna spp.	8	6	-14	24	4	20	7	3	13	11	8
Brachionus spp.	9	30*	-30*	-4	5	-28*	-31*	-8	-11	11	-23
Filinia longiseta	-3	8	-23	28*	-16	7	-8	-3	-14	0	-7
Keratella cochlearis	37**	-26	-10	13	-36*	16	-10	-29	-9	-28*	-33
K. cruciformis eichwaldii	30*	-20	12	-8	-7	-7	-22	-17	-15	3	-19
K. quadrata	-24	-3	12	16	13	15	8	11	34*	26	24
Synchaeta baltica	-6	-19	-15	15	20	-7	-6	12	0	36*	17
Synchaeta monopus	22	-2	-11	-20	-3	-24	-30*	-1	-20	7	-13
Synchaeta spp. (pieni)	-24	-24	25	-7	-19	18	9	18	13	12	13
Bosmina longispina maritima	0	21	4	7	-20	2	11	-12	-15	-37**	-19
Daphnia cucullata	-11	22	-6	15	2	15	21	5	-1	-15	0
Evadne nordmanni	-3	-13	28*	-10	-8	-15	-3	-18	-7	-1	7
Pleopsis polyphemoides	-9	-25	12	3	-21	-6	-8	-27	4	8	19
Podon intermedius	-5	30*	15	4	-7	20	23	-1	13	-13	-4
Acartia bifilosa	23	-1	16	0	2	7	10	0	-4	-19	-11
Eurytemora affinis	2	2	7	28*	-12	1	11	-11	-7	-6	0
Temora longicornis	18	7	14	-11	-24	-23	-17	-1	2	-5	7
Cyclopoida spp.	-28*	11	-2	11	13	-1	18	36*	22	17	29
Balanus improvisus	-5	6	13	3	-4	-4	2	-24	-7	8	7
Biomassa											
Yhteensä	-20	22	6	32*	0	11	17	-3	-4	0	14
Rotatoria	-1	-19	0	9	-2	6	-9	-1	10	14	7
Cladocera	-1	16	6	19	-23	0	7	-12	-13	-31	-7
Copepoda	-11	9	12	25	3	14	26	5	7	3	15

LIITE 5.
5(5)

Spearmanin korrelaatiokertoimet (kerrottu 100:lla) Katajaluodon alueella eläimlanktonkaksien (yksilömäärän/biomassan) ja ajan sekä ympäristömuuttujien välillä kesinä 1969 - 76, 1980 - 81, 1989 - 90 ja 1995 - 96. Tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot merkitty tähdellä: * p = 0,01 - 0,05, ** p = 0,001 - 0,01 tai *** p < 0,001.

	Aika	Lämpötila	Suolaisuus	DIN	TN	DIP	TP	Klorofylli-a	Sini-levät	Pii-levät	Muut levät
Yksilömäärä											
Tintinnia spp.	14	-7	-16	35 **	17	0	-3	33 *	22	-1	-30 *
Brachionus spp.	25	7	-47 ***	3	32 *	-25	8	7	-7	-4	-12
Filinia longiseta	22	1	-4	9	29	3	8	21	-5	-14	3
Keratella cochlearis	20	16	-15	44 ***	30 *	8	29 *	40 **	17	-25	-29 *
K. cruciformis eichwaldii	50 ***	3	30 *	1	24	-13	7	35 *	18	-2	13
K. quadrata	3	16	-6	47 ***	25	6	14	16	11	-2	-5
Synchaeta baltica	-10	-14	4	12	-4	-14	-8	-2	12	30 *	-5
Synchaeta monopus	5	-10	-14	18	23	-24	2	5	19	19	1
Synchaeta spp. (pieni)	-4	-14	-3	31 *	9	11	1	16	21	11	-17
Bosmina longispina maritima	-13	35 **	-6	11	25	18	25	-9	-17	-34 **	2
Daphnia cucullata	-2	19	-22	-3	26	-1	10	16	-12	-39 **	-5
Evadne nordmanni	-19	1	-8	2	15	2	7	-15	0	1	14
Pleopsis polyphemoides	-8	-9	2	17	2	5	15	-3	20	20	-1
Podon intermedius	3	34 **	35 **	3	-19	12	-31 *	8	2	-22	18
Acartia biflora	9	6	56 ***	-18	-12	5	-7	15	3	-6	35 **
Eurytemora affinis	-19	17	27 *	22	7	18	9	4	19	-11	17
Temora longicornis	2	-4	59 ***	-27 *	-38 **	-1	-21	-13	11	24	17
Cyclopoida spp.	-5	18	-20	14	28	-9	5	16	1	-21	-6
Balanus improvisus	1	6	45 ***	-3	-10	-5	12	1	32 **	13	20
Biomassa											
Yhteensä	-27 *	27 *	4	40 **	26	28 *	23	-11	-1	2	7
Rotatoria	2	-2	-14	41 **	20	1	12	20	22	20	-17
Cladocera	-15	26 *	-12	23	26	30 *	32 *	-19	-15	-18	-3
Copepoda	-26 *	12	41 **	18	6	26	10	-3	15	-6	21

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1998

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

KUVAILULEHTI				
Tekijä(t) <i>Katja Pellikka, Hilikka Viljamaa</i>				
Nimike <i>Eläinplankton Helsingin merialueella 1969 - 1996</i>				
Julkaisija	Julkaisuaika	Sivumäärä	Liitteet	
<i>Helsingin kaupungin ympäristökeskus</i>	<i>1998</i>	<i>48</i>	<i>5</i>	
Sarjan nimike		Osanumero		
<i>Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja</i>		<i>12/98</i>		
ISSN-numero	Kieli			
<i>1235-9718</i>				
ISBN-numero	Koko teos	Tiivistelmä	Taulukot	Kuvatestit
<i>951-718-182-5</i>	<i>fin</i>	<i>fin, swe, eng</i>	<i>fin</i>	<i>fin</i>
Avainsanat <i>eläinplankton, pitkäaikaisseuranta, veden laatu, rehevöityminen, Suomenlahti, Helsinki</i>				
Lisätietoja <i>Hilikka Viljamaa, p. (09) 7312 2616, sähköposti hilikka.viljamaa@ymk.hel.fi</i> <i>Katja Pellikka, p. (09) 73121, sähköposti katja.pellikka@ymk.hel.fi</i> <i>Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki</i>				