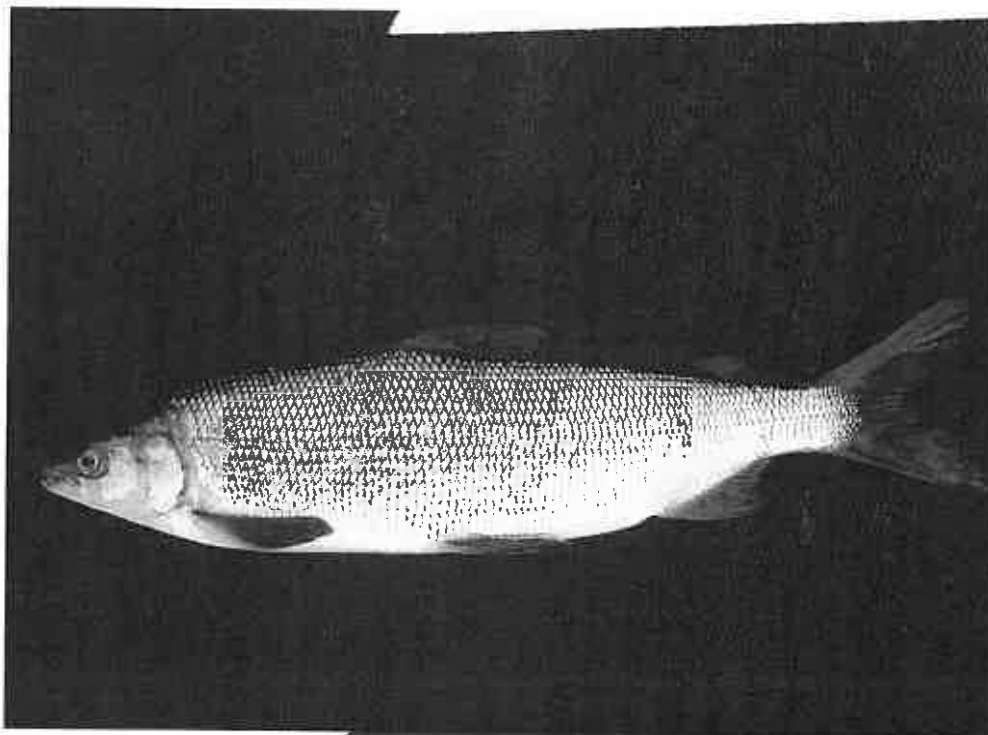


*Lasse Hakkari
Pirkko Selin
Kai Westman
Matti Mielonen*

Planktonsiian ja peledsiian ravinnosta
ja ravintokilpailusta
Evon Majajärnessä ja Valkea-Mustajärnessä



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 145

1998

Planktonsiian ja peledsiian ravinnosta ja ravintokilpailusta
Evon Majajärvessä ja Valkea-Mustajärvessä

Lasse Hakkari ¹⁾, Pirkko Selin ²⁾, Kai Westman ³⁾ ja Matti Mielonen ⁴⁾

1) Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos,
PL 35, 40351 Jyväskylä

2) Vapo, PL 22, 40101 Jyväskylä

3) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, PL 6, 00721 Helsinki

4) Helsingin kaupunki, Liikuntavirasto, Toivonkatu 2, 00250 Helsinki

Helsinki 1998

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Planktonsiika (kuva: Viljo Nylund)

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

ISBN 951-776-173-2

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1998

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUSALUE	2
3. AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	3
4. TULOKSET	5
4.1 Eläinplankton.....	5
4.2. Siikojen ravinto	8
4.2.1. Yleistä.....	8
4.2.2. Ravinnon koostumus	8
4.2.3. Ravinnon similariteetti	14
4.2.4. Zaretin valintaindeksi	14
4.2.5. Mahan täyteisyysindeksi.....	18
4.3. Siikojen kunto.....	18
4.4. Siikojen kasvunopeus	19
5. TULOSTEN TARKASTELU	20
5.1. Järvien fysikaalis-kemialliset ominaisuudet.....	20
5.2. Ravinnontuotannon ja siikojen ravinnontarpeen suhteesta	20
6. YHTEENVETO	22
KIITOKSET	24
LÄHDELUETTELO	25

1. Johdanto

Planktonsiika (*Coregonus muksun* (Pallas)) kuuluu maamme luontaiseen kalalajiin. Levinneisyysalue käsittää lähinnä Keski- ja Itä-Suomen eräät reittivedet. Peledsiika (*C. peled* (Gmelin)) on Siperiasta peräisin oleva laji, jonka menestymistä suomalaisissa luonnontilaisissa ja muuttuneissa vesissä on koeistutuksin tutkittu vuodesta 1965 lähtien.

Molemmat lajit käyttävät ravinnokseen aikaisempien tutkimusten mukaan suuressa määrin eläinplanktonia. Siten ne ovat potentiaalisia ravintokilpailijoita samoihin vesiin istutettuina. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Evolla sijaitsevien Evon tutkimusaseman hallinnassa olevien Valkea-Mustajärven ja Majajärven eläinplanktonlajistoa, -biomassaa ja tuotantoa, planktonsiian ja peledsiian ravinnon koostumusta eri ikäryhmissä eri vuodenaikoina ja arvioida, missä määrin lajien välistä ravintokilpailua tapahtuu pienvesissä, joissa ravintoeläinlajisto saattaa olla reittivesien lajistoa yksipuolisempi.

Tutkimus tehtiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Jyväskylän yliopiston hydrobiologian tutkimuskeskuksen (nyk. ympäristöntutkimuskeskuksen) yhteistyönä. Eräitä tutkimustuloksia on julkaistu aikaisemmin (Hakkari ym. 1984).

2. Tutkimusalue

Evolla, Lammin pitäjän pohjoisosassa (25°5'E; 61°12'N) sijaitsevat Valkea-Mustajärvi ja Majajärvi ovat Hauhon reitin latvavesiä. Järvet sijaitsevat Evon valtionpuiston alueella ja kuuluvat Evon tutkimusaseman koevesiin.

Aseman hallinnassa on valtionpuiston alueella yhteensä 28 järveä ja 14 km puroja ja jokia. Ne kuuluvat vesissä jo pitkään harjoitetun tutkimustoiminnan (esim. Ryhänen 1972, Kirjavainen & Westman 1992) johdosta Project Aqua ohjelmaan ja ne on maa- ja metsätalousministeriön suojeluvesityöryhmän mietinnössä (Erityistä suojelua vaativat vedet 1977) esitetty kansainvälisesti arvokkaaksi vesialueeksi.

Valkea-Mustajärvi ja Majajärvi ovat hydrografialtaan varsin erilaiset (taulukko 1). Valkea-Mustajärven pinta-ala on 13,9 ha, suurin syvyys 10 m ja keskisyvyys 3,3 m. Majajärven pinta-ala on 3,4 ha, suurin syvyys 12 m ja keskisyvyys 4 m, lähemmin taulukossa 1.

Taulukko 1. Valkea-Mustajärven ja Majajärven hydrografisia ominaisuuksia maaliskuussa 1976-1980.

	Valkea-Mustajärvi		Majajärvi	
	1 m	1 m pohjasta	1 m	1 m pohjasta
Happi (mg/l)	8,1-12,3	0,9-1,8	3,7-9,5	0,0-1,3
pH	5,8-7,2	5,8-6,5	5,6-5,7	5,6-6,3
Väri (mg Pt/l)	10-30	25-50	140-160	140-300
Sähkönjohtokyky mS	18-24	18-30	23-26	25-30
KMnO ₄ -kulutus (mg/l)	12-19	13-22	82-104	79-121
Rauta (mg/l)	0,0-0,07	0,27-1,13	0,46-0,7	0,84-2,6

Happi, pH, väri, sähkönjohtokyky ja rauta on analysoitu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimesta maaliskuussa 1976-1980 otetuista näytteistä. Järvien veden laatu on varsin erilainen. Valkea-Mustajärvi on kirkasvetinen, oligohumoinen järvi Majajärven edustaessa ruskeavetistä, polyhumoosista tyyppiä. Humusaineiden määrä vaihtelee virtaamien mukaan siten, että valunnan ollessa suuren järviin huuhtoutuu humusaineita ympäröiviltä alueilta. Humuksen vuoksi KMnO₄-kulutus on Majajärvessä varsin suuri. Hapen puutetta esiintyy keväällä kummankin järven alusvedessä. Todennäköisesti hapen määrä pienenee tuntuvasti myös kesäkerrostuneisuuden aikana. Majajärvessä hapen määrä alenee keväällä myös 1 m:n syvyydessä 50-60 %:n kyllästysarvoon Valkea-Mustajärven vastaavan arvon ollessa 85-90 %.

3. Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Eläinplanktonnäytteet otettiin tammi-huhtikuussa sekä loka-marraskuussa 1974 kerran kuussa, 15.5.-15.9.1974 kaksi kertaa kuukauden aikana. Eläinplanktonnäytteitä kerättiin kummastakin järvestä 32 kpl.

Näytteet otettiin 1 m:n pituisella Sormusen putkinoutimella ottamalla järvestä kolme näytepatsasta. Näytepatsaat yhdistettiin ja jaettiin kahteen vertikaalinäytteeseen, Valkea-Mustajärvessä 0-5 ja 5-10 m:n ja Majajärvessä 0-3 ja 3-11 m:n näytteiksi. Eläimet siivilöitiin 60 µm:n haavilla ja säilöttiin formaliinilla.

Eläinplanktonnäytteet analysoitiin planktonmikroskoopilla lajin tai suvun tarkkuudella. Biomassa arvioitiin märkäpainona taulukotilavuuksia käyttäen (Hakkari 1978). Biomassaa pinta-alayksikköä kohti laskettaessa vertikaalinäytteiden arvot painotettiin vastaavien vesikerrosten tilavuussuhteiden mukaan. Tärkeimpien eläinplanktereiden tuotanto kesä-syyskuussa arvioitiin lajeittain Winbergin (1971) graafista menetelmää käyttäen.

Planktonsiian ja peledsiian yksikesäisiä poikasia oli istutettu molempiin järviin loka-kuussa 1973 35 kpl/ha/laji. Kalanäytteet pyydettiin rysillä ja verkoilla. Pyynnistä vastasi kirjoittajista Matti Mielonen.

Näytekalosta määritettiin laji, sukupuoli, kokonaispituus, paino sekä mahansisällön paino ja lajikoostumus. Eläinplankton- ja kalanäytteet analysoi FK Pirkko Selin. Kalanäytteitä tutkittiin eri vuosina yhteensä 300 kpl (taulukko 2).

Taulukko 2. Analysoitu kala-aineisto.

	Valkea-Mustajärvi			Majajärvi			kaikki yht.
	<i>C. muksun</i>	<i>C. peled</i>	yht.	<i>C. muksun</i>	<i>C. peled</i>	yht.	
1974							
Talvi (I-III)	11	0	11	8	0	8	
Kevät (IV-V)	11	10	21	3	2	5	
Kesä (VI-VIII)	16	27	43	11	24	35	
Syksy (IX-XII)	30	33	63	10	19	29	
Yhteensä	68	70	138	32	45	77	215
1975							
Talvi (I-III)	11	3	14				
Kevät (IV-V)	10	1	11				
Kesä (VI-VIII)	6	11	17				
Syksy (IX-XII)	14	0	14	0	2	2	
Yhteensä	41	15	56	0	2	2	58
1976							
Talvi (I-III)	9	0	9				
Kevät (IV-V)	4	0	4				
Kesä (VI-VIII)	0	0	0				
Syksy (IX-XII)	14	0	14				
Yhteensä	27	0	27	0	0	0	27
Yhteensä	136	85	221	32	47	79	300

Ravinnon similariteetti laskettiin prosentteina ravintobiomassasta summaamalla kunkin yhteisen ravintotaksonin osalta pienempi biomassa-prosentti (vrt. Shorygin 1939).

Zaretin (1980) valintaindeksi (FR) laskettiin jakamalla kunkin taksonin osalta mahan sisällön biomassaosuus (r) planktonin biomassaosuudella (p):

$$FR = r/p$$

Forage ratioindeksit laskettiin tärkeimpien ravintotaksonien osalta.

Mahan täyteisyysindeksi antaa viitteitä ravinnon riittävydestä. Mahan sisällön painon suhde kalan painoon laskettiin prosentin sadasosina (vrt. Windell 1971):

$$\text{Täyteisyysindeksi} = \frac{\text{mahan sisällön paino} \times 10\,000}{\text{kalan paino}}$$

4. Tulokset

4.1 Eläinplankton

Eläinplanktonnäytteistä määritettiin lähinnä ne taksonit, joilla oli merkitystä biomassan kannalta. Yhteensä 26 näytteestä määritettiin kaikki taksonit. Tavatut lajit ja ryhmät on esitetty taulukossa 3. Huomattava osa alkueläimistä ja pienistä rataseläimistä on kulkeutunut haavin läpi.

Kesä-syyskuun eläinplanktonbiomassa koostui Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä varsin harvoista taksoneista (taulukko 4). Biomassan osalta merkittävimpiä olivat Valkea-Mustajärvessä *Eudiaptomus* spp., *Daphnia cristata* ja *Holopedium gibberum*, Majajärvessä *Eudiaptomus* spp., *Cyclops* spp. ja *Daphnia cristata*. Majajärven kesä-syyskuun biomassassa oli 65 % Valkea-Mustajärven vastaavan ajan biomassasta (taulukko 4).

Eläinplanktontuotanto tärkeimpänä tuotantokautena kesä-syyskuussa oli Majajärvessä vain 48 % Valkea-Mustajärven tuotannosta (taulukko 4). Seuraavalle trofiatasolle, planktonsyöjäkaloille ja pohjafaunalle, arvioitiin Valkea-Mustajärvessä jäävän ainakin 400 kg/ha vuodessa, Majajärvessä 130 kg/ha vuodessa. Koska alkueläintuotantoa ei voitu arvioida, edellä esitetyt arvot lienevät liian pieniä.

Taulukko 3. Valkea-Mustajärvestä ja Majajärvestä tavatut eläinplanktonitaksonit. (+++ = runsaasti, ++ = kohtalaisesti, + = vähän)

	Valkea-Mustajärvi	Majajärvi
PROTOZOA		
<i>Tintinnopsis lacustris</i>	++	
<i>Tintinnidium fluviatile</i>	++	++
<i>Laboea</i> sp.	+	
<i>Vorticella</i> sp.	++	+++
<i>Epistylis</i> sp.	++	+
<i>Ciliata</i> coll.	+	+
ROTATORIA		
<i>Trichocerca porcellus</i>	+	
<i>T. cylindrica</i>		+
<i>Gastropus stylifer</i>	++	+
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	+	+
<i>Synchaeta</i> spp.	+++	+++
<i>Polyarthra vulgaris</i>	+++	+++
<i>P. dolichoptera</i>	++	+
<i>P. major</i>		++
<i>P. remata</i>	++	++
<i>Ploesoma hudsoni</i>	+	+
<i>Asplanchna herrickii</i>	+	+
<i>A. priodonta</i>	++	++
<i>Lecane</i> sp.		+
<i>Keratella cochlearis</i>	+++	+++
<i>K. serrulata</i>		+
<i>K. ticinensis</i>		+
<i>K. hiemalis</i>	++	++
<i>Kellicottia longispina</i>	+++	+++
<i>Conochilus hippocrepis</i>	+	++
<i>C. unicornis</i>	+++	+++
<i>Filinia longiseta</i>	+	+
<i>Collotheca</i> sp.	+	+
CLADOCERA		
<i>Limnosida frontosa</i>	+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	++	+
<i>Holopedium gibberum</i>	++	+
<i>Daphnia galeata</i>	++	+
<i>D. cristata</i>	+++	+++
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	+	+
<i>Bosmina longirostris</i>	++	++
<i>B. coregoni coregoni</i>	+	
<i>B. c. obtusirostris</i>	+++	+++
<i>Alona</i> sp.	+	
<i>Alonella</i> sp.	+	
<i>Leptodora kindti</i>	+	
COPEPODA		
<i>Limnocalanus macrurus</i>		+
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	+++	+++
<i>E. graciloides</i>	+++	+++
<i>Heterocope appendiculata</i>	+	+
<i>Cyclops</i> spp.	+++	+++
INSECTA		
<i>Chaoborus</i> sp.		+
ACARINA		
<i>Hydracarina</i> coll.	+	

Taulukko 4. Eläinplanktonbiomassa (kg/ha) ja tuotanto (kg/ha x 4 kk) Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä kesä-syyskuussa 1974.

	Valkea-Mustajärvi		Majajärvi	
	kg/ha	kg/ha x 4 kk	kg/ha	kg/ha x 4 kk
ROTATORIA				
<i>Keratella cochlearis</i>	0,01	0,22	0,03	0,59
<i>Kellicottia longispina</i>	0,06	1,15	0,08	1,50
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0,27	7,66	0,14	1,92
<i>Asplanchna priodonta</i>	1,41	15,8	2,04	32,5
<i>A. herrickii</i>	0,39	3,69	0,69	8,64
<i>Conochilus hippocrepis</i>	0,01	0,14	0,03	0,12
<i>C. unicornis</i>	0,16	2,32	0,03	0,45
CLADOCERA				
<i>Limnospida frontosa</i>	0,01	0,96	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,57	28,5	0,30	19,92
<i>Holopedium gibberum</i>	7,3	200,0	0,89	26,16
<i>Daphnia cristata</i>	8,3	156,0	3,29	63,60
<i>D. galeata</i>	1,1	25,2	-	-
<i>Bosmina coregoni obtusi-rostris</i>	4,26	60,4	2,80	49,2
<i>B. longirostris</i>	+		0,30	3,64
<i>Leptodora kindtii</i>	0,18	3,41	-	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	0,01	0,25	0,22	4,09
COPEPODA				
<i>Heterocope appendiculata</i>	2,71	9,1	0,84	3,2
<i>Eudiaptomus spp.</i>	8,75	71,2	9,50	62,4
<i>Cyclops spp.</i>	4,87	55,4	4,88	32,2
	40,37	641,4	26,06	310,1
<i>Herbivorit</i>		564		254
<i>Predaattorit</i>		78		56

Biomassan vuodenaikaisvaihtelu ei ollut kummassakaan järvessä voimakasta (liite 1a). Valkea-Mustajärvessä kesä-syyskuussa biomassa oli keskimäärin $1,31 \text{ g/m}^3$. Muuna aikana se oli vajaan 50 % tästä arvosta. Vastaavasti Majajärven kesä-syyskuun biomassa oli $0,74 \text{ g/m}^3$, mutta muuna aikana vuodesta jopa 89 % tästä arvosta. Esimerkiksi Päijänteen karussa osassa talvikauden eläinplanktonbiomassa on n. 10 % kesä-syyskuun keskimääräisestä biomassasta (Hakkari 1978). Eri taksonien suhteelliset osuudet biomassasta eri näytteenotto-kerroilla on esitetty liitteessä 1b.

4.2. Siikojen ravinto

4.2.1. Yleistä

Planktonsiian ja peledsiian ravintotutkimuksella pyrittiin selvittämään lajien ravinnon koostumusta ja samanlaisuutta ja arvioimaan, missä määrin ravintokilpailua on populaatioiden välillä.

4.2.2. Ravinnon koostumus

Eläinplankton oli kummankin lajin pääasiallinen ravinto (taulukot 5-9). Pohjaeläimet muodostivat yli 50 % mahansisällön painosta vain kahdessa 29:stä näyte-erästä. Valkea-Mustajärvessä planktonsiian ravinto koostui keväällä 1974 pääasiassa Culicidae- ja Chironomidae-ryhmien toukista, ja saman järven toisessa näytteessä peledsiian mahansisällön valtaosan muodostivat *Bosminan* ohella Chironomidae-ryhmä, sekä vesiperhos- (*Trichoptera*), sulkasääskien (*Chaoborinae*) ja kovakuoriaisten (*Coleoptera*) toukat.

Eläinplanktonlajeista biomassan mukaan tärkeimpiä ravintokohteita olivat Valkea-Mustajärven planktonsiialla talvella 1974 *Daphnia cristata*, kesäkuussa *Holopedium gibberum* ja *Bosmina coregoni obtusirostris*, elokuussa ja syyskuussa *Holopedium* ja *Daphnia* sekä lokakuussa *Daphnia*, *Holopedium* ja *Bosmina* (taulukko 5).

Valkea-Mustajärven peledsiian ravintokohteita olivat mm. *Cyclops*-lajit ja *Eudiaptomus*-lajit keväällä, *Bosmina* kesäkuussa, *Cyclops* ja *Daphnia* elokuussa, *Daphnia*, *Holopedium* ja *Cyclops* syyskuussa sekä *Holopedium* lokakuussa (taulukko 6).

Majajärven planktonsiian ravinto erosi tuntuvasti Valkea-Mustajärven siikojen ravinnosta. Talvella ja keväällä ravinnossa dominoivat *Eudiaptomus* ja *Cyclops*, kesäkuussa *Bosmina*, elokuussa *Daphnia* ja *Bosmina*, syys-lokakuussa *Bosmina* ja *Daphnia*. Pohjaeläinten määrä kummankin siikalajin ravinnossa oli erittäin vähäinen (taulukot 7-8).

Kolmannella kasvukaudellaan Valkea-Mustajärven planktonsiika söi kevättalvella pääasiassa *Eudiaptomusta*, keväällä ja heinäkuussa *Daphniaa* ja copepodeja ja joulukuussa *Daphniaa*, vesisiiraa (*Asellus aquaticus*) ja cyclopseja (taulukko 9). *Daphniaa* oli planktonissa koko talven 1975-76 ajan. Siten se esiintyi vallitsevana vielä tammihelmikuussa ja neljännen kasvukauden alkaessa toukokuussa. Neljännen kasvukauden päätyttyä marras-joulukuussa mahansisällön pääosan muodosti *Bosmina coregoni obtusirostris*.

Taulukko 5. Planktonsiian ravinnon koostumus (% tilavuudesta), tutkittujen kalojen määrä, pituus (cm), paino (g), mahan sisällön märkäpaino (mg) ja täyteisyysindeksi (o/ooo) Valkea-Mustajärvessä eri näytteenottokerroilla v. 1974.

	Näyte 1 20.1.-23.4.74	Näyte 2 16.5.74	Näyte 3 19.6.-27.6.74	Näyte 4 6.8.-15.8.74	Näyte 5 11.9.-17.9.	Näyte 6 17.10.-31.10.74
Limnoscida & Diaph.			0,10±0,10			0,17±0,12
Holopedium gibb.		0,06±0,06	37,25±10,17	37,66±9,66	42,49±8,22	19,82±3,94
Daphnia spp.	48,98±20,18	0,39±0,29	10,87±2,93	26,20±6,51	33,07±4,97	43,95±4,34
Ceriodaphnia spp.						
Bosmina spp.	2,46±1,90	1,21±0,70	22,18±11,33	7,3±4,86	4,45±2,04	18,60±4,72
Leptodora kindtii			13,58±5,67	6,22±5,67	18,22±12,29	2,51±1,76
Cl-embryo, Cl-eph.		0,03±0,03	0,16±0,13	0,01±0,012	0,23±0,08	1,36±0,32
Heterocope spp.						5,19±2,26
Eudiatomus spp.	10,40±9,54	1,33±0,84	6,37±2,26	3,90±1,46	0,54±0,34	3,20±1,71
Cyclops spp.	9,79±9,68	7,97±4,33	3,07±1,52	13,85±10,97	1,01±0,49	1,30±0,31
Limnocalanus mac.						
Hemiptera			6,43±6,43			
Trichoptera						
Coleoptera						
Culicidae		91,16±9,86		4,88±4,88		
Chironomidae	28,28±19,42	10,90±5,90				
Chaoborinae						
Hydracarina		2,22±0,82				
Araneida		4,71±4,71				
n (ravintoa)	5	11	8	8	6	21
n (tyhjiä)	6	0	0	0	3	1
Kalan pituus cm	12,86±0,58	13,34±0,32	16,47±1,52	20,46±0,99	22,9±0,32	24,08±1,12
Kalan paino g	16,30±2,34	17,36±1,27	34,50±3,30	63,63±3,80	100±2,59	108±3,39
Mahan sisällön märkäpaino mg	53,21±38,6	151,6±22,9	222,79±40,58	466,35±69,50	304,30±67,54	170,48±35,68
Täyteisyys- indeksi o/ooo	27,18±16,19	93,36±16,4	67,64±12,6	77,01±12,5	30,45±6,9	14,9±2,9

Taulukko 6. Peledsiian ravinnon koostumus (% tilavuudesta), tutkittujen kalojen määrä, pituus (cm), paino (g), mahan sisällön märkäpaino (mg) ja täyteisyysindeksi(o/ooo) Valkea-Mustajärvessä eri näytteenottokerroilla vuonna 1974.

	Näyte 1 29.1.-23.4.74	Näyte 2 16.5.74	Näyte 3 19.6.-27.6.74	Näyte 4 6.8.-15.8.74	Näyte 5 11.9.-17.9.74	Näyte 6 17.10.-31.10.64
Limnoscia & Diaph.			0,06±0,06			
Holopedium gibb.			10,40±5,83	10,03±4,93	20,27±4,23	27,26±7,01
Daphnia spp.		0,64±0,23	2,30±0,70	15,58±4,15	43,29±4,69	12,97±3,45
Ceriodaphnia spp.				0,05±0,05		
Bosmina spp.		2,10±1,13	3,42±13,95	1,66±0,56	5,25±1,00	12,28±4,84
Leptodora kindti			2,25±1,47		1,90±1,48	
Cl-embryo, Cl-eph.			0,30±0,21	0,01±0	0,08-0,02	3,61±2,94
Heterocope spp.			0,20±0,20		0,60±0,35	21,56±9,54
Eudiatomus spp.		26,91±5,17	0,32±0,22	8,32±3,05	9,13±2,56	6,60±2,58
Cyclops spp.		47,76±8,38	0,58±0,25	27,34±2,39	19,40±5,18	13,94±5,67
Limnocalanus mac.						1,80±1,80
Hemiptera						
Trichoptera			7,74±7,74	11,75±8,39		
Coleoptera			4,23±4,23			
Culiicidae		16,27-8,21		17,38±10,09		
Chironomidae		3,51±2,35	31,83±15,48			
Chaoborinae			7,19±7,19			
Hydracarina		2,73±1,08	0,10±0,10	0,08±0,08	0,05±0,05	
Araneida						
n (ravintoa)	0	10	7	12	18	8
n (tyhjiä)	0	0	0	8	6	0
Kalan pituus cm		13,59±0,27	17-63±0,65	22,57±2,19	24,91±4,97	28,13±0,26
Kalan paino g		18,80±1,15	42,57±8,33	104,77±8,28	157,71±6,10	190,78±6,90
Mahan sisällön märkäpaino mg		126,48±23,19	197,4±45,85	385,77±61,61	279,47±57,64	256,57±57,91
Täyteisyys- indeksi o/ooo		68,75±11,7	132,19±99,1	40,9±7,2	18,8±4,6	14,5±3,4

Taulukko 7. Planktonsiian ravinnon koostumus (% tilavuudesta), tutkittujen kalojen määrä, pituus (cm), paino (g), mahan sisällön märkäpaino (mg) ja täyteisyysindeksi (o/ooo) Majajärvessä eri näytteenottokerroilla vuonna 1974.

	Näyte 1 17.1.-4.3.74	Näyte 2 23.5.74	Näyte 3 20.6.-25.6.74	Näyte 4 7.8.-15.8.74	Näyte 5 13.9.-19.9.	Näyte 6 8.10.-17.10.74
Limnoscida & Diaph.						
Holopedium gibb.			3,03±2,31	0,75±0,40		0,08±0,08
Daphnia spp.		4,37±3,72	3,79±2,56	59,67±16,46	15,66±0	34,65±8,62
Bosmina spp.		7,09±0,35	81,78±0,35	81,78±7,16	36,60±17,18	39,01±9,83
Alona spp.				0,49±0,10		
Leptodora kindti						1,12±1,12
Cl-embryo, Cl-eph.		0,01±0,01	0,04±0,03	0,20±0,15		0,004±0,004
Heterocope spp.			0,27±0,27			
Eudiatomus spp.	58,58±0	20,58±6,56	3,44±1,40	0,12±0,12		
Cyclops spp.	41,42±0	67,95±8,78	7,65±1,64	1,96±1,57		1,60±0,94
Trichoptera						6,93±6,93
Culicidae						12,0±6,18
Chironomidae						4,47±4,47
Hydracarina				0,21±0,04		
n (ravintoa)	13	5	5	1	9	
n (tyhjiä)	70	1	0	0	0	
Kalan pituus cm	10,5±0	12,33±0,50	13,80±0,58	16,26±0,67	15,9±0	17,1±0,37
Kalan paino g	8±0	13,67±1,20	17,40±0,21	29±4,77	22±0	33,11±2,76
Mahan sisällön märkäpaino mg	62,2±0	28,06±7,8	98,40±9,52	11,81±69,6	8,3±0	104±35,92
Täyteisyys- indeksi o/ooo	77,75±0	20,23±5,35	58,04±4,73	32,04±13,4	3,77±0	31,99±11,4

Taulukko 8. Peledsiian ravinnon koostumus (% tilavuudesta), tutkittujen kalojen määrä, pituus (cm), paino (g), mahan sisällön märkäpaino (mg) ja täyteisyysindeksi (o/ooo) Majajärvessä eri näytteenotto-kerroilla vuonna 1974.

	Näyte 1 17.1.-4.3.74	Näyte 2 23.5.74	Näyte 3 20.6.-25.6.74	Näyte 4 7.8.-15.8.74	Näyte 5 13.9.-19.9.74	Näyte 6 8.10.17.10.74
Limnoscida & Diaph.				0,05±0,05		
Holopedium gibb.			0,34±0,20	0,05±0,05		0,14±0,10
Daphnia spp.			2,79±0,61	5,62±1,37	27,83±9,36	44,27±6,48
Bosmina spp.		2,45±1,33	83,21±4,29	85,45±2,88	70,43±9,29	47,16±6,72
Alona spp.						
Leptodora kindtii						
Cl-embryo, Cl-eph.				0,22±0,01		0,01±0,01
Heterocope spp.						0,24±0,16
Eudiatomus spp.		23,87±10,86	2,06±0,65	0,68±0,29	1,02±0,60	2,38±0,62
Cyclops spp.		93,71±9,55	11,52±3,06	8,12±2,22	0,71±0,32	5,82±2,11
Trichoptera						
Culicidae						
Chironomidae						
Hydracarina			0,07±0,07			
n (ravintoa)	0	2	12	11	5	12
n (tyhjiä)	0	0	1	0	2	0
Kalan pituus cm		11,90±0,3	13,96±0,24	17,97±0,69	20,64±0,51	20,58±0,35
Kalan paino g		12,50±0,5	20,92±1,08	43,91±4,08	68,2±6,29	65,75±3,24
Mahan sisällön märkäpaino mg		30,9±7,72	108,6±14,4	141,38±25,98	229,16±71,56	143,83±18,11
Täyteisyys- indeksi o/ooo		25,00±7,20	51,13±5,61	36,83±7,61	33,24±9,49	22,94±2,45

Taulukko 9. Planktonsilan ravinto (%), tutkittujen kalojen lukumäärä, pituus (cm), paino (g), mahan sisällön märkäpaino (mg) ja täyteisyysindeksi (o/ooo) Valkea-Mustajärvessä vuosina 1975-76.

	Näyte 1 18.3.-31.3.75	Näyte 2 13.5.-15.5.75	Näyte 3 22.7.75	Näyte 4 5.12.-17.12.75	Näyte 5 28.1.-6.2.76	Näyte 6 1.9.-20.5.76	Näyte 7 7.11.-17.12.76
Holopedium gibb.		0,79±0,38	0,12±0,12				0,47±0,71
Daphnia spp.	1,83±0,70	46,4±13,3	54,26±7,74	60,72±10,68	58,63±12,95	45,85±15,68	4,27±3,56
Bosmina spp.	0,19±0,09	0,80±0,40	4,56±1,94	2,36±0,67	1,22±0,87	12,18±7,30	7,76±12,36
Cladocera-embryo			0,22±0,22				
Limnocalanus macrurus	0,98±0,98						3,93±3,93
Heterocope app.	0,48±0,32			0,03±0,03			0,35±0,19
Eudiatomus spp.	90,9±2,85	1,84±0,84		1,89±6,57	4,39±1,66	12,70±11,68	1,94±1,02
Cyclops spp.	4,39±2,55	2,65±1,03	27,96±8,03	13,34±6,57	31,68±13,10	15,99±8,60	0,33±0,21
Copepoda coll.	0,75±0,45				0,08±0,08	0,02±0,02	
Pisidium spp.			12,00±12,00				
Asellus aquaticus				16,15±10,89			14,25±9,60
Chironomidae coll.				4,20±4,17	3,97±3,97		0,76±0,76
Trichoptera							1,97±1,97
Insecta al.		1,83±1,82					
Hydracarina		2,02±1,31				12,32±11,96	
Argulus				0,17±0,17			
n (ravintoa)	8	10	5	12	6	4	11
n (tyhjiä)	3	0	0	2	3	0	3
Kalan pituus cm	24,43±0,40	25,34±0,21	29,46±0,67	32,44±0,17	35,48±0,99	33,43±1,18	39,1±0,38
Kalan paino g	114,63±6,62	129,90±4,16	232,20±17,16	300,2±7,8	317,2±17,6	339,3±37,9	528,8±28,3
Mahan sisällön märkäpaino mg	315,66±38,05	964,18±229,84	562,0±208,4	2501,8±133,4	298,2±95,2	304,5±166,2	1025,8±611,2
Täyteisyysindeksi o/ooo	27,63±3,20	73,89±17,61	24,01±9,61	16,72±4,52	9,40±3,26	8,97±4,67	19,39±10,93

4.2.3. Ravinnon similariteetti

Valkea-Mustajärven planktonsiian ja peledsiian ravinnon similariteetti eli samankaltaisuus oli v. 1974 varsin pieni (kuva 1). Lajit käyttivät siten suuressa määrin eri ravintoa. Sen sijaan Majajärnessä lajien ravinto oli samanlaista. Testattaessa similariteetti-indeksit t-testillä ero järvien välillä oli tilastollisesti melkein merkitsevä ($t = 3,238^* > t_{5\%} = 2,31$).

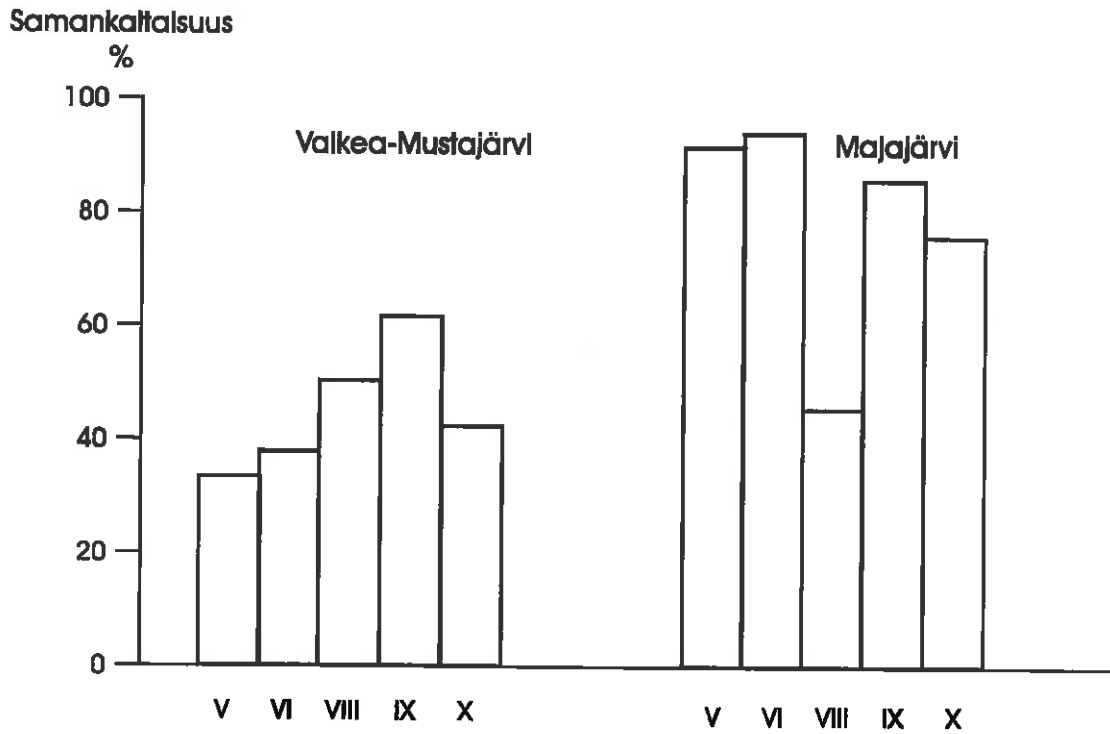
Vuoden 1975 aineisto (kolmannen kesän kalat) oli niukka. Valkea-Mustajärnessä similariteetti-indeksi näytti kuitenkin olevan suurenemassa ($\bar{x} = 71,0 \pm 6,21$). Ravintokilpailu saattoi siten myös Valkea-Mustajärnessä kiristyä kalojen kasvaessa.

4.2.4. Zaretin valintaindeksi

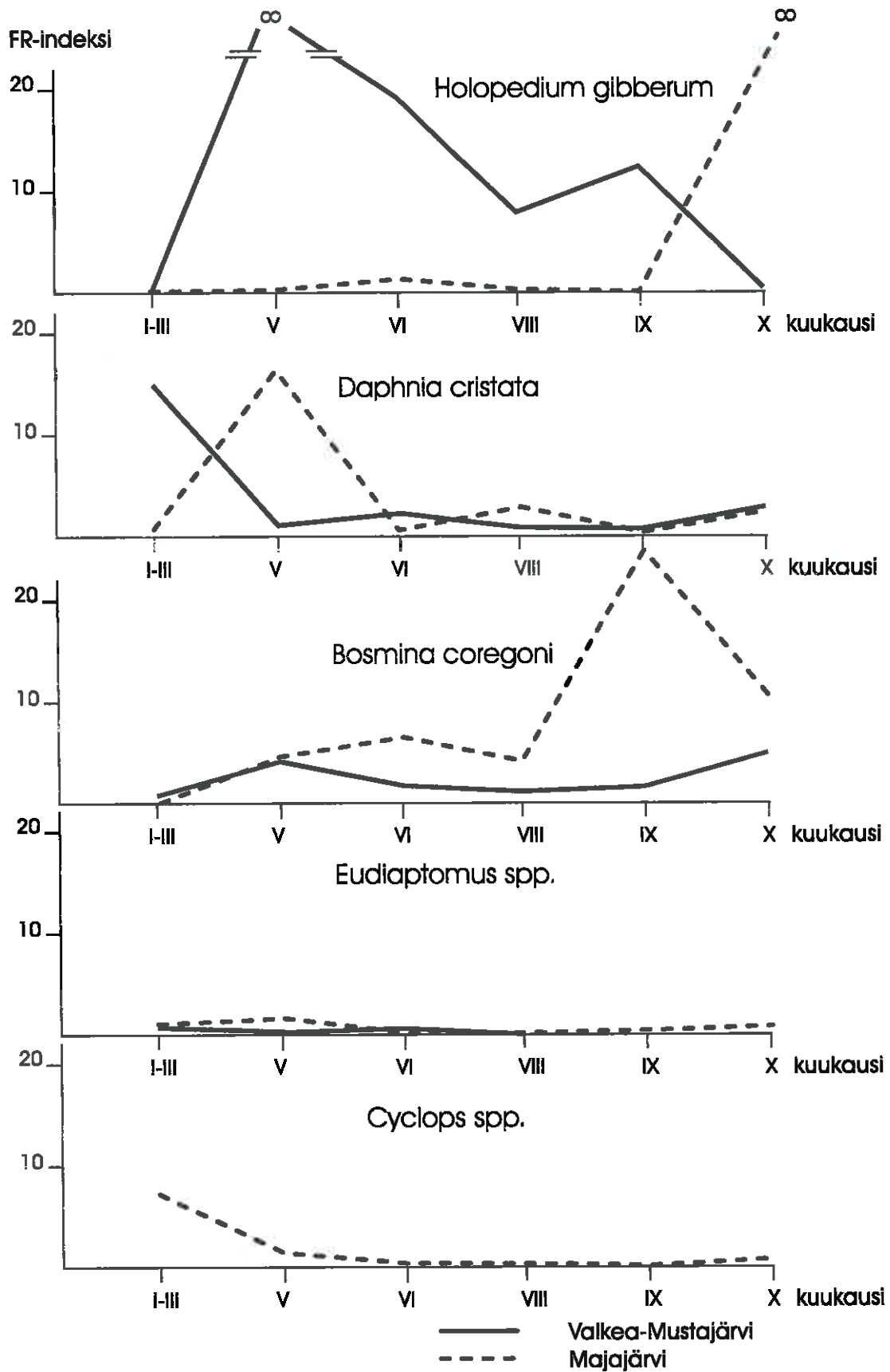
Kumpikin siikalaji näytti suosivan Zaretin valintaindeksin mukaan *Holopedium gibberumia* kesällä Valkea-Mustajärnessä. Sen sijaan Majajärnessä tätä ravintolajia oli niin vähän, etteivät kalat käyttäneet sitä ravinnokseen juuri ollenkaan (kuvat 2-3). *Daphnia cristataa* siiat suosivat Valkea-Mustajärnessä talvella ja keväällä, mutta eivät kesällä, vaikka *Daphnian* yksilömäärä oli kohtalaisen suuri. Kummassakin järnessä planktonsiika näytti suosivan *Daphniaa* jossain määrin enemmän kuin peledsiika.

Bosmina coregonin suosio ravintokohteena kasvoi toukokuusta syyskuuhun. Se olikin Majajärnessä tärkeistä ravintotaksoneista ainoa, jonka osuus oli ravinnossa selvästi suurempi kuin planktonissa. Sen sijaan Valkea-Mustajärnessä siikalajit suosivat *Bosmina coregonita* vain kevätkesällä ja syksyllä.

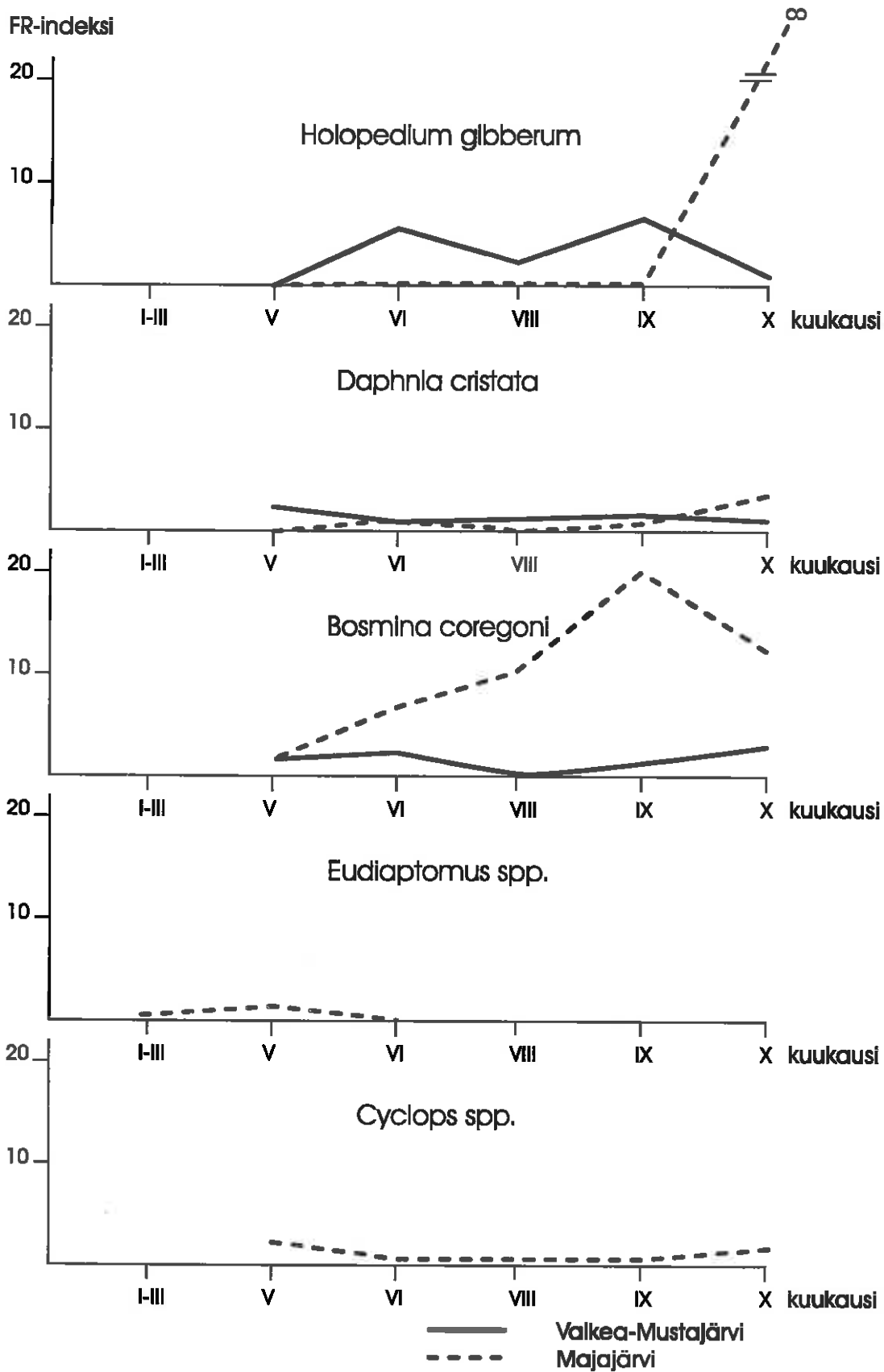
Hankajalkaisten runsaimpia taksoneita, *Eudiaptomusta* ja *Cyclopsia*, molemmat siikalajit välttivät syömästä tärkeimmän tuotantokauden aikana. Vain Majajärnessä siiat näyttivät talvella ja keväällä suosivan jossain määrin *Eudiaptomista* ja *Cyclops-lajeja*.



Kuva 1. Plankton- ja peledsiin ravinnon similariteetti-indeksi (Shorygin 1939) Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä eri kuukausina v. 1974.



Kuva 2. Planktonsiian ravinnonvalinnan FR-indeksi (Zaret 1980) Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä v. 1974.



Kuva 3. Peledsiian ravinnonvalinnan FR-indeksi (Zaret 1980) Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä v. 1974.

4.2.5. Mahan täyteisyysindeksi

Täyteisyysindeksien keskiarvot olivat lajeittain järvissä seuraavat (taulukko 10).

Taulukko 10. Planktonsiian ja peledsiian mahojen täyteisyysindeksit Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä.

	Valkea-Mustajärvi		Majajärvi
	1974	1975	1974
Planktonsiika	47,5	32,1	25,4
Peledsiika	34,2	18,8	30,1

Täyteisyysindeksien arvot testattiin t-testillä näytepareittain. Valkea-Mustajärvessä planktonsiian täyteisyysindeksi oli elokuussa 1974 jokseenkin merkitsevästi suurempi kuin peledsiian ($t = 2,50^* > t_{5\%} = 2,10$). Muilla näytteenottoerkoilla samoinkuin Majajärvessä tilastollista eroa lajien välillä ei todettu.

Testattaessa saman lajin täyteisyysindeksien erot eri järvissä todettiin tuloksissa edellistä suurempaa tilastollista merkitsevyyttä. Valkea-Mustajärven planktonsiian mahojen täyteisyys oli elokuussa 1974 jokseenkin merkitsevästi suurempi kuin Majajärven yksilöiden ($t = 2,457^* > t_{5\%} = 2,20$). Myös muissa näytteissä ero oli lähes suuntaantava. Peledsiian osalta todettiin Valkea-Mustajärven yksilöiden täyteisyysindeksi jokseenkin merkitsevästi Majajärven arvoa suuremmaksi keväältäven ($t = 3,16^* > t_{5\%} = 2,23$) ja syys-lokakuun ($t = 2,095^* > t_{5\%} = 2,02$) aikana.

Valkea-Mustajärvessä ravintoa näyttää olleen vuoden 1974 aikana enemmän yksilöä kohden käytettävissä kuin Majajärvessä. Planktonsiika pystyi käyttämään Valkea-Mustajärvessä ravintovarot jossain määrin tehokkaammin kuin peledsiika. Peledsiian mahan tilavuuden suhde kokonaispainoon saattaa olla pienempi kuin planktonsiialla. Tämän vaikutus täyteisyysindeksin suuruuteen on selvittämättä.

4.3. Siikojen kunto

Fultonin (1902) kuntoindeksin avulla tarkasteltuna kalojen kunto oli Valkea-Mustajärvessä parempi kuin Majajärvessä (taulukko 11).

Taulukko 11. Siikojen kunto Fultonin indeksillä ja t-testillä testattuna Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä v. 1974.

	Valkea-Mustajärvi	Majajärvi	t-testi
Planktonsiika	0,768 ± 0,017	0,678 ± 0,013	4,117**
Peledsiika	0,838 ± 0,027	0,748 ± 0,012	3,091*

Planktonsiian kunto oli Valkea-Mustajärvessä merkitsevästi parempi kuin Majajärvessä, peledsiian kunto jokseenkin merkitsevästi parempi. Vuosina 1975-76 planktonsiian kuntoindeksi oli $0,857 \pm 0,032$. Kuntoindeksi suureni sukutuotteiden muodostuessa.

4.4. Siikojen kasvunopeus

Aineisto oli Valkea-Mustajärven planktonsiikaa lukuunottamatta vähäinen. Planktonsiika kasvoi Valkea-Mustajärvessä varsin hyvin. Keskipituus oli syksyllä 1974 seitsemän senttimetriä suurempi kuin Majajärvestä pyydetyillä yksilöillä (taulukko 12). 4-vuotiaat yksilöt olivat saman pituisia kuin Längelmäveteen istutetut planktonsiikat 5-vuotiaina (Hakkari, julkaisematon), tai Konneveden luonnonpopulaation 5-vuotiaat yksilöt (P. Valkeajärvi, suullinen ilmoitus).

Taulukko 12. Planktonsiian ja peledsiian keskipituudet (cm) Valkea-Mustajärvessä ja Majajärvessä syksyllä 1973, 1974, 1975 ja 1976.

			Planktonsiika	Peledsiika
1973	0-v		10,0 (6,3-15,5)	9,4 (5,4-16,7)
1974	1-v	Valkea-Mustajärvi	24,1 ± 1,1	28,1 ± 0,3
	1-v	Majajärvi	17,1 ± 0,4	20,6 ± 0,4
1975	2-v	Valkea-Mustajärvi	34,3 ± 0,6	-
	2-v	Majajärvi	-	28,6 ± 1,6
1976	3-v	Valkea-Mustajärvi	39,4 ± 0,4	-
	3-v	Majajärvi	-	-

Peledsiika kasvoi syksyyn 1974 mennessä 7,5 cm pitemmäksi kuin Majajärvessä. Muutamit peledsiikayksilöt olivat Majajärvessä vasta syksyllä 1975 saavuttaneet Valkea-Mustajärven yksilöiden syksyn 1974 pituuden. Taulukosta 13 on todettavissa myös useissa yhteyksissä todettu peledsiian planktonsiikaa nopeampi kasvu (vrt. esim. Svärdson 1979).

5. Tulosten tarkastelu

5.1. Järvien fysikaalis-kemialliset ominaisuudet

Valkea-Mustajärven veden laatu vastaa käsitystä "siikavedestä". Veden väriluku on alhainen. Hapen vähenemistä tapahtuu kerrostuneisuuskausina syvänteessä, mutta happitilanne on hyvä kevättalvella päällysvedessä. Sen sijaan Majajärvessä happitilanne saattaa kevättalvella välittömästi jään allakin heikentyä alle 5 mg:n O₂/l. On oletettavissa, että happipitoisuus laskee alusvedessä tämän arvon alapuolelle myös syyskesällä, jolloin siiat luontaisen käyttäytymisensä mukaisesti pyrkivät oleskelemaan pääasiassa alusvedessä. Kyseistä alusveden happipitoisuutta elokuussa on pidetty minimiarvona siika- ja muikkukantojen menestymiselle (EIFAC 1973, Hakkari, julkaisematon).

Majajärven kerrostuneisuuskausien heikolla happitilanteella saattaa olla vaikutusta siikakantojen menestymiseen, vaikka kyseessä ei olekaan kantojen luontainen lisääntyminen järvessä.

5.2. Ravinnontuotannon ja siikojen ravinnontarpeen suhteesta

Järvessä tapahtuva ravinnontuotanto asettaa kalantuotannolle ylärajan, johon vain maalta tai ilmasta peräisin oleva pintaravinto voi vaikuttaa lisäävästi. Kalojen predaatio vaikuttaa ravintoeläinten lajisuhteisiin ja ravintobiomassaan (vrt. mm. Brooks & Dodson 1965, Zaret 1980).

Eläinplanktonituotanto, josta eläinplanktonpredaattoreiden ravinnontarve oli vähennetty, oli Valkea-Mustajärvessä kesä-syyskuussa 1974 yli 400 kg/ha/v ja Majajärvessä vähintään 130 kg/ha/v. Eläinplanktonia käyttävät kalojen lisäksi ravinnokseen mm. *Chaoborus*-lajit, *Mysis relicta* ja *Gammarus*-lajit (vrt. Fedorenko 1975, Anderson & Raasveldt 1974, Richards ym. 1975). On kuitenkin todennäköistä, että *Mysis* ja *Gammarus* puuttuivat tutkituista järvistä, koska niitä ei esiintynyt kalojen ravinnossakaan. Myös *Chaoboruksen* määrä pysyi pienenä kalojen predaation vuoksi. Siten mahdollisesti valtaosa eläinplanktonituotannosta oli kalojen käytettävissä. Jos eläinplanktonin ja siian välisenä ravintokertoimena käytetään kahdeksaa (Phillips 1972, Winberg ym. 1972), voidaan arvioida, että laskennallinen, suurin eläinplanktoniin perustuva kalantuotanto olisi Valkea-Mustajärvessä 50 kg/ha/v ja Majajärvessä 16 kg/ha/v. Koska kalat käyttävät myös pohjaeläinravintoa, kalantuotantokyky on jossain määrin em. arvoja suurempi. Toisaalta kalat eivät pysty koskaan käyttämään täydellisesti hyväkseen tarjolla olevaa eläinplanktonituotantoa. Voimakkaan predaation kohdistuessa äyriäisplanktoniin rataseläinten tuotanto ja osuus eläinplanktonbiomassasta kohoaa (Hakkari ja Dahlström 1969). Kalat pystyvät käyttämään rataseläinravintoa vain ensimmäisinä elinkuukausinaan.

Pruuki (1984) ja Pruuki ym. (1984) ovat Valkea-Mustajärven siian tuotantotutkimuksessaan todenneet plankton- ja peledsiian maksimibiomassaksi 200 - 300 kg tuhatta 1-kesäistä istukasta kohti, mikä vastaa 20-30 kg:n nettotuotantoa hehtaarilla, kun istu-

tustiheys on 100 kpl/ha. Koska planktonia käyttävät ravinnokseen myös järven luonnaiset kalalajit, kalantuotanto on jossain määrin edellä mainittua suurempi. Pruukin ym. (1984) ja Pruukin (1984) esittämien lukujen perusteella eläinplanktoniin perustuva kalantuotanto oli 40-60 % Valkea-Mustajärven eläinplanktonituotannon perusteella arvioidusta kalantuotantokyvystä 50 kg/ha/v. Majajärvessä eläinplanktonin käyttö oli vielä tehokkaampaa, kuten eläinplanktonkoostumuksesta oli pääteltävissä.

Nilssonin (1965) mukaan siikojen ravinto on samanlaista silloin, kun ravintoa on runsaasti tarjolla. Tässä tutkimuksessa tulos oli päinvastainen. Valkea-Mustajärvessä ravintoeläinten runsaussuhteet ja usean ravintotaksonin suuri tuotanto mahdollistivat joustavan ekolokeroiden muodostumisen. Sen sijaan Majajärvessä, missä kilpailun todettiin olleen voimakasta, siikalajit eivät pystyneet muodostamaan omia ekolokeroita, vaan kilpailivat lähinnä *Bosmina*- ja *Daphnia*-ravinnosta. Siikojen aiheuttama predaatio piti *Holopedium*-, *Leptodora*- ja *Heterocope*-tuotannon alhaisena. Siten ravinnontuotannon kannalta merkittäviä taksoneita olivat vain *Daphnia cristata*, *Bosmina coregoni* ja *B. longirostris*, *Eudiaptomus* spp. ja *Cyclops* spp. Nilsson ja Pejler (1973) ovat todenneet, että siian tai muun planktonsyöjän predaation seurauksena suuret, värikkäät ja helposti pyydyttävät lajit vähenevät tai katoavat. Ne korvautuvat pienillä lajeilla, kuten *Daphnia cristata*, *Ceriodaphnia quadrangula* ja *Bosmina longirostris*. Tämä voitiin todeta osittain Valkea-Mustajärven, mutta erityisesti Majajärven eläinplanktonista.

Sympatrisesti elävät siikalajit pystyvät kilpailun pakottamina siirtymään ekolokerosta toiseen valiten toisenlaista ravintoa kuin yksin eläessään (Lindström ja Nilsson 1962). Siirtyminen on helpointa silloin, kun lajeista toinen on tiheäsiivilähampainen ja toinen harvasiivilähampainen. Esimerkiksi Suomussalmen Kiantajärvessä harvasiivilähampaiset siikat (siivilähämmasluku 24-34), etenkin vanhat yksilöt, söivät enemmän pohjaravintoa, ja tiheäsiivilähampaiset (sh 35-49) puolestaan enemmän plankton- ja pinta-ravintoa (Heikinheimo-Schmid 1982).

Kuten edellä todettiin, tätä siirtymistä eri ekolokeroihin ei Majajärvessä tapahtunut. Seurauksena oli kalojen nälkiintyminen ja kunnan aleneminen.

Valkea-Mustajärven siikojen kasvu- ja kuntokertoimien perusteella ravintovarot olivat riittävät käytetylle istutustiheydelle. Mm. Berg (1970) sai Lago Maggiore-järven 1- ja 2-vuotiaiden siikojen kuntokertoimeksi kasvukauden alussa 0,7-0,8. Palomäki (1981) totesi Inarijärven siikojen kuntokertoimeksi kesä-heinäkuun vaihteessa samoin keskimäärin 0,7-0,8. Vain planktonia syövä reeskan kerroin oli alle 0,7, kun taas yli 30 cm pituisten pohjasiikojen kuntokerroin oli 0,84. Majajärven siikojen kunto- ja kasvuarvot osoittivat sen sijaan ravinnosta olleen puutetta jo siikojen toisena kasvukautena. Toistuvista kalastuksista huolimatta Majajärvestä saatiin v. 1975 vain neljä peledsiikaa. Valtaosa sioista lienee menehtynyt talven 1974-75 aikana ravinnon- ja mahdollisesti hapenpuutteeseen.

6. Yhteenvedo

Planktonsiian ja peledsiian ravintotutkimus tehtiin Evolla sijaitsevista 13,9 ha:n Valkea-Mustajärvestä ja 3,4 ha:n suuruisesta Majajärvestä, joihin oli istutettu kumpaankin 35 kpl planktonsiian ja 35 kpl peledsiian 1-kesäistä poikasta hehtaarille. Järvistä Valkea-Mustajärvi on kirkasvesinen (oligohumoosinen) ja Majajärvi ruskeavetinen (polyhumoosinen) järvi. Majajärvessä esiintyy ajoittain pieniä happipitoisuuksia.

Kummastakin järvestä otettiin 32 eläinplanktonnäytettä syksyn 1973 - syksyn 1974 välisenä aikana. Vastaavana aikana kerättiin rysällä ja verkoilla kalaerät ravintoanalyysiä varten. Aineisto (300 kalaa) keskittyi vuoteen 1974 ja myöhempiä vuosina vain Valkea-Mustajärveen.

Eläinplanktontuotannon osalta merkittävimmät taksonit olivat Valkea-Mustajärvessä *Holopedium gibberum*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus* spp. ja *Bosmina coregoni*, Majajärvessä *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus* spp. ja *Bosmina coregoni*. Planktonsyöjäkalojen käytössä olevaksi eläinplanktontuotannoksi arvioitiin Valkea-Mustajärvessä jäävän vähintään 400 kg/ha/v ja Majajärvessä 130 kg/ha/v. Pohjaravinto muodosti vain kahdessa näytteessä 29:stä yli 50 % ravintobiomassasta. Valkea-Mustajärvessä ravintoeläinten runsaussuhteet mahdollistivat ekolokeroiden joustavan muodostumisen. Planktonsiika käytti keväällä runsaasti pohjaravintoa, kesäkuukausina lähes yksinomaan planktonravintoa, kuten *Holopediumia*, *Bosmina coregoni obtusirostrista*, *Daphnia cristataa*. Myös *Leptodora kindtii* oli merkittävä ravintokohde. Peledsiika söi keväällä lähinnä planktonravintoa, mutta kesäkuukausina pohjaravinnon osuus oli suurempi kuin planktonsiialla. Peledsiian eläinplanktonravinnon pääosan muodostivat *Cyclops*-lajit, *Daphnia cristata*, *Holopedium* ja *Bosmina*-lajit.

Majajärvessä erillisiä ekolokeroita ei lajeille muodostunut. Ravinnontuotannossa merkittävistä lajeista vain *Bosmina*-lajit ja *Daphnia cristata* olivat tärkeitä ravintokohteita. Ravintokilpailu oli siten Majajärven siikalajien välillä voimakasta.

Ravinnonoton keskittyminen samoihin taksoneihin oli nähtävissä myös Majajärven siikalajien välisissä similariteetti-arvoissa ($x = 78,4 \%$). Valkea-Mustajärven siikojen similariteetti-indeksi oli selvästi pienempi ($x = 47,7 \%$).

Zaretin (1980) ravintoindeksillä testattuna molemmat lajit suosivat Valkea-Mustajärvessä kesäkuukausina selvimmin *Holopediumia*. Majajärven tärkeistä ravintokohteista *Bosmina* oli ainoa taksoni, jonka osuus ravinnossa oli selvästi suurempi kuin planktonissa. Sen sijaan *Eudiaptomusta* ja *Cyclops*-lajeja molemmat siikalajit välttivät tärkeimmän tuotantokauden aikana.

Mahan täyteisyysindeksi oli Valkea-Mustajärvessä kummallakin siikalajilla suurempi kuin Majajärvessä. Ravinnontuotannon ero kuvastui siten myös kalojen syömän ravinnon määrässä. Samanlainen tulos saatiin vertailtaessa siikojen kuntokerrointa kummassakin järvestä. Samoin kalojen kasvu oli Valkea-Mustajärvessä nopeampaa kuin Majajärvessä. Peledsiika kasvoi kummassakin järvestä planktonsiikaa nopeammin.

Laskettujen indeksien, ravinnon tuotannon ja kalojen kasvun perusteella siikojen istutustiheys oli Valkea-Mustajärvessä sopivassa suhteessa ravintovaroihin. Majajärvessä ravintovarot eivät riittäneet istukkaille, minkä takia kuolleisuus oli suuri talven

1974-75 aikana. Kuolleisuuteen lienee vaikuttanut myös Majajärven ajoittain heikko happitilanne.

Kiitokset

Oili Vuorimies, Kaarina Manninen ja Raimo Parmanne ovat avustaneet kirjoituksen julkaisukuntoon saattamisessa, mistä heille suuret kiitokset.

Lähdeluettelo

- Anderson, R.S. & Raasveldt, L.G. 1974. *Gammarus* and *Chaoborus* predation. Canadian Wildlife Serv. Occasional. Paper 18, p. 1-23.
- Berg, A. 1970. A comparative study of food and growth and competition between two species of coregonids introduced into Lake Maggiore, Italy. In: Lindsey, C.C. & Woodsk, C.S. (eds.): *Biology of coregonid fishes*. Winnipeg, p. 311-346.
- Brooks, J.L. & Dodson, S.I. 1965. Predation, body size and composition of plankton. *Science* 150, p. 28-35.
- EIFAC 1973. Report on dissolved oxygen and inland fisheries. Eifac Technical paper 19, p. 1-10.
- Erityistä suojelua vaativat vedet. 1977. Maa- ja metsätalousministeriön suojeluvesityöryhmä. Komiteamietintö - Komiteebetänkande 1977:49, 61 s.
- Fedorenko, A.Y. 1975. Instar and species specific diets in two species of *Chaoborus*. *Limnol. Oceanogr.* 20, p. 238-249.
- Fulton, T. 1902. Rate of growth of sea-fishes. *Sci. Inv. Fish. Div. Scotl. Rep.* 20, p. 326-429.
- 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, p. 3-87.
- Hakkari, L. & Dahlström, H. 1969. Eläinplanktonhavainnot vesistötutkimuksessa. *Limnologisymposion* 1978, s. 61-68.
- Hakkari, L., Selin, P., Westman, K., & Mielonen, M. 1984. The food of the native whitefish (*Coregonus muksun* (Pallas)) and the introduced whitefish (*C. peled* (Gmelin)) stocked in the same small forest lakes in southern Finland. In: Documents presented at the symposium on stock enhancement in the management of freshwater fish. Vol. 1: Stocking. Held in Budapest, 31 May-2 June 1982 in conjunction with the twelfth session of EIFAC. FAO, Rome. EIFAC Tech. Pap. (42) Suppl. Vol. 1, p. 109-122.
- Heikinheimo-Schmid, P. 1982. Siian ravinnosta luonnontilaisessa ja säännöstellyssä järvessä. *RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja* 4, s. 1-64.
- Kirjavainen, J. ja Westman, K. 1992. Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos 100 vuotta. (Sammandrag: Evois fiskeriförsäkstationen och fiskodlingsanstalt 100 år. Abstract: Evo State Fisheries and Aquaculture Research Station 100 years old). *Suomen Kalatalous* 60, s. 1-69.
- Lindström, T. & Nilsson, N-A. 1962. Om konkurrens mellan sikarter. -Inf. Sötvattenslab. *Drottningholm* 4, s. 1-5.
- Nilsson, N.-A. 1965. Food segregation between salmonoid species in North Sweden. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 46, p. 95-123.
- Nilsson, N.-A. & Pejler, B. 1973. On the relation between fish fauna and zooplankton composition in North Swedish lakes. *Res. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 53, p. 51-77.

- Palomäki, R. 1981. Inarinjärven siikamuodot ja niiden ravinnonvalinta. Pro gradu-työ. Jyväskylän yliopiston biologian laitos. 101 s.
- Phillips, A.M. 1972. Calorie and energy requirement. In: Halver, J.E. (ed.): Fish nutrition. New York and London. p. 1-28.
- Pruuki, V. 1984. Peledsiian (*Coregonus peled* (Gmelin)) ja planktonsiian (*Coregonus muksun* (Pallas)) kantojen arviointi ja istutusten kannattavuus kahdessa eteläsuomalaisessa pienjärvessä. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 20. 55 s.
- Pruuki, V., Pursiainen, M. & Westman, K. 1983. Vähäarvoisten kalojen tehostetusta pyynnistä ja pyynnin vaikutuksista kalastoon Evon kalastuskoeaseman pienjärvissä. Suomen Kalastuslehti 90, s. 60-65.
- Pruuki, V., Pursiainen, M. & Westman, K. 1984. A study of the growth and production of the native whitefish (*Coregonus muksun* (Pallas)) and the introduced whitefish (*C. peled* (Gmelin)) stocked in two small forest lakes in Southern Finland. Documents presented at the symposium on stock enhancement in the management of freshwater fish. Vol. 1: Stocking. Held in Budapest, 31 May-2 June 1982 in conjunction with the twelfth session of EIFAC. FAO, Rome. EIFAC Tech. Pap. No. (42), Suppl., Volume 1, p. 91-107.
- Richards, R.C., Coldman, C.R., Frantz, T.C. & Wickwire, R. 1975. Where have all the Daphnia gone? The decline of a major cladoceran in Lake Tahoe, California-Nevada. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19, p. 835-842.
- Ryhänen, R. 1972. Evon kalastuskoeasema. Aqua Fennica 1972. Erikoisnumero 1, s. 75-86.
- Shorygin, A.A. 1939. Pitanie, izbiratelnya sposobnost i pishchevye vzaimootnoshenia neketorykh Gobiidae Kaspiiskogo morya. Zool. Zhurnal 28(1), p. 27-53.
- Winberg, G.G. 1971. Methods for the estimation of production of aquatic animals. London and New York. 176 p.
- Winberg, G.G., Babitsky, V.A., Gavrilov, S.I., Gladky, G.W., Zahkarenkov, I.S., Kovalevskaya, R.Z., Kikheeva, T.M., Nevyadomskaya, P.S., Ostapenya, A.P., Petrowich, P.G., Potaenko, I.S. & Yakuhko, P.F. 1972. Biological productivity of different types of lakes. In: Kajak, Z. & Hillbricht-Ilkowska, A. (eds.): Productivity problems of freshwaters, p. 383-404. Warszawa-Krakow. 918 p.
- Windell, J.T. 1971. Food analysis and rate of digestion. In: Ricker, W.E. (ed.): Methods for assesment of fish production in fresh waters, p. 215-226. IBP Handbook No 3. Oxford and Edinburgh.
- Zaret, T.M. 1980. Predation and freshwater communities. New Haven and London. 187 p.

Liite 1 a. Eri eläinplanktonryhmien biomassa ($10^6 \mu\text{m}^3 \times 10 \text{l}^{-1}$) näytteenottoerittäin Valkaa-Mustajärvessä ja Majajärvessä 11.10.1973-29.10.1974.

Valkaa-Mustajärvi 0-10 m

11.10. 1973	27.11. 1973	12.12. 1973	15.1. 1974	22.2. 1974	19.3. 1974	18.4. 1974	16.5. 1974	4.6. 1974	26.6. 1974	4.7. 1974	15.7. 1974	8.8. 1974	30.8. 1974	11.9. 1974	29.10. 1974	X VI-IX
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	21	+	+	+	16
Rhizopoda																
Ciliata																
Rotatoria	168	44	90	32	5	12	10	73	13	575	372	447	72	135	97	664
Cladocera	2097	1999	1148	599	692	323	1094	5752	12239	6263	7590	7346	3384	3547	1488	6589
Copepoda	6278	722	7216	3822	4216	3522	3111	8073	7753	4246	4768	6488	4607	4965	1548	5843
Muut																
9324	8543	9264	8364	4453	4913	3857	4243	14632	22313	11084	12735	14302	8063	8647	3133	13112

Majajärvi 0-11 m

11.10. 1973	27.11. 1973	12.12. 1973	15.1. 1974	21.2. 1974	19.3. 1974	17.4. 1974	16.5. 1974	7.6. 1974	26.6. 1974	4.7. 1974	15.7. 1974	8.8. 1974	30.8. 1974	12.9. 1974	29.10. 1974	X VI-IX
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	+	136	1	+	+	20
Rhizopoda																
Ciliata																
Rotatoria	127	13	10	4	2	6	4	268	1788	1069	422	202	524	775	122	721
Cladocera	3692	1362	1063	316	87	22	68	629	3138	3887	2478	3326	2574	1613	191	2520
Copepoda	2792	5398	4654	4360	12168	4267	1725	2624	5739	7262	2991	4133	4147	2244	787	4141
Muut							5000									
6611	10227	5730	7395	4680	12252	4295	6797	3581	10665	12220	5891	7797	7246	4632	1100	7432

Planktonsiian ja peledsiian ravinnosta ja ravintokilpailusta Evon Majajärvessä ja Valkea-Mustajärvessä

Planktonsiian (*Coregonus muksun*) ja peledsiian (*Coregonus peled*) ravintotutkimus tehtiin Evoilla sijaitsevista Valkea-Mustajärvestä (13,9 ha) ja Majajärvestä (3,4 ha), joihin oli istutettu kumpaankin 35 kpl ko. siikalajin 1-kesäistä poikasta/ha. Valkea-Mustajärvi on kirkasvetinen (oligohumosinen) ja Majajärvi ruskeavetinen (polyhumosinen). Järvistä otettiin 32 eläinplanktonnäytettä syksyn 1973 - syksyn 1974 välisenä aikana, sekä kerättiin 300 siikaa ravintoanalyysiä varten.

Eläinplanktontuotannon osalta merkittävimmät taksonit olivat Valkea-Mustajärvessä *Holopedium gibberum*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus* spp. ja *Bosmina coregoni* ja Majajärvessä *D. cristata*, *Eudiaptomus* spp. ja *B. coregoni*. Kalojen käytössä olevaksi eläinplanktontuotannoksi arvioitiin Valkea-Mustajärvessä jäävän vähintään 400 kg/ha/v ja Majajärvessä 130 kg/ha/v.

Pohjaravinto muodosti vain kahdessa siikanäytteessä 29:stä yli 50 % ravintobiomassasta. Valkea-Mustajärvessä ravintoeläinten runsaussuhteet mahdollistivat ekolokeroiden joustavan muodostumisen. Planktonsiika käytti keväällä runsaasti pohjaravintoa, kesäkuukausina lähes yksinomaan planktonravintoa (*Holopedium*, *Bosmina*, *Daphnia*, *Leptodora* ym). Peledsiika söi keväällä lähinnä planktonravintoa (*Cyclops*-lajit, *Daphnia*, *Holopedium* ja *Bosmina*-lajit), mutta kesäkuukausina pohjaravinnon osuus oli suurempi kuin planktonsiialla.

Majajärvessä erillisiä ekolokeroita ei lajeille muodostunut. Vain *Bosmina*-lajit ja *Daphnia* olivat tärkeitä ravintokohteita. Ravintokilpailu oli siten siikalajien välillä voimakasta.

Ravinnonoton keskittyminen samoihin taksoneihin oli nähtävissä myös Majajärven siikalajien välisissä similariteetti-arvoissa ($x = 78,4$ %). Valkea-Mustajärven siikojen similariteetti-indeksi oli selvästi pienempi ($x = 47,7$ %).

Zaretin (1980) ravintoindeksillä testattuna molemmat siikalajit suosivat Valkea-Mustajärvessä kesäkuukausina selvimmin *Holopediumia*. Majajärven tärkeistä ravintokohteista *Bosmina* oli ainoa taksoni, jonka osuus ravinnossa oli suurempi kuin planktonissa. Sen sijaan *Eudiaptomusta* ja *Cyclops*-lajeja molemmat siikalajit välttivät tärkeimmän tuotantokauden aikana.

Mahan täyteisyysindeksi oli Valkea-Mustajärvessä kummallakin siikalajilla suurempi kuin Majajärvessä. Ravinnontuotannon ero kuvastui siten myös kalojen syömän ravinnon määrässä. Samanlainen tulos saatiin vertailtaessa siikojen kuntokerrointa kummassakin järvessä. Siikojen kasvu oli Valkea-Mustajärvessä myös nopeampaa kuin Majajärvessä. Peledsiika kasvoi kummassakin järvessä planktonsiikaa nopeammin.

Laskettujen indeksien, ravinnon tuotannon ja kalojen kasvun perusteella siikojen istutustiheys oli Valkea-Mustajärvessä sopivassa suhteessa ravintovaroihin. Majajärvessä ravintovarot eivät riittäneet istukkaalle, minkä takia kuolleisuus oli suuri talven 1974-75 aikana. Kuolleisuuteen lienee vaikuttanut myös Majajärven ajoittain heikko happitilanne.

Planktonsiika, peledsiika, ravinto, ravintokilpailu, istutustiheys

Sarjan nimi ja numero	ISBN	ISSN	
Kalatatutkimuksia – Fiskundersökningar 145	951-776-173-2	0787-8478	
Sivumäärä	Kieli	Hinta	Luottamuksellisuus
27 s. + liitteet	Suomi	50 mk	Julkinen
Myynti	Kustantaja		
Edita-kirjakauppa Annankatu 44 00100 Helsinki Puh. (90) 566 0566 Fax (90) 566 0570	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos PL 6 00721 Helsinki Puh. 0205 7511 Fax 0205 751201		

Näring och näringskonkurrens gällande plankton- och peledsik i sjöarna Majajärvi och Valkea-Mustajärvi i Evois

Näringsundersökningen gällande planktonsik (*Coregonus muksun*) och peledsik (*Coregonus peled*) utfördes i sjöarna Valkea-Mustajärvi (13,9 ha) och Majajärvi (3,4 ha) i Evois. I vardera sjön hade man planterat ut 35 ensamriga yngel av ifrågavarande arter per ha. Valkea-Mustajärvi har klart (oligohumosiskt) och Majajärvi brunt (polyhumosiskt) vatten. Under perioden mellan hösten 1973 och hösten 1974 tog man 32 djurplanktonprov ur sjöarna och samlade in 300 sikar för näringsanalys.

I Valkea-Mustajärvi var *Holopedium gibberum*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus* spp. och *Bosmina coregoni* de viktigaste djurplanktontaxa och i Majajärvi *D. Cristata*, *Eudiaptomus* spp. Och *B. coregoni*. Den för fisken tillgängliga djurplanktonproduktionen uppskattades i Valkea-Mustajärvi till minst 400 kg/ha/a och i Majajärvi till 130 kg/ha/a.

I endast två sikprov av 29 utgjordes mer än hälften av näringsbiomassan av botten djur. I Valkea-Mustajärvi möjliggjorde proportionerna mellan olika bytesdjur ett smidigt utnyttjande av olika ekologiska nischer. Planktonsiken åt mycket botten djur under våren och nästan enbart plankton (*Holopedium*, *Bosmina*, *Daphnia*, *Leptodora* m.fl.) under sommarmånaderna. Peledsiken åt främst plankton under våren (*Cyclops*-arter, *Daphnia*, *Holopedium* och *Bosmina*), men tog i stället mera botten djur än planktonsiken på sommaren.

I Majajärvi uppstod inga separata nischer. *Bosmina*-arterna och *Daphnia* var de enda viktiga bytesdjuren. Därmed uppstod en kraftig näringskonkurrens mellan de båda sikarterna.

Koncentrationen på samma bytesdjurstaxa kunde också ses i similaritetsvärdena för de båda sikarterna i Majajärvi ($x=78,4\%$). För sikarna i Valkea-Mustajärvi var similaritetsindex klart mindre ($x=47,7\%$).

Test med Zarets (1980) näringsindex visar att båda sikarterna i Valkea-Mustajärvi under sommarmånaderna fördrar *Holopedium*. I Majajärvi var *Bosmina* det enda viktiga bytesdjuret vars andel i näringen var större än i planktonet. Under den främsta produktionssäsongen undveks både *Eudiaptomus* och *Cyclops*-arterna av båda sikarna.

Magfyllnadsindex var för båda sikarterna större i Valkea-Mustajärvi än i Majajärvi. Skillnaderna i näringsproduktionen avspeglades således också i den mängd föda sikarna fick i sig. En jämförelse av konditionskoefficienter i de båda sjöarna gav ett liknande resultat. Sikarnas tillväxt var också snabbare i Valkea-Mustajärvi än i Majajärvi. Peledsiken växte snabbare än planktonsiken i vardera sjön.

Uträknade index, näringsproduktionen och fiskens tillväxt visar att utplanteringsstätheten var riktig i proportion till näringsresurserna i Valkea-Mustajärvi. I Majajärvi räckte resurserna inte till för ynglen, vilket ledde till en hög dödlighet under vintern 1974-75. Dödligheten påverkades troligen också av den tidvis dåliga syretillgången i sjön.

planktonsik, peledsik, näring, födukonkurrens, utplanteringsstäthet

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

August 1998

Author(s)

Lasse Hakkari, Pirkko Selin, Kai Westman and Matti Mielonen

Title of Publication

Food and competition for food of *Coregonus muksun* and *Coregonus peled* in lakes Majajärvi and Valkea-Mustajärvi, Evo.

Type of Publication

Research Report

Commissioned by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Abstract

The food of two whitefish species, *Coregonus muksun* and *Coregonus peled*, was studied in Valkea-Mustajärvi (13.9 ha), an oligohumotic lake, and Majajärvi (3.4 ha), a polyhumotic lake, in Evo, Finland. Both lakes were stocked with 35 one-summer-old juveniles of each species per hectare. Thirty-two zooplankton samples were taken from the lakes between autumn 1973 and autumn 1974, and 300 whitefish were collected for food analyses.

The main taxa in terms of zooplankton production were *Holopedium gibberum*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus* spp. and *Bosmina coregoni* in Valkea-Mustajärvi and *D. Cristata*, *Eudiaptomus* spp. and *B. coregoni* in Majajärvi. It was estimated that at least 400 kg ha⁻¹ yr⁻¹ of zooplankton was available for the fish in Valkea-Mustajärvi and 130 kg ha⁻¹ yr⁻¹ in Majajärvi.

Benthic forms accounted for over 50% of the food biomass in only in two out of 29 whitefish samples. Prey abundances in Valkea-Mustajärvi permitted the flexible formation of ecological niches. *Coregonus muksun* consumed large amounts of benthic forms in spring, but in summer relied almost entirely on plankton (*Holopedium*, *Bosmina*, *Daphnia*, *Leptodora* etc). *Coregonus peled* restricted its intake mainly to plankton (*Cyclops* spp., *Daphnia*, *Holopedium* and *Bosmina* spp.) in spring, but in summer consumed a greater proportion of benthic food than did *Coregonus muksun*.

The species did not form separate ecological niches in Majajärvi. Only *Bosmina* spp. and *Daphnia* were important sources of food. Competition between the whitefish species was therefore fierce.

The preference for the same taxa as sources of food was also seen in the similarity values for the whitefish species in Majajärvi ($x = 78.4\%$); the value of the similarity index was clearly lower in Valkea-Mustajärvi ($x = 47.7\%$).

Tested by the food index of Zaret (1980), in Valkea-Mustajärvi both whitefish species showed a clearer preference for *Holopedium* in summer. Of the main sources of food in Majajärvi, *Bosmina* was the only taxon with a larger proportion in food than in plankton. Both whitefish species, however, avoided *Eudiaptomus* and *Cyclops* spp. during the main production season.

The stomach fullness index was higher for both whitefish species in Valkea-Mustajärvi than in Majajärvi. The difference in food production was thus also reflected in the amount of food consumed by the fish. Comparison of the fitness coefficients of the whitefish in both lakes yielded a similar result. The fish also grew more rapidly in Valkea-Mustajärvi than in Majajärvi, and *Coregonus peled* grew more rapidly than *Coregonus muksun* in both lakes. The calculated indexes, food production and fish growth indicate that stocking was at an appropriate density relative to food availability in Valkea-Mustajärvi, whereas in Majajärvi there was insufficient food for the introduced fish. Mortality was therefore high in winter 1974-1975, partly because of the poor oxygen conditions from time to time in Majajärvi.

Key words

***Coregonus muksun*, *Coregonus peled*, food, stocking density, food segregation**

Series (key title and no.)	ISBN	ISSN	
Kalaturkimuksia – Fiskundersökningar 145	951-776-173-2	0787-8478	
Pages	Language	Price	Confidentiality
27 p. + appendix	Finnish	50 FIM	Public
Distributed by	Publisher		
Oy Edita Ab Book-shop Annankatu 44 FIN-00100 Helsinki, Finland Phone +358 0 566 0566 Fax +358 0 566 0570	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

103. TAMMI, J.

Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen – kirjallisuuskatsaus

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

104. SAURA, A., MIKKOLA, J.

Henkiin herätetty lohijoki — 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

(Vandringsfisk — resultat av 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 puronierian tila Ylä-Kemijoella vuosina 1993 — 1994

(Öringens och den införda bäckrödningens 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 liit. Helsinki 1996.

107. LAPPALAINEN, A., PÖNNI, J.

Suomenlahti kalastajan silmin — Tutkimus Suomenlahden likaantumisen 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 of 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 försämrats av fångstmetoderna — Resultat av Carlin-märkning 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.

Nierian (Salvelinus alpinus) silmäamentumat

(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., PASTERNAK, 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 i 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 insjöläx) (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 iänmäärittämyksen luotettavuus.
(Hur pålitlig är åldersbestämningen av kustsikor?) (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 Fishing Trade). Juhani Salmi ja Pekka Salmi (toim.). 125 s. Helsinki 1997.

123. TOIVONEN A.-L.

Toistuvan jäätyneen ja sulamisen vaikutus kalanpyydysten havasmateriaaleihin.
(Inverkan av upprepad infrysning och upptining på redskapsmaterial) (The Effects of Freeze-thaw Cycling on Fishing Gear Materials). 30 s. Helsinki 1997.

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

Merkitsekö menetelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaana 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 Kuusinkijoki, Kitkajoki 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 lohenskalastuksen 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. VALKEAJÄRVI, P., TAKKUNEN, T., ESKELINEN, P., KOVANEN, J.

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

(Öringen från Rautalampi strömmen 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 lohens 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. SETÄLÄ, J.

Parantaako silakan tehokas jäähditys troolikalastuksen kannattavuutta?

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

137. KEMPPAINEN, S., MÄÄTTÄ, V., PASANEN, P., MÄÄTTÄ, E.

Nieriälajit vertailussa - Elämänkaari poikasesta fileeksi

(Jämförelse mellan olika arter av röding - Livscykel från yngel till filé) (Comparison Between Salvelinus species: Lifespan from Fry to Fillet) 23 s. + liitteet. Helsinki 1998.

138. AALTO, J., NIEMELÄ, E., JULKUNEN, M., ERKINARO, J.

Taimenen poikastiheydet, kasvu ja vaellukset Lutto- ja Nuortijoessa.

(Yngeltätheter, tillväxt och vandringer hos öring i Lutto- och Nuortijoki) (Juvenile densities, growth and migration of brown trout (*Salmo trutta* L.) in the Rivers Luttojoki and Nuortijoki, northern Finland). 38 s. Helsinki 1998

139. MIINALAINEN, M., HEIKINHEIMO, O.

Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä.

(Födokonkurrens mellan olika sikformer i Vuokalanjärvi) (Food segregation between five whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) stocks in Lake Vuokalanjärvi). 39 s. Helsinki 1998.

140. HEIKINHEIMO, O., VALKEAJÄRVI, P.

Taimenen ja siian kalastuksen säätely Päijänteellä - Päätösanalyysitarkastelu

(Reglering av örings- och sikfisket i Päijänne - Granskning av beslutsanalys) (Management of the brown trout (*Salmo trutta m. Lacustris*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) fishery in Lake Päijänne: A decision analysis approach). 40 s. Helsinki 1998.

141. HONKANEN, A., EEROLA, E., SETÄLÄ, J.

Kalan käyttö eri väestöryhmissä - kotitalouksien haastattelututkimuksen satoa.

(Fiskkonsumtionen i olika befolkningsgrupper - resultat av en intervjuundersökning i hushållen) (Behavioural Patterns Related to Finnish Fish Consumption: An Analysis of Demographic Characteristics). 38 s. + liitteet. Helsinki 1998.

142. LEINONEN, T., KORHONEN, P., SÄKKI, S.

Altaiden kattamisen ja vedenlaadun vaikutus vesihomeen esiintymiseen ja kalojen kuolleisuuteen.

(Effekten av baasängtäckning och vattenkvalitet på förekomst av vattensmögel och på fiskens dödlighet) (The effect of water quality and the covering of ponds on the fish mortality rate and the appearance of aquatic fungi) 24 s. + liitteet. Helsinki 1998.

143. SAARNI, K., SETÄLÄ, J., HONKANEN, A.

Kalakaupan ja jalostuksen odotukset kalanviljelyn monipuolistamiseksi.

(Fiskhandels och -förädlingens förväntningar på en mera mångsidig fiskodling) (The prospects of fish wholesalers and fish processors to increase variety in fish farming) 22 s. Helsinki 1998.

144. MIKKOLA, J.

Havin vuoden 1995 pesuainepäästön kalataloudelliset vaikutukset ja vahinkoarvio.

(Fiskeriekonomiska följder och uppskattning av skadorna till följd av tvättmedelsutsläppet från Havi år 1995.) (Effects on fisheries and the estimation of damage caused by the Hackman Havi detergent discharge.) 34 s. + liitteet. Helsinki 1998.

