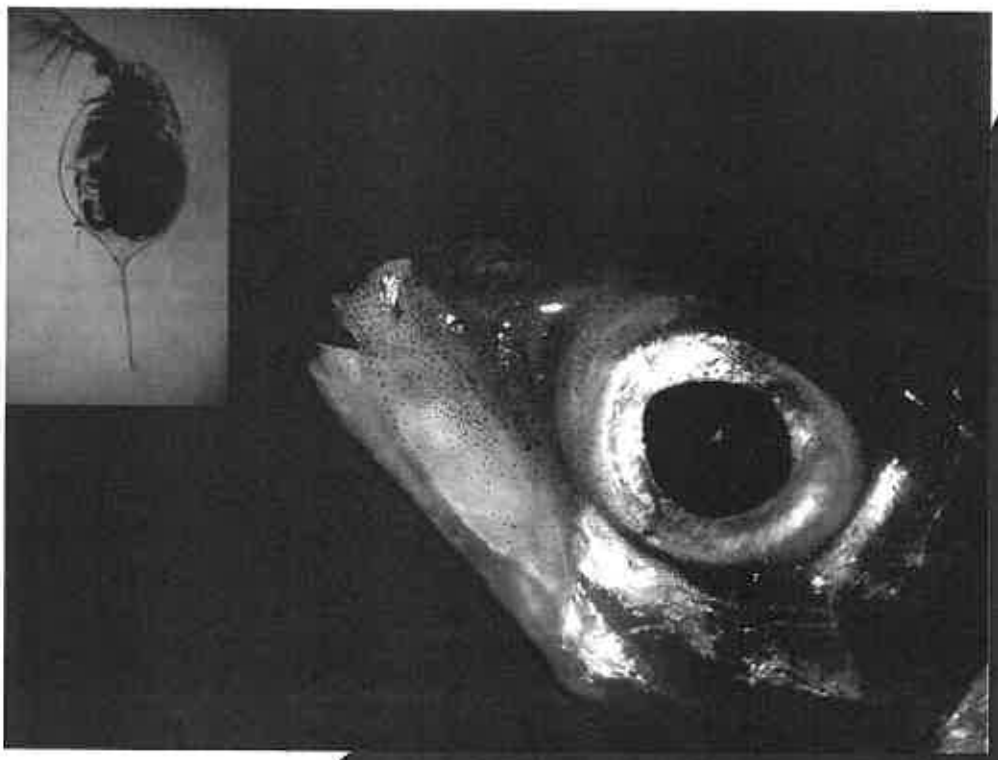
KALATUTKIMUKSIA FISKUNDERSÖKNINGAR 139
1998

Matti Miinalainen
Outi Heikinheimo

Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 139 1998

Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä

Matti Miinalainen ja Outi Heikinheimo

Helsinki 1998

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Siika ja Daphnia-vesikirppu (kuvat ja kuvankäsittely: Lauri Urho)

Kirjoittajat ovat vastuussa kirjoituksensa sisällöstä, eikä se välttämättä edusta Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen virallista kantaa.

ISBN 951-776-149-X

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1998

Sisältö

1. JOHDANTO 1

2. TUTKIMUSALUE 3

2.1. Maantieteellinen sijainti ja vedenlaatu 3

2.2. Vuokalanjärven kalasto 4

3. AINEISTO JA MENETELMÄT 6

3.1. Vuokalanjärven pohjaeläimistö 6

3.2. Eläinplankton 6

3.3. Siian kasvu ja ravinto 7

4. TULOKSET 12

4.1. Pohjaeläimet 12

4.2. Eläinplankton 13

4.3. Siikasaaliit sekä siikojen kasvu ja ravinto 15

4.3.1. Siikakantojen osuudet nuottasaaliissa 15

4.3.2. Siikojen kasvu 16

4.3.3. Siikojen kuntoisuus 18

4.3.4. Siikojen mahojen täyteisyys 19

4.3.5. Siikojen ravinto 20

4.3.6. Siikakantojen väliset erot ravinnonkäytössä 26

4.2.7. Eläinplanktonlajien valikointi 27

5. TULOSTEN TARKASTELU 31

5.1. Suurella istutusmäärällä tiheä siikakanta 31

5.2. Siiat kasvoivat hitaasti 31

5.3. Siivilähampaiden määrä vaikutti ravintoon 32

5.4. Siika valikoi ravintonsa 33

5.5. Lajinsisäinen ja lajien välinen kilpailu 34

5.6. Tiheäsiivilähampaiset siiat selviytyivät paremmin 34

Kiitokset 35

KIRJALLISUUS 36

1. JOHDANTO

Biologiset vuorovaikutussuhteet, kilpailu ja saalistus (predaatio), ovat tärkeitä ulappa-alueiden eliöyhteisön rakenteen muodostumisessa ja säätelyssä (de Bernardi 1981). Siiat, *Coregonus lavaretus L. s.l.*, ja muikku, *Coregonus albula L.*, kuuluvat lohien heimon, Salmonidae, alaheimoon Coregoninae, ja ovat selkävesien ja niiden laitaosien kalayhteisön hallitseva lajiryhmä useissa suomalaisissa järvissä.

Siika on yksi taloudellisesti merkittävimmistä saaliskaloista Suomessa ja siikaistutuksilla on pitkät perinteet. Siikaa istutetaan maassamme enemmän kuin mitään muuta kalalajia. Suomessa käytetään siikaistutuksissa useita eri siikakantoja ja siivilähammasmääriltään erilaisia siikamuotoja. Istutusten tulokset ovat olleet erittäin vaihtelevia. Kesänvanhoilla poikasilla istutustulokset ovat vaihdelleet nollasta 240 kiloon tuhatta istutettua poikasta kohden. Istutustulosten vaihtelu ei ole järvien välillä sen suurempi kuin samassa järvessä eri istutuserien välillä (Salojärvi 1991).

Vuokalanjärveen (Savonranta) istutettujen siikojen ravintotutkimus liittyi siikaistutusten kannattavuutta Etelä- ja Keski-Suomessa selvittävään tutkimukseen sekä Vesi- ja ympäristöhallituksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen yhteistyöprojektiin "Säännöstelyn kalataloudellisia vaikutuksia kuvaavan systeemimallin kehittäminen", josta saatiin myös osa rahoituksesta vuosina 1988-1989.

Siikaistutusten kannattavuustutkimuksen tarkoituksena on selvittää siikaistutusten tuloksellisuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä sekä tärkeimpien viljelyssä olevien siikakantojen ekologisia eroja ja arvioida sen perusteella eri siikakantojen käyttöarvoa ja soveltuvuutta kalavesien hoitoon. Tiedot ovat tarpeen suunniteltaessa siikaistutuksia järviin, joissa on jo ennestään siikakanta tai joissa ravintovarat ovat vähentyneet esimerkiksi voimataloudellisen säännöstelyn vaikutuksesta. Tutkimus täydentää Pohjois-Suomessa tehtyjä tutkimuksia (Salojärvi 1992a, 1992b). Tämä siikojen ravintoa koskeva tutkimus julkaistaan projektin ensimmäisenä osaraporttina.

Vuokalanjärveen istutettiin syksyllä 1987 ja 1988 viiteen eri siikakantaan kuuluvia kesänvanhoja kuonomerkittyjä poikasia. Suuren istutusmäärän avulla (vuonna 1987 yhteensä 81 yksilöä/ha ja vuonna 1988 37 yksilöä/ha) luotiin järveen tiheät siikakannat ja sitä kautta kilpailutilanne eri kantojen välille. Siikojen kasvua, ravintoa ja populaation kehitystä seurattiin viiden vuoden ajan.

Siikapopulaation tiheys suhteessa sopivan ravinnon saatavuuteen vaikuttaa huomattavasti siikojen kasvunopeuteen ja on siten olennainen tekijä siikaistutusten onnistumisen kannalta (Berg 1970, Salojärvi 1988). Vuokalanjärvessä tarjolla olevan ravinnon runsautta ja laatua selvitettiin erillisillä pohjaeläin- ja eläinplanktontutkimuksilla. Pohjaeläintutkimuksesta vastasi Risto Palomäki. Petokalojen siikoihin kohdistamaa predaatiota on tutkinut Oili Vuorimies (1990).

Siikojen ravintotutkimuksen tarkoituksena oli selvittää eri siikakantojen ravinnonkäyttöä viitenä istutuksen jälkeisenä kasvukautena ja tutkia, miten eri siikamuotojen välinen ravintokilpailu vaikuttaa niiden ravintoekologian muotoutumiseen, kuntoisuuteen ja kasvuun. Lisäksi pyrittiin selvittämään, kuinka siikakantojen väliset morfologiset erot siivilähammasmäärissä vaikuttavat ravinnon valikointiin ja kantojen ravinnonkäytön erilaistumiseen. Ravintotutkimusta täydennettiin syksyllä 1989 Vuokalanjärvessä siioilla tehdyllä häkkikokeella, jolla selvitettiin kahden siikamuodon ravin-

nonvalikointia, predaation vaikutusta ravintoeläimistöön sekä ravinnonkäytön muutoksen ajoitusta tietyn ravintokohteen vähentyessä (Palomäki ym. 1992).

Tutkimusta varten on aiemmin laadittu kirjallisuusselvitys eläinplanktonia ja pohjaeläimiä syövien kalojen, erityisesti siikojen ravinnonkäytöstä (Kolari 1989). Siikojen ravinnonkäyttöä ovat Suomessa tutkineet Toivonen (1960), Hakkari (1978), Palomäki (1981), Heikinheimo-Schmid (1982, 1985a), Huusko (1987), Sarvala ym. (1988), Tikkanen ym. (1988), Turunen ja Viljanen (1988) ja Tolonen (1997).

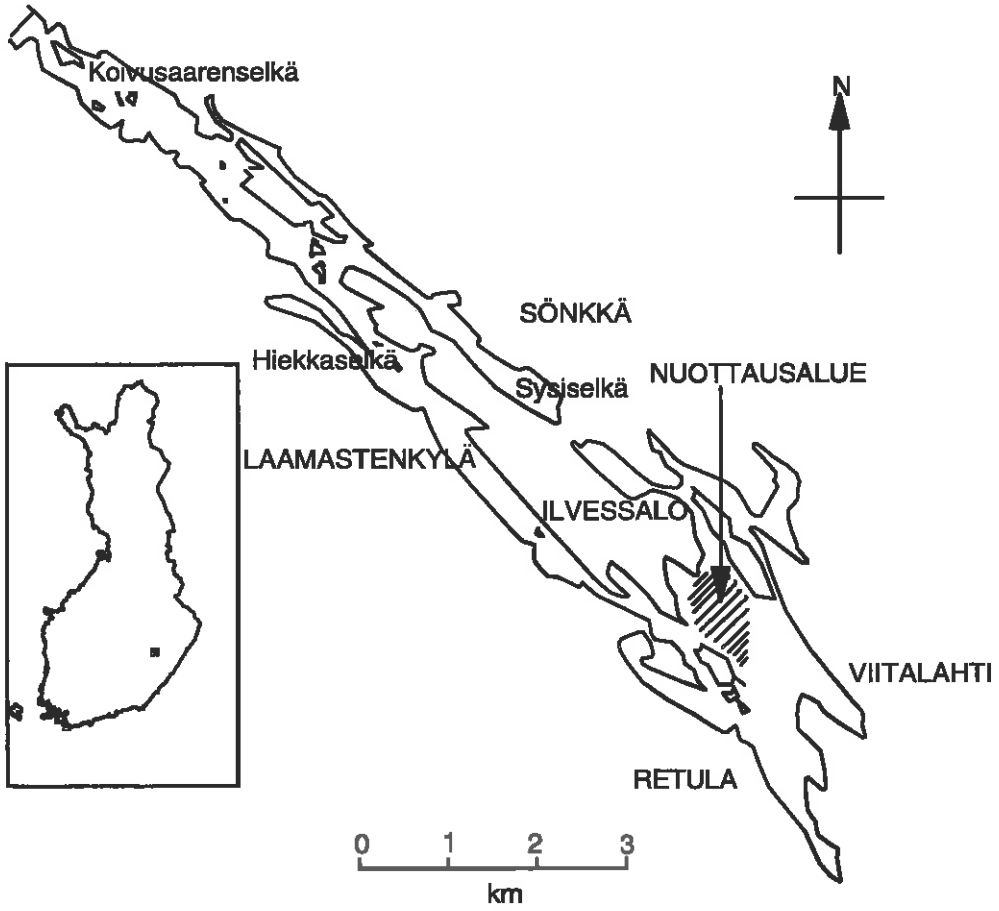
Vuokalanjärven siikojen ravintotutkimus on osahanke tutkimuksessa "Siikojen ravinto ja petokalojen predaatio siikaistutusten tuloksellisuuteen vaikuttavina tekijöinä", jonka vetäjänä toimi Outi Heikinheimo. Eläinplanktontutkimuksesta vastasi Irma Kolari ja hänen poissaollessaan vuosina 1990 ja 1992 Antti Koli ja Outi Heikinheimo. Eläinplanktontutkimuksen suunitelman laati Kai Kivi (1988). Tutkimusmestari Tauno Nurmio vastasi eläinplanktonnäytteiden keruusta ja siikojen koekalastuksesta Vuokalanjärvellä apunaan Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen henkilökunta. Siiat käsiteltiin ja mahanäytteet säilöttiin Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella tutkimusmestari Rauno Hokin johdolla.

Eläinplanktonnäytteet analysoivat Outi Setälä (vuosi 1988), Antti Koli (vuodet 1989-1990) ja Matti Miinalainen (vuosi 1992). Siikojen mahanäytteistä Antti Koli analysoi vuoden 1988 aineiston ja Matti Miinalainen vuosien 1989-1992 aineistot. Antti Koli käsitteli ja raportoi pro gradu -työssään (Koli 1989, 1991) vuoden 1988 aineistot, jotka sisältyvät myös tähän raporttiin. Matti Miinalainen teki tietokoneajot vuosien 1989-1992 aineistoista ja laati loppuraportin. Työn ohjasi Outi Heikinheimo.

2. TUTKIMUSALUE

2.1. Maantieteellinen sijainti ja vedenlaatu

Vuokalanjärvi sijaitsee Itä-Suomessa Savonrannan kunnassa (62°14'N, 29°09'E) Vuoksen vesistöalueella (kuva 1). Järvi laskee Vääräjärven ja Kaitajärven kautta Pyyveteen Savonrannan kirkonkylän kohdalla. Järven pinta-ala on 18 km^2 ja suurin syvyys 21 metriä. Risto Palomäki ja Kai Kivi tekivät Vuokalanjärven rantahabitaattikartoituksen vuonna 1989. Suurin osa järven rannoista on avoimia ja kivi- tai hiekkapohjaisia. Järvi jakautuu useaan suhteellisen erilliseen altaaseen.



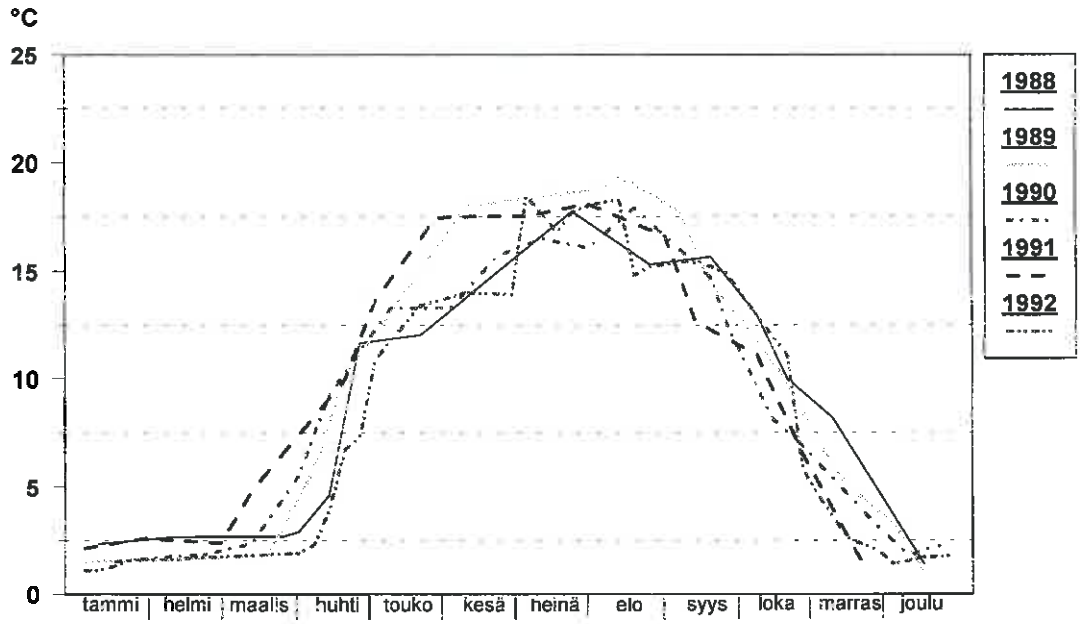
Kuva 1. Vuokalanjärvi

Järven vedenlaatua on seurattu satunnaisesti 1960-luvulta lähtien. Vesinäytteitä on otettu pääaltaalta kahdesta syvännehavaintopisteestä sekä järven luusuasta (Mikkelin vesipiiri, julkaisematon). Vesianalyysitietojen perusteella järvi on kirkasvetinen ja vähäravinteinen (taulukko 1).

Taulukko 1. Vuokalanjärven vesianalyysitiedot 13.4.1988 (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri).

Syvyys (m)	Lämpötila (°C)	O_2 (mg/l)	O_2 (%)	Johtokyky (mS/m)	pH	Väri (Pt mg/l)	COD_{Mn} (mg/l)	Kok. N (µg/l)	NH_4-N (µg/l)	Kok. P (µg/l)
1,0	0,4	9,8	68	3,1	6,0	35	7,2	720	140	7
5,0	2,5	9,6	71	3,0	6,2	30	7,3	550	66	7
10,0	3,2	9,0	67	2,9	6,1	25	6,7	380	20	4
15,0	4,0	4,7	36	3,2	5,9	40	7,0	450	24	6
17,2	4,3	1,5	12	4,2	6,1	70	8,7	490	78	13

Vuokalanjärven lähistöllä sijaitsevan Ylä-Enonveden lämpötiloissa ei tutkimusvuosien välillä ollut suuria eroja (kuva 2).

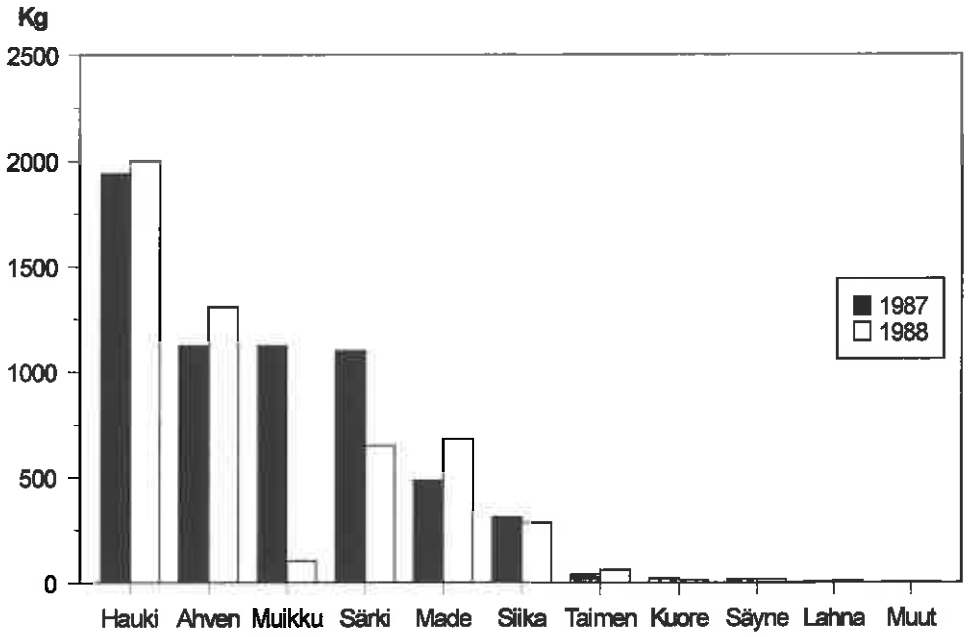


Kuva 2. Vesipatsaan keskilämpötila vuosina 1988–1991. Ylä-Enonvesi, Enonkoski (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri).

2.2. Vuokalanjärven kalasto

Vuokalanjärven kalansaalis koostui saalistiedustelujen mukaan vuosina 1987 ja 1988 pääasiassa hauesta, ahvenesta, muikusta, särjestä, mateesta, siiasta ja taimenesta (kuva 3). Tärkeimmät saaliskalat olivat hauki, ahven, muikku ja särki. Vuoden 1987 kokonaiskalansaalis oli 6100 kg (3,39 kg/ha), josta siikasaaliin osuus oli 301 kg (0,17 kg/ha). Järven muikkukanta heikkeni 1980-luvun aikana ja vuosisaaliit pienenivät voimakkaasti. Vuonna 1987 muikkusaalis oli 1114 kg (0,62 kg/ha). Pääasiallinen kalastusmuoto Vuokalanjärvellä on verkkopyynti. Yli puolet kokonaissaaliista saatiin järven pääaltaalta, jossa etenkin siika- ja muikkusaaliit, ja siitä johtuen myös ruokakuntakohtainen keskisaalis, olivat suurempia kuin Hiekkaselän alueella. Sen sijaan keskimääräiset hauki-, ahven-, särki- ja madesaaliit olivat suurempia Hiekkaselän alueella. (Moilanen ja Nurmio 1989). Vuoden 1988 kokonaissaalis oli hieman edellistä vuotta pienempi: 5100 kg (2,83 kg/ha). Kokonaisaaliin pieneneminen johtui lähinnä

muikkusaaliin pienenemisestä, joka jäi 103 kg:aan (0,06 kg/ha). Siikasaalis oli 285 kg (0,16 kg/ha) (Moilanen ja Toivonen 1990).



Kuva 3. Kokonaiskalansaalis Vuokalanjärvestä vuosina 1987 ja 1988.

Kalastuskunnat ovat istuttaneet järveen siikaa, taimenta, harjusta ja lahnaa. 1980-luvulla istutusmäärät ovat olleet muutamia tuhansia yksilöitä vuodessa (Moilanen ym. 1989). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tutkimuksen "Siikaistutusten tulokset ja kannattavuus Etelä- ja Keski-Suomessa" yhteydessä järven pääaltaaseen istutetettiin kesänvanhoja, kuonomerkittyjä pohja-, vaellus-, järvi- ja planktonsiian poikasia vuonna 1987 yhteensä 145 942 kappaletta (81 kpl/ha) (taulukko 2) ja vuonna 1988 yhteensä 67 331 kappaletta (37 kpl/ha) (Juntunen 1988, Juntunen ym. 1989). Tämän raportin aineisto koostuu vuonna 1987 Vuokalanjärveen istutetuista siioista.

Taulukko 2. Syksyllä 1987 Vuokalanjärveen istutetut siiat.

Siikakanta	Siivilähammasmäärä (kpl)	Keskipituus (cm)	Istutusmäärä (kpl)
1. Inarin pohjasiika (InPos)	22,7 ± 2,50	12,4	31 483
2. Kuusinkijoen vaellussiika (KuuVs)	27,6 ± 2,16	11,1	29 665
3. Kermajärven järvisiika (KerJs)	35,3 ± 3,39	9,3	27 824
4. Sotkamon reitin planktonsiika (SoPls)	50,2 ± 3,82	10,2	29 195
5. Koitajoen planktonsiika (KoPls)	51,0 ± 3,70	10,0	27 755

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1. Vuokalanjärven pohjaeläimistö

Pohjaeläinnäytteitä kerättiin vuosina 1988-1992 Risto Palomäen johtamassa pohjaeläintutkimuksessa Vuokalanjärvestä kuudelta alueelta, jotka edustavat neljää rantavyöhykkeen (litoraali) elinympäristö- eli habitaattityyppiä: 1. suojainen detritusranta (pohjalla hajoavaa kasvi- ja eläinjätettä), 2. suojainen hiekkaranta, 3. avoin hiekkaranta ja 4. tyrskyranta. Lisäksi näytteitä otettiin järven syvän veden vyöhykkeestä l. profundaalista.

Vuokalanjärven ranta-alueen pohjaeläimistön tuotantolaskelma perustuu vuosien 1988–1989 kevätaineistojen perusteella tehtyyn tarkempaan erittelyyn, jossa tutkittiin Vuokalanjärven kunkin habitaattityypin pohjaeläimistön lajittaiset yksilömäärät ja niiden biomassat kunkin lajin pituus-paino -suhteella (Palomäki 1994). Muiden vuodenaikojen tuotanto laskettiin vuoden 1988 aineistoon perustuen, jossa tarkasteltiin tarkemmin kunkin lajin yksilömäärien vaihteluita avovesikauden aikana kahdella eri habitaatilla. Tuotantokertoimina käytettiin Palomäen (1995) esittämiä kirjallisuustietoihin perustuvia kertoimia (varsinaisessa litoraalissa habitaatista riippuen 4,14 – 4,53 ja sublitoraalissa 2,26 * vuotuinen keskibiomassa). Vuonna 1988 tehdyn rantahabitaattikartoituksen perusteella voitiin arvioida pohjaeläintuotanto koko Vuokalanjärven litoraalialueelle.

Alustavien tulosten mukaan aineisto soveltuu hyvin pohjaeläintuotannon laskemiseen ja pohjaeläinyhteisön laikuttaisuuden tutkimiseen (Jokela 1990).

3.2. Eläinplankton

Vuokalanjärveltä kerättiin eläinplanktonnäytteitä vuosina 1988-1992 kahdelta eri alueelta, järven pääaltaalta sekä järven luoteisosasta Hiekkaselältä. Molemmilta alueilta otettiin näytteitä sekä ulappa-alueelta, jossa rantojen suurkasvillisuutta ei enää esiinny (pelagiaali) että litoraalista. Pelagiaalin näytteet otettiin Sormusen putkinoutimella (7 l) metrin välein pinnasta pohjaan ja viisi peräkkäistä syvyyttä yhdistettiin yhdeksi näytteeksi (0-5 m, 5-10 m, 10-15 m). Litoraalista otettiin näytteet sekä avoimelta kivikkorannalta että suojaiselta kasvillisuusrannalta. Näytteitä otettiin viideltä linjalta, jotka olivat kohtisuorassa rantaa vasten, kymmenen metrin välein rannasta ulospäin. Ensimmäinen näyte otettiin aivan rantaviivasta ja viimeinen 40 metrin päästä rannasta. Rantaviivasta näyte otettiin kahden litran mitta-astialla ja muut näytteet Sormusen putkinoutimella. Näytteet otettiin heti pinnan alta. Kunkin syvyysvyöhykkeen näytteet yhdistettiin kokoomanäytteeksi, jonka kokonaistilavuudeksi tuli 35 litraa. Näytteet suodatettiin 50 µm:n haavilla ja säilöttiin 10 % formaliiniin.

Näytteenotto aloitettiin viikolla 21 (20.-26.5.) ja uusi näytesarja otettiin kahden viikon välein. Vuosina 1988 ja 1989 näytteenotto päättyi viikolla 41 (7.-13.10.). Vuonna 1989 näytteitä ei kerätty lainkaan elokuussa. Vuonna 1990 näytteitä otettiin vain kesäkuussa (5.6. ja 19.6.). Vuonna 1991 näytteitä kerättiin touko-elokuussa (viikot 21-30). Lisäksi otettiin yksi näyte lokakuussa (viikko 41). Vuoden 1991 näytteitä ei ole

toistaiseksi käsitelty, koska tältä vuodelta ei käsitelty myöskään siian ravintonäytteitä. Vuonna 1992 näytteitä kerättiin touko-kesäkuussa (viikot 20-26) ja elokuussa (viikot 32 ja 34).

Laboratoriossa näytteestä otettiin mittalasiin osanäyte, jossa oli vähintään 300 eläintä. Osanäyte suodatettiin 60 µm:n kankaan läpi. Planktoneläimet laskettiin ja pyrittiin määrittämään lajitasolle stereomikroskoopilla 40-kertaisella suurennoksella. Kustakin näytteestä mitattiin 20 *Bosmina longispina* -vesikirpun pituus otsasta kuoren takapiikin tyveen, jotta pystyttiin vertaamaan tarjolla olevien ja siikojen syömien *Bosmina* -vesikirppujen pituuksia keskenään.

Vuoden 1988 analysoidut eläinplanktonnäytteet oli kerätty useilta erilaisilta habitaateilta. Vuosien 1989, 1990 ja 1992 näytteistä analysoitiin ainoastaan järven pääaltaan pelagiaalista kerätyt näytteet.

Eläinplanktontutkimuksen tarkoituksena oli selvittää siikojen ravinnoksi tarjolla olevan eläinplanktonin alueellinen ja ajallinen jakautuminen, eläinplanktonlajisto, eläinplanktontuotanto ja lajien väliset runsaussuhteet.

Analyysituloksista laskettiin eri eläinplanktontaksonien viikottaiset yksilömäärät (yks/l) ja biomassaosuudet eri näytteenottoalueilla ja eri habitaateissa. Vuoden 1988 aineistosta testattiin eroja eri eläinplanktontaksonien tiheyksissä näytteenottoalueiden (järven pääallas ja Hiekkaselkä) sekä erilaisten habitaattien välillä Kruskall-Wallisin testillä. Biomassalaskuissa käytettiin planktoneläinten pituuden ja painon välisiin regressioyhtälöihin perustuvia kertoimia (Sarvala ym. 1988). Vuosien 1988, 1989 ja 1992 eläinplanktontuotannon arvioinnissa käytettiin tuotantoyhtälöä, joka on laskettu kuukauden aikana tapahtuvan tuotannon ja keskimääräisen biomassan välille sekä hankajalkaisille (Shuskina 1966; ref. Hakkari 1970) että vesikirpuille (Pechen 1965; ref. Hakkari 1970):

Cyclopidae	$P=3{,}200 * B^{1{,}400}$
Diaptomidae	$P=3{,}900 * B^{1{,}300}$
Daphnia	$P=4{,}519 * B^{0{,}934}$
Bosmina	$P=2{,}612 * B^{0{,}823}$
Diaphanosoma	$P=4{,}426 * B^{0{,}897}$
Chydorus	$P=4{,}046 * B^{0{,}900}$
Cladocera, muut	$P=4{,}046 * B^{0{,}909}$

P = Tuotanto/kk
B = Kuukauden keskimääräinen biomassa

3.3. Siian kasvu ja ravinto

Siikoja pyydystettiin nuottaamalla sekä järven pääaltaalla että Hiekkaselän alueella. Vuonna 1988 nuotattiin toukokuun puolivälistä syyskuun puoliväliin joka toinen viikko sekä lisäksi lokakuun alussa yhdellä viikolla. Käytössä oli kolme metriä korkea nuotta. Nuottaukset tehtiin aamu- ja iltahämärissä. Molemmilla kerroilla pyrittiin vetämään neljä apajaa. Puolet apajista pyrittiin vetämään mahdollisimman lähellä rantaa ja puolet kauempana rannasta.

Vuonna 1989 nuottauksissa käytettiin suurempaa nuottaa ja siksi yhdellä nuottauskerralla vedettävien vetojen määrää vähennettiin puoleen. Toukokuun lopulta kesäkuun loppuun vedettiin samoilla alueilla kuin edellisenäkin vuonna. Nuottauksia tehtiin lisäksi elokuun puolivälistä syyskuun puoliväliin.

Vuonna 1990 nuottauksia jatkettiin marraskuun alkuun saakka. Kappalemääräinen siikasaalis jäi kuitenkin noin puoleen edelliskesäisestä ja suurin osa saaliista saatiin silloinkin touko-kesäkuun nuottauksista (taulukko 3). Vuonna 1991 Vuokalanjärvellä

nuotattiin touko-kesäkuussa, mutta tämä aineisto on vielä käsittelemättä siikojen käyttämän ravinnon osalta.Myös vuoden 1992 tutkimusaineisto koostui touko-kesäkuussa pyydetyistä siioista.

Vuosien 1988-1992 nuottasaaliin pääosan muodostivat istutetut siiat. Muikkua tai muita kalalajeja saatiin saaliiksi vain vähän. Siikasaaliit Hiekkaselän alueelta olivat pieniä, vain muutamia kymmeniä yksilöitä vuodessa, joten siikojen vaellus altaiden välillä oli vähäistä. Siikasaaliissa sekä vuoden 1987 että 1988 siikaistutuksista peräisin olevista siikamuodoista valtaosa oli Kermajärven järvisiikaa ja Sotkamon reitin planktonsiikaa (Peltonen ym. 1996).

Taulukko 3. Nuottasaaliit (kpl) Vuokalanjärven pääaltaalta vuosina 1988-1989.

Vuosi	1988	1989	1990	1991	1992
Vetoja	72	44	59	70	67
Siika	503	3933	1993	3200	2999
Muikku	37	754	184	295	209
Ahven	206	112	385	172	73
Särki	137	11	72	25	52
Kuore	1	55	29	75	2
Taimen	2	1	24	114	13
Salakka	227	80	97	116	5

Vuokalanjärvellä käytettiin siikojen pyytämisessä myös verkkoja (soimuväli 30-60 mm) ja siikaloukkuja. Vuonna 1989 kolmesta siikaloukusta saatiin saaliiksi yhteensä 37 siikaa (0,3 siikaa/loukkuvuorokausi) ja vuonna 1990 yhteensä 1140 siikaa (4,2 siikaa/loukkuvuorokausi). Verkkokalastuksen siikasaalis jäi pieneksi: kesällä 1990 saaliiksi saatiin vain 47 siikaa.

Siiat säilöttiin välittömästi pyydystämisen jälkeen hiilihappojäähän. Kalat punnittiin ja mitattiin, niiden sukupuoli määritettiin ja siivilähampaiden lukumäärä laskettiin kuonomerkkien irrotuksen ja tulkinnan yhteydessä. Ruuansulatuskanava säilöttiin pakastimeen (-18°C).

Tässä tutkimuksessa aineistona käytettiin Vuokalanjärveen vuonna 1987 istutettuja, nuottaamalla järven pääaltaalta pyydettyjä siikoja. Siioista laskettiin siivilähampaiden lukumäärä, määritettiin pituuskasvu sekä kuntokerroin tutkimusjakson aikana. Vuosittainen, keskimääräinen pituuskasvu laskettiin kullekin istutetulle kannalle erikseen. Siikojen kuntoisuuden määrittämisessä käytettiin Fultonin kuntokerrointa (100 * paino (g)/pituus (cm)^3). Siikakantojen välisiä eroja pituuskasvussa ja kuntoisuudessa testattiin 1-suuntaisella varianssianalyysillä.

Mahan sisältö pyrittiin analysoimaan vähintään kymmenestä kalasta kantaa ja viikkoa kohti. Tutkittavat siiat pyrittiin valitsemaan samasta tai peräkkäisistä nuottauksista. Vuoden 1988 siika-aineistosta (1-vuotiaat) tutkittiin yhteensä 642 kalaa, vuoden 1989 aineistosta (2-vuotiaat) 371 kalaa , vuoden 1990 aineistosta (3-vuotiaat) 293 kalaa ja vuoden 1992 aineistosta (5-vuotiaat) 146 kalaa (taulukko 4). Tilastollisiin testeihin otettiin mukaan vain viikot, jolloin oli tutkittu vähintään 7 kalaa/kanta. Vuoden 1991 aineisto jätettiin käsittelemättä resurssien säästämiseksi, koska siikojen kasvu oli hidasta ja siksi ravinnon koostumuksessa ei ollut odotettavissa olennaisia muutoksia edellisvuoteen verrattuna. Vuoden 1991 aineisto ei ollut myöskään ajallisesti kattava.

Taulukko 4. Tutkitut mahanäytteet siikakannoittain (istutusvuosiluokka 1987). * = Vuonna 1988 tutkituista kaloista 36 kpl oli iältään 0+ (viikko 41).

1988	Viikko	InPos	KuuVs	KerJs	SoPls	KoPls	Yht.
Ikä 1+	10	22	12	34	31	20	119
	21	8	15	11	7	32	73
	23	17	39	62	86	28	232
	25	21	15	11	24	19	90
	27	-	2	2	3	-	7
	31	1	-	1	2	-	4
	33	-	7	3	5	4	19
	35	2	9	7	11	3	32
	37	2	3	7	6	10	28
	41*	5	12	10	10	1	38
	Yht.	78	114	148	185	117	642
1989	20	12	4	10	10	7	43
Ikä 2+	21	-	3	-	-	-	3
	22	5	15	29	28	12	89
	23	12	12	11	10	10	55
	24	10	10	10	10	10	50
	25	10	1	1	1	-	13
	26	-	10	10	10	10	40
	33	1	1	3	1	2	8
	35	-	10	10	10	-	30
	36	10	7	10	10	-	37
	38	1	-	1	1	-	3
	Yht.	61	73	95	91	51	371
1990	21	9	-	10	10	-	29
Ikä 3+	22	11	10	10	10	10	51
	24	11	10	10	9	10	50
	25	13	10	10	10	10	53
	26	-	-	10	11	-	21
	34	-	-	10	10	-	20
	38	9	-	10	10	-	29
	42	-	-	10	10	-	20
	45	-		10	10	-	20
	Yht.	53	30	90	90	30	293
1992	21	10	6	10	10	6	42
Ikä 5+	22	10	-	10	10	10	40
	23	10	7	10	10	-	37
	25	7	-	10	10	-	27
	Yht.	37	13	40	40	16	146

Mahalaukku avattiin preparointiveitsellä ja samalla arvioitiin silmämääräisesti mahan täyteisyys (0 (tyhjä) - 4 (täysi)). Mahalaukun sisällön märkäpaino punnittiin 0,01 mg:n tarkkuudella. Mahan sisältö levitettiin planktonlaskenta-alustalle, ravintoeläimet laskettiin ja pyrittiin määrittämään lajitasolle stereomikroskoopilla käyttäen 40-kertaista suurennosta. Planktonravinto jouduttiin usein osittamaan. Vuoden 1988 aineistossa osittaminen tehtiin silmämääräisesti. Vuosien 1989, 1990 ja 1992 aineistoissa ositus tehtiin hajottamalla ravintomassa mahdollisimman tarkoin ja laimentamalla se vesilitraan. Mahan ravintosisältö saatiin jakautumaan homogeenisesti huolellisesti ravistamalla ja tästä nestemäärästä otettiin otos mahan täyteisyyden mukaan niin, että ositteeseen tuli yli 200 planktoneläintä. Hyönteis- ja pohjaeläinravinto analysoitiin osittamatta. Jokaisesta näytteestä pyrittiin mittaamaan 20 *Bosmina longispina* -vesikirpun pituus. Cyclopoida-hankajalkaisia ei määritetty lajitasolle. Ne jaoteltiin pieniin ja suurikokoisiin lajeihin. Lisäksi aikuiset ja kopepodiittivaiheet pyrittiin erottamaan toisistaan. Hyönteisravinto määritettiin yleensä vain lahko- tai heimotasolle.

Syötyjen *Bosmina longispina* -vesikirppujen pituutta verrattiin eläinplanktonnäytteistä mitattuihin pituuksiin vuoden 1989 aineistosta Kruskall-Wallisin testillä. Mahaanalyysituloksista laskettiin biomassakertoimien (taulukko 5) avulla kunkin ravintotaksonin biomassaosuus siikojen viikottaisesta ravinnosta. Siikakantojen eroja ravinnon käytössä testattiin Kruskall-Wallisin testillä. Eläinplanktoniin kohdistuvaa valikoivaa saalistusta tutkittiin vertaamalla eläinplanktontaksonien suhteellisia biomassaosuuksia siikojen ravinnossa ja pelagiaalista kerätyissä eläinplanktonnäytteissä. Testattaessa käytettiin Mann-Whitneyn U-testiä.

Taulukko 5. Biomassalaskuissa yksilöpainoina käytetyt kertoimet (µgC/yksilö).

Taksoni	Kerroin	Lähde
Ostracoda	32,00	1
Pisidium sp.	100,00	1
Acarina	35,00	1
Araneae	35,00	1
Ceratopogonidae larva	5,00	1
Chironomidae larva	7,00	1
pupa	40,30	2
adult	40,30	2
Trichoptera larva	70,00	1
adult	140,00	1
Coleoptera	300,00	3
Diptera sp. (Brachycera, Cyclorrapha)	300,00	3
Insecta sp.	50,00	1
Aphidodea	229,00	2
Ephemeroptera adult	100,00	1
Hymenoptera	300,00	3
Leptodora kindtii	1,05	1
Sida crystallina	4,00	1
Limnosida frontosa	0,40	1
Diaphanosoma brachyurum	0,30	1
Holopedium gibberum	0,90	1
Daphnia cristata	0,45	1
Ceriodaphnia quadrangularis	0,50	1
Bosmina longispina	1,00	1
Bosmina goregoni	1,00	1
Bosmina sp.	1,00	1
Alona affinis	1,10	1
Chydorus sphaericus	1,00	1
Polyphemus pediculus	1,80	1
Bythorephes longimanus	1,80	1
Cladocera sp.	0,50	1
Heterocope appendiculata cop.	7,00	1
ad.	20,00	1
Eudiaptomus craciloides cop.	1,20	1
ad.	5,00	1
Limnocalanus macrurus cop.	5,00	1
ad.	18,00	1
Calanoida sp. cop.	1,80	1
ad.	4,40	1
Cyclopoida cop. Pieni	1,00	1
cop. Iso	1,50	1
ad. Pieni	2,00	1
ad. Iso	3,80	1
nauplius	0,29	1
Harpacticoida	0,60	1

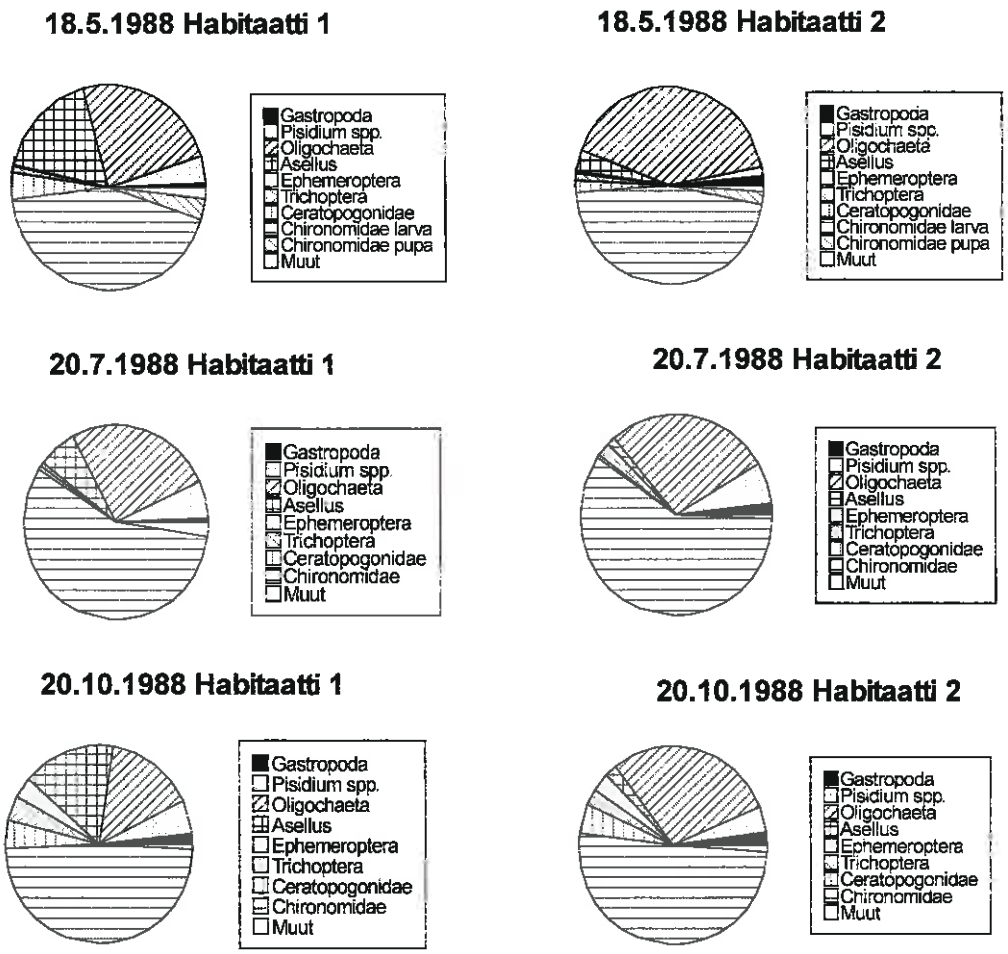
Lähteet:

1. Jouko Sarvalan Säkylän Pyhäjärvi -tutkimuksissa käyttämät kertoimet (koottu useista eri lähteistä).
2. Vuokalanjärven siikojen ravintoaineistosta tehdyt mittaukset.
3. Paasivirta ym. 1988

4. TULOKSET

4.1. Pohjaeläimet

Surviaissääsken (Chironomidae) toukat olivat yksilömäärältään suurin pohjaeläinryhmä Vuokalanjärven rantahabitaateissa (kuva 4). Muita runsaina esiintyneitä ryhmiä olivat harvasukasmadot (Oligochaeta) ja vesisiira (*Asellus aquaticus*). Pohjaeläinten kokonaisbiomassa ja tuotanto oli suurin suojaisilla, vakailla rannoilla (taulukko 6).



Kuva 4. Pohjaeläinryhmien %-osuudet (yks/m^2) Vuokalanjärvessä kahdella eri habitaattityypillä. Habitaatti 1 = Suojainen, häiriöinen ranta, 2 = Suojainen, vakaa ranta.

Taulukko 6. Vuokalanjärven rantavyöhykkeen eri habitaattityyppien pinta-alat ja pohjaeläimistön vuotuinen keskimääräinen kokonaisbiomassa sekä tuotanto (Palomäki ym., julkaisematon).

Habitaatti	Pinta-ala (ha)	Keskim. kokonaisbiomassa (kg, org. kuivapaino)	Tuotanto (kg, org. kuivapaino)
Avoimet tyrskyrannat (0-3 m)	620	790	3600
Suojaiset rannat			
-häiriöiset rannat	160	310	1400
-vakaat rannat	240	850	3800
Alempi rantavyöhyke (5-8 m)	610	930	2100
Koko järven rantavyöhyke (0-8 m)	1630	2880 (tuorepainona 25,6 tn)	10900 (tuorepainona 96,9 tn)

Vuokalanjärven pohjaeläintuotanto on korkeampi kuin keskimäärin suomalaisissa järvissä (Palomäki, kirjallinen tieto).

4.2. Eläinplankton

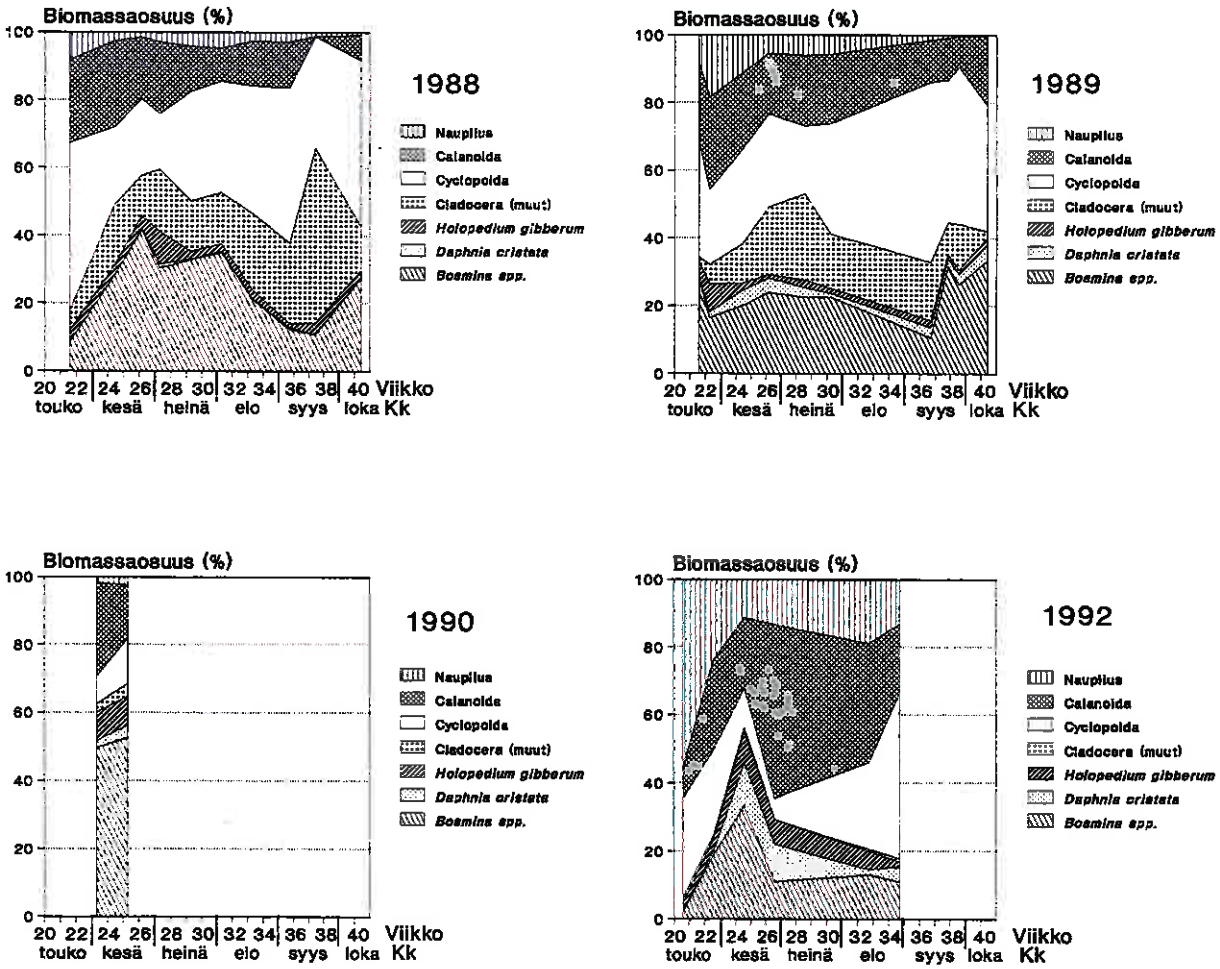
Vuoden 1988 tutkimusaineiston perusteella tutkimusalueet, järven pääallas ja Hiekkaselän alue, ovat eläinplanktonin lajikoostumuksen ja eri eläinplanktontaksonien yksilötiheyksien (yks/l) suhteen samankaltaisia (taulukko 7). Verrattaessa eri habitaattien tyyppilajistoa ei alueiden välillä ollut eroja. Alueiden sisällä eri habitaatit sen sijaan olivat eläinplanktonlajistoltaan erilaisia.

Taulukko 7. Eläinplanktonin tyyppilajisto eri habitaateilla Vuokalanjärvessä vuonna 1988. Lajin jälkeen on habitaatti (1–5), jossa ko. laji ei esiinny yhtä runsaana sekä merkitsevyystaso, jolla kyseiset habitaatit eroavat toisistaan. Järven pääaltaan ja Hiekkaselän välillä on tehty vertailuja vain samanlaisten habitaattien kesken. Merkitsevyystasot: * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001 (Kruskall-Wallisin testi). (Koli 1989).

Järven pääallas		
Pelagiaali (1)	Avoin ranta (2)	Suojainen ranta (3)
Daphnia cristata 2**, 3***	Chydoridae 1***	Chydoridae 1***, 2**, 5***
Holopedium gibberum 2**, 3***	*Holopedium gibberum* 3**, 5***	*Ceriodaphnia sp.* 1***, 2***, 5***
Eudiaptomus graciloides 2*, 3**	*Eudiaptomus graciloides* 5*	Cyclopoida 1*
Limnocalanus macrurus 2***, 3***	*Polyphemus pediculus* 1***	*Polyphemus pediculus* 1***
		Bosmina sp. 1*, 2**, 5*
Hiekkaselkä		
Pelagiaali (4)	Avoin ranta (5)	
Daphnia cristata 5***	Chydoridae 4***	
Holopedium gibberum 5**	*Holopedium gibberum* 3*	
Bosmina sp. 5*	*Bosmina sp.* 2*, 4**	
Eudiaptomus graciloides 5**	*Ceriodaphnia sp.* 4*	
Limnocalanus macrurus 5**	*Polyphemus pediculus* 4***	
Heterocope appendiculata 5*		

Pelagiaalissa runsaina esiintyviä lajeja molemmilla alueilla olivat vesikirpuista *Daphnia cristata, Bosmina longispina* ja *Holopedium gibberum* sekä Calanoida-hankajalkaiset *Eudiaptomus graciloides, Heterocope appendiculata* ja *Limnocalanus macrurus*. Litoraalin tyyppilajeja olivat vesikirput *Ceriodaphnia quadrangularis, Chydorus sphaericus* ja *Polyphemus pediculus* (Koli 1989).

Eri ryhmien suhteellisissa osuuksissa eläinplanktonbiomassasta tapahtuu muutoksia kesän kuluessa (kuva 5). Eläinplanktonsukkessio on tyypillinen niukkaravinteiselle järvelle ja lähes samankaltainen kaikkina tutkimusvuosina (1988, 1989, 1990 ja 1992). *Bosmina*-vesikirppujen määrä kasvoi kesäkuun alusta lähtien ja ensimmäinen runsaushuippu oli heinäkuun puolivälissä. Elokuussa niiden määrä laski, mutta syyskuun lopussa toisen esiintymishuipun aikaan *Bosmina*-vesikirppujen osuus oli taas lähes neljännes eläinplanktonin kokonaisbiomassasta. *Daphnia cristatan* ja *Holopedium gibberumin* osuus biomassasta oli suhteellisen pieni, alle 10 %, ja painottui alkukesään. Muiden vesikirppujen osuus vaihteli muutamasta prosentista noin kolmannekseen eläinplanktonbiomassasta. Heinäkuun alkupuoliskon näytteissä oli runsaasti *Polyphemus pediculusta* ja syyskuun näytteissä *Ceriodaphnia quadrangularista* ja *Chydorus sphaericusta*. Cyclopoida-hankajalkaisten osuus biomassasta oli hallitseva heinäkuun puolivälistä lähtien runsaushuipun ajoittuessa syyskuun alkuun. Calanoida-hankajalkaisten osuus oli suurimmillaan kesä-heinäkuussa.



Kuva 5. Eläinplanktontaksonien biomassaosuudet Vuokalanjärvessä vuosina 1988–1990 ja 1992.

Hankajalkaisten yhteenlaskettu osuus eläinplanktonbiomassasta oli yli 50 % koko kesän ajan. Hankajalkaisten naupliusvaiheita oli näytteissä merkittäviä määriä vain touko-kesäkuun vaihteessa.

Hankajalkaiset muodostivat suurimman osan myös äyriäisplanktontuotannosta (taulukko 8). Hankajalkaisten tuotanto oli poikkeuksellisen suuri vuoden 1992 kesä- ja elokuussa muihin tutkimusvuosiin verrattuna. *Bosmina*-vesikirppujen tuotanto oli suurimmillaan kesäkuussa, jolloin myös eläinplanktonin kokonaistuotanto oli voimakkainta. Toinen eläinplanktonin tuotantohuippu oli elokuussa. Äyriäisplanktonin kuukausittainen kokonaistuotanto vaihteli kesän aikana 35 mgC/kk/m3:n ja 412 mgC/kk/m3:n välillä.

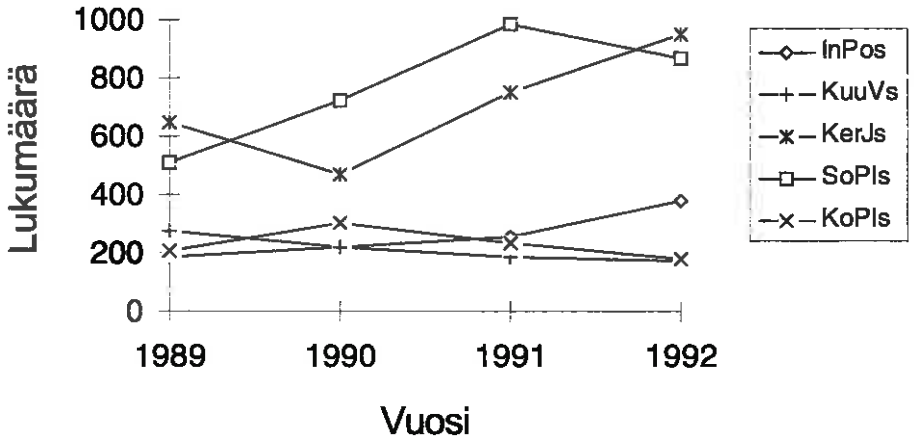
Taulukko 8. Äyriäisplanktontuotanto (mgC/kk/m³) Vuokalanjärvessä vuosina 1988–1990 ja 1992.

	Cladocera	Copepoda	Yht.
1988			
Toukokuu	9,50	139,94	149,44
Kesäkuu	71,10	70,68	141,78
Heinäkuu	42,57	55,10	97,67
Elokuu	68,37	100,19	168,56
Syyskuu	52,63	3,39	56,02
Lokakuu	79,98	45,22	125,20
1989			
Toukokuu	21,50	61,48	82,98
Kesäkuu	68,16	81,50	149,66
Heinäkuu	38,40	74,81	113,21
Syyskuu	21,09	55,30	76,39
Lokakuu	10,63	23,46	34,09
1990			
Kesäkuu (alku)	25,45	30,44	55,89
1992			
Toukokuu	20,61	83,04	103,65
Kesäkuu	69,28	342,23	411,51
Elokuu	27,37	176,15	203,52

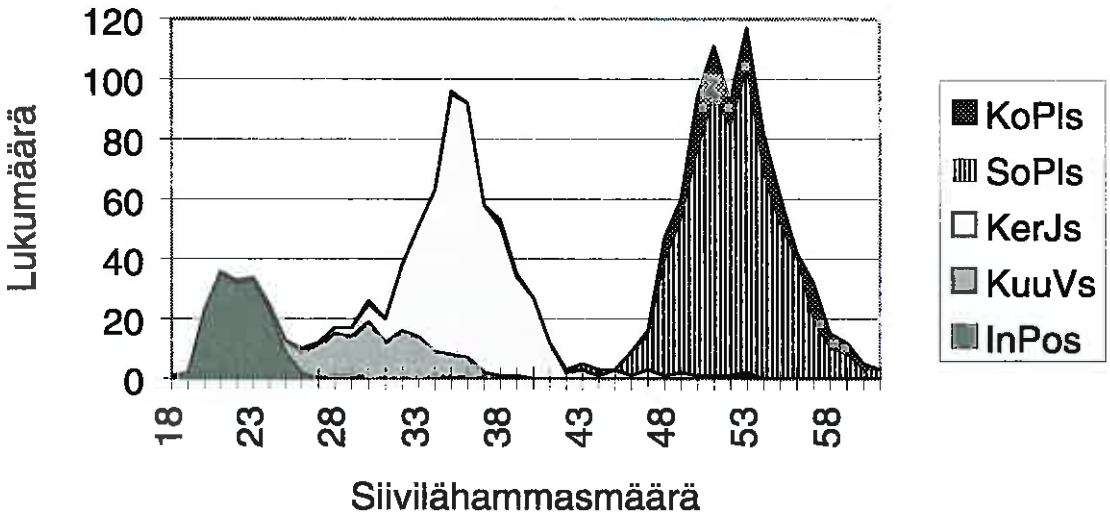
4.3. Siikasaaliit sekä siikojen kasvu ja ravinto

4.3.1. Siikakantojen osuudet nuottasaaliissa

Vuosien 1989–1992 nuottasaaliissa Vuokalanjärveen 1987 istutetuista kannoista oli eniten Kermajärven järvisiikoja ja Sotkamon planktonsiikoja (kuvat 6 ja 7). Sen sijaan etenkin Kuusinkijoen vaellussiikoja ja Koitajoen planktonsiikoja saatiin saaliiksi vain vähän (Peltonen ym. 1996).



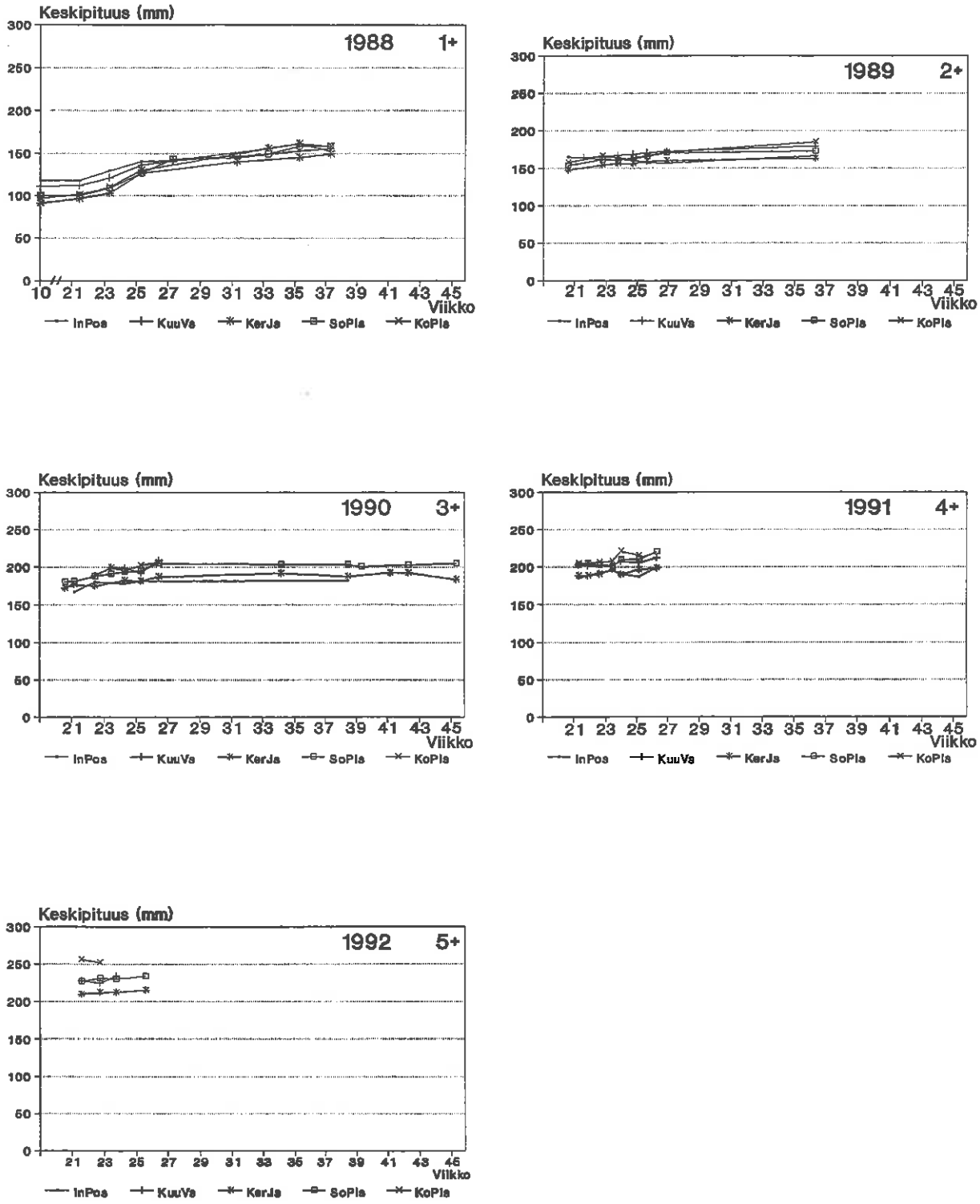
Kuva 6. Vuokalanjärveen vuonna 1987 istutettujen siikojen lukumäärät nuottasaaliissa vuosina 1989–1992.



Kuva 7. Siikojen siivilähammasjakauma Vuokalanjärven nuottasaaliissa vuonna 1990.

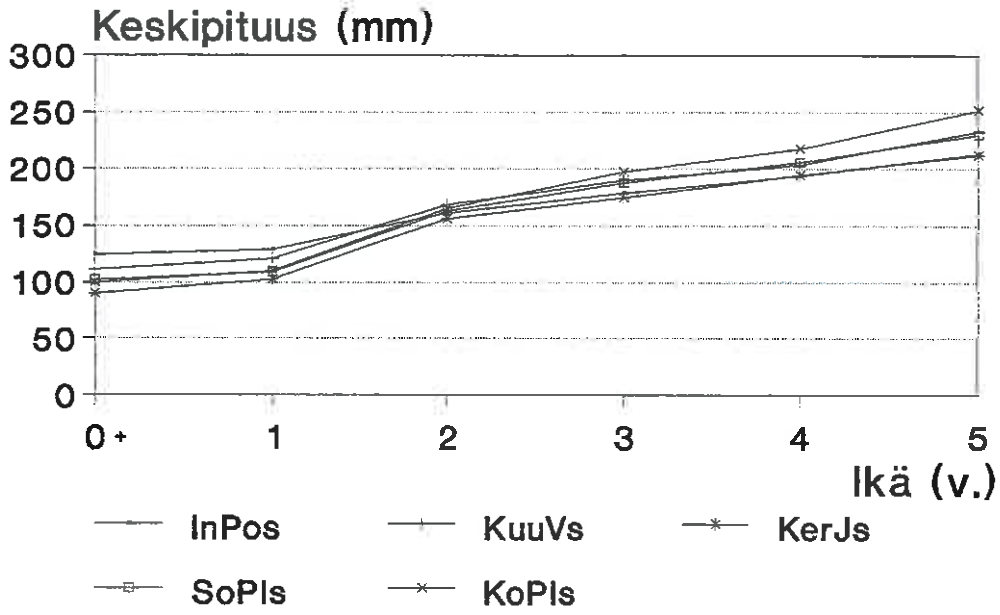
4.3.2. Siikojen kasvu

Vuoden 1987 lokakuussa Vuokalanjärveen istutettujen kesänvanhojen siikojen istutuspituuden keskiarvo vaihteli 10,0 ja 12,4 cm:n välillä. 1-vuotiaiden siikojen pituuskasvu nopeutui vasta toukokuun puolivälissä (kuva 8). Voimakkaimman kasvun vaihe jatkui kesäkuun loppuun, jonka jälkeen kasvu hidastui kohti syksyä. Syyskuun puolivälissä pituuskasvu pysähtyi. Eri siikakantojen pituuserot tasoittuivat toisen kasvukauden aikana. 2-vuotiaiden siikojen pituuskasvu oli hyvin hidasta ja 3- ja 4-vuotiaat siiatkin kasvoivat pituutta lähinnä vain touko-kesäkuun aikana. Kuudennen kasvukauden alussa, touko-kesäkuussa 1992, pituuskasvu oli hyvin hidasta kaikilla siikakannoilla.



Kuva 8. Vuokalanjärveen vuonna 1987 istutettujen siikojen pituuskasvu vuosina 1988–1992.

Siikojen vuotuinen pituuskasvu istutuksen jälkeen oli nopeinta toisella kasvukaudella, jonka jälkeen kasvu hidastui (kuva 9). Siikojen toisen kasvukauden lisäkasvu oli 33-37 mm, paitsi pohjasiioilla, jotka kasvoivat keskimäärin vain 16 mm ja poikkesivat kasvunopeudeltaan erittäin merkitsevästi muista siikakannoista (Scheffen testi, $p<0,001$). Kolmantena kesänä kasvu hidastui selvästi keskimääräisen lisäkasvun ollessa vain 11-18 mm. Ainoastaan Koitajoen planktonsiiat kasvoivat kohtalaisesti (26 mm) ja erittäin merkitsevästi muita kantoja nopeammin (Scheffen testi, $p<0,001$). Myös neljäntenä kesänä siikojen pituuskasvu oli vähäistä (9-17 mm). Kasvunopeudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja siikakantojen välillä. Viidentenä vuotena siikojen kasvunopeudessa oli tilastollisesti merkitseviä eroja. Koitajoen planktonsiiat kasvoivat muita kantoja enemmän (35 mm). Sotkamon planktonsiikojen ja vaellussiikojen pituuden lisäys oli keskimäärin 24 mm ja myös tilastollisesti suurempi kuin heikoimmin kasvaneilla järvi- ja pohjasiioilla (17 mm).

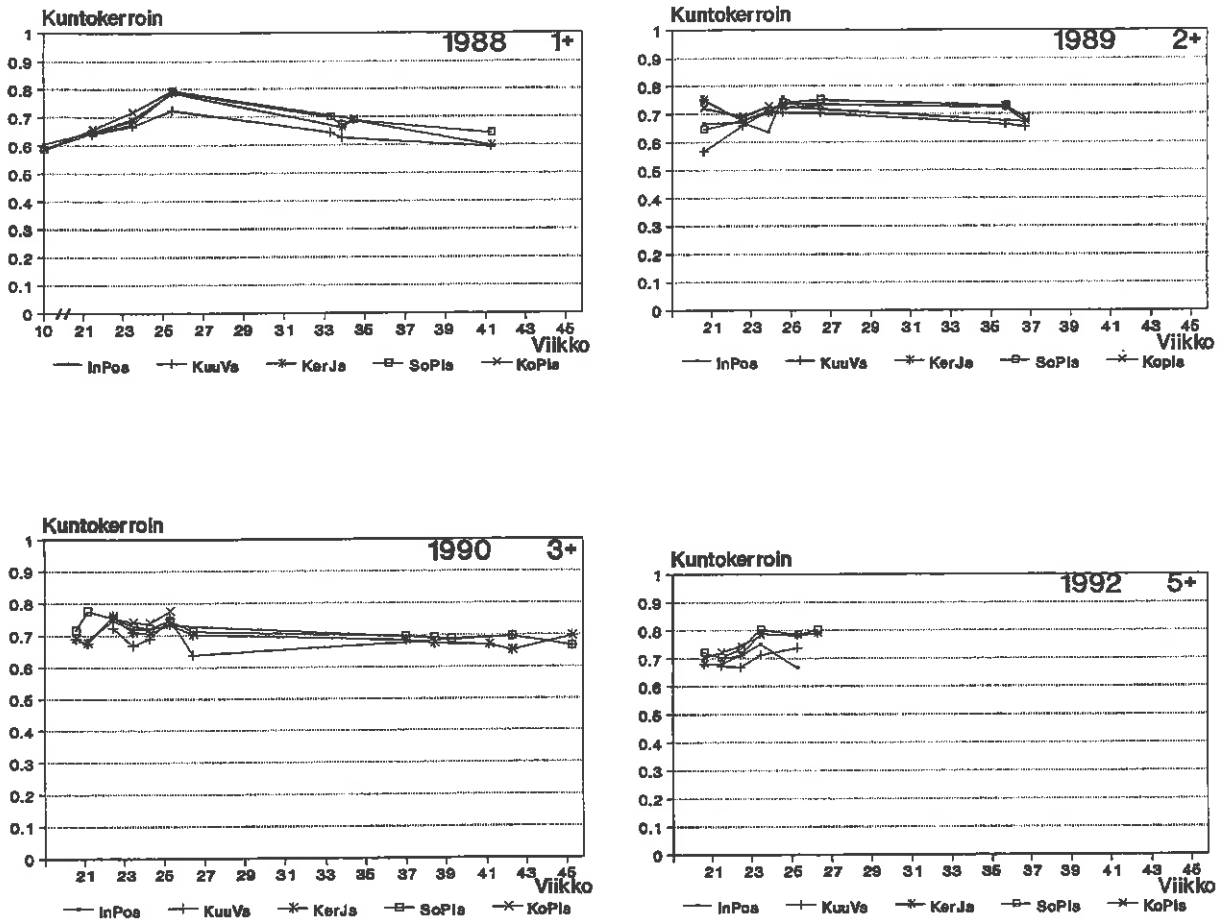


Kuva 9. Vuokalanjärveen vuonna 1987 istutettujen siikojen pituuskasvu vuosina 1987–1992. Pituustiedot viikolta 23 (3.–9.6.). 0+ -siikojen pituustiedot viikolta 41 (7.10.1987).

Viiden istutuksen jälkeisen vuoden aikana tiheäsiivilähampaiset siiat kasvoivat Vuokalanjärvessä harvasiivilähampaisia nopeammin. Planktonsiioista nopeimmin kasvoivat Koitajoen kannan siiat. Kermajärven järvisiikojen ja Kuusinkijoen vaellussiikojen pituuskasvussa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Inarin pohjasiikojen kasvu oli sen sijaan merkitsevästi muita siikoja hitaampaa.

4.3.3. Siikojen kuntoisuus

Siikojen kuntoisuus oli parhaimmillaan touko-kesäkuussa ja laski hieman kasvukauden kuluessa (kuva 10). Kuusinkijoen vaellussiikojen kuntoisuus oli merkitsevästi alhaisempi kuin muilla kannoilla kaikkina tutkimusvuosina: 1-vuotiaat (Scheffen testi, $p<0,0007$), 2-vuotiaat (Scheffen testi, $p<0,01$) ja 3-vuotiaat (Scheffen testi, $p<0,0018$). Myös 5-vuotiailla vaellussiikojen kuntokerroin oli merkitsevästi alhaisempi kuin planktonsiikakannoilla (Scheffen testi, $p<0,0001$).



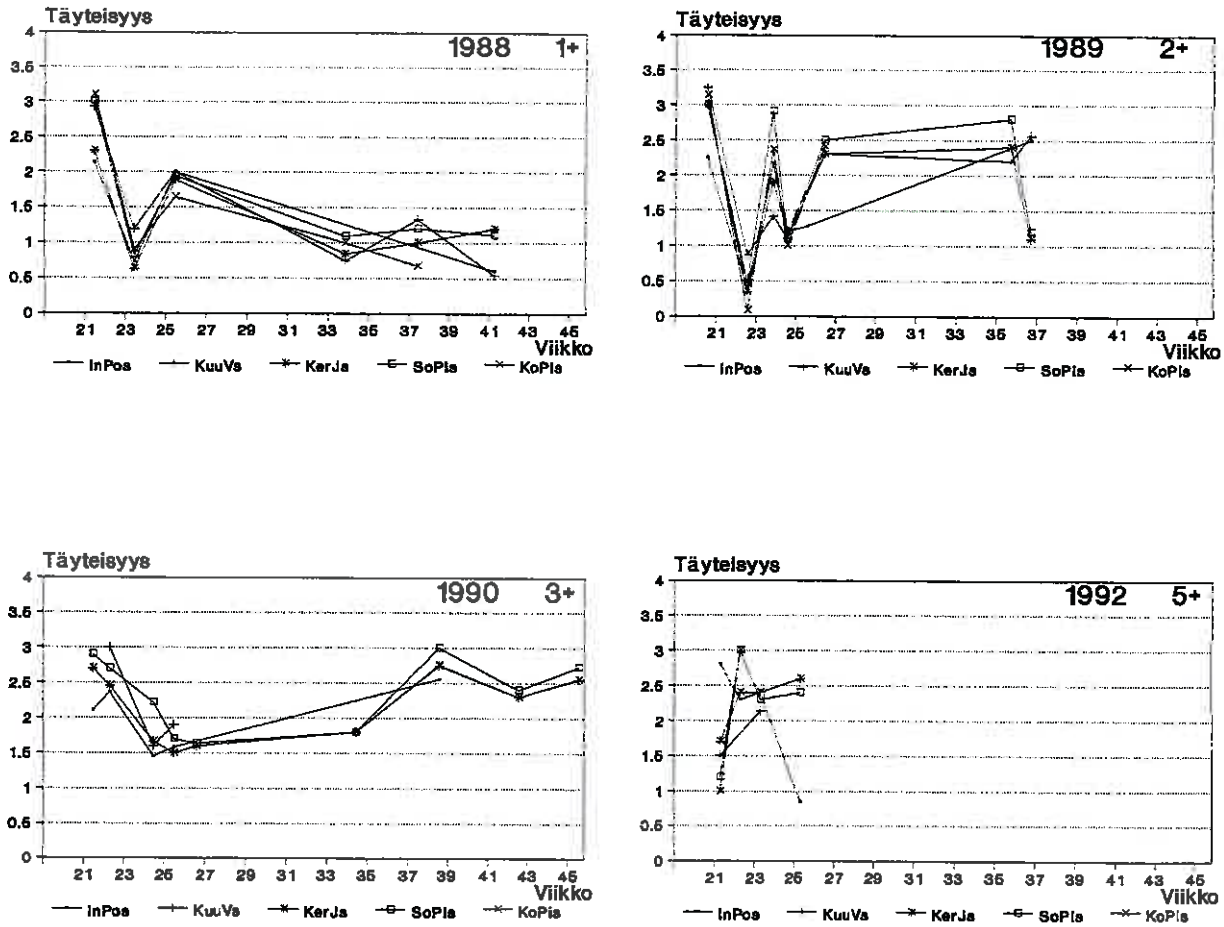
Kuva 10. Vuokalanjärveen vuonna 1987 istutettujen siikojen kuntoisuus. Kuntokerroin = 100*paino (g)/pituus (cm) ^{3}.

4.3.4. Siikojen mahojen täyteisyys

Maha-analyysien yhteydessä arvioitiin mahojen täyteisyys asteikolla 0-4. Sekä 1-vuotiailla että 2-vuotiailla siioilla mahat olivat keskimäärin täysimpiä toukokuun lopulla (kuva 11). 1-vuotiailla täyteisyys laski tasaisesti kesän aikana. 2-vuotiailla täyteisyysaste heilahteli kesän aikana, mutta säilyi suhteellisen korkeana syyskuulle saakka. 3-vuotiailla mahojen täyteisyysaste oli niinikään korkea toukokuussa ja laski kesäkuun aikana. Syksyn näytteissä mahojen täyteisyys oli jälleen yli 50 prosenttia. Myös tutkittujen 5-vuotiaiden siikojen mahat olivat suhteellisen täysiä touko-kesäkuussa. Syödyn ravinnon määrä oli kunakin näytteenottopäivänä jokseenkin sama kaikilla siikakannoilla kaikissa ikäryhmissä joitakin poikkeuksia lukuu§nottamatta. Viikolla 37 (9.9.-15.9.) 2-vuotiaat pohja- ja vaellussiiat näyttävät löytäneen paremmin ravintoa kuin järvisiiat ja Sotkamon planktonsiiat ja viikolla 25 (21.6.-27.6.) 5-vuotiaiden pohjasiikojen mahat olivat tyhjempiä kuin muilla kannoilla.

4.3.5. Siikojen ravinto

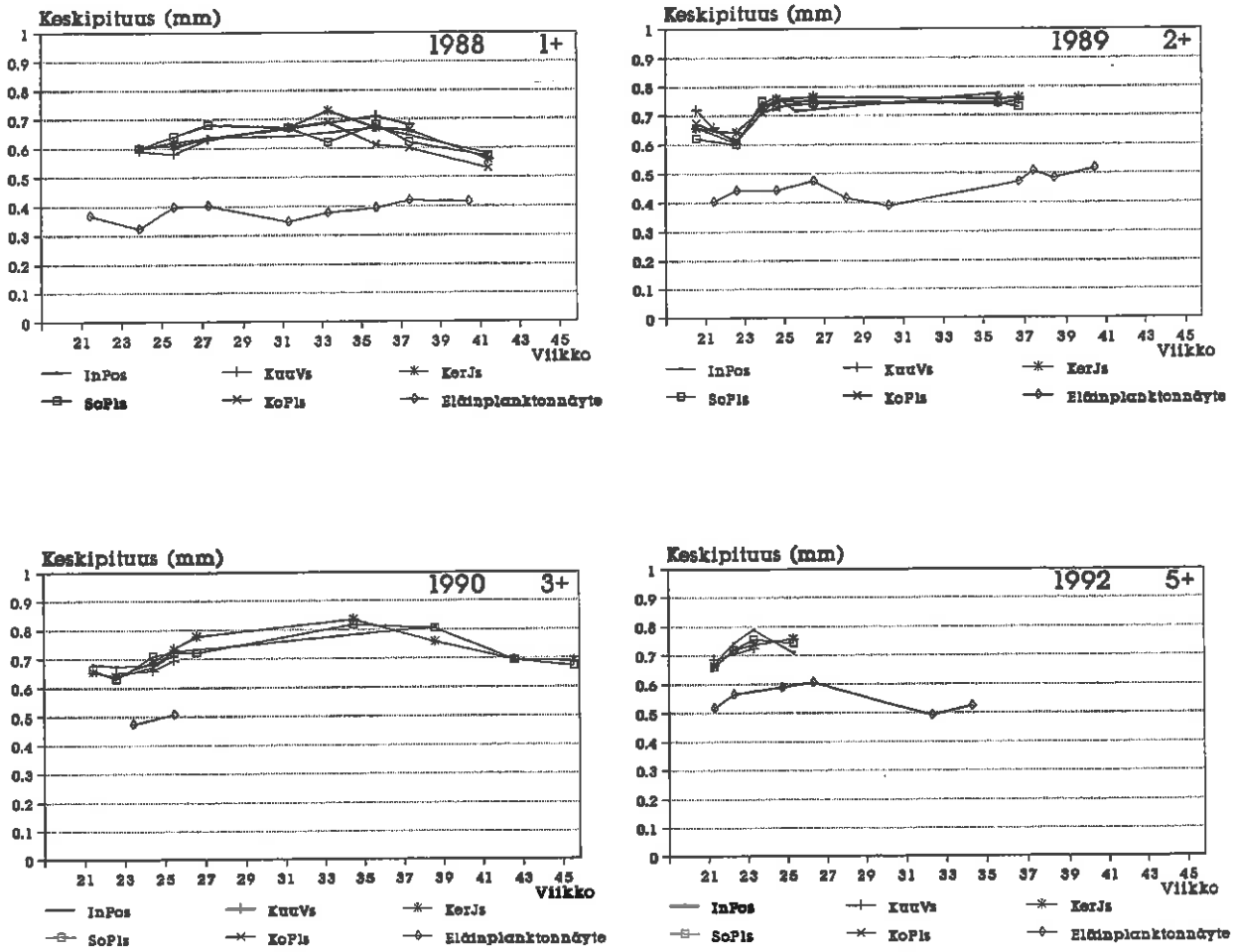
Kaikki siikakannat valikoivat ravinnokseen eläinplanktonista suurikokoisia *Bosmina longispina* -vesikirppuja (kuva 12) 1-vuotiaina, 2-vuotiaina (Kruskall-Wallisin testi, H=304,42, df=1, p<0,001) ja 5-vuotiaina. Keväällä ja syksyllä syötyjen *Bosmina*-vesikirppujen keskikoko on hieman pienempi kuin keskikesällä. Siikakantojen välillä ei ollut eroja ravinnoksi valitun *Bosmina longispinan* koon suhteen, mutta siikojen koon kasvaessa syötyjen *Bosmina*-vesikirppujen keskikoko kasvaa hieman. Siiat pysytyvät käyttämään ravintonaan ilmeisesti vain kaikkein suurikokoisimmat *Bosmina longispina* -yksilöt.



Kuva 11. Tutkittujen 1-,2-,3- ja 5-vuotiaiden siikojen mahan täyteisyys Vuokalanjärvessä vuosina 1988–1990 ja 1992.

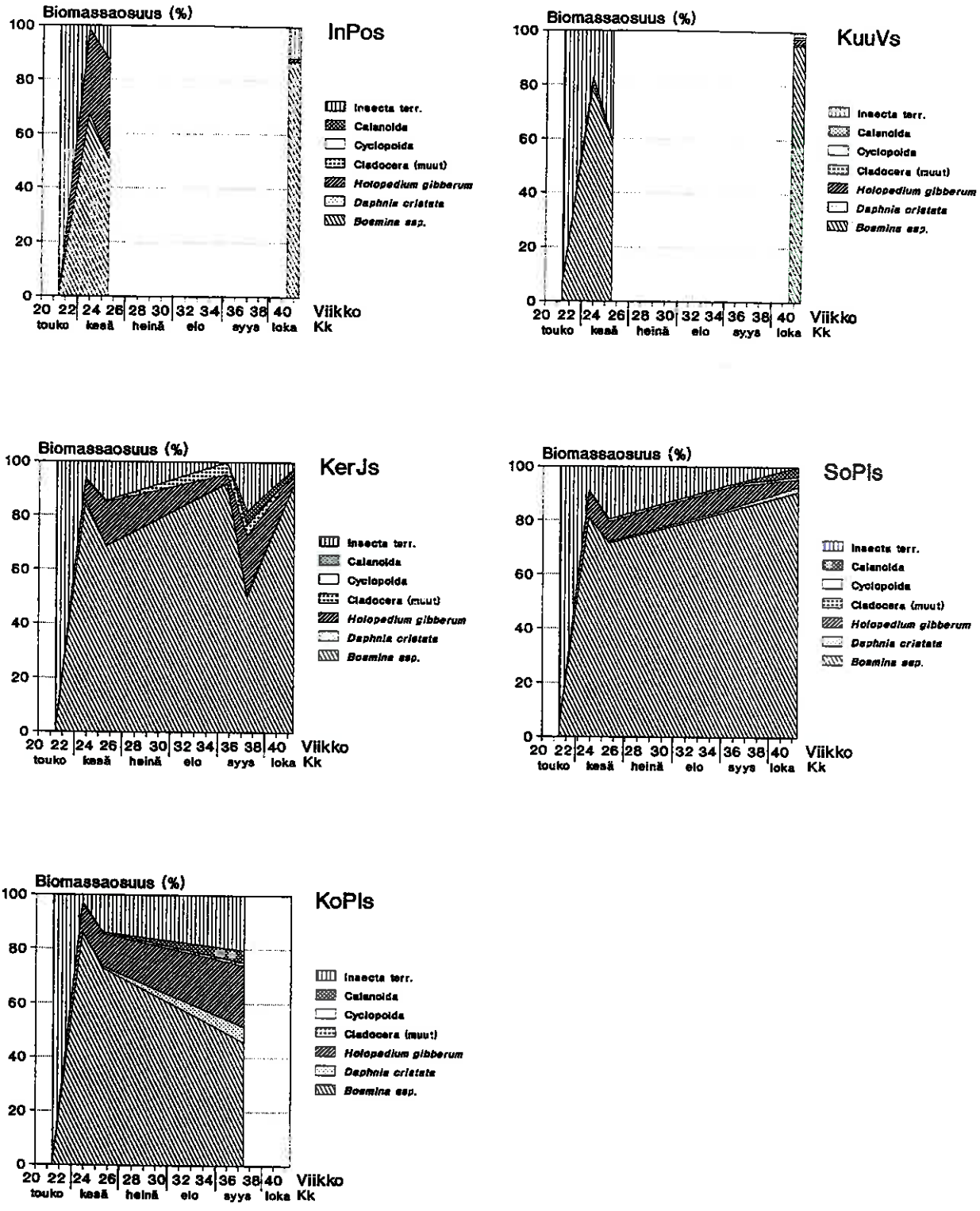
Toista kesäänsä elävien siikojen ravinto koostui touko-kesäkuussa (viikot 21-26) lähes yksinomaan *Bosmina longispina*sta ja terrestrisistä hyönteisistä (kuva 13). Hyönteisryhmistä tärkeimmät ravintokohteet olivat kuoriutuvat surviaissääsket (Chironomidae; pupae), kirvat (Aphidodea) ja siivelliset kekomuurahaiset (Formicidae). *Holopedium gibberum* -vesikirpun osuus ravinnosta oli suurin Inarin pohjasiioilla. Syksyn ravinnosta valtaosan muodosti *Bosmina longispina*. Planktonsiikojen ravinnosta oli elokuussa osa *Daphnia cristata* - ja *Holopedium*-vesikirppuja ja Calanoida-hankajalkaisia. Järvisiiat söivät elo- syyskuussa (viikot 35 ja 37) myös jonkin verran muita vesikirppuja, lähinnä *Chydorus sphaericus*- ja *Ceriodaphnia quadrangularis*-lajeja. Lokakuun alussa (viikko 40) pohjasiiat käyttivät myös hyönteisravintoa.

Toukokuussa veden pintakalvolta syödyt hyönteiset olivat tärkein ravintoryhmä myös 2-vuotiailla siioilla. Kesäkuussa (viikot 23-26) pääosa ravinnosta koostui *Bosmina-*, *Daphnia-* ja Holopedium -vesikirpuista. Vaellussiioilla ja pohjasiioilla noin 10 % ravinnosta oli pohjaeläimiä: surviassääsken ja polttiaisääsken (Ceratopogonidae) toukkia (kuva 14). Elokuussa siiat käyttivät ravinnokseen terrestrisiä hyönteisiä ja eläinplanktonia, jossa *Bosmina-* ja *Daphnia*-vesikirppujen ja Calanoida-hankajalkaisten lisäksi myös muiden vesikirppujen (*Diaphanosoma brachyurum*, *Bythotrephes longimanus* ja *Leptodora kindtii*) osuus oli huomattava.

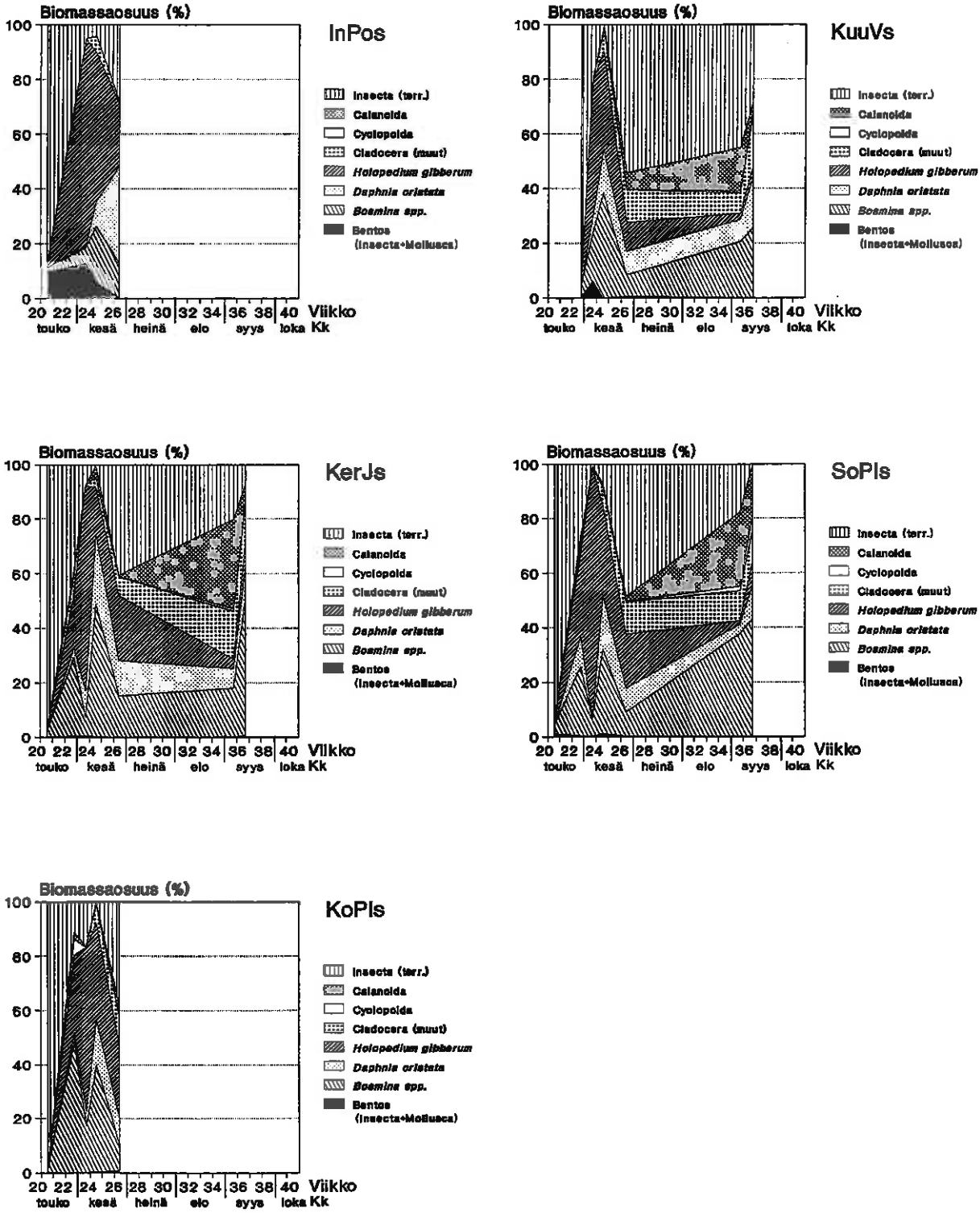


Kuva 12. *Bosmina longispina*n keskipituus eläinplanktonnäyttelssä ja siikojen ravinnossa Vuokalanjärvessä vuosina 1988–1990 ja 1992.

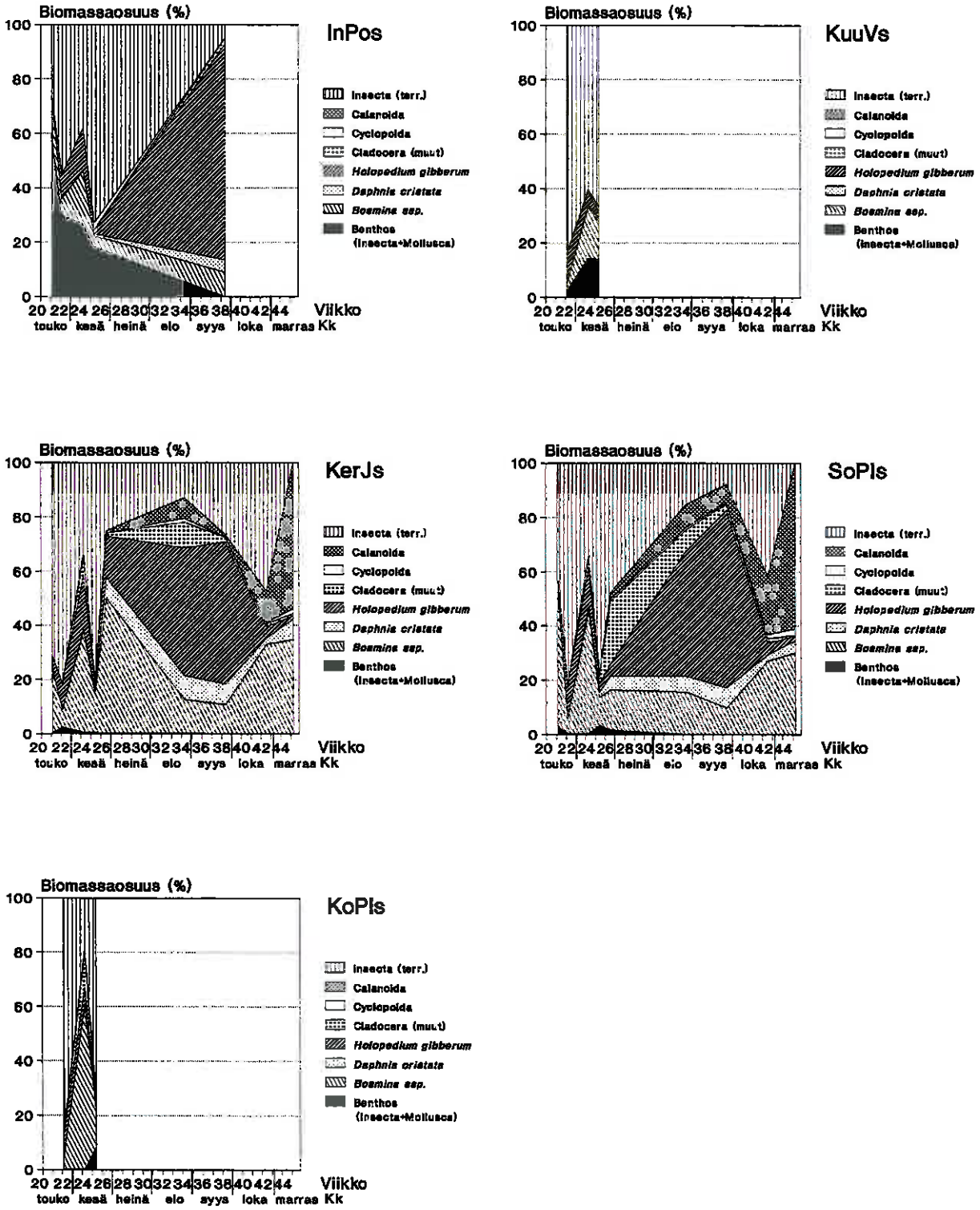
3-vuotiaiden siikojen ravinto koostui touko-kesäkuussa pääasiassa terrestrisistä hyönteisistä. Vaellussiioilla n. 10 % ja pohjasiioilla yli neljännes ravinnosta oli pohjaeläimiä, surviaissääskien, päivänkorentojen (Ephemeroptera) ja vesiperhosten (Trichoptera) toukkia sekä *Pisidium sp.*-hernesimpukoita. Eläinplanktonravinnosta suurin osa oli *Bosmina*a (kuva 15). Heinäkuussa *Holopedium*in sekä suurikokoisten, *Polyphemus pediculus*- ja *Limnosida frontosa* -vesikirppujen, sekä Calanoida-hankajalkaisten osuus ravinnossa kasvoi. *Holopedium*in osuus ravinnosta oli syyskuun puolivälissä (viikko 38) jopa yli 60 %. Lokakuussa planktonsiiat ja järvisiiat olivat syöneet *Bosmina*a ja Calanoida-hankajalkaisia sekä jonkin verran hyönteisiä. *Daphnia cristata* -vesikirppuja syötiin tasaisesti kesäkuun lopulta syksyyn saakka, mutta niiden osuus ravinnosta jäi koko ajan alle 10 prosentin.



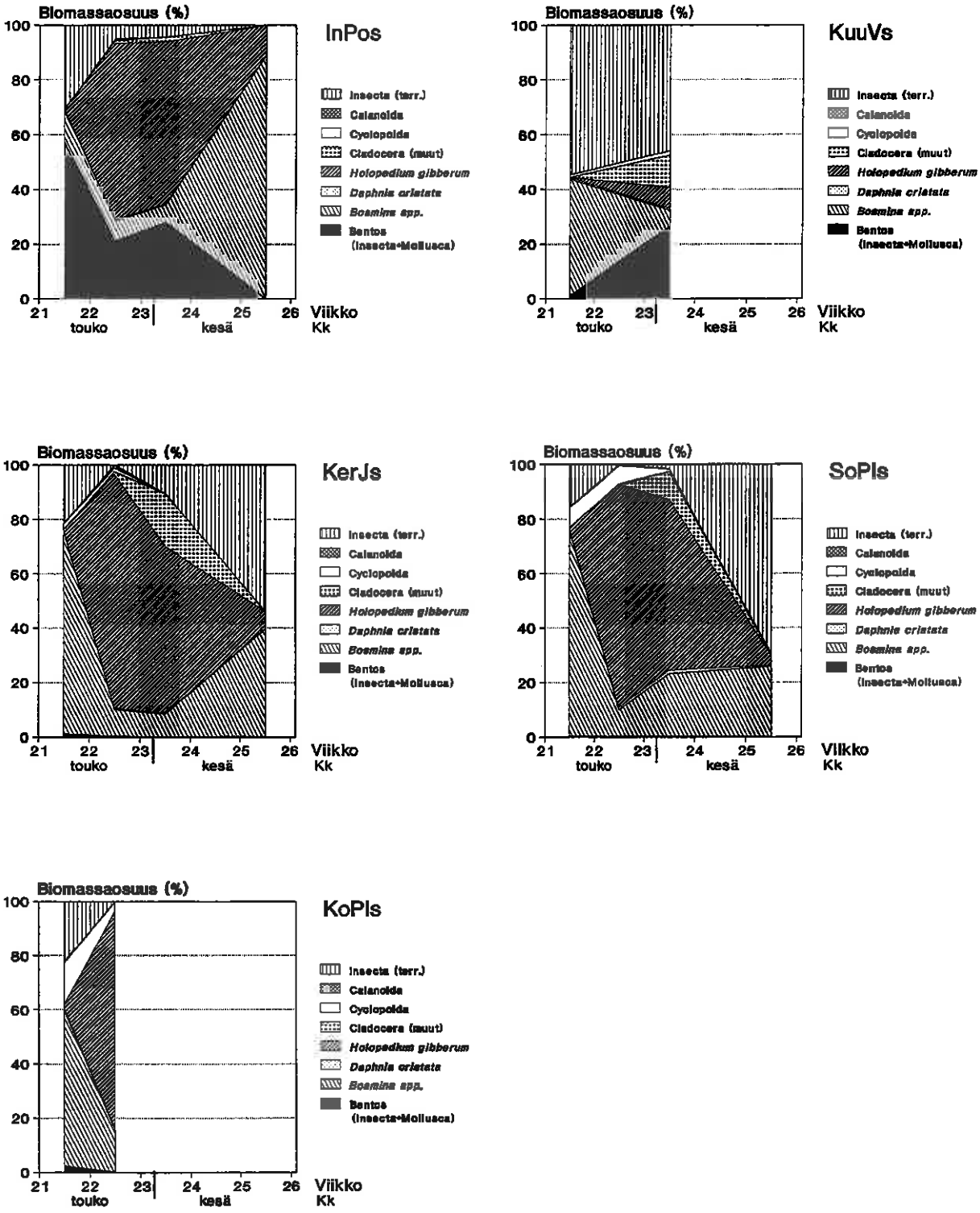
Kuva 13. 1-vuotiaiden siikojen ravinto Vuokalanjärvessä vuonna 1988.



Kuva 14. 2-vuotiaiden siikojen ravinto Vuokalanjärvessä vuonna 1989.



Kuva 15. 3-vuotiaiden siikojen ravinto Vuokalanjärvessä vuonna 1990.



Kuva 16. 5-vuotiaiden siikojen ravinto Vuokalanjärvessä vuonna 1992.

5-vuotiaiden siikojen planktonravinnon pääosan muodostivat touko-kesäkuussa *Bosmina*- ja *Holopedium*-vesikirput kaikilla siikakannoilla (kuva 16). Cyclopoida-hankajalkaisia esiintyi vain planktonsiikojen ravinnossa. *Daphnia*-vesikirput puuttuivat ravinnosta lähes kokonaan. Vaellus- ja järvisiiat olivat syöneet myös suurikokoisia *Bythorephes longimanus* -vesikirppuja. Terrestristen hyönteisten osuus vaihteli eri näytteenottopäivinä, mutta niiden merkitys ravintona oli huomattava etenkin vaellus-, plankton- ja järvisiioilla. Pohjaeläimet olivat keskeinen ryhmä vaellus- ja pohjasiikojen ravinnossa. Toukokuun lopulla lähes puolet pohjasiikojen käyttämästä ravinnosta oli pohjaeläimiä, lähinnä surviaissääsken toukkia.

4.3.6. Siikakantojen väliset erot ravinnonkäytössä

Siikakantojen ravinnonkäyttö oli samankaltaista toista kasvukauttaan elävillä kaloilla touko-kesäkuun aikana (taulukko 9). Erittäin merkitsevä ero oli ainoastaan syödyn *Holopedium*in osuudessa: vaellussiikojen ravinnosta se puuttui lähes täysin, mutta etenkin pohjasiiat olivat käyttäneet sitä runsaasti. 2-vuotiailla siioilla kantojen ravinnonkäyttö oli jo erilaistuneempaa. Touko-kesäkuussa tilastollisesti merkitseviä eroja löytyi useiden ravintoryhmien käytöstä. Merkitsevät erot syötyjen *Bosmina*-, *Daphnia*- ja *Holopedium*-vesikirppujen, terrestristen hyönteisten ja pohjaeläinten määrissä johtuvat pitkälti pohjasiikojen muista kannoista poikkeavasta ravinnosta.

Taulukko 9. Erot siikakantojen käyttämissä ravintokohteissa (p-arvot) Vuokalanjärvessä vuosina 1988–1990 ja 1992. Merkitsevyystasot: ° = p<0,1, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001. n = testattujen siikakantojen lukumäärä (Kruskall-Wallisin testi).

Ikä	Viikko	n.	*Bosmina*	*Daphnia*	*Holop.*	Clad. Muut	Calanoida	Cyclopoida	Ins. Terr.	Benthos
	21	5	0,8651	0,6468	0,0765°	0,1204	0,5684	0,0244°	0,3229	
1+	23	5	0,1016	0,1405	0,0001***	0,7824	0,0403*	0,2358	0,1691	
	25	5	0,1162	0,0301*	0,0001***	0,0181	0,1432	0,2680	0,0293*	
	20	4	0,8765	0,4392	0,6108	0,4739	0,2442	0,0002***	0,7139	0,0182*
	22	5	0,0331*	0,5808	0,0893°	0,6748	0,5539	0,2645	0,0001***	0,0558°
2+	23	5	0,0010**	0,0023**	0,0038**	0,2643	0,0108*	0,3110	0,4756	0,2003
	24	5	0,1073	0,1126	0,0605°	0,4813	0,6639	0,0153*	0,3771	0,5303
	26	5	0,0965°	0,2663	0,1495	0,5217	0,1671	0,2112	0,4741	0,0451*
	35	3	0,1310	0,1027	0,2304	0,0519°	0,1657	0,1013	0,0127	0,9999
	36	3	0,0251*	0,0195*	0,0410*	0,0092**	0,0578°	0,0002***	0,0291	0,0358*
	21	3	0,0227*	0,0243*	0,0181	0,3661	0,9999	0,0031**	0,0026**	0,0004***
	22	5	0,7321	0,0012**	0,8615	0,6681	0,3246	0,0001***	0,0588°	0,0982°
	24	5	0,0133*	0,0063**	0,2936	0,0014**	0,1132	0,3768	0,0229*	0,0005***
	25	5	0,0294*	0,0650*	0,0553°	0,0060**	0,0002***	0,3317	0,5543	0,0079**
3+	26	2	0,0112*	0,2050	0,0137*	0,2511	0,3336	0,3315	0,1391	0,0638°
	34	2	0,4057	0,1124	0,7055	0,4963	0,6230	0,2937	0,5887	0,1468
	38	3	0,4447	0,0634°	0,0010**	0,4378	0,0002***	0,1382	0,1119	0,9999
	42	2	0,7624	0,8798	0,9999	0,1988	0,0343*	0,0054**	0,4963	0,1468
	45	2	0,1306	0,1124	0,0412*	0,0409*	0,1124	0,1040	0,9999	0,1468
	21	5	0,0008***	0,1051*	0,0303*	0,1671	0,0447*	0,0001***	0,1556	0,0526°
5+	22	4	0,2697	0,2545	0,8056	0,0124*	0,5617	0,0001***	0,1159	0,0168*
	23	4	0,0744°	0,1579	0,0089**	0,0272*	0,1493	0,0024**	0,0025**	0,0105*
	25	3	0,0054**	0,8113	0,1412	0,0359*	0,0272*	0,0272*	0,0104*	0,5701

Pohjasiiat olivat syöneet alkukesällä muita enemmän pohjaeläimiä ja *Holopedium*ia. Sekä 2- että 3-vuotiailla siioilla oli merkitseviä eroja syötyjen Cyclopoida- hankajalkaisten määrässä, mutta tämän ryhmän merkitys ravintokohteena oli kaiken kaikkiaan hyvin pieni. Tärkeistä ravintokohteista pohjaeläimien käytössä oli merkitsevimmät erot 3-vuotiaiden siikojen ravinnossa alkukesällä ja Calanoida-hankajalkaisten ja

*Holopedium*in osuudessa syksyllä. 5-vuotiailla siioilla selkeimmät tilastolliset erot ravinnonkäytössä ovat *Bosmina*n, Cyclopoida-hankajalkaisten sekä terrestristen hyönteisten osuuksissa. Testattaessa yhdistettyä aineistoa koko touko-kesäkuulta, jolloin yksittäisten näytteenottokertojen väliset erot poistuvat, tilastolliset erot ravinnonkäytössä muuttuvat jonkin verran (taulukko 10). 1-vuotiailla merkitseviä eroja löytyy *Holopedium*in lisäksi myös *Bosmina*n sekä pintaravinnon käytöstä. 2-vuotiailla siioilla suurimmat erot ovat hankajalkaisten ja pohjaeläinten osuuksissa. 3-vuotiailla tilastollisia eroja löytyy kaikkien ravintoryhmien osalta. 5-vuotiailla siioilla ero pohjaravinnon käytössä muuttuu selvemmäksi.

Taulukko 10. Erot siikakantojen ravinnonkäytössä (p-arvot) Vuokalanjärvessä vuosina 1988–1990 ja 1992. Touko-kesäkuun aineisto yhdistetty. Merkitsevyystasot: ° = p<0,1, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001 (Kruskall-Wallisin testi).

Ikä	*Bosmina*	*Daphnia*	*Holop.*	Clad. muut	Calanoida	Cyclopoida	Ins.terr.	Benthos
1+ Viikot 21, 23, 25	0,0001***	0,1702	0,0001***	0,0578°	0,0387*	0,4688	0,0001***	
2+ Viikot 20, 22, 23, 24, 26	0,0149*	0,0741°	0,3961	0,0934°	0,0009***	0,0006***	0,5956	0,0042**
3+ Viikot 21, 22, 24, 25, 26	0,0016**	0,0001***	0,0185*	0,0003***	0,0001***	0,0001***	0,0964°	0,0001***
5+ Viikot 21, 22, 23, 25	0,0296*	0,0023**	0,0866	0,0053**	0,1696	0,0001***	0,0011**	0,0015**

4.2.7. Eläinplanktonlajien valikointi

Kaikki siikakannat valikoivat ravinnokseen *Bosmina*a ja *Holopedium*ia. Sen sijaan runsaina eläinplanktonissa esiintyneitä Calanoida- ja Cyclopoida-hankajalkaisia ei löytynyt siikojen ravinnosta lainkaan. Eläinplanktontaksonien biomassaosuudet eläinplanktonnäytteissä ja 1-vuotiaiden siikojen ravinnossa erosivat huomattavasti toisistaan touko-kesäkuussa 1988 (taulukko 11).

2-vuotiailla siioilla *Bosmina*an kohdistuva valikointi ei ollut aivan yhtä voimakasta alkukesällä, mutta syyskuun alussa ero tarjolla olevan ja syödyn *Bosmina*n välillä oli erittäin merkitsevä kaikilla siikakannoilla (taulukko 12). *Daphnia*n ja *Holopedium*in osuus planktonravinnosta oli merkitsevästi suurempi kuin niiden osuus eläinplanktonbiomassasta. Muita vesikirppuja sekä hankajalkaisia oli syöty suhteessa niiden esiintymisen runsauteen hyvin vähän. Eläinplanktonravinnon valikoinnin suhteen siikakantojen välillä ei ollut eroja

3-vuotiaiden siikojen kesäkuun alun ravinnossa eläinplanktonin osuus oli pieni ja siiat valikoivat *Holopedium*ia sekä suurikokoisia *Limnosida*, *Polyphemus* ja *Bythorephes longimanus* -vesikirppuja. Hankajalkaikaiset puuttuivat ravinnosta lähes kokonaan (taulukko 13). Myös 5-vuotiaat siiat olivat valikoineet ravinnokseen alkukesällä suhteellisen vähän hankajalkaisia (taulukko 14).

Taulukko 11. Erot eläinplanktontaksonien biomassaosuuksissa (p- arvot) eläinplanktonnäytteissä ja 1-vuotiaiden siikojen käyttämässä ravinnossa Vuokalanjärvellä vuonna 1988. Merkitsevyystasot: ° = p<0,1, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001 (Mann-Whitneyn U-testi).

Kanta/ Viikko	*Bosmina*	*Daphnia*	*Holop.*	Clad. muut	Calanoida	Cyclopoida	*Diaphanos.*	*Polyphemus*
InPos								
21	0,0253*	0,7369	0,0430*	0,0863°	0,0332*	0,6234	0,1547	0,7379
23	0,0008***	0,9186	0,0005***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0.0033**	0,0007***
25	0,1162	0,7442	0,0005***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0045**
KuuVs								
21	0,0059**	0,3460	0,0001***	0,0004***	0,0005***	0,0007***	0,0024**	0,3460
23	0,0001***	0,8142	0,7198	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
25	0,0001***	0,7271	0,0119*	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0004***
KerJs								
21	0,0027**	0,5815	0,0051**	0,0168*	0,1188	0,0021**	0,0451*	0,5815
23	0,0001***	0,4346	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
25	0,0004***	0,6633	0,0853°	0,0006***	0,0001***	0,0001***	0,0006***	0,0040**
SoPls								
21	0,6477	0,5265	0,0772°	0,0201	0,0367*	0,4349	0,0261*	0,5261
23	0,0001***	0,8131	0,0005***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
25	0,0001***	0,0748°	0,6869	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0031**
KoPls								
21	0,0033**	0,7815	0,0001***	0,0004***	0,0002***	0,0001***	0,0004***	0,2586
23	0,0001***	0,1243	0,1474	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0103*	0,0002***
25	0,0001***	0,4438	0,3044	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0002***	0,0146*

Taulukko 12. Erot eläinplanktontaksonien biomassaosuuksissa (p-arvot) eläinplanktonnäytteissä ja 2-vuotiaiden siikojen käyttämässä ravinnossa Vuokalanjärvellä vuonna 1989. Merkitsevyystasot: ° = p<0,1, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001 (Mann-Whitneyn U-testi).

Kanta/ Viikko	*Bosmina*	*Daphnia*	*Holop.*	Clad.. muut	Calanoida	Cyclopoida	*Diaphanos.*	*Polyphemus*	*Limnosida*
InPos									
22	0,0451*	0,0982°	0,5521	0,1739	0,0446*	0,0451*	0,4536	0,4536	0,6000
24	0,9514	0,0124	0,0001***	0,4279	0,0001***	0,0001***	0,9508	0,0280*	0,0001***
26	0,0001***	0,0001***	0,0027**	0,0050**	0,0279*	0,0001***	0,6119	0,0176*	0,0001***
KuuVs									
22	0,0017**	0,6241	0,0790°	0,7991	0,0120*	0,0019**	0,0624°	0,0624°	0,1457
24	0,3394	0,0014**	0,0003***	0,5555	0,0002***	0,0001***	0,1216	0,0404*	0,0001***
26	0,9159	0,0001***	0,0001***	0,0660°	0,1959	0,0001***	0,0001***	0,2638	0,0001***
36	0,0003***	0,0002***	0,0084**	0,0198*	0,0958°	0,0001***	0,9757	0,0445*	0,0001***
KerJs									
22	0,0591°	0,3398	0,0464*	0,0203*	0,0001***	0,0001***	0,0048**	0,0048**	0,0246*
24	0,0004***	0,0006***	0,0001***	0,2465	0,0023**	0,0001***	0,9510	0,0222*	0,0183*
26	0,4344	0,0001***	0,0001***	0,9495	0,0007***	0,0001***	0,0001***	0,0023**	0,0006***
36	0,0001***	0,0001***	0,0004***	0,1718	0,0515*	0,0001***	0,0151*	0,0176*	0,0001***
SoPls									
22	0,0721°	0,8748	0,0133*	0,1563	0,0001***	0,0001***	0,0033**	0,0033**	0,1318
24	0,0037**	0,0001***	0,0001***	0,1864	0,0001***	0,0001***	0,6971	0,0093**	0,0001***
26	0,9159	0,0002***	0,0001***	0,2125	0,0101*	0,0001***	0,0004***	0,0131*	0,0001***
36	0,0001***	0,0001***	0,0014**	0,4289	0,9809	0,0001***	0,8657	0,0176*	0,0001***
KoPls									
22	0,0115*	0,8000	0,0570°	0,0381*	0,0006***	0,0056**	0,0411*	0,0411*	0,9587
24	0,0363*	0,0003***	0,0001***	0,5555	0,0001***	0,0001***	0,3529	0,0093**	0,0006***
26	0,8824	0,0002***	0,0001***	0,3005	0,1332	0,0001***	0,0002***	0,0019**	0,0001***

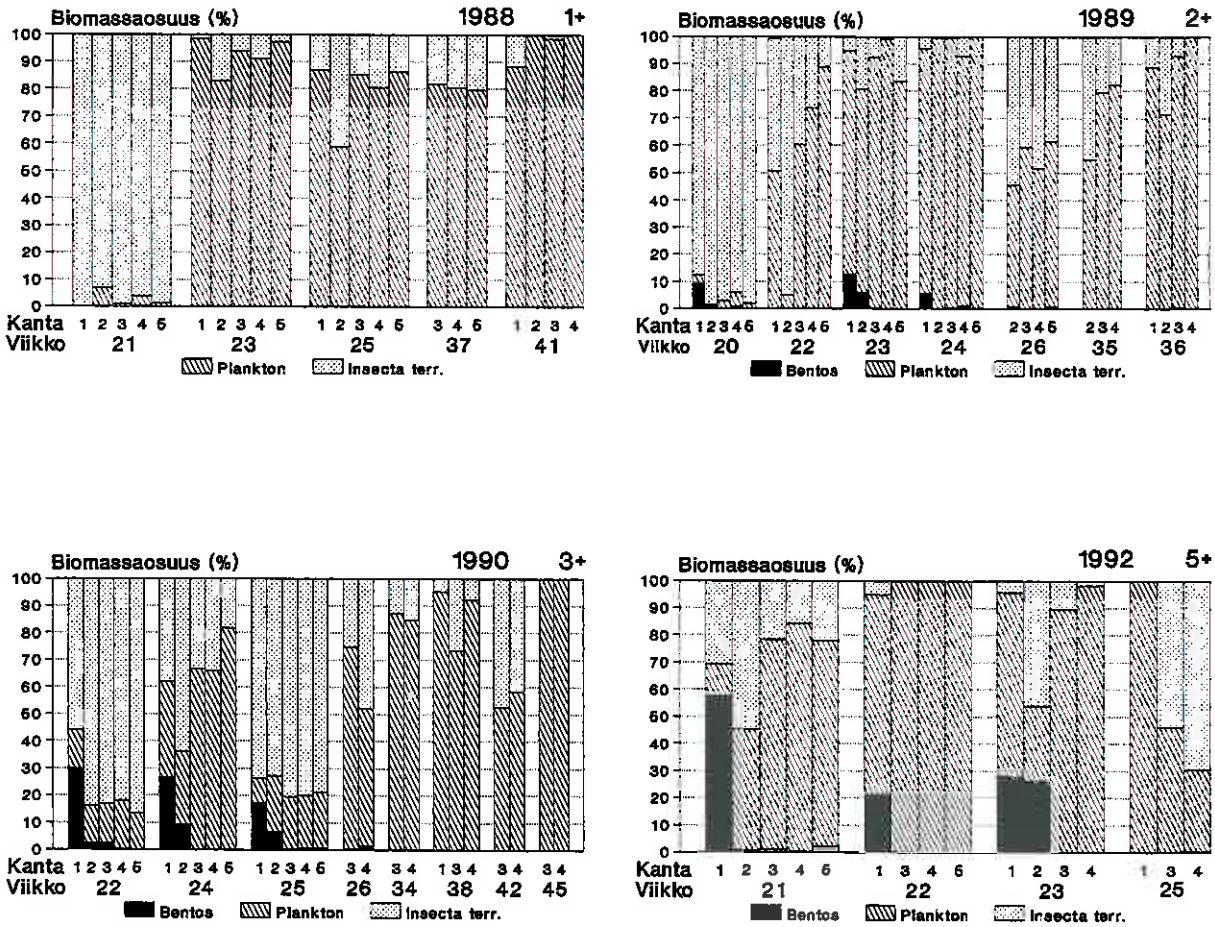
Taulukko 13. Erot eläinplanktontaksonien biomassaosuuksissa (p-arvot) eläinplanktonnäytteissä ja 3-vuotiaiden siikojen käyttämässä ravinnossa Vuokalanjärvellä vuonna 1990. Merkitsevyystasot: ° = p<0,1, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001 (Mann-Whitneyn U-testi).

Kanta/ Viikko	*Bosmina*	*Daphnia*	*Holop.*	Clad.. muut	Calanoida	Cyclopoida	*Diaphanos.*	*Polyphemus*	*Limnosida*
InPos									
22	0,2426	0,0033**	0,0017**	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0009***	0,0009***	0,0018**
25	0,3672	0,3180	0,2912	0,0607°	0,0001***	0,0001***	0,0015**	0,0149*	0,2878
KuuVs									
22	0,0274*	0,0117*	0,0008***	0,0003***	0,0001***	0,0615°	0,0014**	0,0014**	0,0239*
25	0,0485*	0,0116*	0,5508	0,4902	0,0001***	0,0007***	0,0005***	0,0011**	0,0045**
KerJs									
22	0,1031	0,0439*	0,0001***	0,0007***	0,0001***	0,1955	0,0014**	0,0014**	0,0028**
25	0,9269	0,0031**	0,0348*	0,0894°	0,0027**	0,0012**	0,0005***	0,0057**	0,0038**
SoPls									
22	0,0551°	0,2499	0,0002***	0,0001***	0,0001***	0,0310*	0,0016**	0,0014**	0,0180*
25	0,9999	0,0021**	0,0170*	0,0193*	0,0038**	0,0051**	0,0005***	0,0088**	0,0001***
KoPls									
22	0,0615°	0,2304	0,0001***	0,0002***	0,0001***	0,7736	0,0014**	0,0014**	0,0274*
25	0,3128	0,0078**	0,8185	0,6459	0,2154	0,0004***	0,0005***	0,0011**	0,0874°

Taulukko 14. Erot eläinplanktontaksonien biomassaosuuksissa (p-arvot) eläinplanktonnäytteissä ja 5-vuotiaiden siikojen käyttämässä ravinnossa Vuokalanjärvellä vuonna 1992. Merkitsevyystasot: ° = p<0,1, * = p<0,05, ** = p<0,01, *** = p<0,001 (Mann-Whitneyn U-testi).

Kanta/ Viikko	*Bosmina*	*Daphnia*	*Holop.*	Clad. muut	Calanoida	Cyclopoida	*Diaphanos.*	*Polyphemus*	*Limnosida*
InPos									
21	0,0066**	0,9999	0,1133	0,0064**	0,0010**	0,0175*	0,9999	0,7129	0,9999
22	0,2888	0,1694	0,0058**	0,7749	0,0023**	0,0048**	0,5618	0,6426	0,9999
23	0,0403*	0,0023**	0,0058**	0,3471	0,0043**	0,0013**	0,9999	0,9999	0,275*
25	0,0142*	0,0131*	0,1098	0,9999	0,0057**	0,0057**	0,9999	0,9999	0,9999
KuuVs									
21	0,0142*	0,9141	0,0881°	0,0990°	0,0089**	0,0142*	0,9999	0,3074	0,5403
23	0,2986	0,00182*	0,3951	0,0106*	0,0636°	0,5083	0,9999	0,0920°	0,0685°
KerJs									
21	0,0058**	0,3956	0,0418*	0,0006***	0,0013**	0,0058**	0,9999	0,1547	0,9999
22	0,2293	0,0191*	0,0058**	0,8830	0,0032**	0,0053**	0,1547	0,9999	0,9999
23	0,0284*	0,0041**	0,0089**	0,1024	0,0131*	0,0013**	0,9999	0,7679	0,0275*
25	0,0058**	0,0768°	0,2293	0,0717°	0,0006***	0,0006***	0,9999	0,9999	0,9999
SoPls									
21	0,0058**	0,3580	0,1358	0,0192*	0,0048**	0,0058**	0,9999	0,1547	0,9999
22	0,2293	0,4362	0,0058**	0,0131°	0,0013**	0,0058**	0,1547	0,1547	0,9999
23	0,1376	0,0056**	0,0771°	0,2867	0,0043**	0,0048**	0,6353	0,1547	0,0944*
35	0,0058**	0,0282*	0,0771°	0,0415*	0,0041**	0,0469*	0,9999	0,6353	0,6353
KoPls									
21	0,0142*	0,9141	0,3061	0,0057**	0,0403*	0,1658	0,9999	0,3074	0,9999
22	0,2888	0,1035	0,0058**	0,0335*	0,0013**	0,0058**	0,1547	0,1547	0,9999

Vuokalanjärveen vuonna 1987 istutettujen siikakantojen siivilähammasmäärien erot (kuva 7) heijastuivat käytettyyn ravintoon, kun se jaoteltiin pohja-, plankton- ja pintaravintoon (kuva 17). 1-vuotiaat siiat eivät käyttäneet lainkaan pohjaravintoa, vaan kaikkien siikakantojen ravinto koostui eläinplanktonista ja terrestrisistä hyönteisistä. Hyönteisravinnon osuus oli suurimmillaan toukokuun lopulla, mutta myös syyskuussa noin 20 % ravinnosta oli pintaravintoa. 2-vuotiaat siiat siirtyivät toukokuun lopun hyönteisravinnosta eläinplanktonravintoon kesäkuun aikana. Pohjaravinnon osuus säilyi tänä aikana harvasiivilähampaisilla pohja- ja vaellussiioilla noin 10 %:ssa. Sitä vastoin järvi- ja planktonsiiat käyttivät hyvin vähän pohjaravintoa. Plankton- tai pintaravinnon käytössä siikakannat eivät eronneet toisistaan. 3-vuotiailla siioilla hyönteisten osuus ravinnosta oli korostunut etenkin alku- ja keskikesällä. Pohjaravinnon osuus pieneni siivilähammasmäärän kasvaessa. Pohjasiikojen ravinnosta oli toukokesäkuussa lähes kolmannes ja vaellussiioillakin noin 10 % pohjaeläimiä. Myös 5-vuotiailla siioilla selkein ero ravinnonkäytössä oli pohjaravinnon osuudessa, joka oli huomattavan suuri pohja- ja vaellussiioilla.



Kuva 17. Pohja-, plankton- ja pintaravinnon suhteelliset osuudet siikojen ravinnossa Vuokalanjärvessä vuosina 1988–1990 ja 1992. Siikakannat: 1 = InPos, 2 = KuuVs, 3 = KerJs, 4 = SoPls, 5 = KoPls.

5. TULOSTEN TARKASTELU

5.1. Suurella istutusmäärällä tiheä siikakanta

Vuokalanjärveen istutettiin tiheään viiteen eri siikakantaan kuuluvia siikoja, jotta siikamuotojen välille kehittyisi kilpailua ravinnosta tai habitaateista ja saataisiin tietoa eri muotojen kyvystä selviytyä tässä tilanteessa. Istutustiheys oli 81 yksilöä/ha vuonna 1987 ja 37 yksilöä/ha vuonna 1988, mikä on selvästi enemmän kuin yleensä kalavesien hoidossa suositeltu tiheys, 20-40 kesänvanhaa poikasta hehtaarille (Salojärvi 1992a).

Vielä kesänvanhoina siikojen elintavat, oleskelualueet ja ravinto ovat kaikilla siikamuodoilla hyvin samanlaiset (Lindström 1962), mutta niiden kasvaessa kookkaammiksi ravinnonkäytön ja habitaattien eriytyminen siikamuotojen välillä tulee näkyviin. Eriytymiseen vaikuttavat siikojen kasvu, järven ravintovarat ja ravintokilpailu sekä siikojen kesken että muiden lajien kanssa.

Koekalastus, jonka päätarkoituksena oli näytteiden keruu siikakannoista, ei riittänyt harventamaan populaatiota olennaisesti. Siikojen kasvu oli tästä syystä hyvin hidasta. Paikallisten kalastajien pyydyksiin eivät pienikokoiset siiat juurikaan jääneet vielä viiden vuodenkaan kuluttua istutuksesta, jolloin nopeimmin kasvaneet Koitajoen planktonsiiat olivat keskimäärin 25 cm:n pituisia. Siikojen kääpiöitymisen vuoksi ravinnonkäytön eriytyminen tapahtui hitaasti. Merkkejä siitä alkoi näkyä vasta 3-vuotiailla siioilla.

5.2. Siiat kasvoivat hitaasti

Istutettujen siikojen kasvu hidastui Vuokalanjärvessä toisen kasvukauden jälkeen. Siikakantojen pituuskasvunopeudet erosivat toisistaan, vaikkakin erot olivat pieniä. Planktonsiikojen kasvu oli hieman nopeampaa kuin muiden istutettujen kantojen, etenkin pohjasiikojen, pituuskasvu. Myös takautuvien kasvumittausten perusteella tehty analyysi antoi samanlaisen tuloksen. Siikamuodon vaikutusta kuvaava parametri kasvumallissa oli merkitsevä (Peltonen ym. 1996). Jos siikakanta olisi ollut harvempi ja kasvu nopeampaa, olisivat erot todennäköisesti tulleet vielä paremmin näkyviin. Siikojen kasvun on havaittu useissa tapauksissa riippuvan kannan tiheydestä (Svärdson 1953, Berg 1970, Bidgood 1973, Salojärvi 1992b, Salonen ym. 1996). Esimerkiksi planktonsiikojen kasvu Vuokalanjärvessä oli huomattavasti hitaampaa verrattuna istutettujen planktonsiikojen kasvuun Päijänteessä (Valkeajärvi ja Raatikainen 1995) tai pohjanmaalaisissa Lappa- ja Evijärvessä, jotka tosin ovat Vuokalanjärveen verrattuna rehevämpiä järviä (Raitaniemi ym. 1995).

Siikojen vuosittainen pituuskasvu oli voimakkainta kaikissa ikäryhmissä kasvukauden alussa touko-kesäkuussa, jolloin myös siikojen kuntokertoimet ja mahojen täyteisyysindeksit saivat suurimmat arvonsa. Myös muissa tutkimuksissa on havaittu, että siioilla nopeimman kasvun vaihe ajoittuu alkukesään, jonka jälkeen kasvu hidastuu ja pysähtyy kokonaan syys-lokakuussa. Nuorimmat ikäryhmät jatkavat kasvuaan pi-

temmälle syksyyn kuin vanhemmat ikäryhmät (Berg 1970, Jacobsen 1974, Lehtonen 1981, Tolonen 1997).

5.3. Siivilähampaiden määrä vaikutti ravintoon

Vuokalanjärveen istutettujen siikakantojen ravinnonkäyttö alkoi eriytyä vasta kolmannella kasvukaudella. Kahden vuoden ikäisistä alkaen oli harvasiivilähampaisimpien siikamuotojen, pohjasiian ja vaellussiian ravinnossa pohjaeläinten osuus suurempi kuin muilla kannoilla. Siirtyminen pohjaravintoon alkoi 17-20 cm:n pituisilla siioilla. Jos siiat olisivat kasvaneet suuremmiksi tutkimusjakson aikana, olisivat erot voineet vielä korostua.

Pohjaeläinten käyttö ravintona rajoittui kasvukauden alkuun, jolloin erot siikakantojen ravinnonkäytössä olivat suurimmat. Kesäkuun jälkeen kaikki siikakannat käyttivät ravintonaan eläinplanktonia ja veden pintakalvolle pudonneita hyönteisiä.

Ravinnon eriytymiskehitys oli odotettu, koska yleensä siiat, joilla on tiheä siivilähampaisto, käyttävät eläinplanktonia ja harvasiivilähampaiset siiat erikoistuvat suurempiin ravintokohteisiin ja pohjaeläinravintoon. Erot siivilähammasmäärissä heijastuvat myös siikojen ravintohabitaatin valintaan: harvasiivilähampaiset siiat oleskelevat pohjan läheisyydessä ja lähempänä rantavyöhykettä tiheäsiivilähampaisten siikojen käyttäessä koko vesipatsasta (Bodaly 1979, Bergstrand 1982). Myös siikojen koko voi vaikuttaa valittuun habitaattiin (Hessen ym. 1986). Vuokalanjärvellä ulapan nuottasaaliissa oli sekä harvasiivilähampaisia pohjasiikoja että tiheäsiivilähampaisia järvi- ja planktonsiikoja, joten istutetut siikakannat eivät ainakaan vielä 5-vuotiaina käyttäneet selkeästi erilaisia habitaatteja. Vaellussiikojen ja Koitajoen planktonsiikojen osuus nuottasaaliissa oli kuitenkin pieni, mihin voi olla syynä siirtyminen muihin habitaatteihin tai suuri kuolevuus. Tästä saadaan lisää tietoa, kun siikakantojen koko- ja kuolevuuslaskelmat valmistuvat.

Siikojen ravinnon eriytymiseen vaikuttaa ravintokilpailu. Siikojen ravinnonkäyttö on yleensä hyvin joustavaa ja ne pystyvät sopeuttamaan ravinnonkäyttönsä kulloinkin tarjolla oleviin ravintovaroihin. Eri siikamuotojen ravinnossa esiintyy eniten yhteneväisyyttä silloin, kun tiettyä ravintokohdetta on runsaasti saatavilla (Nilsson 1960, 1965). Näin on usein esimerkiksi surviaissääskien (Chironomidae) kuoriutumisaikoina (Heikinheimo-Schmid 1985a). Myös Vuokalanjärvessä kaikki siikakannat hyödynsivät *Bosmina longispina* -vesikirpun runsaushuiput alkukesällä ja syys-lokakuussa sekä surviaissääskien massaesiintymisen niiden kuoriutuessa touko-kesäkuun vaihteessa.

Siikamuotojen eläessä samassa järvessä ne käyttävät kapeampaa ravintovalikoimaa kuin silloin, jos järvessä ei ole kuin yksi siikamuoto. Ravinnon vähetessä kilpailu kiristyy ja eriytyminen ravinnonkäytössä voimistuu (Svärdson 1979).

Siivilähampaistoltaan erilaisten siikakantojen ravinnonkäytön eriytymisen ajankohta vaihtelee. Kanadalaisella Dezadeash-järvellä harvasiivilähampaiset sillisiiat (*Coregonus clupeaformis*) siirtyivät pelagisesta ravinnosta pohjaravintoon neljäntenä kesänään, Huron-järvellä muutos ravinnonkäytössä tapahtui jo ensimmäisen kesän lopulla (Bodaly 1979). Siian koko määrääkin todennäköisemmin siirtymisajankohdan kuin ikä. Tolosen (1997) tutkimat Kilpisjärven pohjasiiat siirtyivät planktonvoittoisesta ravinnosta pohjaravintoon 15-22 cm:n pituisina, mikä vastaa hyvin Vuokalanjärven harvasiivilähampaisten siikojen käyttäytymistä. Yli 22 cm:n pituisilla siioilla oli Kilpisjärvessä jo valtaosa ravinnosta pohjaeläimiä. Tämän jälkeen myös niiden kasvu nopeutui. Vuokalanjärvessä harvasiivilähampaisimmat siiat, pohjasiika ja

vaellussiika menestyivät kasvun ja kuntokertoimen perusteella siikamuodoista heikoimmin eikä kasvun nopeutumista tapahtunut. Pohjaravinnon osuus niiden ravinnossa ei myöskään ollut yhtä suuri kuin Kilpisjärven samankokoisilla siioilla.

5.4. Siika valikoi ravintonsa

Kaikkien siikamuotojen ravinnosta suurin osa oli planktonia, jos tarkastellaan kokonaisuutena niiden ravintoa kesänvanhasta 5-vuotiaaksi. Tämä johtuu suureksi osaksi siikojen pienestä koosta. *Bosmina longispina*, *Holopedium gibberum* ja *Daphnia cristata* olivat siikojen suosimia lajeja, joiden osuus ravinnossa oli selvästi suurempi kuin järvestä otetuissa planktonnäytteissä. Heinä-elokuussa myös suurikokoisten lajien, kuten *Bythorephes longimanus* -, *Polyphemus pediculus* - ja *Leptodora kindtii* - vesikirppujen osuus ravinnosta kasvoi etenkin 2- ja 3-vuotiailla siioilla. Eläinplanktonissa runsaana esiintyneet Cyclopoida-hankajalkaiset puuttuivat lähes kokonaan siikojen ravinnosta. 5-vuotiaista siioista ainoastaan planktonsiiat söivät jonkin verran hankajalkaisia. Hankajalkaiset pystyvät ilmeisesti välttämään siikojen saalistusta nopeiden, äkillisten pakoliikkeiden avulla (Nilsson 1978, Drenner ym. 1978, van Densen 1985).

Vuokalanjärven siiat valikoivat *Bosmina longispina* -vesikirpuista suurikokoisimpia. Myös pohja- ja vaellussiioilla tehdyssä häkkikokeessa *B. longispina*n keskipituus siikojen mahoissa oli merkitsevästi suurempi kuin häkeistä otetuissa näytteissä (Palomäki ym. 1992). Siivilähammasmäärä ei vaikuttanut valikoitujen *Bosmina*-vesikirppujen kokoon. Siivilähampaiden lukumäärä, väli tai pituus ei välttämättä määrää suoraan syötävien kohteiden koon alarajaa, sillä kalat pystyvät säätelemään siivilähampaiden tiheyttä säätelemällä veden virtausta kiduksissa (Kliever 1970, Wright ym. 1983). Kuitenkin *Holopedium*-vesikirppuja esiintyi Vuokalanjärvessä eniten harvasiivilähampaisimman siikamuodon, pohjasiian ravinnossa, todennäköisimmin tämän planktonlajin suuren koon vuoksi.

Näkökykynsä avulla saalistavat kalat, joihin siikakin kuuluu, etsivät ravintoa aktiivisesti ja valikoivat suhteellisen suurikokoisia ravintokohteita (Brooks 1968, O'Brien 1979). Myös suurisilmäiset lajit ovat helposti havaittavia ja tulevat siksi usein valituiksi (Zaret 1980). *Bosmina*-vesikirput ja *Holopedium gibberum* tunnetaan tärkeänä planktonravinnolla elävien kalojen, myös siikojen, ravintokohteena (Hakkari 1978, Bergstrand 1982, Heikinheimo-Schmid 1982, Huusko 1987, Sandlund ym. 1987, Tolonen 1997). Planktoneläinten parveutuminenkin vaikuttaa siihen, miten otollisia saalistettavia ne ovat kaloille. Lisäksi saalistuspaine kohdistuu heikon pakokyvyn omaaviin lajeihin (Langeland 1982, van Densen 1985).

Yleensä voimakkaan saalistuksen vallitessa planktoneliöstö muuttuu siten, että pienikokoiset planktonlajit yleistyvät. Silloin tehokkaimmat planktonsyöjäkalat saavat edullisemman kilpailuaseman (Zaret 1980, Langeland 1982, van Densen 1985). Vuokalanjärvessä ei kuitenkaan havaittu, että siikojen predaatio olisi muokannut planktonyhteisön koostumusta tai vaikuttanut Bosminan keskikokoon järvessä. Planktonin koostumukseen vaikuttivat eniten kausittaiset runsaudenvaihtelut.

5.5. Lajinsisäinen ja lajien välinen kilpailu

Siikojen heikko kasvu Vuokalanjärvessä on merkki ravintokilpailusta. Lajinsisäinen kilpailu on tässä tapauksessa ilmeinen, koska istutusmäärät olivat poikkeuksellisen suuria järven pinta-alaan nähden. Muista lajeista lähinnä muikku on siian ravintokilpailija. Muikku ja siika esiintyvät suomalaisissa järvissä sekä alueellisesti että ajallisesti samanlaisissa habitaateissa. Ne käyttävät ravinnokseen eläinplanktonia joko ensimmäisten elinvuosien tai koko elämänsä ajan. Niiden välisessä ravintokilpailussa muikkua pidetään vahvempana (Svärdson 1976). Jos järven muikkukanta on pieni kuten Vuokalanjärvessä tutkimusjakson aikana, lajienvälinen kilpailu heikkenee ja eläinplanktonravinnon osuus siikojen ravinnossa korostuu (Svärdson 1976, Bodaly 1979). Muikkukannan ollessa vahvaerityisesti siian poikasille on tarjolla vähemmän ravintoa (Salojärvi 1992b). Muikkukannan tiheys vaikuttaa planktonia syövien siikojen kasvuun monesti selvemmin kuin siikakannan runsaudenvaihtelut, ja siika saattaa joutua väistymään pelagiaalista muihin habitaatteihin (Heikinheimo-Schmid 1985b, 1992, Valkeajärvi 1992, Raitaniemi ym. 1995).

Siian koon kasvaessa ravintokilpailu muikun kanssa vähenee. Pohjaeläimiä syövien siikojen kanssa ravinnosta kilpailevat useat lajit, mm. särkikalat ja ahven (Svärdson 1976).

Kilpailun vaikutus heijastuu myös siian istutustuloksiin. Järvissä, joissa petokalakannat ovat pieniä ja siikojen istutusmäärät suuria, istutustulos on heikko voimakkaan lajinsisäisen ja lajienvälisen ravintokilpailun vuoksi. Jos istutustiheys on suuri järven kantokykyyn nähden, petokalojen saalistus pienentää siian lajinsisäistä kilpailua ja voi estää ylitiheän siikakannan syntymisen. Myös kalastus harventaa siikakantojen tiheyttä ja vähentää ravintokilpailua (Salojärvi & Ekholm 1990). Järvissä, joissa siika ja muikku ovat ennestään vallitsevia, voidaan tuskin saada hyvää tulosta siikaistutuksista (Salojärvi 1992a).

Hauki oli tutkimuksen aikana Vuokalanjärven kalastajien tärkein saaliskala (Moilanen ym. 1989, 1990). Siikoja tavattiin tutkituista hauen mahoista (Vuorimies 1990), mutta saalistus ei ilmeisesti harventanut siikakantaa merkittävästi, koska kasvu pysyi hitaana koko tutkimusjakson ajan.

5.6. Tiheäsiivilähampaiset siiat selviytyivät paremmin

Luontaisesti järvessä elää harvoin yhtä monta erilaista siikakantaa kuin Vuokalanjärveen keinotekoisesti luodussa tilanteessa, ehkä Inarijärveä lukuunottamatta (Toivonen 1960). Jos tarjolla on useita erilaisia habitaatteja ja ravinnoksi käytettävä eläimistö on monimuotoinen, pystyvät myös lähisukuiset kalalajit elämään samassa järvessä. Jos olosuhteet eivät ole näin suotuisat, paremmin ympäristöönsä sopeutuneet lajit saavuttavat hallitsevan aseman kalayhteisössä (Bergstrand 1982).

Vuokalanjärvessä mikään siikamuoto ei päässyt selvästi voitolle, koska kaikki kääpiöityivät. Kun siikamuotojen ravinnonkäytön eriytyminen riippuu myös koosta, heikko kasvu hidastaa eriytymistä ja vähentää siten siikojen mahdollisuuksia käyttää järven ravintovaroja monipuolisemmin. Alkanut kehitys viittasi siihen, että tiheäsiivilähampaisten siikojen menestymisedellytykset kireässä kilpailussa olivat paremmat. Harvasiivilähampaiset siiat ovat tehottomia planktoninsyöjiä. Niiden menestymistä saattaa rajoittaa kalaston koostumus, jos järvessä on runsaasti muita pohjaeläinsyöjiä. Tiheäsiivilähampaiset siiat ovat todennäköisesti joustavampia, koska ne voivat hyödyntää planktonin lisäksi tarvittaessa pinta- ja pohjaravintoakin.

Vuokalanjärven siikojen ravintotutkimus oli osa laajempaa siikaistutusten kannattavuustutkimusta. Populaationäytteiden keruu siikakannoista jatkui vielä 5 vuotta ravintotutkimuksen aineistonkeruun päätyttyä. Loppuraportissa tullaan arvioimaan Vuokalanjärven istutettujen siikakantojen populaatiokoon kehitys 10 vuoden aikana istutuksen jälkeen, erot kuolevuudessa ja kulutetun ravinnon määrä. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella pystytään vertaamaan ravinnon määrää tärkeimpien ravintoeläinten tuotantoon. Tulokset tuovat lisää tietoa siikamuotojen ekologisista eroista ja menestymisestä kilpailutilanteessa.

Kiitokset

Parhaat kiitoksemme Tauno Nurmiolle, sekä hänen apunaan kenttätöihin osallistuneille, mm. Tapani Kuokkaselle, Jukka Laulajaiselle ja Paula Toivoselle; Rauno Hokille ja muulle tutkimukseen osallistuneelle Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen henkilökunnalle sekä Jukka Horppilalle, Irma Kolarille ja Risto Palomäelle käsikirjoituksen kommentoinnista.

KIRJALLISUUS

Berg, A. 1970. A comparative study of food and growth and competition between two species of Coregonids introduced in Lake Maggiore, Italy. In: Biology of Coregonid fishes. Ed. C. C. Lindsey & C. S. Woods. Univ. Manitoba Press. p. 311-346.

Bernardi de, R. 1981. Biotic interactions in freshwater and effects on community structure. Boll. Zool. 48, p. 353-371.

Brooks, J. L. 1968. The effects of prey size selection by lake planktivores. Syst. Zool. 17, p. 272-291.

Bergstrand, E. 1982. The diet of four sympatric whitefish species in Lake Parkijaure. Rep. Inst. Freshw. Drottningholm 60, p. 5-14.

Bidgood. F. 1973. Divergent growth of two lake whitefish (Coregonus clupeaformis) populations. J. Fish. Res. Board Can. 30, p. 1683-1696.

Bodaly, R. A. 1979. Morphological and ecological divergence within the lake whitefish (Coregonus glupeaformis) species complex in Yokon Territory. J. Fish. Res. Board Can. 36, p. 1214-1222.

Densen, W. L. T. van 1985. Feeding behaviour of major 0+ fish species in a shallow, eutrophic lake (Tjeukemeer, The Netherlands). J. Appl. Ichtyol. 2, p. 49-70.

Drenner, R. W., Stricler, J. R. & O'Brien W. J. 1978. Capture probability: the role of zooplankter escape in the selective feeding of planktivorous fish. J. Fish. Res. Board Can. 35, p. 1370-1373.

Hakkari, L. 1970. Päijänteen Tehinselän eläinplanktonlajisto, -määrä ja -tuotanto avovesikaudella 1969. Jyväskylän hydrobiologisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 14, s. 1-54.

Hakkari, L. 1978. On the productivity and ecology of zooplankton and its role as food for fish in some lakes in Central Finland. Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 4. 87 p.

Heikinheimo-Schmid, O. 1982. Siian ravinnosta luonnontilaisessa ja säännöstellyssä järvessä. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 4. 64 s.

Heikinheimo-Schmid, O. 1985a. The food of whitefish (Coregonus lavaretus) in two neighbouring lakes, one regulated and the other natural. In: Habitat modification and freshwater fisheries. Proceedings of a symposium of the European inland fisheries advisory commission. Ed. J. S. Alabaster. Aarhus, Denmark. pp. 186-194.

Heikinheimo-Schmid, O. 1985b. Paasiveden siikakannoista. Teoksessa Viljanen, M. (toim.), Saimaa-seminaari. Saimaan nykytila. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 71, p. 258-267.

Heikinheimo-Schmid, O. 1992. Management of European whitefish (Coregonus lavaretus L. s. l.) stocks in Lake Paasivesi, eastern Finland. Pol. Arch. Hydrobiol. 39, p. 827-835.

Hessen, D. O., Skurdal, J., Vøllestad, L. A. & Berge, D. 1986. Habitat use among size groups of monomorfic whitefish Coregonus lavaretus. Hydrobiologia 137, p. 185-192.

Huusko, A. 1987. Siian ja ahvenen ravinnosta Kemijärvessä: Kemijärven biologis-kalataloudellinen tutkimus. Kalataloudellinen osatutkimus. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 68, s. 195-222.

Jacobsen, O. J. 1974. Feeding habits of the population of whitefish (Coregonus lavaretus (L.)) in Haugatjern - a eutrophic Norwegian lake. Norw. J. Zool. 22, p. 295-318.

Jokela, J. 1990. Vuokalanjärven pohjaeläintutkimus: raportti siviilipalvelusvuodesta. Jyväskylä. Jyväskylän yliopisto, biologian laitos. 11 s. (Moniste).

Juntunen, K. 1988. Vuokalanjärveen istutettujen siikojen kuonomerkintä Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella syksyllä 1987. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 5 s. (Moniste).

Juntunen, K., Nevala, O., Ratilainen, J. & Heikkala, H. 1989. Vuokalanjärveen istutettujen siikojen kuonomerkintä Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella 1988. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 9 s. (Moniste).

Kivi, K. 1988. Vuokalanjärven siikojen ravintotutkimuksen eläinplanktonosuus. Tutkimussuunnitelma. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 11 s. (Moniste).

Kliever, E. V. 1970. Gillraker variation and diet in lake whitefish Coregonus clupeaformis in northern Manitoba. In: Biology of Coregonid Fishes. Ed. C. C. Lindsey & C. S. Woods. Univ. Manitoba Press. pp. 147-165.

Kolari, I. 1989. Eläinplanktonia ja pohjaeläimiä syövien kalojen, erityisesti siikojen, ravinnonkäyttö. Kirjallisuuskatsaus. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 91, s. 1-86.

Koli, A. 1989. Vuokalanjärven eläinplanktontutkimus 1988; tutkimusraportti. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 11 s. (Moniste).

Koli, A. 1991. Eri siikamuotojen ravinnonkäyttö Vuokalanjärvessä. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopiston Hydrobiologian laitos. 21 s.

Langeland, A. 1982. Interactions between zooplankton and fish in a fertilized lake. Holarct. Ecol. 5, p. 273-310.

Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assesments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. Finnish Fish. Res. 3, p. 31-83.

Lindström, T. 1962. Life history of whitefish young in two lake reservoirs. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 44, p. 113-144.

Moilanen, P. & Nurmio, T. 1989. Kalastus ja kalansaaliit Vuokalanjärvellä 1987. Projektiin "Siikaistutusten tuloksellisuus ja kannattavuus Etelä- ja Keski-Suomessa" liittyvä selvitys. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 6 s. + 14 kuvaa + 7 liitettä. (Moniste).

Moilanen, P., Nurmio T. & Toivonen P. 1989. Kalastus ja kalansaaliit Vuokalanjärvellä vuonna 1987. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 7 s. + 14 kuvaa + 7 liitettä. (Moniste).

Moilanen, P. & Toivonen, P. 1990. Kalastus ja kalansaaliit Vuokalanjärvellä 1990. Projektiin "Siikaistutusten tuloksellisuus ja kannattavuus Etelä- ja Keski-Suomessa" liittyvä selvitys. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 5 s. + 14 kuvaa + 7 liitettä. (Moniste).

Nilsson, N. A. 1960. Seasonal fluctuations in the food segregation of trout, char and whitefish in North-Swedish lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 41, p. 185-205.

Nilsson, N. A. 1965. Food segregation between salmonid species in North- Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46, p. 95-123.

Nilsson, N. A. 1978. The role of size-biased predation in competition and interactive segregation in fish. pp. 303-325. In: Ecology of freshwater fish production. Ed.: S. D. Gerking. Blackwell scientific publications, Oxford.

O'Brien, W. J. 1979. The predator-prey interaction of planktivorous fish and zooplankton. Am. Scientist 67, p. 572- 581.

Paasivirta, L., Lahti, T. & Perätie, T. 1988. Emergence phenology and ecology of aquatic and semi-terrestrial insects on a boreal raised bog in Central Finland. Holart. Ecol.11, p. 96-105.

Palomäki, R. 1981. Inarinjärven siikamuodot ja niiden ravinnonvalinta. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, biologian laitos. Jyväskylä. 101 s.

Palomäki, R. 1994. Responce by macrozoobenthos biomass to water level regulation in some Finnish lake littoral shores. Hydrobiologia 286, p. 17-26.

Palomäki, R. 1995. Kalojen pohjaeläinravintovarojen arviointi. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. 72 s. (Käsikirjoitus).

Palomäki, R., Jokela, J., Vuori, K-M. & Puro, A. 1992. Prey preference and timing of the diet shifts of Coregonus pidschian and C.lavaretus: Preliminary results of a field experiment. Pol. Arch. Hydrobiol. vol. 39. no. 3-4., p. 251-359.

Pechen, G. A. 1965. Productsiya vetvistousykh rakoobraznykh ozernogo zooplankton. (Summary: Production of cladocerous crustaceans of lacustrinc zooplankton). Gidrobiol. Zhurnal 1 (4), p. 19-26. (Ref. Hakkari 1970).

Peltonen, H., Saarijärvi, E., Saulamo, K. & Vinni, M. 1996. Siikamuotojen kasvu ja istutusten tuloksellisuus Vuokalanjärvessä. Ohjatun tutkimuksen raportti. Helsingin yliopisto. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Kalataloustiede. 25 s. (Moniste).

Raitaniemi, J., Heikinheimo, O. & Miinalainen, M. 1995. Siika- ja taimenistutusten tuloksellisuus ja ehdotus velvoitehoidon kehittämiseksi Lappajärvessä ja Evijärvessä. Velvoiteistutusten vaikutusten tarkkailututkimuksen loppuraportti. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja no. 39. 74 s. + 9 liitettä..

Salojärvi, K. 1988. Effect of the stocking density of whitefish (Coregonus lavaretus L. s.l.) fingerlings on the fish yeld in Lake Peranka, Northern Finland. Finnish Fish. Res. 9, p. 191-195.

Salojärvi, K. 1991. Compensation in a whitefish (Coregonus lavaretus L. s.l.) population maintained by stocking in Lake Kallioinen, northern Finland. Finnish Fish. Res. 12, p. 65-76.

Salojärvi, K. 1992a. Suosituksia sisävesien siikaistutuksista. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja B. no. 14. 32 s.

Salojärvi, K. 1992b. The role of compensatory prosesses in determining the yield from whitefish (Coregonus lavaretus L. s.l.) stocking in inland waters in northern Finland. Finnish Fish. Res. 13, p. 1-30.

Salojärvi, K. & Ekholm, P. 1990. Predicting the efficiency of whitefish (Coregonus lavaretus L. s.l.) stocking from pre-stocking catch statistics. In: W.L.T. van Densen, B.Steinmetz & R.H. Hughes (Eds.) Management of freshwater fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission, Göteborg, Sweden, 31 May–3 June 1988. pp. 112-126. Wageningen. PUDOC.

Salonen, E., Ahonen, M. & Mutenia, A. 1996. Inarijärven siikatutkimusten yhteenveto ja suositukset. Teoksessa: Inarijärven pohjasiika-Istutusten merkitys. Toim. Salonen, E. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 113, s. 81-90.

Sandlund, T., Naesje, T., F. & Kjellberg, G. 1987. The size selection of Bosmina longispina and Daphnia galeata by co-occurring cisco (Coregonus albula), whitefish (C. lavaretus) and smelt (Osmerus eperlanus). Arch. Hydrobiol. 110(3), p. 357- 363.

Sarvala, J., Rajasilta, M., Hangelin, C., Hirvonen, A. & Kiiskilä M. 1988. Spring abundace, growth and food of 0+ vendace (Coregonus albula L.) and whitefish (C. lavaretus L. s.l.) in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. Finnish Fish. Res. 9, p. 221-233.

Shuskina, E. A. 1966. Sootnoshenie produktsii i biomassy zooplanktona ozer. (Summary: Correlation of the production and biomass of lake zooplankton). Gidrobiol. Zhurnal 2 (1), p. 27- 35. (Ref. Hakkari 1970).

Svärdson, G. 1953. The coregonid problem. V. Sympatric whitefish species of the lakes Idsjon, Storsjon and Hornavan. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 34, p. 141-166.

Svärdson, G. 1976. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drotningholm 55, p. 144-171.

Svärdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 57. 95 p.

Tikkanen, P., Niva, T., Yrjänä, T., Kuusela, K., Hellsten, S., Kantola, L. & Alasaarela, E. 1988. Effects of regulation on the ecology of the littoral zone and the feeding of whitefish, Coregonus spp., in lakes in northern Finland. Finn. Fish. Res. 9, p. 457-465.

Toivonen, J., 1960. Inarin ja sen lähijärvien kääpiösiioista. Maatalouskeskuksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja n:o 12. 45 s.

Tolonen, A. 1997. Size-spesific food selection and growth in benthic whitefish, Coregonus lavaretus (L.), in a subarctic lake. Boreal Env. Res. 2, p. 387-399.

Turunen, T & Viljanen, M. 1988. Biology of whitefish (Coregonus lavaretus L.) in Lake Suomunjärvi, Eastern Finland. Finn. Fish. Res. 9, p. 191-195.

Valkeajärvi, P. 1992. Effects of increased fishing efforts on the European whitefish (Coregonus wartmanni) stock in Lake Päijänne. Pol. Arch. Hydrobiol. 39, p. 817-825.

Valkeajärvi, P. & Raatikainen, M. 1995. Siikaistutusten tuloksellisuus Päijänteessä 1980-luvulla . Helsinki. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja nro 14. 36 s.

Vuorimies, O., 1990. Petokalojen ravintotutkimus Vuokalanjärvessä. Väliraportti. Selvitys vuosina 1988-1989 tehdystä tutkimustyöstä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 18 s. (Moniste).

Wright, D., O´Brien, W. J. & Luecke, C. 1983. A new estimate of zooplankton retention by gill rakers and its ecological significance. Trans. Am. Fish. Soc. 112, p. 638-646.

Zaret, T. 1980. Predation and freshwater communities. New Haven, Yale Univ. Press. 187 p.

KUVAILULEHTI

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Julkaisuaika

Maaliskuu 1998

Tekijä(t)

Matti Miinalainen ja Outi Heikinheimo

Julkaisun nimi

Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä

Julkasun laji

Tutkimusraportti

Toimeksiantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Toimeksiantopäivämäärä

Projektin nimi ja numero

Siikojen ravinto ja petokalojen predaatio siikaistutusten tuloksellisuuteen vaikuttavina tekijöinä (203270)

Tiivistelmä

Itä-Suomessa sijaitsevaan niukkaravinteiseen ja kirkasvetiseen Vuokalanjärveen (pinta-ala 18 km^2) luotiin tiheä siikakanta istuttamalla lokakuussa 1987 ja 1988 kesänvanhoja kuonomerkittyjä siikoja yhteensä 120 kappaletta hehtaarille. Istutetut siiat kuuluivat viiteen eri siikakantaan (suluissa keskimääräinen siivilähammasmäärä): Inarin pohjasiika (23), Kuusinkijoen vaellussiika (28), Kermajärven järvisiika (35), Sotkamon reitin planktonsiika (50) ja Koitajoen planktonsiika (51). Tutkimusjakson aikana, vuosina 1988-1992, seurattiin siikojen kasvua ja ravinnonkäyttöä. Järven ravintovaroja kartoitettiin eläinplankton- ja pohjaeläintutkimuksilla. Kaikkien siikakantojen kasvu oli hyvin hidasta, mutta tiheäsiivilähampaiset siiat kasvoivat hieman muita kantoja nopeammin. Viisivuotiaina ne saavuttivat 25 cm:n pituuden. Siikojen pituuskasvu oli voimakkainta kasvukauden alussa touko-kesäkuussa kaikilla ikäryhmillä. Samaan aikaan myös niiden kuntokertoimet ja mahojen täyteisyys olivat suurimmillaan. Toukokuussa veden pintakalvolta syödyt hyönteiset, erityisesti kuoriutuvat surviaissääsket (Chironomidae), olivat kaikkien siikojen pääasiallista ravintoa iästä riippumatta. Siiat valikoivat eläinplanktonista ravinnokseen vesikirppulajeja *Bosmina longispina, Daphnia cristata* ja *Holopedium gibberum*. *Bosmina*-vesikirpuista valikoitiin suurikokoisimmat yksilöt. Eläinplanktonissa runsaana esiintyneet Cyclopoida-hankajalkaiset puuttuivat lähes kokonaan siikojen ravinnosta. Siikakantojen ravinnossa oli eroja useiden eläinplankton- ja hyönteisryhmien osuuksissa, mikä osoittaa niiden välttävän kilpailua erikoistumalla tiettyihin ravintokohteisiin. Eri siikamuotojen ravinnonkäyttö alkoi selvästi eriytyä kolmannella kasvukaudella, jolloin pohjaeläinten osuus kasvoi harvasiivilähampaisten pohja- ja vaellussiikojen ravinnossa.

Asiasanat

siika, ravinto, kilpailu, kasvu, istutukset

Sarjan nimi ja numero

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 139

ISBN

951-776-149-X

ISSN

0787-8478

Sivumäärä

39 s.

Kieli

Suomi

Hinta

50 mk

Luottamuksellisuus

Julkinen

Myynti

Edita-kirjakauppa
Annankatu 44
00100 Helsinki

Puh. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 6
00721 Helsinki

Puh. 0205 7511 Fax 0205 751201

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Utgivningsdatum

Mars 1998

Författare

Matti Miinalainen och Outi Heikinheimo

Publikationens namn

Födokonkurrens mellan olika sikformer i Vuokalanjärvi

Typ av publikation

Rapport

Uppdragsgivare

Datum för uppdragsgivandet

Projektnamn och -nummer

Effekter av sikens näring och rovfiskpredationen på resultatet av sikplanteringar (203270)

Referat

I sjön Vuokalanjärvi, en klar och oligotrof sjö i östra Finland (yta 18 km^2), skapades ett tätt sikbestånd genom inplantering av en sommar gamla nosmärkta sikar i oktober 1987 och 1988. Tätheten uppgick till sammanlagt 120 individ/ha. De inplanterade sikarna hörde till fem olika bestånd (genomsnittligt antal siltänder inom parentes): Enare storsik (23), Kuusinkijoki älvsik (28), Kermajärvi planktonsik (35), Sotkamostråtens aspsik (50) och Koitajoki aspsik (51). Undersökningen pågick åren 1988-1992 och man följde med sikarnas tillväxt och näringsutnyttjande. Alla sikformerna växte mycket långsamt, men de former som hade tätare siltänder växte något snabbare än de andra. Vid fem års ålder hade de uppnått en längd på 25 cm. Längdtillväxten var snabbast i början av tillväxtperioden, i maj-juni i alla åldersgrupper. Konditionsindex och magfyllnad var också störst vid den tiden. I maj åt alla sikar, oberoende av ålder, huvudsakligen insekter från vattenytan, särskilt fjädermyggor (Chironomidae) i kläckningsskedet. Av djurplanktonet valde sikarna vattenloppsarterna *Bosmina longispina, Daphnia cristata* och *Holopedium gibberum*. Bland vattenlopporna av släktet *Bosmina* valdes de största individen. Hoppkräftor av ordning Cyclopoida som förekom rikligt i djurplanktonet saknades nästan helt i sikarnas diet. Sikformerna skiljde sig från varandra beträffande andelen av olika grupper djurplankton och insekter i dieten, vilket visar att de undviker konkurrens genom specialisering på vissa näringsobjekt. Differentieringen blev tydlig under den tredje tillväxtperioden, då andelen bottendjur ökade i dieten hos glestandade formerna storsik och älvsik.

Nyckelord

sik, näring, konkurrens, tillväxt, utplantering

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 139

ISBN

951-776-149-X

ISSN

0787-8478

Sidoantal

39 s.

Språk

Finska

Pris

50 mk

Sekretessgrad

Offentlig

Försäljning

Edita-bokhandel
Annegatan 44
00100 Helsingfors

Tel. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
PB 6
00721 Helsinki

Tel. 0205 7511 Fax 0205 751201

DOCUMENTATION PAGE

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

March 1998

Author(s)

Matti Miinalainen and Outi Heikinheimo

Title of Publication

Food segregation between five whitefish (Coregonus lavaretus (L.)) stocks in Lake Vuokalanjärvi

Type of Publication

Research Report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Effects of the diet of whitefish and the predation by piscivorous fish on the success of whitefish stocking (203270)

Abstract

A dense whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) population was created by stocking the oligotrophic Lake Vuokalanjärvi, eastern Finland, with a total of 120 one-summer-old whitefish per ha during the period 1987–1988. The whitefish originated from five whitefish stocks, two of which were sparsely gill-rakered, with the average number of gill rakers between 23 and 28; one was intermediately gill-rakered (35); and two densely (51). During the study period 1988–1992, the differences in the growth and stomach contents of the whitefish were studied, and zooplankton and bottom fauna were sampled to estimate the available food resources. The growth of all whitefish was very slow. The densely gill-rakered whitefish grew slightly faster than the others, reaching the length of 25 cm at five years of age. Monthly growth was fastest, and condition and stomach fullness indices had their greatest values in May and in June. In May, insects taken from the water surface, Chironomid pupae in particular, were the main food item for all whitefish stocks and all age groups. Of zooplankton, the cladocerans *Bosmina longispina, Daphnia cristata*, and *Holopedium gibberum* were favoured by the whitefish. From *Bosmina*, the largest individuals were chosen. Cyclopoids were ingested less than their abundance would suggest. Food segregation occurred seasonally as differences between the whitefish stocks in the use of several zooplankton species and terrestrial insects. From the age of two years onwards, the two most sparsely gill-rakered forms showed a tendency to shift towards benthic food.

Key words

Coregonus lavaretus (L.), whitefish, food, competition, growth, food segregation

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 139

ISBN

951-776-149-X

ISSN

0787-8478

Pages

39 p.

Language

Finnish

Price

50 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Oy Edita Ab
Book-shop
Annankatu 44
FIN-00100 Helsinki, Finland
Phone +358 0 566 0566 Fax +358 0 566 0570

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 6
FIN-00721 Helsinki, Finland

Phone +358 205 7511 Fax +358 205 7511

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

88. *MAKKONEN, J., TOIVONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M. JA MÄKINEN, K.*
Järvilohen (Salmo salar m. sebago Girard) säilyttäminen ja kalastus Vuoksen vesistössä Carlin-merkintöjen perusteella.
(Bevarande och fiske av insjölax (Salmo salar m. sebago Girard) i Vuoksens insjösystem, undersökning med hjälp av Carlin-märkningar) Maintenance and fishing of landlocked salmon (Salmo salar m. sebago Girard) on the basis of Carlin-taggings in the Vuoksi watercourse) 65 s. + liitt. Helsinki 1995.

89. *NYLANDER, E. JA ROMAKKANIEMI, A.*
Tornionjoen meritaimen ja sen kalastus
(Havsöringen i Torne älv och havsöringsfiisket) (Sea trout and fishing in the Tornionjoki River)63 s. + liitt. Helsinki 1995.

90. *URHO, L., KAUKORANTA, M., KOLJONEN, M-L., LEHTONEN, H., LEINONEN, K., PASANEN, P., RAHKONEN, R. JA TULONEN, J.*
Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet
import av nya fiskarter och -bestånd) (Possibilities for importing new fish species and stocks) 74 s. He(Möjligheter tilllsinki 1995.

91. *VEHANEN, T.*
Rakennettujen jokien kalataloudelliset edellytykset.
I. Kalakannat ja kalastus. II. Kehittämistiedustelut (Fiskeriekonomiska förutsättningar i utbyggda älvar. I. Fiskbestånd och fiske. II. Utvecklingsgallupar) (Fish stocks and fisheries in large regulated rivers in northern Finland. I. The current state and fish stocks and fisheries. II: Development enquiries) 39 s. + liitt. + 28 s. + liitt. Helsinki 1995.

92. *SALMI, P., HUUSKO, A.*
Muikun talvinuottaus ja muikkukannat Kuusamossa
(Vinternotfångst av siklöja (Coregonus albula L.) och siklöjebestånden i Kuusamo) (Winter seine fishing of the vendace (Coregonus albula L.) in the Kuusamo area, northern Finland with implications on stock dynamics) 42 s. + liite. Helsinki 1995.

93. *URHO, L.*
Kalatäit kalojen terveysriskinä.
(Fisklus som hälsorisk för fisken). Fish lice as a health risk for fish). 19 s. Helsinki 1995.

94. *RAHKONEN, R. KILPELÄ S.-S., PASTERNACK, M.*
Lohikalojen paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus
(Furunkulos hos laxfiskar och bekämpning av den. Litteraturöversikt). (Furunkulosis of salmonids and its prevention. A review of the literature). 47 s. Helsinki 1995.

95. *KEMPPAINEN, S., NIEMITALO, V., LEHTINEN, E., PASANEN, P.*
Lohen ja meritaimenen istutustutkimukset Kiiminkijoella
(Utplanteringsforskning gällande lax och havsöring i Kiminge älv). (Stocking research on salmon and sea trout in the River Kiiminkijoki). 36 s. + 10 liit. Helsinki 1995.

96. Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät.
Toim. Petri Heinimaa ja Keijo Juntunen. (Statens XIX fiskodlingskonferens) (State fish culture conference, No.XIX). 40 s. Helsinki 1995.

97. *KREIVI, P., MUOTKA, T., TIKKANEN P., HUUSKO, A., MÄKI-PETÄYS, A., KUUSELA, K.*
Taimenen poikasten ravinnonkäyttö Kuusamon Kuusinkijoessa.
(Öringsynglens födoutnyttjande i Kuusinkijoki i Kuusamo) (Diet composition and prey preferences of juvenile brown trout in the river Kuusinkijoki). 32 s. + 3 liit. Helsinki 1995.

98. *TURUNEN, J.-P.*
Ympäristöpoliittisten ristiriitojen sovittelumenettely. Esimerkkitapauksena lohenkalastuksen järjestäminen.
(Medling i miljöpolitiska konflikter med laxfisket som exempel) (Environmental dispute resolution procedure for conflicts. A case study: the management of salmon fishing) 46 s. Helsinki 1995.

99. *MUTENIA, A., JANTUNEN, P., SALMINEN, A.*

Avoperärysäpyynnin soveltuvuus siian kalastukseen Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä.

(Ryssjor med öppen botten som fångstredskap i de konstgjorda sjöarna Lokka och Porttipahta) Fishing of whitefish with open-end trap nets in the reservoirs of Lokka and Porttipahta Reservoirs). s. 1-12 + liitt.

SALMINEN, A., MUTENIA, A.

Ammatti- ja luontaiselinkeinokalastuksen kannattavuus Lokan tekojärvellä vuosina 1989-1991.

(Yrkes- och naturnäringsfiskets lönsamhet i Lokka konstgjorda sjö åren 1989-91) (Profitability of commercial and traditional fisheries in the Lokka reservoir from 1989-1991) s. 19 -34. Helsinki 1995.

100. Luonnontilan muutokset Konnevedessä - 25 vuotta vesiluonnon tutkimusta.

(Förändringar i sjön Konnevesis naturtillstånd - 25 års studier av insjönaturen) (Changes in the Natural State of Lake Konnevesi: Aquatic Research over Twenty-Five Years). Toim. Pentti Valkeajärvi. 167 s. Helsinki 1995.

101. Neutraloinnin vaikutukset happamoituneen metsäjärven ekosysteemiin. Iso Valkjärven kalkituskokeen tuloksia vuosilta 1990-1993

(Effekterna av neutralisering på ekosystemet i en försurad sjö Resultat av kalkningsförsöken i sjön Iso Valkjärvi under åren 1990-1993) Martti Rask ja Marko Järvinen (toim.). 84 s. Helsinki 1995.

102. *KIRJAVAINEN, E.*

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon ja poikasten laatuun

(Kläckningstemperaturens inverkan på kräftans yngelproduktion och yngelkvalitet) (The Effects of Incubation Temperature on the Fry Production of Crayfish and the Quality of Fry). 27 s. Helsinki 1995.

103. *TAMMI, J.*

Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen –kirjallisuuskatsaus

(Eutrofieringens effekter på fisk, fiskbestånd och fiske – litteraturöversikt) (The Effects of Eutrophication on Fishes, Fish Stocks and Fisheries – A Literature Review). 66 s. Helsinki 1996.

104. *SAURA, A., MIKKOLA, J.*

Henkiin herätetty iohijoki — Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992—1994

(En laxälv som återuppstått — Vandringsfiskundersökningar i Kymmene älv å 1992—1994) (Revived salmon river — Studies on migratory fish in the River Kymijoki from 1992—1994). 100 s. Helsinki 1996.

105. *RAITANIEMI, J.,HEIKINHEIMO, O., MIKKOLA, J.*

Vaellussiika — Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

(Vandringssiken — resultatrik utplantering längs den nyländska kusten) (Whitefish (Coregonus lavaretus (L.)) — Successful Stocking on the Coast of the Province of Uusimaa). 28 s. Helsinki 1996.

106. *KORHONEN, P., KOSKINIEMI, J., TOLONEN, K.*

Taimenen ja kotiutetun puronieriän tila Ylä-Kemijoella vuosina 1993 — 1994

(Öringens och den införda bäckrödingens situation i Kemi älvs övre lopp åren 1993 — 1994) (The State of Brown and Stocked Brook Trout Populations in the Upper Part of the Kemijoki River between 1993 and 1994). 42 s. + 8 liitt. Helsinki 1996.

107. *LAPPALAINEN, A., PÖNNI, J.*

Suomenlahti kalastajan silmin — Tutkimus Suomenlahden likaantumisesta ja vapaa-ajankalastuksesta

(Finska viken ur fiskarens synpunkt — En undersökning av föroreningen av Finska viken och fritidsfisket) (The Gulf of Finland in the Fisherman's eyes — Pollution and Recreational Fishery in the Gulf on Finland). Helsinki 1996.

108. *MAKKONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M., TOIVONEN, J., KOLARI, I.*

Pyyntitavat heikentävät järvitaimenen istutustulosta — Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979 — 1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset

(Utplanteringsresultatet för insjööring försämras av fångstmetoderna — Resultat av Carlin-märkningar i Vuoksi insjösystem åren 1979 — 1992)(Fishing methods decrease the impact of stocking brown trout — Results of Carlin tagging experiments in the Vuoksi watercourse from 1979 — 1992).105 s. + liite. Helsinki 1996.

109. *PYLKKÖ, P., POHJANVIRTA, T:, PURSIAINEN, M.*

Nieriän (Salvelinus alpinus) silmäsamentumat

(Grumling av ögat hos röding (Salvelinus alpinus)) (Cataract of Arctic charr (Salvelinus alpinus)). 21 s. Helsinki 1996

110. Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi, Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät

(Utplanterade yngels livscykel - från romkorn till fångst, Statens fiskodlings XX diskussionsdagar) (Fish stocking - lifecycle eggs to catch, State Fish Culture Conference, No. XX). Jarmo Makkonen ja Markku Pursiainen (toim.), 103 s. + 4 liitettä. Helsinki 1996.

111. *RAHKONEN, R.., PASTERNACK, M., POHJANVIRTA, T., PYLKKÖ, P., LINDÉN, J.*
Kokeita Apoject 1-Fural paisetautirokotteella 1993-1995
(Försök med Apoject 1-Fural furunkulosvaccin 1993-1995) (Experiments with Apoject 1-Fural Furunculosis Vaccine, 1993 - 1995). 24 s. Helsinki 1996.

112. *SOMPPI, K., RAITANIEMI, J., RASK, M.*
Kalkituksen vaikutukset särki- ja ahvenkantoihin Etelä-Suomen happamoituneissa pikkujärvissä
(Kalkningens effekter på mört- och abborrbestånd in södra Finlands försurade sjöar) (The Effects of Liming on Roach and Perch Populations of Small Acidified Lakes in Southern Finland). 41 s. + 9 liitettä. Helsinki 1996.

113. Inarijärven pohjasiika * Istutusten merkitys. (Storsiken i Enare träsk - utplanteringarnas betydelse) (Sparsely-rakered Whitefish from Lake Inari: Results from Stocking). Erno Salonen (toim.), 90 s. Helsinki 1996

114. *SALMINEN, M.*
Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa
(Utplanteringsålderns och -storlekens betydelse vid utplantering av smolt av havlax)(The Influence of Stocking Age and Size on the Results of Salmon Smolt Stocking). 59 s. Helsinki 1996.

115. *PARMANNE, R., SETÄLÄ, J.*
Silakan rehukalastuksen taloudellinen merkitys ja vaikutus silakkakantoihin
(Foderfiskets effekter på strömmingsbestånden) (The effect of fodder fishing on Baltic herring stocks)
27+18 s. Helsinki 1996.

116. *SALMI, J., HONKANEN, A.., JURVELIUS, J., MOILANEN, P., SALMI, P. JA VESALA, K. M.*
Haastatteluja Hangosta Utsjoelle. Ammattikalastuksen profiilitutkimuksen metodiikkaa.
(Intervjuer från Hangö till Utsjoki, metodik för profilundersökningar av yrkesfisket) (Interviewing Commercial Fishermen in Finland: The Methodology of the Study). 26 s. Helsinki 1996.

117. Mädin desinfiointi - laadun hallintaa käytännössä
(Romdesinfektion i avsikt att kontrollera romproduktionens kvalitet) (The Disinfection of Fish Eggs: Quality Control in Practice). Päivi Eskelinen (toim.), 69 s. Helsinki 1996

118. *VEITOLA, K.., MÄKINEN, T.*
Kalankasvatuksen ympäristöpolitiikka- Tavoitteiden ja tosiasiatietojen yhdistelmä
(Fiskodlingens miljöpolitik - en kombination av målsättningar och fakta) (The Environmental Politics of Fish Farming: A Combination of Goals and Facts). 52 s. Helsinki 1996

119. *HYVÄRINEN, P., VIRTANEN, K., VEHANEN, T. , KOSKINIEMI, J., KANNEL, R. JA PURSIAINEN, M.*
Viihtyykö vieras kala Oulujärvessä? Taimenkantojen ja järvilohen soveltuvuus Oulujärven hoitokalaksi.
(Trivs främmande fiskar i Ule träsk? Jämförelse av olika utplanterade bestånd av öring och insjölax) (Does the strange fish stocks succes in lake Oulujärvi? Results of stocking four brown trout stocks and land locked salmon in Lake Oulujärvi). 39 s. Helsinki 1996.

120. *JOKIKOKKO, E.*
Muikun ja siian lisääntymisedellytyksistä Perämerellä.
(Förutsättningar för förökning av siklöja och sik i Bottenviken) (The breeding potential of whitefish and vendace in Bothnian Bay). 32 s. Helsinki 1997.

121. *RAITANIEMI, J.*
Rannikon siikojen iänmäärityksen luotettavuus.
(Hur pålitlig är åldersbestämningen av kustsikar?) (The reliability of the ageing of whitefish (Coregonus lavaretus (L.)) on the Finnish Baltic coast). Helsinki 1997.

122. Lähikuvia ammattikalastuksesta - Kalastusammatin rakenne, joustavuus ja mahdollisuudet.
(Yrkesfisket i närbild. Fiskaryrkets struktur, flexibilitet och möjligheter) (Close-ups on the Commercial Fishery; Structure, Flexibility and Opportunities of the FishingTrade). Juhani Salmi ja Pekka Salmi (toim.). 125 s. Helsinki 1997.

123. *TOIVONEN A.-L.*
Toistuvan jäätymisen ja sulamisen vaikutus kalanpyydysten havasmateriaaleihin.

(Inverkan av upprepad infrysning och upptining på redskapsmaterial) (The Effects of Feeze-thaw Cycling on Fishing Gear Materials). 30 s. Helsinki 1997.

124. *FRIMAN, T., KOLARI, I. JA TOIVONEN, J.*

Merkisteekö menetelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina istutetuilla järvitaimenilla.

(Spelar metoden någon roll? Felkällor vid Carlin-märkning av insjööringar utplanterade som två- och treåringar) (The errors caused by Carlin-tagging in the estimation of stocking results of two-and three-year-old brown trout (Salmo trutta m. lacustris)). 27 s. Helsinki 1997.

125. *SUTELA, T. JA HUUSKO, A.*

Virkistyskalastus Kuusinki-, Kitka- ja Oulankajoella.

(Fritidsfisket i älvarna Kuusinki-, Kitka- och Oulankajoki) (Recreational fishery in rivers Kuusinkijoki, Kitkajoki and Oulankajoki). 24 s. Helsinki 1997.

126. Kalastuskiistat haasteena hallinnolle - näkökulmia sisävesien paikallisiin ristiriitoihin

(Fiskekonflikter som en utmaning för förvaltningen - synpunkter på lokala konflikter i insjöområdet) (Perspectives on Fishery Conflicts in Finnish Lakes). Pekka Salmi (toim.). 71 s. Helsinki 1997.

127. *SALONEN, E., MUTENIA, A., KOTAJÄRVI, M.*

Lokan ja Porttipahdan peledsiika. Tekojärvien siikakantojen vaihtelu vuosina 1987-1996.

(Peledsiken i Lokka och Porttipahta. Sikbeståndens variation i konstgjorda sjöar 1987 - 1996) (Peled in the Lokka and Porttipahta Reservoirs. The Variations in the Stocks from 1987 - 1996). 34 s. Helsinki 1997.

128. *HYVÄRINEN, P.*

Erikokoisten järvitaimenistukkaiden kannattavuusvertailu Oulujärvellä.

(Lönsamhetsjämförelse vid utplantering av olika stora öringsyngel i Ule träsk) (Comparison of the Profitability of the Stocking of Different-Sized Brown Trout in Lake Oulujärvi). 26 s. Helsinki 1997.

129. *LEHTONEN, H., VUORIMIES, O., BÖHLING, P., AUVINEN, H.*

Kalakantojen vuosiluokkavaihteluiden mekanismit - Kirjallisuuskatsaus.

(Mekanismerna bakom fiskbeståndens årsklassvariationer - Litteraturöversikt) (The Mechanisms of Year-class Fluctuations in Fishes - A Literature Review). 44 s. Helsinki 1997.

130. *LAUKKANEN, M.*

Itämeren lohenkalastuksen bioekonominen analyysi.

(Bioekonomisk analys av laxfisket i Östersjön) (A Bioeconomic Analysis of the Baltic Salmon Fishery). 35 s. Helsinki 1997.

131. *KÄYHKÖ, A., SETÄLÄ, J., SALMI, P.*

Vajaakäyttöisen järvikalan jalostuksen ongelmat ja kehittäminen.

(Förädling av svagt utnyttjad insjöfisk i Finland) (Processing of under-utilized freshwater fishes in Finland). 31 s. Helsinki 1997.

132. *TAMMI, J., LAPPALAINEN, A., MANNIO, J., RASK, M., VUORENMAA, J.*

Järvien rehevöityminen ja kalasto Suomessa. Otantaan perustuva järvikartoitus.

(Insjöeutrofiering och fiskbestånd i Finland. Sjöinventering baserad på sampling) (Eutrophication and Fishes in Finnish Lakes: A Survey Based on Random Sampling). 35 s. Helsinki 1997

133. Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen.

(Saimen rödingen, en hotad djupvattensart) (Saimaa Arctic char, the threatened deep water fish). Makkonen, J. (toim.). 129 s. Helsinki 1997.

134. *PENTTI VALKEAJÄRVI, P., TAKKUNEN, T., ESKELINEN, P., KOVANEN, J.*

Rautalammin reitin taimen tulee takaisin - menetelminä monipuoliset istutukset ja kalastuksen säätely.

(Öringen från Rautalampistråten kommer tillbaka - tack vare fiskereglering och mångsidiga utplanteringar) (The brown trout stock of Rautalampi watercourse comes back - by the means of fishing regulation and many-sided stockings). 28 s. Helsinki 1997.

135. Sähkökalastus ja sen luotettavuus Tenon lohen poikastiheyksien seurannassa.

(Användning av elfiske vid bedömningen av yngeltätheter i Tana älv) (Electrofishing as a method of density estimation of salmon juveniles in the River Teno). Julkunen, M. Niemelä, E. (Toim.). 56 s. Helsinki 1997.

136. *JARI SETÄLÄ*

Parantaako silakan tehokas jäähdytys troolikalastuksen kannattavuutta?

(Förbättrar effektiv kylning av strömming trålfiskets lönsamhet?) (Does effective chilling increase the profitability of trawl fisheries?) 36 s. Helsinki 1998.

Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä

Siikaistutuksilla on Suomessa pitkät perinteet. Siika on monimuotoinen laji, ja istutuksissa käytetään useimmiten vaellussiikaa, planktonsiikaa ja pohjasiikaa. Monissa järvissä elää rinnakkain eri siikamuotoja. Miten erilaiset siiat selviävät kilpailussa keskenään? Tätä tutkittiin istuttamalla Vuokalanjärveen tiheä siikapopulaatio, joka koostui viidestä eri siikakannasta. Siikojen ravinnonkäyttöä ja kasvua seurattiin usean vuoden ajan. Siiat sopeutuivat kilpailuun erikoistumalla tiettyihin ravintokohteisiin. Matti Miinalainen ja Outi Heikinheimo kertovat tässä julkaisussa istutuskokeen tuloksista.

RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS